

ANEXO N° 2

Diagnóstico del Sistema Algal de Chile - PNAL

Política Nacional de Algas - Licitación ID N° 4728-49-LP15



Carlos Tapia Jopia
Jefe de Proyecto

Sergio Durán Yáñez

Manuel Díaz Poblete

Reinaldo Rodríguez

Marcela Ávila Lagos

Alonso Vega Reyes

Eduardo Pérez Espinoza

Miguel Bahamondes Parrao

María Luz Trautmann Montt



Junio 2016

ANEXO N° 2

Diagnóstico del Sistema Algal de Chile - PNAL

Política Nacional de Algas - Licitación ID N° 4728-49-LP15



Autores:

Carlos Tapia Jopia
Sergio Durán Yáñez
Manuel Díaz Poblete
Reinaldo Rodríguez Guerrero
Alonso Vega Reyes
Marcela Ávila Lagos
Alonso Vega Reyes
Eduardo Pérez Espinoza
Miguel Bahamondes Parrao
María Luz Trautmann Montt

Requirente:



Junio 2016

Tabla de Contenidos

1	Antecedentes generales de las algas	6
1.1	Taxonomía de las algas.....	6
1.2	Importancia ecológica de las algas.....	11
1.2.1	La salud ecosistémica, los indicadores ecológicos y las medidas de conservación y manejo	11
1.3	Importancia económica y social de las algas.....	20
2	Descripción de las pesquerías y el cultivo de algas.....	21
2.1	Desembarque de algas	22
2.2	Áreas de Manejo de Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)	33
2.3	Cultivo de algas.....	34
2.3.1	Cosecha	34
2.3.2	Sector acuicultor en Chile: Antecedentes	39
2.3.3	Estado del arte en el cultivo y/o repoblamiento de algas silvestres de Chile.....	41
3	Aspectos económicos de la actividad.....	58
3.1	Evolución del Precio Playa Promedio	58
3.2	Desembarque Valorizado	59
3.3	Exportaciones de Productos en base a Algas	64
4	Aspectos socio culturales: Consideraciones de orden económico, social, cultural y organizacional.	65
5	Inversión Pública en el Sector Pesquero	78
5.1	Estado de I+D por Región	79
5.1.1	Algas estudiadas en los proyectos I+D	79
5.1.2	Centros de Investigación en I+D a nivel nacional.....	80
6	Trabajos citados	90

Índice de Figuras

Figura 1. Desembarque mundial de algas (FAO, 2014a).....	23
Figura 2. Participación por países en la extracción y recolección de algas a nivel mundial para el año 2013 (FAO, 2014a).....	23
Figura 3. Desembarque total de algas en Chile (SNPA, 2014a).	30
Figura 4. Desembarque total de algas por región durante el periodo 2004-2013.	31
Figura 5. Participación regional del desembarque total de algas de Chile. Nótese que alrededor del 90% del desembarque es generado en sólo 5 regiones del país.	31
Figura 6. Desembarque acumulado de los últimos 5 años registrados de las principales especies extraídas por región (SNPA, 2014a).	32
Figura 7. Cosecha total mundial durante el periodo 2004-2013 (FAO, 2014a).	34
Figura 8. Cosecha mundial de algas (FAO, 2014a).	36
Figura 9. Cosecha total de algas en Chile para el periodo 2004 - 2013 (SNPA, 2014a).	36
Figura 10. Participación por región en las cosechas de pelillo de Chile (SNPA, 2014a).	38
Figura 11. Evolución de precios de los diversos grupos de recursos. Los valores corresponden a promedios anuales en moneda a diciembre de 2014. Nótese que las algas son las que presentan los valores de primera transacción más bajos (Fuente: SERNAPESCA).	59
Figura 12. Desembarque artesanal de algas, recursos bentónicos, sardina común y anchoveta (Anuarios estadísticos SERNAPESCA, 2010-2014).	60
Figura 13. Aporte porcentual de las algas en el grupo de los recursos bentónicos (anuarios estadísticos SERNAPESCA, 2014).	60
Figura 14. Desembarque artesanal valorizado, periodo 2010-2014 (anuarios estadísticos SERNAPESCA, 2014).	61
Figura 15. Aporte porcentual de las algas en el desembarque artesanal acumulado para el periodo 2010 - 2014 (anuarios estadísticos SERNAPESCA, 2014).	62
Figura 16. Desembarque total valorizado, periodo 2010-2014 (anuarios estadísticos SERNAPESCA, 2014).	63
Figura 17. Aporte porcentual del recurso algas en el desembarque total valorizado (anuarios estadísticos SERNAPESCA, 2014).	63
Figura 18. Exportaciones de productos en base a algas en miles de toneladas y en millones de dólares (valor FOB); y en términos porcentuales (gráficos de lado derecho de la figura). Nótese	

el incremento de los volúmenes exportados de alga seca, en contraste a otros productos con mayor valor agregado; así como los mayores retornos que generan los productos distintos a alga seca (Fuente: SERNAPESCA e IFOP)..... 64

Figura 19. Exportaciones en miles de toneladas y en millones de dólares (valor FOB) (Fuente: SERNAPESCA e IFOP). 65

Figura 20. Cantidad de proyectos I+D por región en para el periodo 2010 - 2015. 79

Figura 21. Cantidad de proyectos por especie de alga en para el periodo 2010 - 2015. 80

Índice de Tablas

Tabla 1. Taxonomía superior de algas rojas o “rodófitas” (www.algaebase.org).....	6
Tabla 2. Taxonomía superior de algas verdes o “clorófitas” (www.algaebase.org).....	7
Tabla 3. Taxonomía superior de algas pardas o “feófitas” (www.algaebase.org).....	7
Tabla 4. Taxonomía superior de algas verde-azules o “cianófitas” (www.algaebase.org).....	7
Tabla 5. Nombres científicos de las especies comercializadas según SERNAPESCA (2015) y su respectiva validación en www.algaebase.org (portal visitado el 07.07.16). *según Calderon & Boo (2016); ** según Ramírez <i>et al.</i> (2014); *** según Guillemín <i>et al.</i> (2016). ^a dos linajes genéticos según Fraser <i>et al.</i> (2010); ^b tres linajes genéticos según Montecinos <i>et al.</i> (2012).	9
Tabla 6. Indicadores obtenidos desde cuatro niveles de organización biológica incluyendo al componente composicional, estructural y funcional para evaluar y monitorear la integridad ecológica de praderas de algas o salud del ecosistema de algas (Modificado de Noss 1990, Dale & Beyeler 2001).	13
Tabla 7. Especies extraídas y cultivadas en Chile durante el año 2014 (SNPA, 2014a).	22
Tabla 8. Participación porcentual en el desembarque regional de cada especie de alga desembarcada, considerando el total de alga desembarcada en la región; y participación porcentual del desembarque de cada especie a nivel nacional, estimada a partir del desembarque acumulado del período 2010-2014 (Fuente: SERNAPESCA).	24
Tabla 9. Cosecha mundial en millones de toneladas de macroalgas separadas por algas rojas, pardas y verdes (FAO, 2014a).	35
Tabla 10. Cosecha total de macroalgas por especie, en Chile (SNPA, 2014a).	37
Tabla 11. Cosechas de microalgas en Chile, periodo 2006-2014 (SNPA, 2014a).	39
Tabla 12. Número de centros inscritos para algas y microalgas (SNPA, 2013b).	40
Tabla 13. Participación porcentual en la producción regional (cosecha) de cada especie de alga cultivada, considerando el total de alga producida en la región; y participación porcentual de cada especie a nivel nacional, estimada a partir de la producción acumulada del período 2010-2014 (Fuente: SERNAPESCA).	41
Tabla 14. Síntesis del nivel de conocimiento existente sobre especies de macroalgas de interés comercial para consumo directo. X: Información parcial; XX: Información suficiente disponible; SI: sin información.	47

Tabla 15. Síntesis del nivel de conocimiento existente sobre especies de macroalgas de interés comercial para la industria de los hidrocoloides. X: Información parcial; XX: Información suficiente disponible; SI: sin información.	47
Tabla 16. Síntesis del nivel de conocimiento existente sobre especies de macroalgas de interés comercial para alimento de invertebrados y otros usos. X: Información parcial; XX: Información suficiente disponible; SI: sin información.	48
Tabla 17. Potencial de algas para ser utilizadas en programas de repoblamiento.	49
Tabla 18. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de <i>Macrocystis pyrifera</i> (huiro canutillo, sargazo)	52
Tabla 19. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de <i>Lessonia trabeculata</i> (huiro palo)	53
Tabla 20. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de <i>Lessonia berteroa ex L nigrescens</i>	54
Tabla 21. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de <i>Lessonia spicata (ex L nigrescens)</i>	54
Tabla 22. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de <i>Durvillaea antarctica</i> (Cochayuyo).....	55
Tabla 23. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de <i>Gracilaria chilensis</i> (pelillo). ..	55
Tabla 24. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de <i>Gigartina skottsbergii</i> (luga roja).	56
Tabla 25. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de <i>Sarcothalia crispata</i> (luga negra o luga ancha).	56
Tabla 26. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de <i>Chondracanthus chamissoi</i> (Chicoria).	57
Tabla 27. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de <i>Mazzaella laminariodes</i> (luga cuchara).....	57
Tabla 28. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de <i>Callophyllis variegata</i> (carola).	58

1 Antecedentes generales de las algas

Se estima que existen a nivel mundial alrededor de 30 mil especies de algas descritas, las cuales se separan en los grupos multicelulares: algas verdes (Chlorophytas), algas rojas (Rhodophytas), algas pardas (Phaeophytas) y unicelulares: microalgas (fundamentalmente verde-azules) (AlgaeBase, 2015).

En Chile existen 707 especies de macroalgas descritas (Ramírez, 2006), de las cuales sólo se explotan unas 15 especies en forma regular (SNPA, 2013).

1.1 Taxonomía de las algas

En las siguientes tablas se muestra información referida a la taxonomía de algas rojas o rodófitas (**Tabla 1**), algas verdes o clorófitas (**Tabla 2**), algas café o feófitas (**Tabla 3**) y algas verde-azules o cianófitas (**Tabla 4**), incluyendo las categorías de imperio, reino, subreino, infrareino, filo y clase.

Tabla 1. Taxonomía superior de algas rojas o “rodófitas” (www.algaebase.org)

Categoría	Nombre	Autoridad	N° de especies
Imperio	Eukaryota	Chatton	42.244
Reino	Plantae	Haeckel	18.072
Subreino	Biliphyta	Cavalier-Smith	7.127
Infrareino			
Filo	Rhodophyta	Wettstein	7.106
Clase			

Tabla 2. Taxonomía superior de algas verdes o “clorófitas” (www.algaebase.org)

Categoría	Nombre	Autoridad	N° de especies
Imperio	Eukaryota	Chatton	42.244
Reino	Plantae	Haeckel	18.072
Subreino	Viridiplantae	Cavalier-Smith	10.871
Infrareino	Chlorophyta	Cavalier-Smith	623
Filo	Chlorophyta	Reichenbach	623
Clase			

Tabla 3. Taxonomía superior de algas pardas o “feófitas” (www.algaebase.org)

Categoría	Nombre	Autoridad	N° de especies
Imperio	Eukaryota	Chatton	42.244
Reino	Chromista	Cavalier-Smith	22.395
Subreino			
Infrareino			
Filo	Ochrophyta	Cavalier-Smith	3.863
Clase	Phaeophyceae	Kjellman	2.051

Tabla 4. Taxonomía superior de algas verde-azules o “cianófitas” (www.algaebase.org)

Categoría	Nombre	Autoridad	N° de especies
Imperio	Prokaryota	Allsopp	4.510
Reino	Eubacteria	Cavalier-Smith	4.510
Subreino	Negibacteria	Cavalier-Smith ex Cavalier-Smith	4.494
Infrareino			
Filo	Cyanobacteria	Stanier ex Cavalier-Smith	4.494
Clase	Cyanophyceae	Schaffner	4.494

En el ámbito taxonómico, recientes investigaciones han incorporado conocimiento relevante para la identificación de las especies algales, generando numerosos cambios en su denominación, con implicancias importantes en el manejo, ya que especies que hoy se reconocen distintas han sido manejadas como una única especie. En la **Tabla 5**, se presenta un resumen de una revisión de la validación del listado de especies contenidas en los registros oficiales de desembarque y producción de acuicultura, dando cuenta de la complejidad del sistema en este ámbito.

Tabla 5. Nombres científicos de las especies comercializadas según SERNAPESCA (2015) y su respectiva validación en www.algaebase.org (portal visitado el 07.07.16). *según Calderon & Boo (2016); ** según Ramírez *et al.* (2014); *** según Guillemín *et al.* (2016). ^a dos linajes genéticos según Fraser *et al.* (2010); ^b tres linajes genéticos según Montecinos *et al.* (2012).

Nombre común	Nombre científico	Familia	Nombre científico actual (www.algaebase.com)
Carola	<i>Callophyllis variegata</i>	Kallymeniaceae	<i>Callophyllis variegata</i> (Bory) Kützing
Chasca o Chasca delgada	<i>Gelidium rex</i>	Gelidiaceae	<i>Gelidium rex</i> Santelices & I.A.Abbott
Chascón o Huiro negro	<i>Lessonia nigrescens</i>	Lessoniaceae	<i>Lessonia nigrescens</i> Bory
			<i>Lessonia berteriana</i> Montagne
			<i>Lessonia spicata</i> (Suhr) Santelices
Chicorea de mar	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	Gigartinaceae	<i>Chondracanthus chamissoi</i> (C.Agardh) Kützing
Cochayuyo	<i>Durvillaea antarctica</i>	Durvillaceae	<i>Durvillaea antarctica</i> (Chamisso) Hariot ^a
Cotoni	<i>Eucheuma cottonii</i>	Solieriaceae	<i>Kappaphycus alvarezii</i> (Doty) Doty ex P.C.Silva
Enteromorpha	<i>Enteromorpha sp.</i>	Ulvaceae	<i>Ulva</i> Linnaeus
Haematococcus	<i>Haematococcus pluvialis</i>	Polyblepharideaceae	<i>Haematococcus pluvialis</i> Flotow
Huiro	<i>Macrocystis spp.</i>	Lessoniaceae	<i>Macrocystis pyrifera</i> (Linnaeus) C.Agardh
Huiro palo	<i>Lessonia trabeculata</i>	Lessoniaceae	<i>Lessonia trabeculata</i> Villouta & Santelices
Lechuguilla	<i>Ulva lactuca</i>	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus
Liquen gomoso	<i>Gymnogongrus furcellatus</i>	Phylloporaceae	<i>Ahnfeltiopsis furcellata</i> (C.Agardh) P.C.Silva & DeCew
			<i>Asterfilopsis furcellata</i> (C.Agardh) Calderon & Boo*
Luga cuchara o corta	<i>Mazzaella laminarioides</i>	Gigartinaceae	<i>Mazzaella laminarioides</i> (Bory de Saint-Vincent) Fredericq ^b
Luga negra o crespá	<i>Sarcothalia crispata</i>	Gigartinaceae	<i>Sarcothalia crispata</i> (Bory) Leister
Luga luga	<i>Mazzaella membranacea</i>	Gigartinaceae	<i>Mazzaella membranacea</i> (J.Agardh) Fredericq
Luga roja	<i>Gigartina skottsbergii</i>	Gigartinaceae	<i>Gigartina skottsbergii</i> Setchell & N.L.Gardner
Luche	<i>Porphyra columbina</i>	Bangiaceae	<i>Pyropia columbina</i> (Montagne) W.A.Nelson
			<i>Pyropia orbicularis</i> Ramírez, Contreras Porcia & Guillemín**
			<i>Porphyra</i> C.Agardh (8 spp.)***
			<i>Pyropia</i> J.Agardh (7 spp.)***

Nombre común	Nombre científico	Familia	Nombre científico actual (www.algaebase.com)
Pelillo	<i>Gracilaria spp.</i>	Gracilariaceae	<i>Gracilaria chilensis</i> Bird, McLachlan & Oliveira
Spirulina	<i>Spirulina spp.</i>	Oscillatoriaceae	<i>Spirulina</i> Turpin ex Gomont

1.2 Importancia ecológica de las algas

Las algas tienen una gran importancia ecológica, son la base de numerosas tramas tróficas cumpliendo funciones en las comunidades marinas, dando estructura y diversidad de hábitat (Hoffmann & Santelices, 1997). En este sentido, el principal rol ecológico de las algas marinas es su función productiva. Gran parte de la energía producida por las algas marinas es consumida directamente por moluscos pastoreadores, peces herbívoros y crustáceos, entre otros. Además desempeñan roles ecológicos tales como servir de sustrato, lugar de refugio, lugar de asentamiento larval y crianza de juveniles para numerosos invertebrados y peces (Ramírez, 2006).

1.2.1 La salud ecosistémica, los indicadores ecológicos y las medidas de conservación y manejo

La salud ecosistémica es un concepto abstracto que ensambla naturaleza y ética como una unidad básica de investigación para desarrollar y aplicar estrategias de conservación de los ecosistemas. Esta concepción produce distintas acepciones relacionadas con la integridad ecológica del sistema que dependen de la definición de qué es “lo natural”, y de cuáles son los supuestos “éticos” que sustentan la relación entre la sociedad y la naturaleza (Manuel-Navarrete et al. 2004). Es en el contexto ético normativo, que la definición de un ecosistema integro o saludable considera al hombre como un agente modificador de la naturaleza produciendo factores de riesgos y/o de estrés que emergen de su uso (De Leo & Levin 1997). La salud del ecosistema utiliza la integridad ecológica para intentar sintetizar criterios para evaluar la naturaleza a través del monitoreo de distintos atributos del ecosistema. Debido a que cada uno de los atributos presenta cierto grado de autonomía, interdependencia y capacidad de regulación (Muller & Lenz 2006; Dolédec & Statzner 2010). Es en este contexto que la salud del ecosistema es un concepto fundamental para establecer, a través de preguntas científicas, acciones de conservación.

La salud del ecosistema utiliza la integridad ecológica como una herramienta de decisión al identificar diferentes estados de conservación de los ecosistemas. Un ecosistema percibido como “saludable” o “integro” es definido como objeto de iniciativas de protección tales como áreas protegidas (Ervin 2003), o es utilizado para definir un estatus ecológico derivado de un impacto ambiental (Borga et al. 2009a), o como meta para aplicar procesos de restauración (DellaSala et al. 2003). Entonces, una pradera de algas constituye un ecosistema saludable definido como “un sistema biofísico donde prevalece una composición y organización funcional de especies comparable a la observada en un ecosistema natural de una determinada ecorregión o a la que existió anteriormente en dicha área” (Karr & Dudley 1981).

Por otro lado, es conveniente que los potenciales indicadores ecológicos propuestos para medir la salud del ecosistema consideren a los seres humanos como un componente integral de los ecosistemas (Manuel-Navarrete et al. 2004). Así, es necesario una definición operacional que mida la salud del ecosistema, por ejemplo la “integridad ecológica de las praderas”, porque incorpora métricas que evalúan la capacidad del ecosistema para responder al uso humano, tanto en el tiempo como en el espacio (Vega 2015). Así, el concepto de integridad ecológica toma relevancia cuando se aplican políticas de administración de recursos y/o protección del ambiente sin conocer el estado de salud de los ecosistemas (De Leo & Levin 1997). Considerando que un ecosistema saludable es aquel que provee un continuo flujo de bienes y servicios, mantiene la capacidad de responder a futuras necesidades y es integro en composición, estructura y función (Karr 1996, 1999; De Groot et al. 2000, Vega 2015).

Instituciones públicas y privadas en Chile han intentado aplicar indicadores para medir la salud ecosistémica en diferentes actividades de manejo en ambientes terrestres y marinos (Jorquera-Jaramillo et al. 2010). Sin embargo, su aplicabilidad es cuestionable debido a que los criterios de selección se basan en las necesidades socio-económicas de los usuarios más que en la biología del recurso o en el rol ecológico que éste cumple en la naturaleza. Por lo tanto en este contexto, es necesario desarrollar indicadores ecológicos que contribuyan a evaluar las acciones de manejo y conservación de praderas de algas y que emerjan durante la construcción y ejecución de la Política Nacional de Algas. Así, una alternativa para mejorar las estrategias de manejo de recursos marinos renovables es desarrollar un conjunto de indicadores que incorporen la dimensión biológica y ecológica a través del concepto de salud del ecosistema, monitoreando la integridad de las praderas de algas (**Tabla 6**, Vega 2015).

Tabla 6. Indicadores obtenidos desde cuatro niveles de organización biológica incluyendo al componente composicional, estructural y funcional para evaluar y monitorear la integridad ecológica de praderas de algas o salud del ecosistema de algas (Modificado de Noss 1990, Dale & Beyeler 2001).

Nivel de Organización	Indicadores		
	Composición	Estructura	Función
Regional / Paisaje	Distribución de especies	Heterogeneidad / Conectividad	Procesos de disturbios
	Tipos de hábitats	Fragmentación / Configuración	Tasa ciclo de nutrientes
	Identidad / Diversidad	Patrones de distribución hábitats	Persistencia de parches
Comunidad / Ecosistema	Composición / Riqueza	Complejidad de Hábitat	Productividad
	Abundancia / Cobertura	Disponibilidad de Nutrientes	Colonización / Extinción
	Diversidad / Uniformidad	Distribución de Nutrientes	Ciclo de nutrientes
	Gremios	Características físicas	Dinámica de Parches
Especie / Población	Abundancia / Cobertura	Distribución / Dispersión	Procesos demográficos
	Frecuencia	Estructura poblacional	Dinámica poblacional
	Biomasa / Densidad	Variabilidad morfológica	Tasa de crecimiento
Gen / Individuo	Diversidad alélica	Heterocigosidad	Tasa de deriva génica
	Composición proximal	Caracterización química	Relación C:N
	Aminoácidos / Complejos	Proteínas / Enzimas	Actividad Enzimática

La salud del ecosistema y el manejo de recursos naturales

Los indicadores ecológicos son una manera práctica para describir el estado de salud de un ecosistema bajo manejo (Carignan & Villard 2002). Para evaluar la efectividad del manejo se debe diseñar un experimento natural que considere indicadores ecológicos que midan la salud del ecosistema a través de atributos obtenidos de los diferentes niveles de organización biológica, tomando en cuenta la resiliencia del sistema y la variabilidad de las perturbaciones naturales (King 1993, De Leo & Levin 1997, Landres et al. 1999, Vega 2015).

La salud de un ecosistema bajo manejo se puede estudiar en base a atributos agregados del ecosistema que resumen su productividad y diversidad biológica mantenidos a un nivel mínimo u óptimo (Noss 1999, Parrish et al. 2003). Por lo que el desafío científico consiste en detectar si el manejo mantiene los niveles naturales de productividad del recurso sin afectar los patrones de diversidad biológica y/o las propiedades físico-químicas del sistema (Levin et al. 2009). Por ejemplo, el nivel natural de productividad de una especie en un área protegida estaría indicado por valores cercanos a aquellos registrados para áreas con mínima intervención (De Leo & Levin 1997), mientras que en términos de manejo de recursos estaría determinado por los rendimientos definidos por el plan o programa (Noss 1999, Parrish et al. 2003). En el contexto de la diversidad biológica son útiles las comparaciones entre áreas explotadas con y sin manejo (Castilla & Fernández 1998), y/o con áreas protegidas de referencia (Castilla 1999, 2000, Navarrete et al. 2010). Simultáneamente se puede monitorear las características abióticas de cada área a través de sistemas remotos o de registro *in situ* (e.g. temperatura; ver Broitman et al. 2001, Tapia et al. 2009), o indirectamente a través de las respuestas de los organismos a cambios o déficits de estos (e.g. disponibilidad de nutrientes; ver Vásquez & Vega 2005, Broitman & Kinlan 2006).

La efectividad de las decisiones y las acciones para el manejo de praderas de algas en la Política Nacional de Algas depende de la información sobre el estado y las tendencias del ecosistema. Ambos, estado y tendencias espaciales y temporales, deben ser evaluados a través de indicadores ecológicos que abarquen los múltiples niveles biológicos de análisis que considera el estado de salud del ecosistema (Noss 1990), o sea la integridad ecológica de las praderas (**Tabla 6**). Para lograr esto, los indicadores ecológicos deben ser simples, de bajo costo y de fácil interpretación y difusión (Müller 2005) y ser capaces de diferenciar los efectos producidos por las perturbaciones antrópicas de las perturbaciones que ocurren naturalmente (Dale & Beyeler 2001).

Indicadores de integridad ecológica de praderas de algas.

Establecer cuáles son los indicadores adecuados para monitorear la integridad ecológica en el contexto de la salud ecosistémica es un desafío con una extensa trayectoria histórica (Dolédec & Stutzner 2010), no exenta de debate (Freyfogle & Lutz-Newton 2001). Esta discusión y los avances en las técnicas de evaluación biológica acuñaron el concepto de indicadores ecológicos, que son características medibles de la composición, estructura y/o función del ecosistema (Niemi & McDonald 2004, **Tabla 6**). La función principal de los indicadores ecológicos es proporcionar una medida de la respuesta de los ecosistemas a las perturbaciones antropogénicas, es decir, las desviaciones respecto a métricas de integridad ecológica interdependientes (Noss 1990). Para evaluar la integridad ecológica se ha utilizado taxa y/o índices bióticos que, a través de análisis (uni-) multivariados ó (uni-) multimétricos, establecen un estatus en relación a una situación referencial (Hawkins et al. 2010). En cambio, la integridad funcional puede ser evaluada directamente a través del metabolismo ecosistémico, los procesos de degradación o la producción secundaria. Indirectamente la integridad funcional se puede evaluar a través de los grupos funcionales, el monitoreo basado en múltiples-rasgos o con bioensayos de toxicidad (Dolédec & Stutzner 2010). También existen otras alternativas que combinan distintas métricas e índices de los atributos de integridad ecológica para establecer niveles de impacto antropogénico (e.g. gradiente de condición biológica; Davies & Jackson 2006).

La diversidad de métodos desarrollados para monitorear la salud del ecosistema ha motivado el interés por desarrollar índices estandarizados para ocupar más efectiva y eficientemente la información ecológica obtenida en distintas ecorregiones del mundo (Karr 1999, Mattson & Angermeier 2007, Borja et al. 2009a). Sin embargo, todavía existen ecorregiones donde no se han desarrollado o aplicado indicadores ecológicos, como es el caso de las costas de Sudamérica (Borja et al. 2009b). Un ejemplo de presión antropogénica sobre la salud del ecosistema sudamericano ocurre en ambientes marinos de las costas de Chile. En estos ambientes, la fuerte presión extractiva sobre algunos recursos marinos bentónicos históricamente ha estado determinada por factores socio-económicos que a la larga han producido sobrepesca (Fernández et al. 2000). Como respuesta administrativa, esta presión extractiva sobre el ecosistema ha sido regulada mediante distintas medidas de conservación y manejo pesquero que limitan el acceso a los recursos en el tiempo y espacio (e.g. vedas, cuotas, registros pesqueros; Castilla 1999, 2000; Crowe et al. 2000, Moreno 2001, Thompson et al. 2000).

En el centro-sur de Chile, los impactos de la sobrepesca en los ecosistemas costeros han sido determinados comparando las respuestas demográficas de los recursos entre áreas marinas protegidas y áreas explotadas (Fernández et al. 2000, Navarrete et al. 2010). El contraste entre estos escenarios demostró que la sobrepesca crea una cascada de efectos que modifican la organización y funcionamiento de las comunidades (Castilla, 1999, 2000; Moreno, 2001). Considerando que la estructura comunitaria de las áreas con exclusión humana (e.g. áreas marinas protegidas), es la

condición ecosistémica “saludable”, “natural” o “íntegra” de línea base, para monitorear los impactos humanos y evaluar la eficacia de planes de manejo de recursos. A pesar del importante aporte entregado por estos estudios, las conclusiones sobre indicadores ecológicos para monitorear la salud del ecosistema emergen como un resultado anexo del objetivo principal que es la conservación de los recursos. No obstante, esta aproximación establece las bases para la selección y el desarrollo de indicadores para evaluar y monitorear la integridad de estos ecosistemas.

Considerando la falta de indicadores ecológicos para monitorear la salud del ecosistema, necesarios también para evaluar las acciones de manejo de recursos marinos y la conservación de los ecosistemas costeros de Chile, recientemente se propusieron tres tipos de indicadores ecológicos para monitorear praderas de algas pardas en el norte de Chile: indicadores de productividad del recurso, demográficos de la población explotada y de integridad ecológica las praderas explotadas (o salud del ecosistema) (Vega 2015). La justificación para desarrollar estos indicadores para praderas de algas fue porque conforman un recurso natural que tiene: a) importancia social y económica (Vásquez & Westermeier 1993, Zuñiga et al. 2008), b) un rol ecológico como especies fundacionales del ecosistema (Vásquez & Vega 2004, 2005, Graham et al. 2007); c) son sensibles a procesos oceanográficos a diferentes escalas espacio-temporales (Camus 1994, Vega 2005) y porque d) es necesario evaluar y monitorear la implementación de las acciones de explotación, manejo y conservación de recursos, por ejemplo, en el marco de la Política Nacional de Algas. El desarrollo de indicadores de integridad ecológica para praderas de algas pardas permite medir la efectividad de las medidas de conservación y los planes de manejo del recurso algas pardas, generando una herramienta para la toma de decisiones políticas y administrativas a escala nacional (Chile) y regional (costa Pacífica de Sudamérica) (Vega 2015).

¿Por qué es necesario monitorear la integridad ecológica (salud del ecosistema) de las praderas de algas en Chile?

a) importancia social y económica. Las praderas de algas son explotadas en Chile para la extracción de geles de alta calidad con aplicaciones biotecnológicas de avanzada (Zimmermann et al. 2003; Leinfelder et al. 2003, Ross et al. 2008) y como alimento para moluscos herbívoros en cultivo (Flores-Aguilar et al. 2007, Vásquez 2008). Ambas características prevén un incremento sostenido de la explotación del recurso algas.

Desde el punto de vista social, la pesquería de algas ha tenido una historia particular. Por largo tiempo, por ejemplo, los desembarques de algas se basaron en la mortalidad natural acumulada en varaderos (Vásquez 2008). Esta biomasa era recolectada, secada, enfardada y vendida por grupos sociales marginales sin mayores consecuencias para los ecosistemas costeros (Vásquez & Westermeier 1993). Sin embargo, la sinergia entre variables económicas (e.g. demanda de materia prima, diversificación de usos) y sociales (e.g. niveles de cesantía) ha transformado a los recolectores en cosechadores repercutiendo en otras pesquerías asociadas (Vásquez 1999, 2008), poniendo en

riesgo la integridad ecológica del ecosistema. En respuesta, la administración pesquera estableció un plan de manejo basado en el arte de pesca considerando umbrales basados en parámetros poblacionales bajo los cuales es esperable que ocurra una renovación de la pradera a niveles naturales sin efectos en la integridad ecológica del sistema. Sin embargo, recientemente, los indicadores que evaluaron las acciones del plan de manejo en Atacama demostraron la baja efectividad de estas para mantener la integridad ecológica de las praderas de algas pardas sometidas a cosecha (Vega 2015).

Otra característica histórica propia del recurso algas es que las especies tienen zonificación geográfica. Para algas pardas, por ejemplo, cerca del 95% de la actividad extractiva está concentrada en el norte del país (Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo). En este contexto, que desarrollar una herramienta que evalúe y monitoree la efectividad y evolución de las estrategias de administración pesquera y conservación de praderas de algas pardas tiene una connotación en la toma de decisiones que afectan un rango geográfico amplio del territorio nacional, aunque también depende de las acciones establecidas en los planes de manejo locales o regionales.

b) importancia ecológica: las praderas de algas de ambientes templados y fríos conforman ecosistemas altamente productivos que proveen bienes y servicios de regulación, soporte, provisión y recreación (Wilson et al. 2002, Zuñiga et al. 2008). Las funciones ecosistémicas de las praderas de algas emergen a partir de su rol como especies fundadoras (Graham et al. 2007). El ciclo de vida, el tamaño, la morfología y/o la fisiología de las plantas modifican las condiciones abióticas y bióticas generando un hábitat complejo que sustenta distintas comunidades biológicas, o sea un ecosistema productivo y biodiverso (ejemplo en Chile: Cancino & Santelices 1984, Vásquez & Santelices 1984, Vásquez 1992, Edding et al. 1994, Vásquez et al. 2001a, 2001b, 2001c).

En algas chilenas, se ha demostrado experimentalmente que la cosecha afecta negativamente a las comunidades asociadas a las praderas (Vásquez & Santelices 1990, Mendieta 1997) ya que los humanos asumen un rol clave dentro del gremio de los herbívoros (Moreno 2001). La remoción de biomasa por cosecha produce cambios en la composición (e.g. riqueza de especies), estructura (e.g. diversidad biológica, uniformidad) y funcionalidad (e.g. reduce la conectividad trófica) el ecosistema, gatillando un estado sucesional alternativo caracterizado por algas crustosas calcáreas y erizos de mar, y una baja productividad biológica (Vásquez & Buschmann 1997). En forma sinérgica, la exclusión de depredadores de alto nivel trófico por pesca permite la persistencia de este estado sucesional alternativo porque altera los patrones de distribución y abundancia de los erizos de mar (Castilla 1999, Crowe et al. 2000, Steneck et al. 2002). Así, algunos aspectos descriptivos, funcionales y autoecológicos de los ecosistemas pueden ser utilizados como indicadores de integridad ecológica de las praderas de algas (**Tabla 6**).

c) El desarrollo y persistencia de las praderas de algas responden a procesos oceanográficos a diferentes escalas espaciales y temporales. El desarrollo y persistencia de las praderas de algas

hacia latitudes bajas del Pacífico Sudamericano está limitada por la heterogeneidad ambiental local, definida por los procesos de surgencia costera determinados por patrones geomorfológicos costeros y la interacción entre procesos locales y regionales. Estos últimos están dominados por variabilidad interanual asociada a eventos El Niño Oscilación del Sur (ENOS) (Glynn 1988, Thiel et al. 2007). Este patrón determina una dinámica espacial con praderas de algas en distintos estados de desarrollo (Camus 1984, Vega 2005). Más aún en la zona centro sur y austral, otros procesos oceanográficos y topográficos (*i.e.* fiordos y canales) y actividades antrópicas (*i.e.* acuicultura intensiva y extensiva), son factores que interactúan con la explotación de las praderas de algas.

A escala local de la zona centro norte de Chile, los centros de surgencia permanente son un factor determinante para la persistencia de las praderas de algas debido a que generan un hábitat estable (Martínez et al. 2003, Vega et al. 2005), caracterizados por una continua disponibilidad de nutrientes y por una baja variabilidad anual de la temperatura del mar (Takesue et al. 2004, Halpin et al. 2004, Tapia et al. 2009). La correlación entre bajas temperaturas del agua del mar y la alta concentración de nutrientes (Nielsen y Navarrete 2004; Wieters 2005), producen gradientes de producción y crecimiento de algas pardas con máximos en praderas ubicadas cerca del centro de surgencia (Vásquez et al. 1998, Camus & Andrade 1999, Broitman et al. 2001, Wieters et al. 2003, Martínez et al. 2003). Considerando que la mayor tasa de renovación de las praderas ocurre cerca de los centros de surgencia permanente (Martínez et al. 2003, Vega 2005, Gaymer et al. 2010), la aplicación de un plan de manejo para la cosecha debe mostrar una interferencia mínima en los atributos de la integridad ecológica de las praderas. Esto sugiere que los indicadores ecológicos que miden la salud del ecosistema explotado (o la integridad ecológica de la pradera manejada) puede variar entre localidades dependiendo de su ubicación en función de del centro de surgencia costera permanente. Efectos ecosistémicos asociados al enriquecimiento permanente producido por los centros de surgencia en el norte de Chile han sido evaluados contrastando localidades cercanas y alejadas de centros de surgencia permanente (Vásquez et al. 1998), pero se desconoce si hay algún efecto sobre las praderas en sinergia con la cosecha.

Los procesos de surgencia exportan continuamente nutrientes hacia el océano abierto y a lo largo de la costa desde sus puntos de origen (Marin et al. 2003; Thiel et al. 2007). Esta distribución en mosaico de los nutrientes además de regular la persistencia y tasa de renovación de las praderas de algas, determinan la variación espacio-temporal de los constituyentes químicos (e.g. C, N, proteína, lípidos), productos (e.g. manitol, laminarina) y de los procesos fotosintéticos en algas pardas (Zimmerman & Kremer 1986, Gerard 1982, Gómez & Wiencke 1998, Germann 1989, Gómez et al. 2007, Abreu et al. 2009). Bajo este supuesto, es esperable que la composición química de las algas aumente en términos del valor nutricional (*i.e.* > concentración de proteínas) o químico (*i.e.* > N total) en áreas con surgencia permanente debido a que los procesos de síntesis y metabolismo en las algas pardas responden directamente a la disponibilidad de nutrientes en el ambiente (Fram et al. 2008, Reed et al. 2008). Entonces, la composición química de las algas podría ser un indicador

relevante de la calidad del hábitat para las praderas debido a que es la disponibilidad de nutrientes en el sistema la que determina su adquisición, almacenamiento y utilización, y por consiguiente el estado nutricional de la planta (Westermeyer & Gómez 1996, Ortiz *et al.* 2009). Si lo anterior es correcto, entonces el desarrollo y ejecución de un programa de manejo y explotación debiera considerar una planificación territorial, con alternancia de cosechas dependientes de la localidad (Vega *et al.* 2014).

Las respuestas demográficas son uno de los indicadores más usados para evaluar los efectos de la explotación de recursos (Castilla 1999, 2000, Navarrete *et al.* 2010). Las algas pardas no tienen marcadores etéreos, en consecuencia los cambios en la estructura poblacional son tamaño-dependiente, en contraste a los animales que son edad-dependiente (Chapman 1984, 1985, 1986, 1987; Pringle *et al.* 1987; Sharp 1987). Además de la ausencia de marcadores etéreos, las algas pardas muestran una enorme plasticidad fenotípica a los cambios ambientales (Vásquez 1992, Vega *et al.* 2005). En consecuencia, visualizar efectos de cosecha a través de tablas de vida es impreciso y problemático. Sin embargo, a veces es posible usar algunas herramientas demográficas para el manejo de praderas de algas pardas, como el tiempo de recuperación de la estructura de talla pre-cosecha, para determinar los períodos de rotación de áreas explotadas (Chapman 1993; Ang *et al.* 1993, 1996; Lazo & Chapman 1996). Así, la estructura de tallas de la población es útil para definir la fracción de la población que se quiere proteger; y la talla promedio de la fracción cosechada, para indicar estado de la población (Caddy & Mahon 1995, Seijo *et al.* 1997).

Los procesos demográficos de las praderas de algas, como el reclutamiento y crecimiento vegetativo son indicadores sensibles a la perturbación producida por la cosecha, y determinan eficientemente tasas de renovación de la pradera (Vega *et al.* 2014; ver seguimiento plan de manejo algas pardas en Atacama). Otro indicador relevante en las praderas de algas es la estructura de tallas de la población (Vega 2015; Rassweiler *et al.* 2008). Dependiendo de la estacionalidad de las variables ambientales óptimas y de la presión de explotación, las respuestas poblacionales a la cosecha disminuyen la velocidad de renovación de las praderas (Vega 2015). Así, es esperable que las respuestas demográficas de las algas (e.g. reclutamiento, crecimiento, estructura de tallas) prevalezcan en localidades con plan de manejo aplicado adecuadamente (Vega *et al.* 2014).

Las comunidades asociadas son uno de los indicadores más frecuentemente utilizados para establecer efectos ecológicos generados por la explotación de algas, debido a que produce remoción de especies y alteración del hábitat lo que se traduce en cambios en los patrones de distribución y abundancia de las especies asociadas a estos ecosistemas (Mendieta 1997, Vega 2015). Las algas pardas son importantes organismos estructuradores de comunidades, y sus estructuras de fijación conforman un microhábitat para una diversidad de invertebrados (Cancino & Santelices 1984, Vásquez & Santelices 1984). Por ejemplo, cuando la presión de cosecha sobre las praderas de algas pardas alcanza su máximo, entonces la deforestación crónica es un agente que facilita el desarrollo y persistencia de los fondos blanqueados dominados por erizos de mar (Steneck

et al. 2002, Thiel et al. 2007). Por estas razones es esperable que la estructura y funcionamiento de las comunidades asociadas a praderas de algas se mantengan cuando se aplica un plan de manejo, mientras que en localidades sobreexplotadas puede llegar a formar un estado sucesional alternativo estable, posiblemente caracterizado por comunidades de fondos blanqueados.

d) Evaluación y monitoreo de la medida de administración pesquera propuesta para algas pardas.

Recientemente, se utilizaron distintos atributos ecológicos, obtenidos de alguno de los cuatro niveles de organización biológica propuesto por Noss (1990) (Tabla 1), para monitorear la integridad ecológica de las praderas explotadas de algas pardas: la composición química de las plantas, las respuestas demográficas de las poblaciones y la estructura y organización de las comunidades asociadas (Vega 2015). Para comunicar los resultados sobre la salud del ecosistema, se utilizó el enfoque del semáforo y puntos límite de referencia y objetivos. Estos atributos ecológicos utilizados como indicadores de integridad ecológica realiza mediciones directas de su capacidad para identificar la magnitud (i.e. leve, moderada, alta) y la dirección (i.e. negativo, nula, positivo) de la perturbación que produce la explotación de praderas de algas, con la meta de establecer si la Política Nacional de Algas, es una medida eficiente de administración pesquera de las praderas de algas y de conservación de sus comunidades asociadas.

En Chile, instituciones públicas y privadas han intentado aplicar indicadores en diferentes actividades de manejo, sin embargo los resultados no han sido completamente exitosos debido a que los criterios de selección en sus programas de monitoreo se han establecidos en base a las demandas socio-económicas de los usuarios y a los atributos propios del recurso (para ejemplos ver proyectos FIP en algas comerciales). Así, el manejo del recurso algas a través de la Política Nacional de Algas es una oportunidad excepcional para evaluar, corregir, mejorar y/o proponer acciones si es necesario a través de la incorporación de la dimensión biológica y ecológica utilizando el concepto de “salud ecosistémica”. En perspectiva, desarrollar indicadores ecológicos es una forma eficaz de evaluar medidas de administración pesquera y contribuir a la planificación del uso del borde costero.

1.3 Importancia económica y social de las algas

Históricamente las algas marinas han sido usadas por comunidades humanas costeras, ya sea para consumo directo, para alimento de animales o como fertilizante en cultivos agrícolas. Para muchos países, la explotación y/o cultivo de algas marinas representa una fuente de alimentos, de diversos productos químicos y de empleo con amplias repercusiones económicas y sociales. Éstas se han utilizado como alimento humano desde la antigüedad, especialmente en China, la península de Corea y Japón, así como también en poblaciones costeras de muchos países que consumen algas marinas como ingrediente habitual de ciertos tipos de ensalada, especialmente en Hawai y los países más cálidos del Asia sudoriental, como por ejemplo Indonesia, Malasia, Filipinas y Tailandia. Estos

productos se recolectan y comercializan de forma local o se exportan. Las algas más importantes utilizadas como alimento humano son varias especies de *Porphyra spp.* (cuyo nombre vulgar en el Japón es nori), *Laminaria spp.* (kombu) y *Undaria spp.* (wakame). Por ejemplo, solo China produce unos 5 millones de toneladas de algas para consumo humano (FAO, 2014c).

En Chile la explotación de algas tiene importancia social, siendo fuente de empleo para pescadores artesanales de las categorías “recolector de orilla, alguero o buzo apnea” y “buzo”, y actualmente ocupando un lugar relevante en la generación de ingresos, producto del estado de los demás recursos bentónicos y la creciente demanda de algas para producción de ficocoloides y por el incremento de cultivos de moluscos (abalones) que se alimentan de macroalgas (Vásquez, et al., 2008).

2 Descripción de las pesquerías y el cultivo de algas

La producción de algas en todo el mundo ha crecido de forma considerable y se realiza mediante la recolección o extracción de algas silvestres y mediante cultivo. En promedio se producen, a nivel mundial, 25 millones de toneladas al año, de esto el 95% corresponden a algas cultivadas y solo el 5% a algas silvestres provenientes de praderas naturales, donde Chile es el mayor productor mundial de algas explotadas de poblaciones silvestres, en contraste a su nula incidencia en la producción de algas mediante la acuicultura.

A nivel mundial se cultivan alrededor de 37 especies, donde las principales especies son *Kappaphycus alvarezii*, *Euclidean ssp*, *Laminaria japónica*, *Undaria pinnatifida*, *Gracilaria ssp* y *Porphyra ssp* (FAO, 2014b; FAO, 2012).

En Chile se han identificado 707 especies de macroalgas marinas bentónicas, de las cuales 186 son endémicas, las cuales se distribuyen a lo largo de la costa, las islas nacionales y el territorio antártico (Ramírez, 2006).

De acuerdo a las estadísticas de desembarque y producción acuícola de algas reportadas por SERNAPESCA (SNPA, 2014a), en Chile se recolectan y/o se extraen alrededor de 13 a 15 especies, y se cultivan 3, incluyendo macroalgas y microalgas (**Tabla 7**). Entre las macroalgas, existen iniciativas por cultivar algunas algas pardas y algas rojas, sin embargo solo *Gracilaria* es cultivada con niveles de producción importantes.

Tabla 7. Especies extraídas y cultivadas en Chile durante el año 2014 (SNPA, 2014a).

EXTRAÍDAS Y/O RECOLECTADAS	CULTIVADAS
CHASCA	HAEMATOCOCCUS
CHASCON O HUIRO NEGRO	HUIRO
CHICOREA DE MAR	PELILLO
COCHAYUYO	
HUIRO	
HUIRO PALO	
LECHUGUILLA	
LIQUEN GOMOSO	
LUCHE	
LUGA CUCHARA O CORTA	
LUGA NEGRA O CRESPA	
LUGA-ROJA	
PELILLO	

2.1 Desembarque de algas

Las estadísticas de la FAO (2014a), muestran que para el periodo 2004-2013 el desembarque promedio fue de 389 mil toneladas anuales donde el mayor desembarque se registró el 2004, seguido de los desembarques del 2013. En este escenario, Chile se presenta como el primer extractor y recolector a nivel mundial con más de 500 mil t durante el año 2013 (Figura 1), representando el 41% de extracción mundial, seguido de China y Noruega (Figura 2).

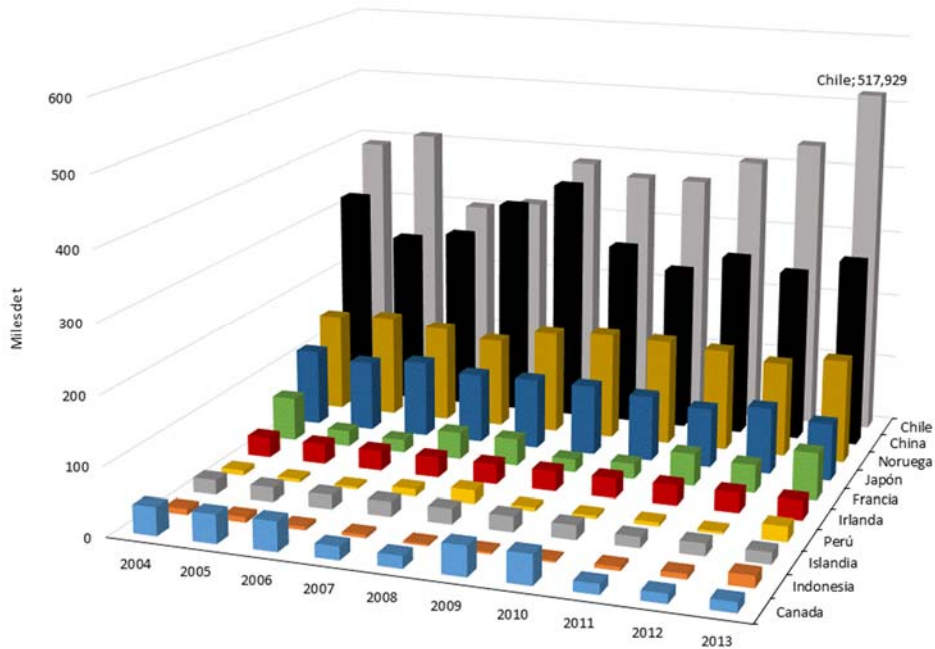


Figura 1. Desembarque mundial de algas (FAO, 2014a).

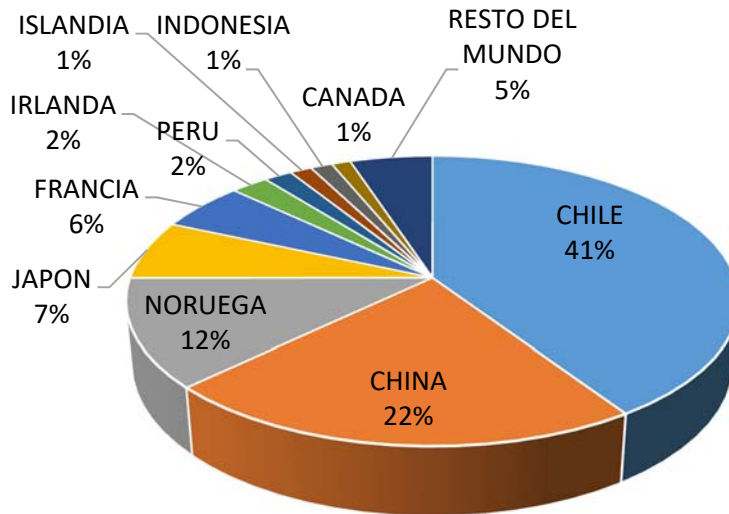


Figura 2. Participación por países en la extracción y recolección de algas a nivel mundial para el año 2013 (FAO, 2014a).

En Chile, las algas son recolectadas desde praderas naturales y exportadas a mercados internacionales como materia prima para la producción de alginatos, agar, entre otros (Vásquez, et al., 2008) o bien son comercializadas en el mercado interno. En la última década, se ha observado una creciente demanda internacional por algas pardas chilenas, lo cual ha incidido en el incremento sostenido del desembarque (Vásquez, et al., 2012).

En la siguiente tabla (**Tabla 8**) se muestra la participación de las diversas especies de algas, tanto a nivel regional como nacional. El aporte regional, se realiza considerando la totalidad de algas extraídas en el aporte de cada especie por región y el aporte de la región por cada una de las especies.

Tabla 8. Participación porcentual en el desembarque regional de cada especie de alga desembarcada, considerando el total de alga desembarcada en la región; y participación porcentual del desembarque de cada especie a nivel nacional, estimada a partir del desembarque acumulado del período 2010-2014 (Fuente: SERNAPESCA).

Región	Especie	Toneladas	Participación regional (%)	Participación nacional (%)
XV	CHASCON O HUIRO NEGRO	174	82,86%	0,01%
	HUIRO	36	17,14%	0,03%
I	CHASCON O HUIRO NEGRO	83.065	91,05%	6,73%
	HUIRO	2.595	2,84%	2,29%
	HUIRO PALO	5.566	6,10%	2,17%
II	CHASCON O HUIRO NEGRO	372.466	89,38%	30,17%
	HUIRO	10.206	2,45%	9,01%
	HUIRO PALO	28.311	6,79%	11,05%
	LIQUEN GOMOSO	3	0,00%	0,65%
	LUCHE	5	0,00%	1,36%

Región	Especie	Toneladas	Participación regional (%)	Participación nacional (%)
	PELILLO	5.734	1,38%	3,02%
III	CHASCA	4	0,00%	0,29%
	CHASCON O HUIRO NEGRO	581.666	85,08%	47,12%
	CHICOREA DE MAR	1.646	0,24%	19,34%
	HUIRO	27.227	3,98%	24,04%
	HUIRO PALO	69.866	10,22%	27,26%
	LECHUGUILLA	4	0,00%	2,67%
	LIQUEN GOMOSO	456	0,07%	99,35%
	LUCHE	7	0,00%	1,90%
	LUGA NEGRA O CRESPA	76	0,01%	0,05%
	PELILLO	2.740	0,40%	1,44%
IV	CHASCA	111	0,04%	8,01%
	CHASCON O HUIRO NEGRO	155.328	49,61%	12,58%
	CHICOREA DE MAR	678	0,22%	7,97%
	COCHAYUYO	1.670	0,53%	5,22%
	HUIRO	22.288	7,12%	19,68%
	HUIRO PALO	121.009	38,65%	47,22%
	LECHUGUILLA	132	0,04%	88,00%
	LUGA CUCHARA O CORTA	21	0,01%	0,17%

Región	Especie	Toneladas	Participación regional (%)	Participación nacional (%)
	PELILLO	11.866	3,79%	6,24%
V	CHASCA	297	0,51%	21,44%
	CHASCON O HUIRO NEGRO	31.536	54,05%	2,55%
	CHICOREA DE MAR	68	0,12%	0,80%
	COCHAYUYO	1.106	1,90%	3,46%
	ENTEROMORPHA	36	0,06%	100,00%
	HUIRO	2.139	3,67%	1,89%
	HUIRO PALO	22.832	39,14%	8,91%
	LECHUGUILLA	13	0,02%	8,67%
	LUGA CUCHARA O CORTA	249	0,43%	1,97%
	LUGA NEGRA O CRESPA	12	0,02%	0,01%
	LUGA-ROJA	47	0,08%	0,04%
	PELILLO	6	0,01%	0,00%
	VI	CHASCA	868	5,98%
CHASCON O HUIRO NEGRO		2.933	20,22%	0,24%
COCHAYUYO		4.551	31,37%	14,23%
HUIRO		1.553	10,70%	1,37%
HUIRO PALO		493	3,40%	0,19%
LUCHE		3	0,02%	0,82%
LUGA CUCHARA O CORTA		3.880	26,74%	30,72%

Región	Especie	Toneladas	Participación regional (%)	Participación nacional (%)
	LUGA NEGRA O CRESPA	201	1,39%	0,12%
	LUGA-ROJA	27	0,19%	0,02%
VII	CHASCA	60	2,01%	4,33%
	CHASCON O HUIRO NEGRO	83	2,78%	0,01%
	COCHAYUYO	1.440	48,26%	4,50%
	HUIRO	237	7,94%	0,21%
	HUIRO PALO	23	0,77%	0,01%
	LUCHE	56	1,88%	15,22%
	LUGA CUCHARA O CORTA	446	14,95%	3,53%
	LUGA NEGRA O CRESPA	178	5,97%	0,11%
	LUGA-ROJA	48	1,61%	0,04%
	PELILLO	413	13,84%	0,22%
VIII	CAROLA	1	0,00%	100,00%
	CHASCA	8	0,01%	0,58%
	CHASCON O HUIRO NEGRO	5.867	8,30%	0,48%
	CHICOREA DE MAR	4.719	6,67%	55,44%
	COCHAYUYO	15.924	22,51%	49,80%
	HUIRO	2.899	4,10%	2,56%
	HUIRO PALO	4.784	6,76%	1,87%
	LECHUGUILLA	1	0,00%	0,67%

Región	Especie	Toneladas	Participación regional (%)	Participación nacional (%)
	LUCHE	266	0,38%	72,28%
	LUGA CUCHARA O CORTA	1.958	2,77%	15,50%
	LUGA NEGRA O CRESPA	29.428	41,61%	17,80%
	LUGA-ROJA	1.870	2,64%	1,46%
	PELILLO	3.004	4,25%	1,58%
IX	COCHAYUYO	606	91,68%	1,90%
	HUIRO	1	0,15%	0,00%
	LUCHE	2	0,30%	0,54%
	LUGA CUCHARA O CORTA	1	0,15%	0,01%
	LUGA NEGRA O CRESPA	16	2,42%	0,01%
	LUGA-ROJA	35	5,30%	0,03%
XIV	CHASCON O HUIRO NEGRO	105	0,80%	0,01%
	COCHAYUYO	2.954	22,57%	9,24%
	HUIRO	503	3,84%	0,44%
	HUIRO PALO	327	2,50%	0,13%
	LUCHE	23	0,18%	6,25%
	LUGA CUCHARA O CORTA	1.040	7,95%	8,23%
	LUGA NEGRA O CRESPA	2.263	17,29%	1,37%
	LUGA-ROJA	201	1,54%	0,16%

Región	Especie	Toneladas	Participación regional (%)	Participación nacional (%)
	PELILLO	5.672	43,34%	2,98%
X	CHASCA	37	0,01%	2,67%
	CHASCON O HUIRO NEGRO	1.217	0,29%	0,10%
	CHICOREA DE MAR	1.401	0,33%	16,46%
	COCHAYUYO	3.725	0,89%	11,65%
	HUIRO	43.562	10,37%	38,47%
	HUIRO PALO	3.055	0,73%	1,19%
	LUCHE	6	0,00%	1,63%
	LUGA CUCHARA O CORTA	5.026	1,20%	39,79%
	LUGA NEGRA O CRESPA	129.847	30,91%	78,53%
	LUGA-ROJA	71.731	17,07%	55,82%
	PELILLO	160.520	38,21%	84,47%
XI	HUIRO PALO	2	0,01%	0,00%
	LUGA CUCHARA O CORTA	9	0,06%	0,07%
	LUGA NEGRA O CRESPA	3.336	23,71%	2,02%
	LUGA-ROJA	10.646	75,65%	8,28%
	PELILLO	79	0,56%	0,04%
XII	LUGA-ROJA	43.896	99,98%	34,16%
	PELILLO	8	0,02%	0,00%

Actualmente la producción de algas incluye algas pardas, rojas y verdes, y como se mencionó anteriormente, durante el periodo 2002-2013, el desembarque ha mostrado un incremento sostenido (SNPA, 2015) (Figura 3).

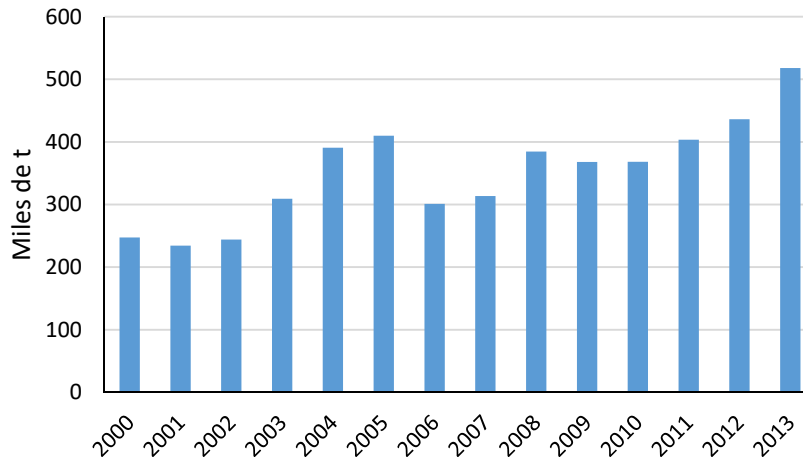


Figura 3. Desembarque total de algas en Chile (SNPA, 2014a).

El desembarque en la zona norte se concentra en las regiones II a la IV, donde la III Región de Atacama destaca con los mayores niveles, la cual llegó a desembarcar un total de 207.595 t durante el 2013.

En la zona sur de Chile la actividad se concentra en las regiones VIII y X, siendo esta última la mayor representante con más de 100 mil t durante el 2013 (Figura 4).

Las regiones antes nombradas, en conjunto aportan con más del 90% del desembarque total del país (Figura 5).

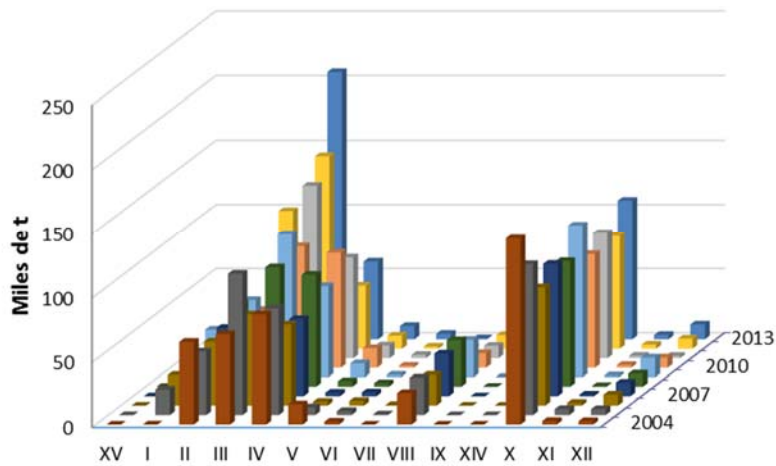


Figura 4. Desembarque total de algas por región durante el periodo 2004-2013.

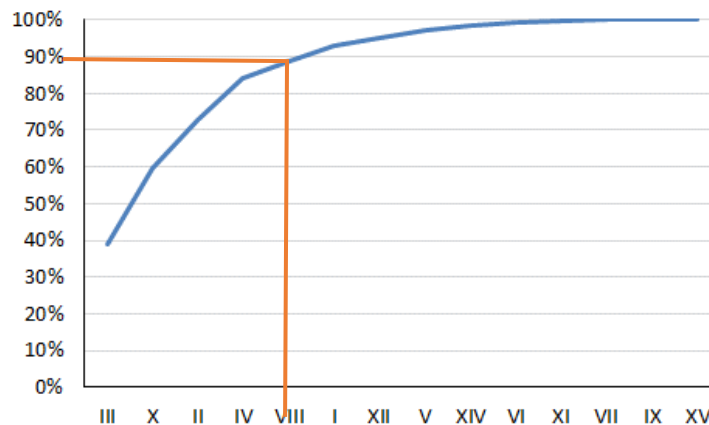


Figura 5. Participación regional del desembarque total de algas de Chile. Nótese que alrededor del 90% del desembarque es generado en sólo 5 regiones del país.

Los reportes de IFOP (2012) muestran que la extracción de algas está dirigida básicamente a las algas pardas, la cual es una pesquería multiespecífica que abarca a 6 especies: Huiro Palo (*Lessonia Trabeculata*), huiro macro (*Macrocystis integrifolia* y *M. pyrifera*) y huiro negro (*Lessonia berteroa* y *L. spicata*, antes conocidas como *L. nigrescens*) y el cochayuyo (*Durvillaea antarctica*); y a las algas rojas, la cual también es una pesquería multiespecífica y contempla 3 especies principales: pelillo

(*Gracilaria chilensis*), luga negra (*Sarcothalia crispata*) y luga roja (*Gigartina skottsbergii*). El huiro negro y huiro palo se extraen o se recolectan en mayor proporción en la zona norte entre I-V Regiones. Hacia el sur del país las lugas y el pelillo son las más extraídas (Figura 6).

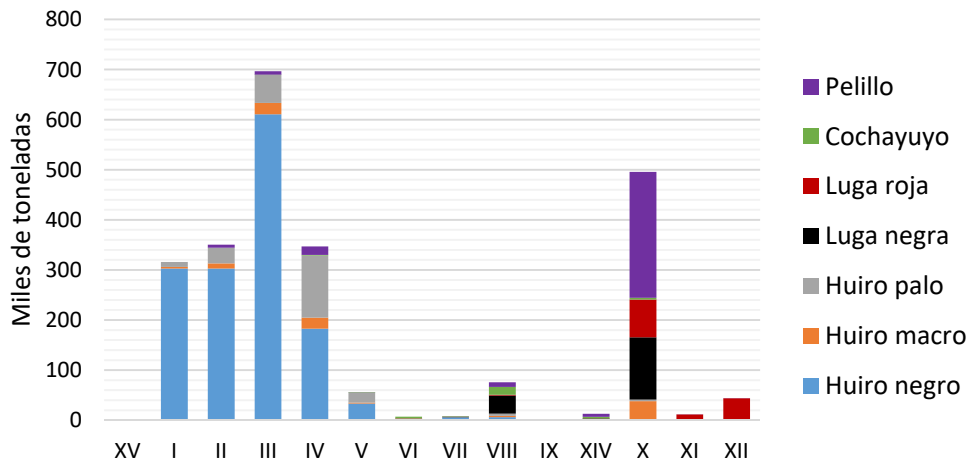


Figura 6. Desembarque acumulado de los últimos 5 años registrados de las principales especies extraídas por región (SNPA, 2014a).

2.2 Áreas de Manejo de Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)

A lo largo de 80.000 kilómetros de costa, operan en el borde costero y zona económica exclusiva, más de 90.000 pescadores según el registro pesquero artesanal del SERNAPESCA. De este número cerca de 34.000 operan en la primera milla asociados a la medida de administración pesquera denominada Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). Esta figura legal ampara la utilización del fondo y porción de fondo de un sector de la costa, que es un bien de uso público, para que las organizaciones de pescadores artesanales (OPA) operen de manera exclusiva sobre los recursos pesqueros bentónicos de interés comercial (Stotz, 1997; Castilla, 1994; LGPA, 2013).

A 20 años de que se comenzaran las AMERB en Chile, hoy se cuenta con cerca de 800 de estas unidades territoriales de uso exclusivo decretadas en la costa. Las AMERB no solo se reconocen por los servicios de provisión que prestan, sino que también por los servicios de regulación y soporte (Gelcich, et al., 2010; Gelcich, et al., 2012).

Uno de los problemas que se ha observado en la implementación de las AMERB y sus proyecciones, es que sus servicios de provisión de pesca no han sido lo esperado y muchas de ellas han fracasado en su funcionamiento (Zuñiga, et al., 2008; Zuñiga, et al., 2010). En consecuencia, de las 800 AMERB decretadas solo 220 están operativas, es decir menos del 30% (SUBPESCA, 2013). Asimismo, de ese total, 179 sectores (23%), incluyen al menos una especie de alga como recurso principal en su Plan de Manejo. Las principales especies de algas incluidas en los Planes de Manejo son huiro negro, huiro palo, pelillo y luga roja.

Es importante señalar que los usuarios que se encuentran bajo esta medida de extracción alcanzan aproximadamente los 34.000 pescadores a lo largo de todo Chile (SUBPESCA, 2013).

2.3 Cultivo de algas

2.3.1 Cosecha

La producción mundial de algas por medio del cultivo ha incrementado de forma considerable desde los años 90 alcanzando alrededor de 9 millones de t en el año 2000. Luego durante el periodo 2004-2013 los cultivos fueron aumentando, buscando cubrir la alta demanda mundial, llegando a cultivar 26,97 millones de t de algas entre algas verdes, rojas, pardas y microalgas (FAO, 2014a), lo cual da cuenta de la gran evolución de la actividad través de los años (Figura 7).

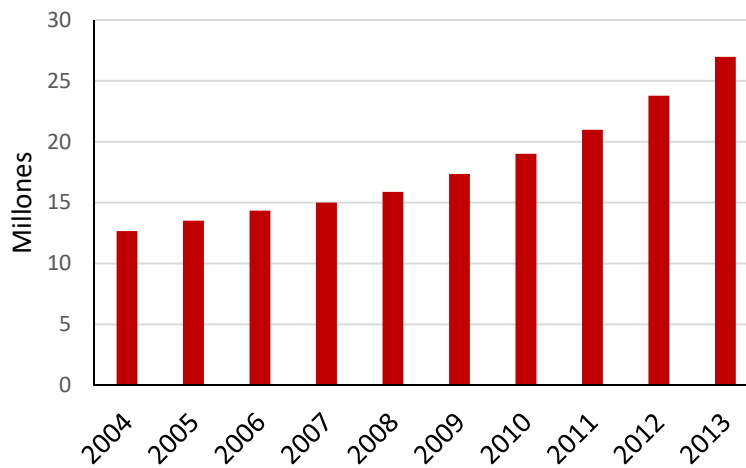


Figura 7. Cosecha total mundial durante el periodo 2004-2013 (FAO, 2014a).

Durante el año 2004 al 2008 el grupo de macroalgas más cultivado fue el de algas pardas llegando casi a los 7 millones de t, sin embargo las algas rojas fueron aumentando su producción a través de los años, alcanzando 15,7 millones de t durante el 2013, cual equivale al 65,7% de total mundial. Por su parte, el cultivo de algas verdes se ha mantenido estable con cosechas entre 11.000 y 26.000 t (Tabla 9).

Tabla 9. Cosecha mundial en millones de toneladas de macroalgas separadas por algas rojas, pardas y verdes (FAO, 2014a).

GRUPO	AÑOS	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ALGAS ROJAS	Toneladas (millones)	3,96	4,68	5,26	6,08	6,70	8,04	8,98	10,84	12,91	15,79
	%	38,17	40,29	44,05	48,14	50,17	54,38	56,87	60,18	61,82	65,71
ALGAS PARDAS	Toneladas (millones)	6,40	6,93	6,66	6,54	6,63	6,73	6,79	7,15	7,96	8,23
	%	61,65	59,60	55,80	51,73	49,63	45,47	42,99	39,70	38,09	34,23
ALGAS VERDES	Toneladas (millones)	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
	%	0,18	0,11	0,15	0,13	0,20	0,15	0,14	0,12	0,10	0,06
TOTAL	Toneladas (millones)	10,38	11,62	11,94	12,63	13,35	14,79	15,79	18,02	20,89	24,03

La cosecha mundial de los últimos 10 años ha estado representada principalmente por la participación de China e Indonesia, quienes aportaron durante el año 2013 con el 85%, lo cual es equivalente a 13,56 y 9,29 millones de t (**Figura 8**). Chile a nivel mundial tiene el puesto número 12, participando con solo un 0,05% en la cosecha total (FAO, 2014a).

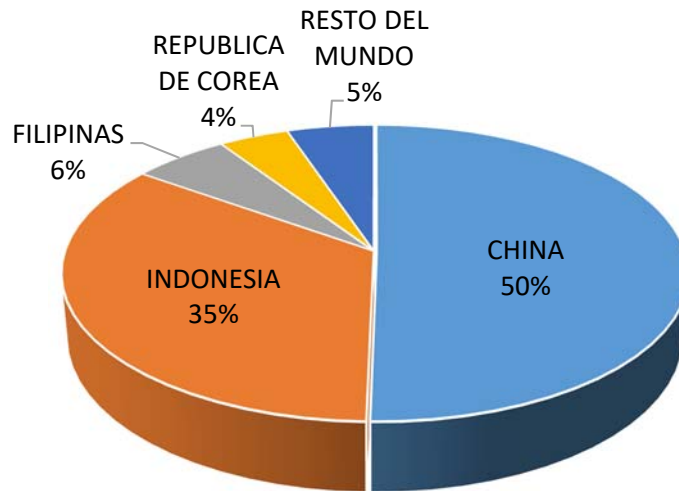


Figura 8. Cosecha mundial de algas (FAO, 2014a).

En Chile, durante el periodo 2004-2013, el cultivo de algas se ha mantenido en un nivel bajo en comparación con otros países, cosechando entre 10-40 mil t, con la excepción del año 2009 donde se cosechó un total de 88.193 t (SNPA, 2014a). En los siguientes años las cosechas disminuyeron y se estabilizaron cerca de las 10 mil t (**Figura 9**).

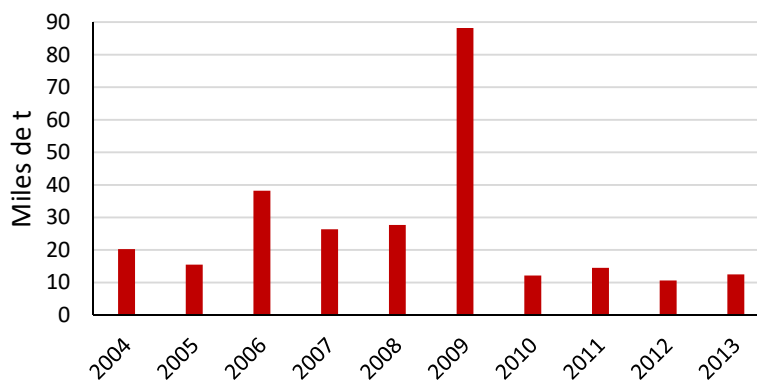


Figura 9. Cosecha total de algas en Chile para el periodo 2004 - 2013 (SNPA, 2014a).

En este periodo (2004-2013), Chile ha cultivado 5 especies de macroalgas, destacando el pelillo, especie que durante los últimos 10 años ha representado el 99,97% del total de algas cosechadas (Tabla 10).

Tabla 10. Cosecha total de macroalgas por especie, en Chile (SNPA, 2014a).

ESPECIE	TONELADAS	%
LUGA NEGRA O CRESPA	4	0,002%
LUGA-ROJA	22	0,009%
PELILLO	252.381	99,979%
HUIRO	18	0,007%
LUCHE	8	0,003%
TOTAL	252.433	100%

El cultivo del pelillo en la Zona Norte se realiza entre las regiones II, III y IV; y en la Zona Sur, en las regiones XIV y X, concentrándose en esta última la mayor cosecha (SNPA, 2014a). En el año 2013 las cosechas obtuvieron 12.460 t, de las cuales la X Región produjo el 66% y en la zona norte la principal cosecha se dio en la II Región (**Figura 10**).

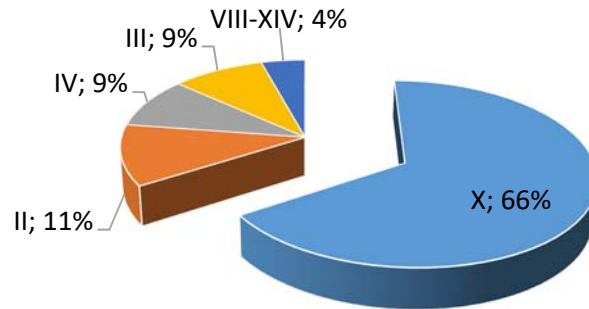


Figura 10. Participación por región en las cosechas de pelillo de Chile (SNPA, 2014a).

Con respecto a las microalgas cultivadas en Chile, actualmente se cultivan *Spirulina* spp y *Haematococcus pluvialis*. Siendo la primera la que mayores cantidades aporta al total nacional con el 88% de las cosechas en los últimos 8 años. Sin embargo, desde el año 2008 al 2013 las cosechas disminuyeron significativamente para ambas especies (**Tabla 11**).

Tabla 11. Cosechas de microalgas en Chile, periodo 2006-2014 (SNPA, 2014a).

AÑO	ESPIRULINA (t)	HAEMOTOCOCUS (t)	TOTAL (t)
2006	3.189	1.444	4.633
2007	2.712	7	2.719
2008	6.000	16	6.016
2009	3	38	41
2010	5	12	17
2011	22	5	27
2012	10	18	28
2013	12	41	53
2014	0	26	26
TOTAL	11.953	1.607	13.560

2.3.2 Sector acuicultor en Chile: Antecedentes

Para el año 2013, de acuerdo a los registros de SERNAPESCA existía un total de 3.521 centros de cultivo, con o sin cosecha, los cuales se distribuyen en 1.707 centros de cultivo de peces, 1.366 de moluscos y 548 de algas. En el caso de las microalgas fueron 7 los centros que las cultivaron (**Tabla 12**).

Tabla 12. Número de centros inscritos para algas y microalgas (SNPA, 2013b).

REGIÓN	MICROALGAS	ALGAS
XV	0	0
I	5	3
II	0	4
III	0	40
IV	2	7
V	0	0
RM	0	0
VI	0	0
VII	0	0
VIII	0	5
IX	0	2
XIV	0	6
X	0	480
XI	0	1
XII	0	0
TOTAL	7	548

En el caso del pelillo, actualmente en Chile existen más de 500 concesiones otorgadas para el cultivo y alrededor de 10 concesiones de acuicultura para huairo y luga que operaron en 2011 (SNPA, 2013). La Subsecretaría de Pesca y Acuicultura registra 300 solicitudes de concesiones de acuicultura para algas, sectores cuya superficie total suman más 10.000 hectáreas (principalmente en la X Región).

En la siguiente tabla (**Tabla 13**) se muestra el aporte regional y nacional por especie de alga cultivada considerando la producción acumulada para el periodo 2010-2014.

Tabla 13. Participación porcentual en la producción regional (cosecha) de cada especie de alga cultivada, considerando el total de alga producida en la región; y participación porcentual de cada especie a nivel nacional, estimada a partir de la producción acumulada del período 2010-2014 (Fuente: SERNAPESCA).

REGION	ESPECIE	Tipo	TONELADAS	% REGIONAL	% NACIONAL
I	HAEMATOCOCUS	Microalga	101	67,33%	99,02%
	SPIRULINA	Microalga	49	32,67%	100%
II	PELILLO	Alga roja	2210	100%	3,54%
III	HUIRO	Alga parda	14	0,28%	100%
	PELILLO	Alga roja	5018	99,72%	8,03%
IV	HAEMATOCOCUS	Microalga	1	0,02%	0,98%
	PELILLO	Alga roja	6379	99,87%	10,20%
	HIRAME	Alga parda	7	0,11%	100%
V	PELILLO	Alga roja	6	100%	0,01%
VIII	PELILLO	Alga roja	338	100%	0,54%
XIV	PELILLO	Alga roja	732	100%	1,17%
X	PELILLO	Alga roja	47831	99,95%	76,51%
	LUGA-ROJA	Alga roja	22	0,05%	100%
	LUGA NEGRA O CRESPA	Alga roja	4	0,01%	100%

2.3.3 Estado del arte en el cultivo y/o repoblamiento de algas silvestres de Chile

En los últimos años ha ocurrido un cambio en el enfoque de la investigación en macroalgas, desde el estudio de los tradicionales extractos (hidrocoloides) a estudios de compuestos bioactivos de alto valor, que generalmente se encuentran en bajas concentraciones (Plaza et al., 2010¹; Hafting et al.,

¹ Plaza M, S Santoyo, L Jaime, G Garcia-Blairsy Reina. 2010. Screening for bioactive compounds from algae. J Pharm. Biomed. Anal. (51)450-455.

2012²). Si bien la industria de los hidrocoloides, creció en los años 80 y 90 entre 3 - 5% anual, recientemente ha bajado su crecimiento a niveles de 1-3% anual, por aumentos en los costos de energía, químicos y materias primas. La industria hoy día está orientada hacia la búsqueda de nuevos productos y nuevas aplicaciones en nutracéutica (Bixler y Porse, 2011³). La tendencia mundial en los últimos años ha sido la búsqueda y caracterización de productos funcionales a partir de micro y macroalgas (Manilal et al., 2009⁴; Rhimou et al., 2010⁵) o el uso de algas como alimentos funcionales (Holdt & Kraan 2011⁶; Smit 2004⁷). Los mercados más atractivos para este tipo de productos son Estados Unidos con 35 a 50% de las ventas globales y la región Asia – Pacífico con un 25% más del mercado. Reino Unido, Francia y Alemania representan más del 65% del mercado europeo (Hafting et al., 2012). Sin embargo es necesario abrir nuevos mercados lo que aumentará la demanda por estos nuevos productos, con un incremento para el requerimiento de las materias primas. En el pasado el incremento de los mercados tuvo un claro efecto en el desarrollo de tecnologías de cultivo para diversas especies de macroalgas, en Corea, Japón, Filipinas, Indonesia entre otros, países que proveen en la actualidad más del 94% de las materias primas desde cultivos (FAO 2014).

De la gran variedad y biodiversidad de especies de macroalgas que existen, en el mundo se utilizan solo 25 géneros de macroalgas comercialmente, las cuales provienen de praderas naturales o de cultivos, estos se pueden dividir en dos grupos:

1. Las macroalgas provenientes de praderas naturales son: *Codium*, *Fucus*, *Ascophyllum*, *Sargassum*, *Gelidium*, *Macrocystis*, *Chondracanthus*, *Solieria*, *Lithothamnion*, *Chondrus*⁸, *Ulva*, *Palmaria*⁹, *Durvillaea*.

² Hafting J, A Critchley, ML Cornish, SA Hubley, AF Archibald. 2012. On-land cultivation of functional seaweeds products. J Appl Phycol 24: 385-392.

³ Bixler H & H Porse. 2011. A decade of change in the seaweeds hydrocolloids industry. J Apply Phycol 23:321-335.

⁴ Manilal A, S Sujith, GS Kiran, J Selvin, C Shakir, R Gandhimanthi, MVN Panikkar. 2009. Potentials of seaweeds collected from southwest coast of India. J Mar Sci Tech 17:67-73.

⁵ Rhimou B, Hassane R, Jose M, B Nathalie. 2010. The antibacterial potential of the seaweeds (Rhodophyceae) of the Strait of Gibraltar and the Mediterranean Morocco. African J Biotechnol. 9:6365-6372.

⁶ Holt SL, Kraan S. 2011. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. J Appl Phycol 23:543-597.

⁷ Smitt AJ. 2004. Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products: a review. J Appl Phycol. 16:245-262.

⁸ Especie cultivada en pequeña escala

⁹ Especie cultivada en pequeña escala

2. Las macroalgas que se cultivan son: *Saccharina/Laminaria*, *Undaria*, *Alaria*, *Gracilaria*, *Euclima/Kappaphycus*, *Porphyra*, *Caulerpa*, *Undaria*, *Eisenia*, *Hizikia*.

En el primer grupo la disponibilidad de materia prima está condicionada a producción estacional y disponibilidad de mano de obra o tecnologías de cosecha. Estas materias primas varían en calidad y eficiencia, si las algas son para consumo directo la calidad de las mismas depende de las características y calidad de las aguas de donde provienen. En el caso de las algas provenientes de praderas naturales la explotación de biomasa debe ser con programas sustentables, para que no se afecte el medio ambiente por prácticas comerciales. En el mundo hay pocos buenos ejemplos de manejo sustentable de recursos algales, un caso ejemplo es la explotación de *Ascophyllum* en las costas de Canadá (Sharp et al., 2006).

Por otra parte en las especies que se cultivan, los centros de cultivo o granjas pueden estar instalados en sistemas en océano abierto o en sectores protegidos. La polémica y dificultades por el uso de espacios, que generan las granjas o centros de cultivo en el borde costero son propios de cada país y compiten con otros usos, que en algunos casos las poblaciones locales, pueden valorar más favorablemente, como por ejemplo recreacionales y turísticos.

En Chile el uso comercial de las algas data de 1950. La producción de algas ha sido variable en el tiempo, pero si se analizan los volúmenes totales extraídos estos se han incrementado significativamente en el tiempo. Si consideramos la última década, los volúmenes de extracción de praderas naturales han fluctuado entre 339.000 en los años 2006 y 2007 hasta el máximo de 530.000 ton húmedas anuales el año 2013.

Este gran volumen de algas proviene mayoritariamente de praderas naturales y su destino es mayoritariamente a la industria de los hidrocoloides. En la zona norte se explotan principalmente las algas pardas para producción de alginatos y alimento de abalones, mientras en la zona sur, se explotan las algas rojas para producción de carrageninas y agar. Las algas pardas hoy día se explotan bajo régimen de Plan de Manejo específico para cada región, solo, para la zona norte del país, existiendo una cuota anual límite anual, veda biológica en los meses reproductivos y recomendaciones de tamaño mínimo del disco.

En cambio para las algas rojas no hay planes de administración vigentes que pudiesen asegurar la sustentabilidad de estas pesquerías en el corto o mediano plazo, existiendo en algunos casos y para algunas regiones vedas biológicas ([D EX N° 296-2014 Establece Veda Biológica para el recurso Luga Roja en la X y XI Región](#); [D.EX N° 684-05 Establece Veda Biológica para el recurso luga roja en la Región XII-Antártica Chilena](#))

La producción proviene principalmente de praderas naturales para casi todas las especies en explotación y solo en el caso de la agarófita *Gracilaria chilensis* la biomasa proviene en parte de

cultivos. El cultivo comercial de esta especie se desarrolló en los años 80, basado en el conocimiento científico disponible hasta ese momento, logrando el éxito en la producción masiva mediante el cultivo vegetativo, en varias regiones del país, llegando a reemplazar hasta casi en un 98% el alga proveniente de praderas naturales. Sin embargo en los años posteriores a los 2000, problemas de mercado como el aumento de producción en China que bajo bruscamente la demanda y los precios en Chile, provoco la disminución de la producción en los centros de cultivo. Posteriormente la ocurrencia de epifitas y falta de vigor en los cultivos, disminuyó drásticamente la producción y el número de centros operativos en el país. Las estadísticas oficiales de Sernapesca muestran que la producción de pelillo en centros de cultivo ha bajado significativamente desde hace 5 años. En el año 2009 la biomasa proveniente de cultivos era alrededor de un 98% del total desembarcado, el año 2010 disminuyó a un 20% manteniéndose en los años siguientes con pequeñas variaciones, en el 2014 fue de 28%. Hoy día los centros de cultivos de la zona de Maullín y Pudeto presentan serios problemas de contaminación por epifitas, que no han sido resueltos y que han afectado la producción en forma significativa.

Otras especies que registran producciones esporádicas de cultivos son *Macrocystis pyrifera* conocida como “huiró canutillo o sargazo”, 5 ton en 2009, 12 ton en 2010 y 2 ton en 2014, *Sarcothalia crispata* “luga negra” registra 4 ton en el año 2013 y para *Gigartina skottsbergii* “luga roja” se registra una producción de 18 ton en el año 2012 y 4 ton en 2013.

El número de especies de macroalgas algas que se utilizan comercialmente en el borde costero chileno son alrededor de 13 y esta cifra no ha variado sustancialmente en la última década. La selección de especies para cultivo en las costas de Chile involucra la definición de criterios en cuanto a los usos y el posible mercado de la especie de interés, para este informe se han seleccionado especies nativas factibles de cultivar según su uso.

En los últimos años se ha incrementado el interés por el uso de macroalgas en la alimentación y en nutraceutica, situación que ha generado interés en algunas especies chilenas que son exportadas a mercados extranjeros. Entre las macroalgas, las especies que se explotan para alimentación humana hasta ahora son: *Pyropia spp.* (conocida como “luche”), *Callophyllis variegata* (Bory de Saint – Vincent) Kützing (conocida como “carola”) , *Chondranchus chamissoi* (C. Agardh) Kützing (conocida como “chicoria de mar”) y *Durvillaea antarctica* (conocida como cochayuyo).

El género *Pyropia* (luche), valorado por su sabor y consumida localmente, se vende en mercados artesanales, en forma seca y ahumada, el valor es de alrededor de 3 US \$/kg. También se puede encontrar en internet donde se ofrece en un formato diferente, seca y envasada (trozos pequeños o escamas) con información nutricional. Es una especie que tiene alto contenido de proteínas,

aminoácidos, sales minerales y vitaminas (Toledo et al., 2009¹⁰). Existen una serie de estudios realizados con las especies chilenas, sobre antecedentes taxonómicos y de biodiversidad de las especies presentes en la zona central del país (Ramírez et al. 2014¹¹; Guillemín et al., 2016¹²) y estudios sobre ciclo de vida e investigación básica para el desarrollo de cultivos (Romo et al., 2005¹³; Alcapan et al., 2015¹⁴).

Callophyllis variegata o carola, es un alga roja comestible que ha sido exportada a la forma seca desde los años 1990, llegando a extraerse un máximo de 70 t anuales. Este recurso alcanzó valores de exportación entre 25 a 30 US\$ /Kg sin embargo, hoy no se exporta por no disponer de suficiente biomasa para estos fines. Se han efectuado estudios sobre la biología y cultivo de esta especie, los cuales indican la factibilidad de cultivar esta especie en estanques (Hernández et al 2010¹⁵) y cultivo en hatchery (Avila et al., 2013¹⁶). Recientemente se ha publicado un estudio sobre cambios en la taxonomía del genero *Callophyllis* incorporando dos nuevas especies para el litoral de Chile (Arakaki et al, 2012).

Otra especie comestible, muy interesante es *Chondracanthus chamissoi* alga roja, conocida como “chicoria” en la zona norte y central del país y como “chasca” en la zona sur. Su extracción se ha efectuado en Chile por cerca de 20 años, utilizándola principalmente para extracción de carrageninas. En los últimos años el volumen de explotación ha disminuido, reorientándose la exportación para consumo humano, con un valor que ha fluctuado entre 19 a 32 US \$/Kg. Para esta

¹⁰ Toledo MI, M Avila, A Manriquez, G Olivares, A Soto, S Saavedra, J A Zertuche, S Bai. 2009. Algas Insumo Alternativo para la alimentación de especies acuícolas. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. ISBN 978-956-17-0439-8. 53 pp.

¹¹ Ramírez, M.E., L.Contreras Porcia, M.-L.Guillemín, J.Brodie, C.Valdivia, M.R.Flores Molina, A.Núñez, C.Bulboa Contador, C. Lovazzano. 2014. *Pyropia orbicularis* sp. nov. (Rhodophyta, Bangiaceae) based on a population previously known as *Porphyra columbina* from the central coast of Chile. *Phytotaxa*158(2): 133-153

¹² Guillemín ML, Contreras-Porcía L, ME Ramírez, EC. Macaya, C Bulboa, H Woods, C Wyatt, J Brodie. 2016. The bladed Bangiales (Rhodophyta) of the South Eastern Pacific: molecular species delimitation reveals extensive diversity. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 94:814-826.

¹³ Romo, H., M. Ávila, A. Candia, M. Núñez, K. Castro, C. Oyarzo, F. Galleguillos & J. Cáceres. 2005. Manual de Técnicas de cultivo de luche (*Porphyra* spp.) Proyecto FONDEF D01 I 1148, IFOP, 32 pp.

¹⁴ Alcapan, A. Avila, M. Piel, María Ines. 2015. Protocolos de implementación Esporulación y mantención de cultivos en un Banco de Germoplasma. 52 pp. ISBN 978-956-302-087-8.

¹⁵ Hernandez-Gonzalez MC, G Aroca, G Furci, A Buschmann, L Filun, R Espinoza. (2010) Population dynamic and culture studies of the edible red alga *Callophyllis variegata* (Kallymeniaceae). *Phycological Research* 58: 108 – 115.

¹⁶ Avila, M, Alcapan A, Piel MI, Ramirez ME, Cortés M. 2012. Manual de cultivo del alga comestible *Callophyllis variegata* (Bory) Kützing ("carola") en el sur de Chile. Serie programa educativo para el desarrollo de la acuicultura de especies nativas. Universidad Arturo Prat. 44 pp. ISBN N° 978-956-351-668-5.

especie existe una base de conocimiento sobre tecnologías de cultivo vegetativo (Macchiavello, 2012¹⁷) o través de esporas (Avila et al., 2011¹⁸). Se extrae principalmente de la Región del Bío Bío y secundariamente de la Región de Coquimbo y Región de Los Lagos, cerca de 12 empresas son las que participan en el mercado de la venta de Chicoria para producción de carrageninas (8) y para consumo humano (4).

La especie *Durvillaea antarctica* conocida como “cochayuyo”, “coyofe” es un alga parda de gran tamaño pudiendo alcanzar hasta 15 m de longitud. Esta especie es comúnmente consumida por la población chilena y exportada al extranjero para su consumo directo (una forma es “seaweed noodles”). Se vende a la forma seca en paquetes sin envase en mercados artesanales y también se encuentra en supermercados donde se vende seco entero o seco picado, tiene alto contenido de calcio y yodo. El estipe o base de las frondas también es consumida y se conoce con el nombre de “hulite o ulte”, se vende cocido y picado para ensaladas, en mercados de localidades costeras, ferias y supermercados locales, no se exporta.

De las especies antes mencionadas existe conocimiento científico tecnológico suficiente para iniciar cultivos piloto y en algunos casos sería factible el escalamiento con el conocimiento existente (ver **Tablas 14 a 16**).

Las especies que tienen potencial de ser cultivadas en las costas de Chile, se pueden dividir en 3 grupos:

Grupo A: Algas para consumo directo o productos gourmet (**Tabla 14**).

Grupo B: Algas para la industria de los hidrocoloides (**Tabla 15**).

Grupo C: Algas para consumo animal y otros usos (biocombustibles, cultivos multitróficos, bio-remediación) (**Tabla 16**).

¹⁷ Macchiavello 2012

¹⁸ Avila, M, Piel, MI, Caceres JH, Alveal K. 2011. Cultivation of the red alga *Chondracanthus chamissoi* : Sexual reproduction and seedling production under control conditions. J App Phycol 23 (3): 529-536. DOI 10.1007/s10811-010-9628-1.

Tabla 14. Síntesis del nivel de conocimiento existente sobre especies de macroalgas de interés comercial para consumo directo. X: Información parcial; XX: Información suficiente disponible; SI: sin información.

Especie	Manejo y ecología poblacional	Estudios básicos laboratorio	Estudios Hatchery	Cultivos en tierra	Cultivos en el mar	Enfermedades y/o epífitas
<i>Durvillaea antarctica</i>	XX	X	XX	SI	X	SI
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	XX	XX	XX	XX	X	SI
<i>Callophyllis variegata</i>	XX	XX	X	SI	X	SI
<i>Pyropia spp.</i>	XX	X	X	SI	X	SI
<i>Macrocystis pyrifera</i>	XX	XX	XX	SI	XX	XX

Tabla 15. Síntesis del nivel de conocimiento existente sobre especies de macroalgas de interés comercial para la industria de los hidrocoloides. X: Información parcial; XX: Información suficiente disponible; SI: sin información.

Especie	Manejo y ecología poblacional	Estudios básicos cultivo laboratorio	Estudios de Hatchery	Cultivos en tierra	Cultivos en el mar	Enfermedades y/o epífitas
Algas pardas						
<i>Lessonia trabeculata</i>	XX	XX	XX	SI	X	SI
<i>Lessonia spicata</i>	XX	XX	XX	SI	X	SI
<i>Lessonia berteroa</i>	XX	XX	XX	SI	X	SI
Algas Rojas						

Especie	Manejo y ecología poblacional	Estudios básicos cultivo laboratorio	Estudios de Hatchery	Cultivos en tierra	Cultivos en el mar	Enfermedades y/o epífitas
<i>Gracilaria chilensis</i>	XX	XX	XX	X	XX	X
<i>Gelidium spp.</i>	X	X	SI	SI	SI	SI
<i>Gigartina skottsbergii</i>	XX	XX	XX	X	XX	SI
<i>Sarcothalia crispata</i>	XX	XX	XX	X	XX	X
<i>Mazzaella laminarioides</i>	XX	XX	XX	SI	XX	X

Tabla 16. Síntesis del nivel de conocimiento existente sobre especies de macroalgas de interés comercial para alimento de invertebrados y otros usos. X: Información parcial; XX: Información suficiente disponible; SI: sin información.

Especie	Manejo y ecología poblacional	Estudios básicos cultivo laboratorio	Estudios de Hatchery	Cultivos en tierra	Cultivos en el mar	Enfermedades y/o epífitas
<i>Macrocystis pyrifera</i>	XX	XX	XX	X	XX	SI

Existen diversos niveles de avance en el conocimiento necesario para el repoblamiento de algas, el cual se resume en la siguiente tabla (**Tabla 17**).

Tabla 17. Potencial de algas para ser utilizadas en programas de repoblamiento.

Nombre especie	Tecnología de repoblamiento	Observaciones
<i>Sarcothalia crispata</i>	Existe ha sido probada y los pescadores en el tiempo podrían hacerlo con ayuda de técnicos especialistas como asesores	Especie tiene crecimiento rápido y en el plazo de un año se pueden observar o registrar resultados de frondas de tamaño cosechable superior a 40 cm de largo. La escala pueden ser varias hectáreas
<i>Gigartina skottsbergii</i>	Existe la tecnología, hay grupos de pescadores que han hecho repoblamiento en la zona de Faro Corona en Ancud, con resultados exitosos pero en un plazo superior a un año.	Especie de crecimiento lento. Después de 2 años se observan resultados.
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	Existe la tecnología de repoblamiento mediante fases vegetativas y reproductivas.	Especie de crecimiento relativamente rápido, después de un año se ve resultado. Aplicable a extensiones de hectáreas
<i>Lessonia berteroaana ex nigrescens</i>	Existe tecnología solo a nivel experimental	-
<i>Lessonia spicata ex nigrescens</i>	Existe tecnología solo a nivel experimental	-
<i>Gracilaria chilensis</i>	Existe tecnología de fragmentación vegetativa exitosa	Especie de crecimiento rápido en 3 meses se ven resultados (se puede duplicar biomasa inicial). Aplicable a extensiones de hectáreas. Rendimiento 90 t/ha anual
<i>Lessonia trabeculata</i>	Existe tecnología a nivel experimental	Especie de crecimiento rápido se pueden ver resultados de

Nombre especie	Tecnología de repoblamiento	Observaciones
		plantas juveniles (<50 cm) después de 8 meses
<i>Mazzaella laminarioides</i>	Existe tecnología a nivel experimental	Se puede aplicar en zonas menores a 1 hectárea. Se observan resultados después de 6 a 8 meses, juveniles de pequeño tamaño inferiores a 5 cm.

En el caso de las algas pardas, las especies de interés comercial son los huiros, que son algas de gran tamaño y que cada individuo puede llegar a pesar varios kilos. Para *Macrocystis pyrifera*, los niveles de producción de biomasa en cultivo son altos, y de acuerdo a las proyecciones efectuadas por Buschmann et al 2015, pueden ser del orden de 200 toneladas frescas por hectárea.

Si bien se conoce la tecnología de producción masiva de gametofitos y esporofitos, existen algunas brechas que resolver respecto al comportamiento y respuesta de la especie en cultivos masivos.

Para las algas rojas hay información de producción de praderas de pelillo (*Gracilaria chilensis*) donde se producen en promedio 90 t/ha/año. Para el caso de las lugas se podría estimar producciones de 60 t/ha/año.

En relación con resultados en experiencias de repoblamiento, a continuación se muestran algunos avances que se reportan para las especies con las que se ha experimentado.

***Chondracanthus chamissoi ex Gigartina chamissoi* (chicoria)**

Se podría repoblar en las siguientes regiones: Región de Coquimbo (sector de Puerto Aldea); Región de Bio Bio (Sectores de Coliumo, Cocholgue y Punta Lavapie); Región de Los Lagos (Sector de Quetalmahue).

Las experiencias de repoblamiento pueden mostrar resultados en un plazo de 1 año, pero debido a que puede haber factores locales que influyan en las experiencias realizadas, se considera prudente esperar un ciclo de 2 años para evaluar resultados de áreas mayores a 1 há. La metodología utilizada

puede ser a través de siembra de esporas y traslado de juveniles (Avila et al., 2011) o de propagación vegetativa (Macchiavello y Bulboa, 2012)¹⁹.

***Mazzaella laminarioides ex Iridaea laminarioides* (luga cuchara)**

Esta especie se encuentra desde la Región de Coquimbo hasta Tierra del Fuego. Se podría repoblar en las Regiones de O'Higgins y del Biobío.

Las experiencias de repoblamiento se recomienda hacerlas en otoño usando ejemplares reproductivos de frondas tetrasporicas y cistocarpicas, para siembra de esporas, otra forma es instalar juveniles de *Mazzaella* sembrados y cultivados en laboratorio. La metodología ha sido probada solo a nivel experimental hasta ahora (Otaiza y Caceres, 2015)²⁰

***Sarcothalia crispata ex Iridaea ciliata* (luga negra o luga ancha)**

Esta especie se distribuye desde Valparaíso al sur. Se extrae en volúmenes importantes en las regiones del Bio Bio y de Los Lagos. Los métodos de repoblamiento descritos se han probado en forma experimental y masiva en la Región de Los Lagos por organizaciones de pescadores artesanales en las zonas de Queilen, Estaquilla y Ancud.

El repoblamiento con esta especie puede dar resultados en un plazo de 8 meses aproximadamente, por lo que se recomienda repoblar y evaluar durante el primer año. Los resultados dependen del área y de las características de fauna y flora presentes, como asimismo del grado de exposición al oleaje que presente el área. Se debe repoblar mediante siembra directa con bolones, es un método probado y que ha dado buenos resultados.

***Gigartina skottsbergii* (luga roja)**

Se extrae desde la Región de Los Lagos al sur. Se han realizado repoblamientos exitosos en áreas de manejo de pescadores artesanales, en escala experimental. Los resultados son a largo plazo y se debe esperar al menos 2 años para evaluar resultados, debido a que esta especie tienen crecimiento lento. Experiencias realizadas con cultivo vegetativo con esta especie demuestran que se pueden obtener resultados productivos a más corto plazo 1 año.

¹⁹ Macchiavello J y C Bulboa. 2012. Manual de cultivo de *Chondracanthus chamissoi* (chicoria de mar). Universidad católica del Norte. 41 pp

²⁰ Otaiza RD y J Caceres. 2015. Manual de una técnica para el repoblamiento de la luga corta, *Mazzaella laminarioides* (Bory) Fredericq (Rhodophyta, Gigartinales), en roqueros intermareales, Region del Bio Bio. Proyecto Fondef- HUAM AQ 12I0004. 40 pp.

Algas pardas

Solo hay experiencias realizadas a escala experimental con huiros, los resultados son positivos pero a pequeña escala, el plazo para esperar resultados es de 1 año. No hay experiencias realizadas con Cochayuyo.

En cuanto al desarrollo de tecnologías de cultivo, en las siguientes tablas se resumen los principales avances logrados para los diverso grupos de algas y especies (**Tablas 18 a 28**).

Tabla 18. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de *Macrocystis pyrifera* (huiro canutillo, sargazo)

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel experimental	Esta disponible, el cultivo de esta especie requiere del desarrollo de una fase microscópica con condiciones controladas (luz, temperatura, fotoperiodo, adición nutrientes) para generar los esporofitos que son las plántulas que irán a una fase crecimiento en líneas de cultivo tipo long line en el mar.
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel piloto	Durante el desarrollo del proyecto Corfo de algas para biocombustibles se instalaron cultivos a escala piloto y comercial (20 há). También en proyectos anteriores tanto la Fundación Chile como la Universidad de Los Lagos han cultivado en líneas en el mar.
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel comercial (escalamiento)	Ya está desarrollado
Transferencia a sector privado	En el norte de Chile hay hatcheries productores de la fase microscópica y esporofito en los primeros estadios de desarrollo, la fase de crecimiento en el mar se desarrolla por parte de particulares. La Universidad de Los Lagos dispone de un banco de germoplasma con gametofitos (fase microscópica) de distintas procedencias. Por su parte la U Austral también dispone de una banco de gametofitos para hacer cruzamientos de diferentes procedencias. La Universidad Arturo Prat dispone de gametofitos criopreservados y ha demostrado la capacidad de sobrevivencia sobre un 50%
Alcanzar una producción equivalente al 50% de la producción natural actual	Solo requiere de inversión de privados tanto para la producción en hatchery como para la

Hito	Plazo (años)
	fase crecimiento en el mar. Para alcanzar una producción del 50% de la biomasa que se produce actualmente se requiere de unos 4 años.

Tabla 19. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de *Lessonia trabeculata* (huirapalo)

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel experimental	Está disponible para <i>L. trabeculata</i> , el cultivo de esta especie requiere del desarrollo de una fase microscópica con condiciones controladas (luz, temperatura, fotoperiodo, adición nutrientes) para generar los esporofitos que son las plántulas que irán a una fase crecimiento en líneas de cultivo tipo long line en el mar. Se desarrolló un proyecto FIC en la región de Tarapacá que demostró la factibilidad de cultivar esta especie en sistema suspendido.
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel piloto	Se requiere al menos de 2 años de pruebas en diferentes sectores en la zona norte desde la XV a la Región de Coquimbo.
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel comercial (escalamiento)	Aun no se ha desarrollado se requieren de 2 años adicionales al desarrollo que se haga a escala piloto.
Transferencia a sector privado	En el norte de Chile hay hatcheries productores de la fase microscópica y esporofito de algas pardas, en los primeros estadios de desarrollo, la fase de crecimiento en el mar se desarrolla por parte de particulares. La Universidad Arturo Prat dispone de un hatchery donde se producen esporofitos de esta especie. También hay hatcheries privados que producen esporofitos de <i>Macrocystis</i> y podrían ampliar su producción a otras especies de alga parda. Se requiere de 1 año de transferencia al sector privado para trabajar con esta especie.
Alcanzar una producción equivalente al 50% de la producción natural actual	Se requiere al menos de 6 años de desarrollo.

Tabla 20. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de *Lessonia berteroa* ex *L nigrescens*.

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel experimental	Está disponible para <i>L. nigrescens</i> , el cultivo de esta especie requiere del desarrollo de una fase microscópica con condiciones controladas (luz, temperatura, fotoperiodo, adición nutrientes) para generar los esporofitos que son las plántulas que irán a una fase crecimiento en líneas de cultivo tipo long line en el mar. Actualmente hay un proyecto Fondef que tienen como objetivo desarrollar el cultivo en líneas de cultivo en el mar, aun no están los resultados disponibles.
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel piloto	Aun no se ha desarrollado, se requiere al menos de 2 años de pruebas
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel comercial (escalamiento)	Aun no se ha desarrollado se requieren de 2 años adicionales al desarrollo a escala piloto-
Transferencia a sector privado	En el norte de Chile hay hatcheries productores de la fase microscópica y esporofito de algas pardas, en los primeros estadios de desarrollo, la fase de crecimiento en el mar se desarrolla por parte de particulares. Se requiere de 1 año de transferencia al sector privado para trabajar con esta especie.
Alcanzar una producción equivalente al 50% de la producción natural actual	Se requiere al menos de 6 años de desarrollo.

Tabla 21. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de *Lessonia spicata* (ex *L nigrescens*)

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel experimental	Está disponible para <i>L. nigrescens</i> , el cultivo de esta especie requiere del desarrollo de una fase microscópica con condiciones controladas (luz, temperatura, fotoperiodo, adición nutrientes) para generar los esporofitos que son las plántulas que irán a una fase crecimiento en líneas de cultivo tipo long line en el mar. No hay proyectos en desarrollo con esta especie.

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel piloto	Aun no se ha desarrollado, se requiere al menos de 2 años de pruebas
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel comercial (escalamiento)	Aun no se ha desarrollado se requieren de 2 años adicionales al desarrollo a escala piloto-
Transferencia a sector privado	En el norte de Chile hay hatcheries productores de la fase microscópica y esporofito de algas pardas, en los primeros estadios de desarrollo, la fase de crecimiento en el mar se desarrolla por parte de particulares. Se requiere de 1 año de transferencia al sector privado para trabajar con esta especie.
Alcanzar una producción equivalente al 50% de la producción natural actual	Se requiere al menos de 6 años de desarrollo.

Tabla 22. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de *Durvillaea antarctica* (Cochayuyo)

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel experimental	Existe poca información del desarrollo de esta especie en laboratorio, solo a nivel de publicaciones.
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel piloto	Hay un proyecto Fondef en desarrollo).
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel comercial (escalamiento)	No hay
Transferencia a sector privado	Se desconoce
Alcanzar una producción equivalente al 50% de la producción natural actual	Mínimo 10 años

Tabla 23. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de *Gracilaria chilensis* (pelillo).

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel experimental	Está disponible y probada tanto en cultivo vegetativo como a través de esporas
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel piloto	Se desarrollo
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel comercial (escalamiento)	Existen cultivos comerciales
Transferencia a sector privado	En el sur de Chile hay hatcheries privados (Algas Marinas) que producen plántulas de

Hito	Plazo (años)
	pelillo y que se las entregan a pescadores artesanales para que inicien cultivos. Fase inicial requiere de al menos 3 meses para ser trasladado al mar
Alcanzar una producción equivalente al 50% de la producción natural actual	El sector privado y pescadores han llegado a producir sobre el 90%, esta producción ha disminuido en el tiempo por el bajo precio de las algas.

Tabla 24. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de *Gigartina skottsbergii* (luga roja).

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel experimental	Está disponible
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel piloto	Disponible y probada en la Región de Los Lagos y de Aysen .
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel comercial (escalamiento)	Se ha desarrollado la tecnología de cultivo vegetativo en la XI Región de Aysén, actualmente hay un proyecto de la SubPesca donde se ha apoyado a pescadores artesanales para la transferencia proyecto a cargo de Humberto Pavez. Para el cultivo desde esporas se requiere al menos de 2 a 3 años para su desarrollo.
Transferencia a sector privado	Se requiere de la instalación de hatcheries artesanales para el cultivo de juveniles. Un año de transferencia.
Alcanzar una producción equivalente al 50% de la producción natural actual	8 a 10 años de desarrollo, es una especie de crecimiento muy lento.

Tabla 25. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de *Sarcothalia crispata* (luga negra o luga ancha).

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel experimental	Está disponible. Se requiere de la producción masiva en hatcheries privados o del Estado de plántulas en sustratos que puedan ser cultivados en la fase de crecimiento en el mar ya sea en áreas de manejo o en concesiones de acuicultura.

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel piloto	Se han efectuado experimentos en algunas localidades de la Región de Los Lagos en forma puntual con resultados positivos
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel comercial (escalamiento)	Requiere de un periodo de al menos 3 a 4 años.
Transferencia a sector privado	Un año aproximadamente
Alcanzar una producción equivalente al 50% de la producción natural actual	Desde 5 a 8 años.

Tabla 26. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de *Chondracanthus chamissoi* (Chicoria).

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel experimental	Está disponible. Se requiere de la instalación de hatcheries privados o públicos.
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel piloto	Se han efectuado pruebas piloto de cultivo vegetativo en la región de Coquimbo, y de cultivo desde esporas en región del Bio Bio y Los Lagos
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel comercial (escalamiento)	Es necesario desarrollarlo en las mismas regiones donde se desarrollaron cultivos a nivel experimental, para evaluar el desempeño de los cultivos y las brechas que se puedan detectar.
Transferencia a sector privado	Dos años, este cultivo requiere de la instalación de hatcheries para el desarrollo de las fases tempranas de juveniles.
Alcanzar una producción equivalente al 50% de la producción natural actual	5 años aproximadamente

Tabla 27. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de *Mazzaella laminarioides* (luga cuchara).

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel experimental	Está disponible se puede aplicar en zonas menores a 1 hectárea. Se observan resultados después de 6 a 8 meses, juveniles de pequeño tamaño inferiores a 5 cm.

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel piloto	Se han efectuado pruebas piloto en la región del Bio Bio, sin embargo es necesario repetir y mejorar la técnica hasta ahora desarrollada
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel comercial (escalamiento)	4 años
Transferencia a sector privado	1 año
Alcanzar una producción equivalente al 50% de la producción natural actual	6 años aproximadamente

Tabla 28. Resumen de estado del arte de la tecnología de cultivo de *Callophyllis variegata* (carola).

Hito	Plazo (años)
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel experimental	Esta descrito en la literatura
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel piloto	3 a 4 años
Desarrollo de tecnología de cultivo a nivel comercial (escalamiento)	4 a 6 años
Transferencia a sector privado	1 año
Alcanzar una producción equivalente al 50% de la producción natural actual	6 a 8 años

3 Aspectos económicos de la actividad

3.1 Evolución del Precio Playa Promedio

Para las estimaciones de la valorización de los desembarques y las cosechas, se han considerado los precios playa promedio en moneda diciembre de 2014, para el período 2006 - 2014. Los menores precios de primera transacción están asociados a los recursos algales (**Figura 11**).

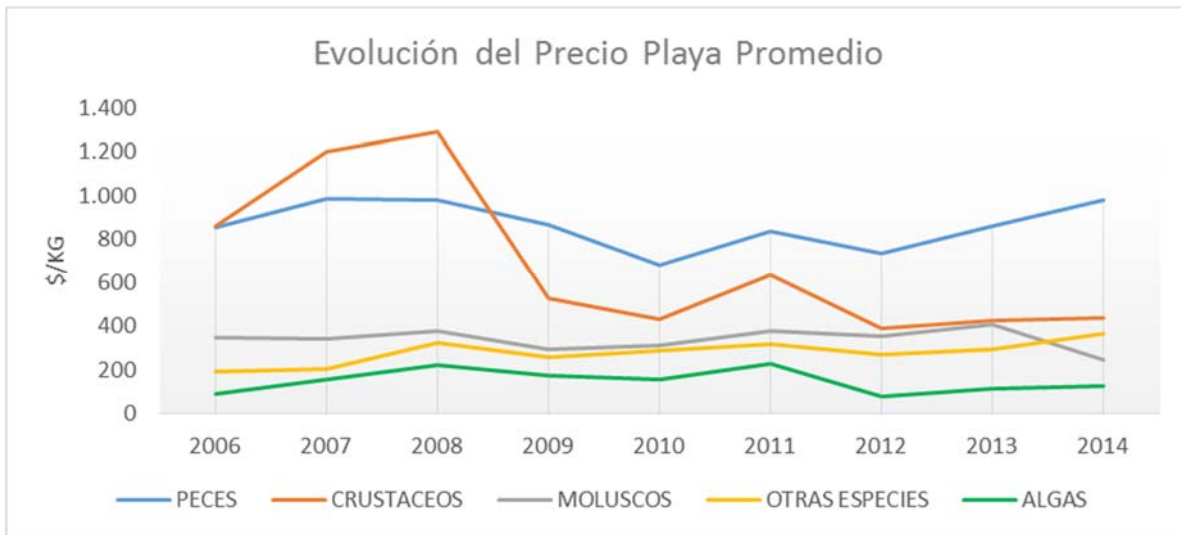


Figura 11. Evolución de precios de los diversos grupos de recursos. Los valores corresponden a promedios anuales en moneda a diciembre de 2014. Nótese que las algas son las que presentan los valores de primera transacción más bajos (Fuente: SERNAPESCA).

3.2 Desembarque Valorizado

Durante el periodo 2010-2014, en el desembarque artesanal, las algas superan el volumen desembarcado de recursos bentónicos, así como también el de anchoveta; y en el año 2014, el desembarque de alga fue levemente inferior al de sardina común artesanal (**Figura 12**).

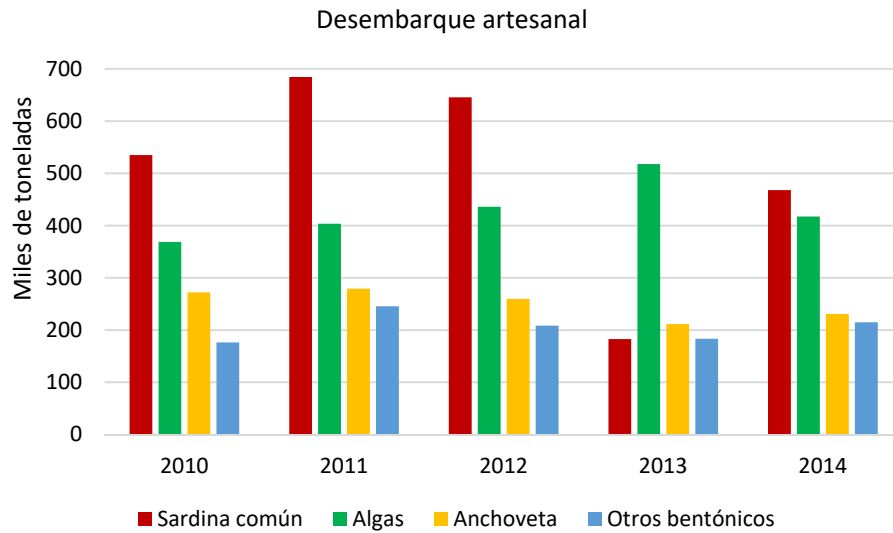


Figura 12. Desembarque artesanal de algas, recursos bentónicos, sardina común y anchoveta (Anuarios estadísticos SERNAPESCA, 2010-2014).

En relación con los recursos bentónicos, las algas representan el 57% del desembarque total valorizado (**Figura 13**).

Aporte porcentual en desembarque bentónico artesanal valorizado

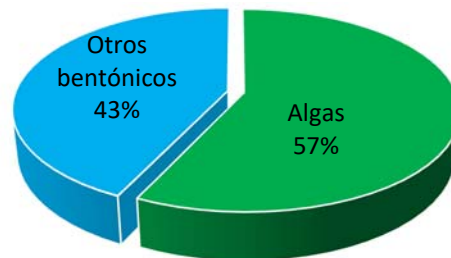
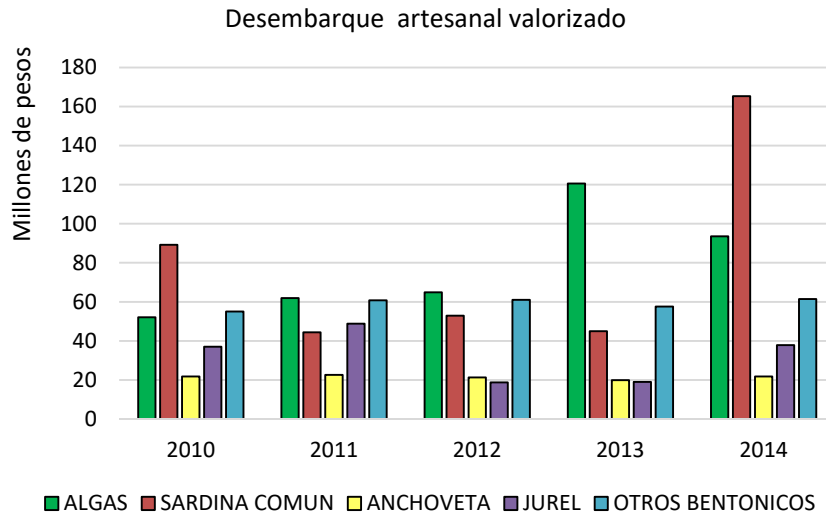


Figura 13. Aporte porcentual de las algas en el grupo de los recursos bentónicos (anuarios estadísticos SERNAPESCA, 2014).

A nivel nacional, en el periodo 2010 - 2014, el desembarque artesanal valorizado de algas ha superado el de anchoveta y jurel desembarcados por la flota artesanal, y otros recursos bentónicos, presentando un fuerte incremento el año 2013 (**Figura 14**).



21

Figura 14. Desembarque artesanal valorizado, periodo 2010-2014 (anuarios estadísticos SERNAPESCA, 2014).

En el periodo 2010 – 2014, las algas representaron el 23% del desembarque artesanal valorizado, ocupando el segundo lugar, siendo superadas solo por sardina común (**Figura 15**).

²¹ Para el precio playa para sardina común y anchoveta se usó el precio playa del 2009 por no contar con el precio del año 2010.

Aporte en desembarque artesanal acumulado valorizado

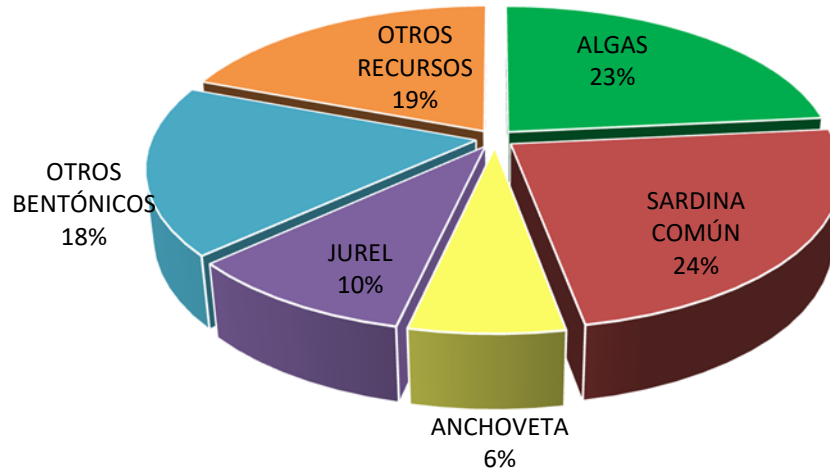


Figura 15. Aporte porcentual de las algas en el desembarque artesanal acumulado para el periodo 2010 - 2014 (anuarios estadísticos SERNAPESCA, 2014).

En relación con el desembarque total valorizado (artesanal e industrial), las algas ocupan el tercer lugar, detrás de jurel y la sardina común (**Figura 16**). La participación de las algas en el desembarque total valorizado, alcanza el 11%, (**Figura 17**).

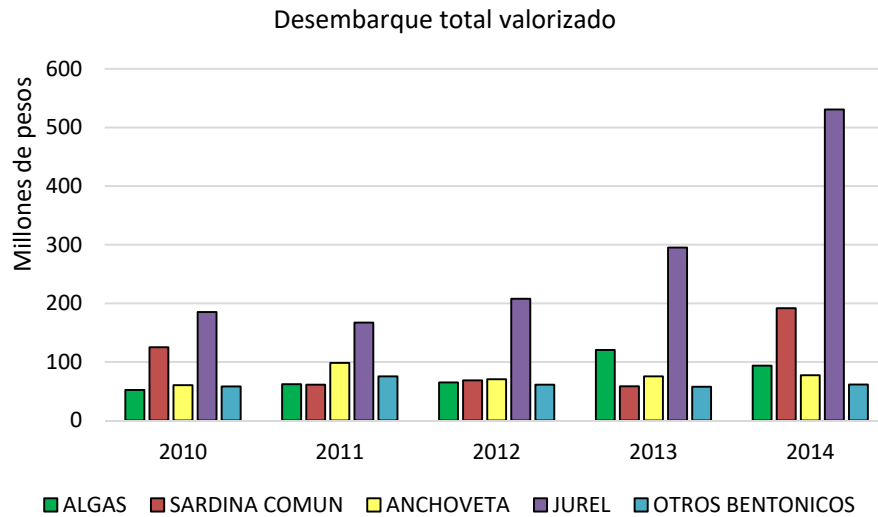


Figura 16. Desembarque total valorizado, periodo 2010-2014 (anuarios estadísticos SERNAPESCA, 2014).

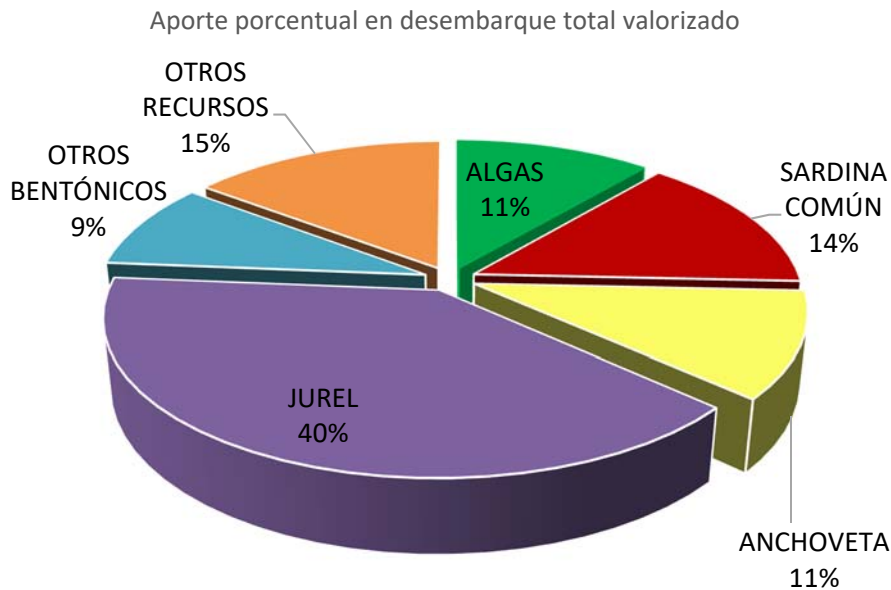


Figura 17. Aporte porcentual del recurso algas en el desembarque total valorizado (anuarios estadísticos SERNAPESCA, 2014).

3.3 Exportaciones de Productos en base a Algas

La mayor proporción de algas se exportan como alga seca, superando el 90% para los años 2013 y 2014 (Figura 18) y representando el 87% para el periodo 2000 – 2014 (Figura 19). Sin embargo, en cuanto a los retornos generados, los productos exportados como alginatos, agar agar, colagar, carragenina, ácido algínico o polímeros naturales, que en volumen corresponden al 13% exportado, representan en conjunto alrededor del 50% del valor FOB para los años 2013 y 2014 y superando el 60% para el período 2000 – 2010 (Figura 18, Figura 19).

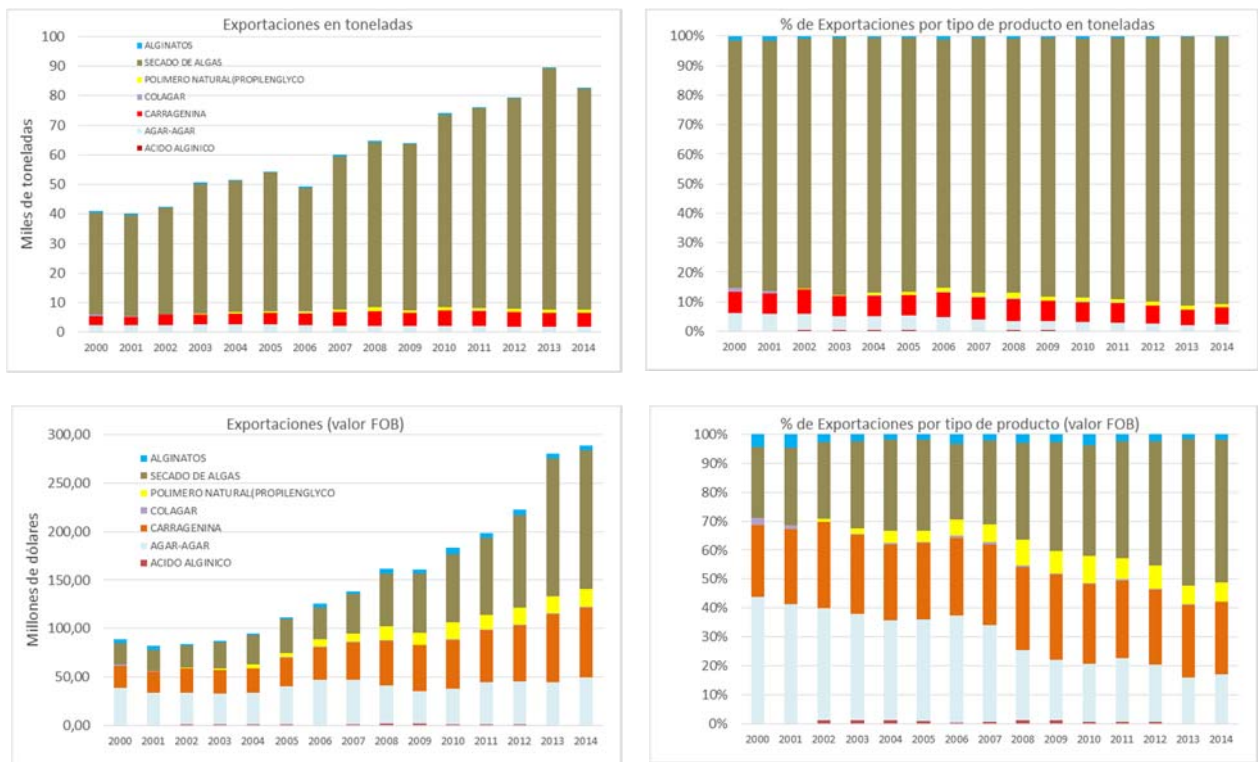


Figura 18. Exportaciones de productos en base a algas en miles de toneladas y en millones de dólares (valor FOB); y en términos porcentuales (gráficos de lado derecho de la figura). Nótese el incremento de los volúmenes exportados de alga seca, en contraste a otros productos con mayor valor agregado; así como los mayores retornos que generan los productos distintos a alga seca (Fuente: SERNAPESCA e IFOP).

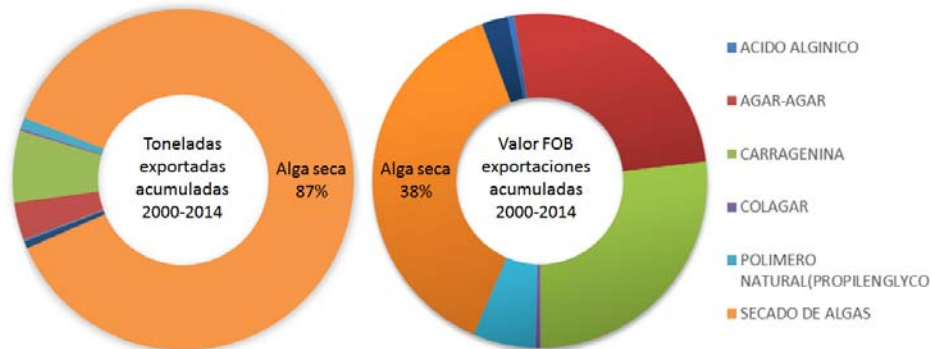


Figura 19. Exportaciones en miles de toneladas y en millones de dólares (valor FOB) (Fuente: SERNAPESCA e IFOP).

4 Aspectos socio culturales: Consideraciones de orden económico, social, cultural y organizacional.

Son múltiples las interrogantes que surgen al momento de pensar una política nacional de algas; interrogantes que remiten tanto al ámbito económico como al social, al cultural y el ambiental. Pero para dar respuesta a las interrogantes que surgen en cada una de las dimensiones señaladas antes, es preciso definir un marco teórico conceptual desde el cual poder analizar la situación de la población que se vincula a la recolección/producción de algas.

La recolección de algas tiene una larga presencia temporal en el litoral de esta parte del Pacífico. Hay evidencia arqueológica y etnohistórica de la extracción e intercambio de productos del mar en general, y algas en particular a lo largo de buena parte de la costa nacional; en algunas zonas del territorio las poblaciones practicaban un control de distintos pisos en sentido altitudinal que les permitía proveerse de una variedad amplia de recursos, entre ellos algunos de origen marino –que no se limitaban solo a los destinados al consumo humano sino también para desarrollar otras actividades, por ejemplo, la agricultura.

“La recolección de algas y mariscos responde a una tradición costera ancestral, que se remonta en las costas del norte de Chile al 9400 A.P (Escobar: 2007:33), en el arcaico temprano, y de forma más tardía hacia el sur, con un poblamiento de grupos de cazadores recolectores entre el 6.000 y el 2.000 A.P. en la costa septentrional de la Araucanía (Quiroz y Sánchez, 2004). Esta forma de aprovechamiento de recursos no requiere de mayores herramientas ni instrumental, con lo que es catalogado como la

primera etapa de “conquista del mar”, donde aún no se precisan anzuelos, y basta con la capacidad manual y el uso de redes para la recolección de las algas y mariscos de orilla. Entendiendo que “el devenir de las poblaciones costeras, va desencadenando en una cada vez mayor especialización de las acciones y tecnologías de subsistencia” (Llangostera, en Escobar: 2007: 60), el orillero responde a un uso longitudinal de los recursos marinos, que antecede a los “pescadores tempranos”, quienes alcanzan las profundidades, y a los ulteriores “pescadores tardíos”, quienes se adentran latitudinalmente al mar” (Silberman; 2014:27)

En tiempos más recientes, el cochayuyo fue por excelencia el alga más conocida y consumida por la población, y cuya distribución mercantil comprendía largos recorridos que iban de la costa hasta ciudades del interior (por ejemplo, desde la actual comuna de Navidad hasta el Cajón del Maipo) (Leiva; comunicación personal). Durante este periodo, para el cual existe escasa información sistemática respecto a la población a cargo de su recolección, secado y comercialización, la actividad se presentaba como marginal y, al parecer, no era desarrollada por las poblaciones de pescadores artesanales; más bien estas últimas, la consideraban como una actividad que no era propia de un pescador artesanal.

A partir de algunas referencias etnográficas, se podría sostener que esta actividad era desarrollada más bien por poblaciones que residían en centro urbanos menores y se dirigían por temporadas a la costa a efectuar la recolección. La precariedad de estos asentamientos queda de manifiesto en los “rucos” o “toritos” - como los llaman los algueros de Bucalemu -, lugar de habitación donde las familias pernoctaban durante el tiempo que permanecían recolectando el cochayuyo. En tiempos más recientes se comenzó una extracción más intensiva de un conjunto de algas que dio origen a importantes desplazamientos de población.²² Buena parte de esta producción se dirigía hacia el mercado internacional.

Lo anterior permite sostener que, hasta un tiempo atrás, era posible establecer una distinción clara entre la pesca artesanal y la recolección de algas; la primera dando origen a una economía doméstica donde el ingreso se conformaba, en su parte medular, a partir de la pesca y recolección de mariscos. Mientras que la segunda se sustenta en la participación de la venta de las algas

²² “El mercado de las algas en Chile viene desarrollándose aproximadamente desde 1950. En esos tiempos, dos industrias nacionales comenzaron a extraer a partir de los recursos trabajados por los algueros, el agar-agar y el ácido algínico, el primero proveniente del pelillo y la chasca, y el segundo del huiro y el cochayuyo, esto con el fin de venderlos a mercados nacionales e internacionales.

“Para 1970, Chile exportaba algas y agar-agar a Japón, Estados Unidos, Francia, Dinamarca, Reino Unido y a Rusia en menor cantidad (...) la exportación de algas tuvo un importante crecimiento principalmente a partir de 1975, demanda que se mantendrá en alza para los años venideros” (Serey *et. al.* Compiladores; 2014:65)

recolectadas como un componente más del conjunto de actividades que deben ser realizadas para conformar el ingreso total del hogar (por ejemplo, agricultura, venta de fuerza de trabajo en oficios diversos, por tanto asalariamiento parcial, etc.). Creemos que hoy este escenario ha experimentado profundas transformaciones y se podría sostener, en forma tentativa, que en la actualidad existen tres tipos de actores:

- a) Los algueros “históricos”;
- b) Los que vinculados inicialmente a la pesca artesanal se han desplazado hacia la recolección de algas; y
- c) Los “nuevos”, por lo general en una lógica de actividad “refugio”, eventual o esporádica.

Cada una de ellas, en particular las dos primeras y la tercera respondiendo a una lógica diferente que condicionará fuertemente no solo la forma como se lleva adelante la actividad sino también los arreglos sociales que se desprenden de la práctica (más adelante volveremos sobre ello).

Dificultades que presenta el control de la actividad.

Al ser una actividad que solo recientemente se transforma o adquiere relevancia para la reproducción de algunos hogares, ello supone considerar el cambio de estatus de la misma y por tanto de actividad no estratégica para la subsistencia de los individuos a una que lo adquiere en forma progresiva hasta transformarse en estratégica para ciertos hogares.

Ahora bien, las formas (en plural) en que se desarrolla la actividad lleva a que el control de los sujetos en el plano de las relaciones de producción esté menos condicionado por la necesidad de conformar unidades de producción que requieren el concurso de individuos provenientes de distintos hogares (la tripulación que integra una embarcación que va a la pesca); la recolección es una actividad que demanda, inicialmente, de condiciones de producción técnicas bastante simples y que puede ser realizada por unidades autónomas como es el caso de la recolección de orilla²³; solo posteriormente se comenzará a requerir de la conformación de un “equipo” para extraer el recurso del mar mediante el trabajo de buzos. Una característica presente en buena parte de estos recolectores es que por tratarse de una actividad eventual, la posibilidad de constituir nexos duraderos entre ellos

²³ El relato de una alguera pone de manifiesto el carácter del trabajo desarrollado: “Así la familia alguera, llega a su sector, delimitado desde ellos mismos por su uso histórico en el trabajo de las algas, aunque también como resultado de los conflictos y buenas relaciones entre las familias. Cada una de éstas, es y se hace como resultado del trabajo alguero. Se han hecho algueros y algueras, a puro trabajo no más” (Serey, *et al.* Compiladores; 2014:37)

se ve justamente condicionada por esa condición estructural, lo que impide el surgimiento de obligaciones/compromisos entre los mismos. Este aspecto tendrá y tiene una fuerte incidencia en la forma como se da la ocupación del espacio y la extracción del recurso, tema que opera en un sentido inverso dentro de los pescadores artesanales, donde la imagen de la caleta y las formas de captura empleadas llevan a vínculos estables en el tiempo.

Pero lo anterior necesariamente nos lleva a plantear el carácter del espacio donde se encuentra el objeto de trabajo (alga); en otras palabras, como acceden los individuos al mismo: se trata de un recurso libre o de un recurso común. Esta distinción es clave toda vez que supone orientaciones distintas hacia el recurso que, entre otras consecuencias, inciden en el estado que puede presentar el mismo. La bibliografía ha destacado este hecho para enfrentar lo que se ha denominada la “tragedia de los comunes”. En forma resumida, al no existir formas de control clara respecto a la propiedad/uso de un recurso natural que por tanto está disponible para un conjunto de individuos cada uno de ellos tratará de explotar al máximo el recurso (maximizar su beneficio) en el presente para evitar que el resto se apropie de lo “que le pertenece”; al proceder todos o la mayoría de la misma forma la degradación del recurso es el resultado inevitable.²⁴ Esta forma de entender y explicar la forma como se relacionan los sujetos con los recursos libres ha recibido numerosos cuestionamientos al señalar que se debe distinguir entre recursos libres y comunes; en estos últimos la existencia de normas que regulan su uso son características de ellos.²⁵

²⁴ En palabras de Hardin: “La tragedia de los recursos comunes se desarrolla de la siguiente manera. Imagine un pastizal abierto para todos. (...) Como un ser racional, cada pastor busca maximizar su ganancia. Explícita o implícitamente, consciente o inconscientemente, se pregunta, ¿cuál es el beneficio para mí de aumentar un animal más a mi rebaño? Esta utilidad tiene un componente negativo y otro positivo. 1. El componente positivo es una función del incremento de un animal. Como el pastor recibe todos los beneficios de la venta, la utilidad positiva es cercana a +1. 2. El componente negativo es una función del sobrepastoreo adicional generado por un animal más. Sin embargo, puesto que los efectos del sobrepastoreo son compartidos por todos los pastores, la utilidad negativa de cualquier decisión particular tomada por un pastor es solamente una fracción de -1. 4 Al sumar todas las utilidades parciales, el pastor racional concluye que la única decisión sensata para él es añadir otro animal a su rebaño, y otro más... Pero esta es la conclusión a la que llegan cada uno y todos los pastores sensatos que comparten recursos comunes. Y ahí está la tragedia. Cada hombre está encerrado en un sistema que lo impulsa a incrementar su ganado ilimitadamente, en un mundo limitado. La ruina es el destino hacia el cual corren todos los hombres, cada uno buscando su mejor provecho en un mundo que cree en la libertad de los recursos comunes. La libertad de los recursos comunes resulta la ruina para todos.” (Hardin; 1968:4-5)

²⁵ Una de las principales críticas del postulado de Hardin es E. Ostrom. Como sostiene Ramis (2013): “La novedad radica en evidenciar que existe una forma colectiva de uso y explotación sustentable de los campos de pastoreo (y los bienes comunales en general) que no está sujeto a la lógica de la tragedia de los comunes. Proteger el pastizal de Hardin, reconociéndole como bien rival, no implica necesariamente recurrir a los derechos de propiedad individual o a otros mecanismos de exclusividad que proporciona el mercado. Ostrom muestra que las formas de explotación ejidal o comunal pueden proporcionar mecanismos de autogobierno que garantizan equidad en el acceso, un control radicalmente democrático, a la vez que proporcionan protección, y vitalidad al recurso compartido. Por lo tanto, ante la posibilidad de la sobreexplotación la opción de Ostrom es «incrementar las capacidades de los participantes para

Lo anterior tiene una importancia significativa al momento de pensar en el tema del control y sanción de conductas.

Al momento de llevar adelante el control/sanción de una conducta surge inmediatamente un dilema: si el esfuerzo que demanda el control está compensado por el castigo o pena que se puede aplicar. La resolución de este dilema está condicionada por el recurso, los actores que intervienen y el contexto.

En el caso de los recursos “libres” la movilidad del pescador hacen de la sanción algo más bien simbólica y válida para un tipo de población: los dependientes. Aquí destacan los arreglos informales entre unidades. Mientras que el control sobre los “marginales”, o sea, aquellos que no están integrados plenamente al sistema, es muy débil. Aquí el acercamiento a la teoría de juegos ayuda a comprender la situación²⁶.

En rigor frente a este tipo de situaciones es factible modelizar el comportamiento de los individuos a partir de dos orientaciones básicas: cooperación versus no cooperación; ahora si esto se plantea en términos del comportamiento del individuo (yo) respecto a los otros (ellos) se tiene una tabla como la que se muestra a continuación:

		“yo”	
		cooperación	no cooperación
“otros”	cooperación	A	C
	no cooperación	D	B

cambiar las reglas coercitivas del juego a fin de alcanzar resultados distintos a las despiadadas tragedias» (Ostrom, 2011: 44, citada por Ramis)

²⁶ “Para situar el lugar correcto y la contribución de la teoría de los juegos en el análisis de la interacción social, podemos observar que la vida social está constituida por cuatro conjuntos entrelazados de independencia. Primero, la recompensa de cada uno depende de la elección de todos, a través de la causalidad social general. Segundo, la recompensa de cada uno depende de la recompensa de todos, mediante la envidia o el altruismo. Tercero, la decisión de cada uno depende de la decisión de todos: esta es la contribución específica de la teoría de juegos. Por último, la estructura de preferencia de cada uno depende de las acciones de todos, a través de la socialización y mecanismos similares” (Elster; 2000:71-72)

Donde:

A = cooperación universal; o sea, todos eligen la estrategia solidaria (S)

B = egoísmo universal; o sea, todos eligen la estrategia egoísta (E).

C = el “francotirador”; o sea, “yo” elijo E, “cualquier otro” elige S

D = el “primo”; o sea, “yo” elijo S, “cualquier otro” elige E. (Elster; 1986:12)

Una explicación resumida de la tabla, y teniendo en consideración el tema de las normas, dice que si tanto “yo” como el resto se comporta altruistamente el resultado será un estado de solidaridad, o los individuos emplean estrategias que descansan en la solidaridad, que en concreto se expresa en la observación de la norma fortaleciendo la existencia de ésta; al contrario si tanto “yo” como los otros optan por el egoísmo este será general con lo cual la norma pierde sentido al ser violentada por el conjunto, lo que se traduce a su vez en la degradación del sistema.²⁷

Pero si “yo” opto por el comportamiento egoísta y el resto por el altruismo aparece la figura del individuo que se apropia de un beneficio –ilegítimo- merced de traicionar la norma que regula al conjunto pero que emerge justamente de la observación de la norma por los otros; la incidencia de esto sobre la norma dependerá de cuan recurrente y grave es la violación, pero también del eco que encuentre entre los otros participantes –si los otros también comienzan a trasgredir la norma ante la ausencia o debilidad de la sanción, el infractor inicial puede ver fortalecida su decisión de transgredir la norma con lo cual profundiza la degradación de la norma hasta el punto en el que su transgresión ya no le reporta beneficio significativo, puesto que este dependía de que los otros observaran la norma.

Finalmente, el que “yo” mantenga una conducta altruista y el resto una egoísta (“primo”) puede finalmente traducirse en una postura insostenible en la medida que el persistir en la conducta altruista va erosionando mi posibilidad de sostenerla a medida que los otros solo están interesados en la apropiación sin contemplar el aporte, la salida sería comportarse egoístamente con lo cual el sistema se erosiona.

²⁷ “Con preferencias incondicionalmente altruistas no hay necesidad de liderazgo y con preferencias incondicionalmente egoístas se necesita coerción en lugar de liderazgo para lograr el óptimo colectivo.” (Elster; 2000:74)

Hay que tener presente además, que la recompensa que reciben los individuos en virtud de la estrategia que eligen, puede ser entendida como una recompensa en forma estricta o de forma amplia. La primera alude al simple beneficio material, mientras que la segunda a todo lo que en la situación particular tiene un valor para el actor, incluyendo (posiblemente) las recompensas a los otros actores. Ahora, se supone que los actores se esfuerzan por maximizar su recompensa; o sea, provocar una situación que prefieren a otras situaciones.

A partir de lo anterior podemos plantear que las sanciones deben considerar la condición de interno / externo a la organización, y que también podríamos hacer extensivas a la situación de “históricos” versus “nuevos o advenedizos”

En el caso de los miembros de las organizaciones²⁸ históricos ellos están conscientes que el funcionamiento de ésta descansa más que en la norma en las redes de cooperación y confianza contenidas y mantenidas dentro de un marco social y una historia particular. Estos individuos estarán propenso a una sanción fuerte ante una falta que es más bien una sanción a la trasgresión a la confianza construida sobre una forma de relación productiva que solo liga parcialmente a los productores –las formas de cooperación laboral se estructuran básicamente en torno a la conformación de una tripulación que se hace a la mar, pero que puede cambiar en cuanto a los miembros que la integran de manera recurrente-. Frente a la falta se debe actuar de manera fuerte, pero fundamentalmente apuntando al aspecto moral, y solo secundariamente productiva (aquí hay que explorar la situación diferenciada entre dependientes y no dependientes, lo que generará condicionamiento en el actuar de algunos en función de las relaciones de poder en que se encuentran inmersos, o lo que E. Wolf denomina poder táctico²⁹). En otros términos, se está en presencia de lo que en la literatura se conoce como *economía moral*. Para E. Thompson, ésta es una economía que se basa en una visión tradicional consecuente de las normas y obligaciones sociales, de las funciones económicas propias de los distintos sectores dentro de la comunidad. Incluye modelos ideales o ideología, que asigna papeles económicos y que aprueba prácticas

²⁸ La referencia a la organización aquí no solo considera a las constituidas formalmente como tales sino que es más amplia y remite a toda instancia que permite regular y controlar el accionar de los individuos que quedan dentro de la esfera de aquella. Por tanto, en el caso que estamos tratando comprende también las formas consuetudinarias que rigen el acceso, control y uso de determinados espacios.

²⁹ El poder táctico es una de las cuatro formas de poder que describe E. Wolf. Esta forma o tipo de poder descansa en la capacidad que dispone un individuo para condicionar el comportamiento de otros en la medida que ejerce un control sobre los medios materiales y/o sociales considerados estratégicos para la reproducción del individuo sobre el que recae la acción. (2001)

consuetudinarias, en un equilibrio determinado de fuerzas de clases sociales. Nace como resistencia a la economía de mercado libre, o capitalismo (1995).

En el caso de los externos o “recién llegados” en la condición de alqueros, hay que partir y relevar el hecho de que esta población viene precedida por la imagen, para los históricos, de individuos de “segunda categoría”. Por tanto no se han construido aún vínculos fuertes. La trasgresión es dentro de una práctica nueva; no se conocen aún los límites de la práctica que deben ser sancionados en el plano político normativo. A diferencia del caso anterior, aquí no hay confianzas “traicionadas” o “engañadas”, quedando la sanción fuertemente condicionada por la circunstancia y sujeto a cargo de su definición.

Aunque informalmente se requiere de un cuerpo normativo estructurado que defina el acto delictivo y la pena asociada y un organismo encargado de la misma, ante un nuevo escenario y un nuevo actor, hay que emprender un proceso de “construcción”. El cómo y cuándo se incorpora en la práctica del conjunto de los sujetos comprometidos es algo que debe ser analizado en cada caso particular.

Retomando la tipología de los actores que participan de la actividad alguera que describimos más arriba a continuación profundizaremos sobre las lógicas que están tras su relación con los recursos:

- a) Los alqueros “históricos”;
- b) Los que vinculados inicialmente a la pesca artesanal se han desplazado hacia la recolección de algas; y
- c) Los “nuevos”, por lo general en una lógica de actividad “refugio”, eventual o esporádica.

En un territorio “abierto” primará o se impondrá el “egoísmo”: debo obtener el máximo de lo contrario los otros tratarán de obtenerlo para sí y se llevarán mi parte. Aquí el carácter del recurso en cuanto a su control (libre o común) es fundamental. Lo que hay que lograr aquí es la constitución de un recurso común; o sea, que las normas establezcan regulaciones de acceso y extracción al recurso respetadas por el conjunto; en otras palabras pasar de una estrategia egoísta a otra solidaria. En ello se debe considerar los tipos de actores presentes y el peso relativo de cada uno de ellos en la situación concreta.

En el caso de los territorios comunes lo central es la existencia de “mecanismos” o “posibilidades” que den espacio para la presencia de la estrategia “francotirador” (“yo” egoísta, cualquier otro

solidario), y las estrategias y beneficios del control que pueden dar origen a márgenes para transgredir la norma (relación costo – beneficio).³⁰

Como ya lo señalábamos, lo central en ambos casos es el sentido de la acción: cómo orientar al conjunto hacia el comportamiento solidario o seguir la estrategia solidaria.

E. Ostrom ha identificado un conjunto de siete principios de diseño que caracterizan a instituciones que muestran una adecuada administración de los recursos de uso común, al los que añade un octavo principio “utilizado en los casos más amplios y complejos” (articulación de instituciones de distintos niveles)

- i. Límites claramente definidos.
- ii. Coherencia entre las reglas de apropiación y provisión con las condiciones locales.
- iii. Arreglos de elección colectiva.
- iv. Supervisión.
- v. Sanciones graduadas.
- vi. Mecanismos para la resolución de conflictos.
- vii. Reconocimiento mínimo de derechos de organización.
- viii. Entidades anidadas. Actividades de apropiación, provisión, supervisión, aplicación de las normas, resolución de conflictos y gestión se organizan en múltiples niveles de entidades incrustadas. (2000:148)

Cualquier intento por organizar la explotación del recurso alga debería tener en consideración estos criterios.

³⁰ E. Ostrom efectuando una evaluación de los modelos desarrollados para analizar el comportamiento de los individuos desde una perspectiva formal sostiene los siguiente:

*“La tragedia de los comunes, el dilema del prisionero y la lógica de la acción colectiva son conceptos estrechamente relacionados con los modelos que definen el modo en que la perspectiva de uso general enfoca muchos de los problemas que los individuos enfrentan cuando intentan lograr beneficios colectivos. En el corazón de cada uno de estos modelos está el problema del gorrón (*free rider*). Cuando una persona no puede ser excluida de los beneficios que otros procuran, está motivada a no contribuir en el esfuerzo común y a “gorronear” los esfuerzos de los otros. Si todos los participantes eligieran “gorronear” no se produciría el beneficio común. La tentación de beneficiarse con el trabajo ajeno puede dominar el proceso de decisión, y así todos terminarán donde nadie quería estar. De manera alternativa algunos pueden cooperar mientras otros no cooperan, por lo que se obtiene un nivel de provisión del beneficio colectivo menor que el óptimo. Por ello, estos modelos son muy útiles para explicar cómo los individuos perfectamente racionales pueden producir, en ciertas circunstancias, resultados “irracionales” a la vista de quienes participan” (2000:32) (cursiva nuestra)*

Los beneficios y la actividad recolectora.

Al momento de hablar de los beneficios se debe constatar que estos superan los estrictamente económicos y comprometen otras dimensiones como lo social, lo cultural, lo político y lo ambiental. Pero en el ámbito estrictamente económico el beneficio debe ser puesto en relación con el tipo de economía sobre la que descansa la reproducción de las unidades domésticas, y que se puede esperar como respuesta ante iniciativas que buscan potenciar su desarrollo y/o redistribuir beneficios.

Son dos las formas económicas que interesa para los fines de lo que se está analizando: las economías de subsistencia y las economías excedentarias; una y otra tienen lógicas distintas y su relación con el proceso extractivo/productivo apunta hacia fines distintos.

En el caso de las economías de subsistencia la lógica se funda sobre el objetivo de reproducir la unidad en forma simple; o sea, a partir de recrear las condiciones que hicieron posible el ciclo anterior sin incrementarlas. Un aspecto importante aquí es que parte importante del producto remanente, una vez que se ha descontado la reposición de los medios de producción y se ha cubierto la subsistencia, se destina al ocio –entendido como el tiempo destinado a la recreación y el descanso-. Este hecho condiciona en forma significativa el resultado que se puede esperar de una acción de intervención orientada a incrementar el producto/beneficio: en este tipo de economías el ingreso total tenderá a permanecer estable pero se reducirá el esfuerzo para lograrlo; en otras palabras, los individuos miembros de estas unidades responderán a estímulos institucionales externos disminuyendo el tiempo/intensidad de la actividad laboral que deben desarrollar para obtener un ingreso que tenderá a permanecer constante. De darse un incremento en el ingreso ello es en función de necesidades no productivas. Si esto es así, quiere decir que los esfuerzos dirigidos hacia estas poblaciones, y por tanto las organizaciones que puedan constituir, deberían poner el acento en la mejora de las condiciones de vida en un sentido amplio.

En el caso de las economías excedentarias la situación es diametralmente distinta. La lógica que subyace al proceso productivo es la de reproducir e incrementar las condiciones de producción con lo que se espera acrecentar el producto total obtenido año a año; en otras palabras, se está frente a una unidad que acumula y debe organizar sus recursos en pos de aquella. Un factor clave dentro de esto es que la fuerza de trabajo empleada pierde paulatinamente su carácter familiar y/o basada en arreglos no mercantiles para dar paso a una fuerza de trabajo asalariada (formas directas o encubiertas que se caracterizan por la precariedad); es lo que se denomina diferenciación.

El incremento del ingreso es en función de un incremento del beneficio en sentido capitalista, por lo que se puede sostener que su reproducción se hace a partir de la acumulación capitalista. La presencia de esta forma de producción ya no se sitúa fuera de los límites de la localidad o comunidad de pescadores/recolectores, como acontecía hasta hace un tiempo atrás (presencia de intermediarios y comerciantes externos a la comunidad), sino que ahora emerge de la comunidad

misma y redefine las relaciones de producción del conjunto. Aquí la presencia de agentes externos y sus orientaciones serán evaluadas a partir de cómo ellas pueden contribuir a la acumulación, que como tendencia es siempre individual.

La presencia de una u otra lógica, o la convivencia de ambas con pesos relativos distintos hacen que el tema de la organización de estas unidades sea altamente complejo. Lo que sí se puede sostener es que el tratamiento de los casos requiere de un análisis detallado de cada uno de ellos. Y lo más importante para los fines de este trabajo, ellas condicionan fuertemente el tipo de organización que puede constituirse para representar los intereses de la población, tema que veremos a continuación.

La economía social y solidaria³¹ ¿una oportunidad para los recolectores de algas?

Antes de explorar formas de resolver el tema de la organización de los recolectores es pertinente referirse a ciertas formas de economía que, aparentemente o en principio, pueden contribuir a modo de sustento teórico para aquellas. Nos referimos a los conceptos de *economía social* y *economía solidaria*.

La “Economía Social” explora:

“...la posibilidad de desarrollar una socioeconomía, en que los agentes económicos no son escindidos de sus identidades sociales, mucho menos de su historia y de su incrustación en el mundo simbólico e institucional que denominamos cultura. Al ver la economía como inseparable de la cultura, la Economía Social la mira como espacio de acción constituido no por individuos utilitaristas que buscan ventajas materiales, sino por individuos, familias, comunidades y colectivos de diverso tipo que se mueven dentro de instituciones decantadas por la práctica o acordadas como arreglos voluntarios, que actúan haciendo transacciones entre la utilidad material y los valores de solidaridad y cooperación, limitando (no necesariamente anulando) la competencia. (Coraggio; 2011:44-45)

Respecto a la acción social dentro de la economía social:

“Para esta visión, el desarrollo de la vida de las personas y comunidades es favorecido por la acción colectiva en ámbitos locales, donde los conflictos de intereses y la competencia

³¹ “El término Economía Solidaria hace referencia a un conjunto heterogéneo de concepciones y enfoques teóricos, realidades socio-económicas e institucionales, y prácticas empresariales y asociativas que, desde el último cuarto del siglo XX, vienen desarrollando un creciente sentido de pertenencia a una forma diferente de entender el papel de la economía y los procesos económicos en las sociedades contemporáneas.” (Pérez *et.al.* 2008:9)

pueden ser regulados de manera más transparente en el seno de la sociedad, donde las relaciones interpersonales fraternales puedan afianzarse sobre vínculos productivos y reproductivos de cooperación, generando asociaciones libres de trabajadores antes que empresas en las que el trabajo es subordinado al capital autoritario por la necesidad de obtener un salario para sobrevivir. Su fundamento es, sin duda, el trabajo y el conocimiento encarnado en los trabajadores y sus sistemas de organización, pero la base material de la economía exige contar con medios de producción, crédito, tener sus propios mercados o competir en los mercados que arma el capital.” (Ibíd.)

Finalmente, esta economía debe:

“... reservar una parte de sus resultados económicos para reinvertir en sí misma o en su entorno. Pero esta no es acumulación en el sentido capitalista, pues está subordinada a la satisfacción de necesidades y a la calidad de las relaciones sociales, y no se basa en la explotación del trabajo ajeno.”(Ibíd.)

Para los fines de este trabajo, más allá de los diversos requerimientos y supuestos sobre los que descansa este tipo de economía, hay que considerar la relevancia que tiene la disposición de los individuos que pretenden ser partícipes de este proceso. Ellos deben estar imbuidos de una lógica que apunta a *“contribuir a asegurar la reproducción con calidad creciente de la vida de sus miembros y sus comunidades de pertenencia o, por extensión, de toda la humanidad”* (Ibíd. 47)

A la luz de lo anterior sin duda que una de las posibilidades de contribución al desarrollo de las unidades que se dedican a la recolección/producción de algas se encuentra la economía social. No obstante hay que poner atención a los factores estructurales que configuran la condición de recolector de algas antes de avizorar posibles salidas.

En primer lugar está la alta heterogeneidad de situaciones y sujetos que conforman la condición. Ya se esbozó más arriba una tipología tentativa de actores. Lo relevante aquí es el hecho de que la situación está caracterizada por una marcada *diferenciación* entre las unidades que participan, lo que en términos prácticos se traduce en intereses y objetivos disímiles, lo que a su vez genera complejidades al momento de intentar integrarlos en orgánicas únicas. Subyace a esto la idea de diferencias en las lógicas extractivas/productivas de cada uno de los actores y que hemos definidos más arriba como unidades orientadas a la subsistencia y otras a la creación de excedentes en forma sistemática; una y otra tendrán impactos diferentes sobre el entorno al desarrollar un proceso que tiene exigencias disímiles.

Pero a lo anterior, además, se debe adicionar la existencia de relaciones de dependencia y subordinación al interior de los alqueros, como de estos frente a actores externos (p.ej., intermediarios). Cualquier intento de cambio en la organización de las relaciones se enfrentara a una resistencia más o menos explícita de los actores que evalúan la acción como un riesgo para sus intereses, lo que puede llevar a extremar su intento de control sobre los otros actores, desvirtuando el sentido primero de la acción.

Otro elemento estructural tiene que ver con la “historia” y procedencia de los individuos que se dedica a la actividad. Está los individuos/hogares que tienen un vínculo de larga data con la actividad y como tal han hecho de ella una aportadora más del conjunto de actividades que contribuyen a generar ingreso de la unidad. Si bien esta condición constituye una fortalece también genera una inercia que pone en entredicho cualquier intento de modificar la relación (“para qué si siempre lo hemos hecho así”); o sea, las acciones propuestas no se configuran como incentivos significativos para fundamentar una cambio de estrategia; estrategia que se ha estructurado en torno a un trabajo desarrollado de manera autónoma. Y algo muy relevante, su vinculación a la actividad ha sido un tanto independiente de las oscilaciones de precio que ha mostrado el recurso alga.

Luego están aquellos individuos/hogares que han “transitado” desde la pesca artesanal a la recolección; su característica central es que son unidades que se han configurado y mantenido en torno a una caleta y las incursiones marinas integrando unidades de trabajo (captura y recolección) basadas en la cooperación, reciprocidad y confianza. Ello ha dado origen a un entramado de deberes y derechos consuetudinarios que obligan a las partes frente al colectivo o grupo, transformándose en un poderoso mecanismo de control y unidad. No obstante, no se debe desconocer la emergencia y profundización de procesos de diferenciación al interior de estos grupos, fuertemente estimulados por la penetración de formas capitalistas de producción y comercialización. Ello ha llevado, entre otras cosas, a cuestionar el carácter que tendrían en el presente formas tradicionales de distribución del producto entre los pescadores artesanales (“sociedad a la parte”, p, ej.), viéndolos como mecanismos que permiten viabilizar la penetración del capitalismo en el sector guardando la forma. En este escenario, cualquier cambio que se promueva debe ser analizado a la luz de las alteraciones que ello produciría en las relaciones que se han ido construyendo y recreando, donde los actores tenderán a relaciones más bien de tipo vertical que horizontal. Y aquí la oscilación de los precios del recurso así como de los otros que son fuente de su ingreso si adquieren una relevancia significativa.

Finalmente están los “recientes” o advenedizos; por tratarse de una población sin “historia” en la actividad y por lo general vinculadas a ella de forma eventual e incluso coyuntural, la transforman en el grupo menos “aprehensible” para cualquier iniciativa de ordenamiento y regulación de la actividad. Su presencia y permanencia en la actividad está completamente condicionada por el comportamiento del mercado laboral al que ellos pueden acceder (caracterizado por la baja calificación) y el precio del recurso. Y es esta combinación la que llevará a una extracción altamente

depredadora del recurso y con muy bajo interés por formas asociativas/organizadas de control. Sin duda que es uno de los actores más complejos de abordar.

Para poder sugerir, con mayor nivel de certeza, acciones para abordar el “desarrollo” del sector alga se requiere, entre otras medida, la realización de estudios en profundidad de experiencias concretas, entre las que destacan las organizaciones que poseen áreas de manejo y/o han emprendido el cultivo de algas.

5 Inversión Pública en el Sector Pesquero

Durante los últimos años el presupuesto destinado para la inversión pública en el sector pesca se ha visto incrementado, donde el Presupuesto 2014 elevó en forma importante los recursos destinados al sector pesquero, producto de la aprobación de la modificación de la Ley de Pesca en 2012 (Ley N°20.657), lo cual implicó recursos por \$6.963 millones en el Presupuesto 2014. Estos fondos estuvieron destinados a financiar los gastos permanentes asociados a la ley, enfocados principalmente en la ejecución de estudios científicos desarrollados por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y el Fondo de Investigación Pesquera (FIP).

Por otro lado, como consecuencia del fortalecimiento del sector acuícola, las medidas medio ambientales y las nuevas facultades fiscalizadoras entregadas en la modificación de la Ley de Pesca, los recursos del SERNAPESCA aumentaron significativamente. Destacando la incorporación de \$1.806 millones entre los años 2013 y 2014 para el fortalecimiento de los equipos y personal fiscalizador, pasando de una dotación total de 590 funcionarios a 812 para el año 2014 (Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda, 2013). Para el año 2015, el presupuesto total destinado para la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y para el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, alcanzó los \$67.674.934.000 (Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda, 2014).

Un sector importante y que cobra fuerza es el acuícola. La industria acuícola chilena ha experimentado diferentes avances en los últimos años en términos de incorporación de conocimientos y tecnologías para mejorar su producción y gestión. Esto, debido al interés que han puesto las empresas, pero también gracias a los aportes e incentivos estatales para ejecutar proyectos de investigación y desarrollo (I+D). Para los acuicultores hay, principalmente, tres instituciones que los han acompañado en este camino. Una de ellas es la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) que en los últimos ocho años ha invertido \$92.500 millones, considerando todas las líneas de proyectos, tales como los fondos entregados a través de InnovaChile, así como los recursos que se han otorgado a través de operaciones posteriores a la aprobación de la Ley de Incentivo Tributario y el mapeo del genoma del salmón. También está el Fondo de Fomento al

Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondef) de Conicyt, institución que, en los últimos diez años ha financiado proyectos de I+D en acuicultura por \$20.830 millones, con unos \$2.080 millones anuales, aunque los últimos tres años dicho monto se ha reducido a menos de la mitad. Un aporte relevante también lo ha realizado el Fondo de Investigación Pesquera (FIP), ligado a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, que en los últimos seis años ha destinado un valor nominal por cerca de \$2.136 millones para el sector.

5.1 Estado de I+D por Región

En la **Figura 20** se muestra la cantidad de proyectos que se están realizando a nivel nacional distribuidos por región, donde se puede observar que la región que presenta la mayor cantidad de proyectos es la región de los Lagos seguida por las regiones de Arica y Parinacota y Valparaíso.

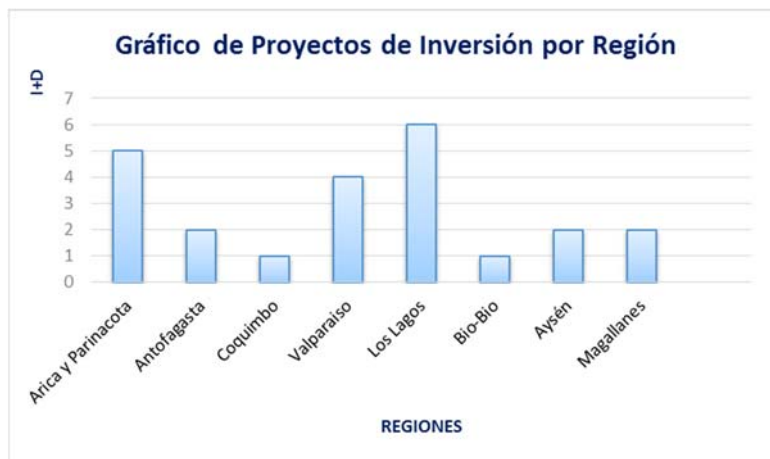


Figura 20. Cantidad de proyectos I+D por región en para el periodo 2010 - 2015.

5.1.1 Algas estudiadas en los proyectos I+D

En la **Figura 21** se muestra la cantidad de proyectos I+D realizados en algas durante el periodo 2010 – 2015. De los 26 proyectos identificados, siete corresponden a microalgas, los que además concentraron el 63% de los recursos económicos asignados.



Figura 21. Cantidad de proyectos por especie de alga en para el periodo 2010 - 2015.

5.1.2 Centros de Investigación en I+D a nivel nacional

Los principales Centros de Investigación que realizan I+D en algas a nivel nacional, corresponden a:

Universidad Arturo Prat:

- Instituto de Ciencia y Tecnología de Puerto Montt:
 - Líneas de Investigación:
 - Desarrollo de tecnologías de cultivo de especies nativas para acuicultura de pequeña escala.
 - Manejo de Pesquerías.
 - Repoblamiento de especies nativas y mejoramiento de productividad en áreas de manejo (AMERB).
 - Nutrición larval en invertebrados y peces.
 - Biotecnología de micro y macroalgas.
 - Cultivo de microalgas.
 - Generación de bancos de germoplasma y crio- preservación en organismos marinos.

- Proyectos en realización:
 - **FNDR-FIC P43:** Generación y aplicación de tecnología para la producción de omega 3 a partir de microalgas, como una alternativa industrial en la Región de Arica y Parinacota. Monto: \$180.000.000
 - **FNDR-FIC 82:** Generación de un Plan de Manejo para el desarrollo de una pesquería sustentable de algas pardas en la región de Arica y Parinacota, basado en parámetros ecológicos y biológico pesqueros, de las poblaciones de macroalgas de la región. Monto: \$172.277.987.
 - **FNDR - FIC, decreto 336 - 0204/2013**
Generación de un banco de germoplasma para algas de la Región de Los Lagos.
 - **CORFO 13IDL2-18675, decreto 936 - 09/07/2013**
Establecimiento del cultivo experimental de luga roja (*Gigartina skottsbergii*) a través del cultivo vegetativo en áreas de manejo para el mejoramiento productivo y diversificación de la acuicultura de pequeña escala en la Región de Los Lagos- Innova.
 - **CONICYT-FONDEF:** "Técnica de micropropagación y criopreservación para algas de importancia comercial en el sur". \$156.250.000
 - **CORFO 2010-8144-INNOVA_PRODUCION2010-8144,** Producción optimizada del Alga Nori mediante la producción un sistema de cultivo en niveles con riego por aspersión.
- Equipo de trabajo:
 - Marcela Ávila Lagos
 - María Inés Piel Westermeyer
 - Eduardo Bustos Rojas
 - Macarena Erbs Ávila
 - Ricardo Riquelme Vera
 - Angélica Alcapán Coronado
 - Constanza De Zárate Rehbein
 - Elisa Pacheco Sánchez
 - Francisco Contreras Saldaña
 - Ramiro Contreras Guzmán

- Claudia Puebla Arce

- Instituto de Ciencia y Tecnología de Concepción:
 - Líneas de Investigación:
 - Aislamiento y caracterización de compuestos naturales con actividad biológica de tipo antioxidante y/o fotoprotectora a partir de organismos marinos de la Región del Biobío.
 - Estudios sobre producción y caracterización de compuestos naturales con actividad antioxidante y otras propiedades bioactivas producidos por especies vegetales
 - Estudios de aspectos genéticos de vegetales para la obtención de especies con nuevas propiedades importantes para la agricultura e industrias
 - Estudios sobre aislamiento, evaluación y aplicación de bacterias naturales con actividad metabolizadora de compuestos químicos con olores desagradables liberados al ambiente por actividades industriales
 - Aplicación de nuevas tecnologías a sistemas de manejo y vigilancia en la actividad de pesca artesanal.
 - Equipo de Trabajo:
 - Raúl Zemelman Zambrano
 - Diego Olivares Díaz
 - Mazritza Obando Camino

- Algas y Lugar:
 - *Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis* spp. en la I Región de Tarapacá

 - Chicoria de mar (*Chondracanthus chamissoi*); Pelillo (*Gracilaria chilensis*); Luga cuchara (*Mazzaella laminarioides*); Luche (*Pyropia* sp); *Gigartina Skottsbergii* o "Luga Roja"; *Sarcothalia crispata* o Luga Negra, *Durvillaea antarctica* o Cochayuyo: Los Lagos

 - Huiro Negro (*Lessonia berteroaana*); Biobío

Universidad de Antofagasta:

- Instituto de Ciencias Naturales Alexander Von Humboldt
 - Proyectos:
 - 2012-2015: "Impacto del cambio global sobre la fisiología de macroalgas Antárticas: Consecuencias para procesos costeros en escenarios de incrementada temperatura y radiación UV" ID. 10216. Proyecto Anillo Antártica.
 - Stability of astaxanthin in yogurt used to simulate apricot color, under refrigeration. Mezquita PC, Barragan-Huerta BE, Ramírez JP, Hinojosa CO. Food Sci Technol 2014; 34(3):559-65.
 - Investigación e biocombustibles a partir de microalgas en conjunto con consorcio E-CL. Aporte CORFO INNOVA; 5.732 millones (2010).
 - Equipo:
 - Iván Gómez
 - Pirjo Huovinen
 - Nelson Valdivia
 - Marco Ortiz
 - Nelso Navarro
 - Ralf Rautenberger
 - María Rosa Flores
 - Juan Bravo
 - María José Díaz
 - Ignacio Garrido
 - Claudio Rivas
 - Lilian Villanueva

- Andrea Villarroel
-
- Algas:
 - *Ascoseira mirabilis*, *Desmarestia menziesii*, *Desmarestia anceps* y *Himantothallus grandifolius*. Península antártica; Isla rey Jorge

Universidad de Tarapacá:

- Proyectos:
 - P51: Recuperación de Residuos Líquidos Industriales Con Cianobacterias y Microalgas para la Obtención de Agua de Riego en la Región de Arica y Parinacota. Código BIP 30110579-0. FIC. Director Diego Villagra Gil
 - P86: Desarrollo de Tecnología de Producción Masiva de Microalgas para la Obtención de Biocombustible y Materias Primas de Alto Valor Agregado para la Creación de un Nuevo Polo de Desarrollo Sustentable en la Región de Arica y Parinacota. CÓDIGO BIP 30110544-0.
 - "Extracción del Pigmento Azul Ficocianina desde *Arthrospira* sp. para el mercado alimenticio, cosmética y/o medicina en el norte de Chile". InnovaCORFO.
- Monto Inversión Total: \$579.570.000.

Universidad Católica del Norte:

- Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas de la Universidad Católica del Norte (CIDTA-UCN).
 - Líneas de investigación:
 - Caracterización y cuantificación de la calidad nutricional y química de materias primas, derivados y extractos algales.
 - Caracterización y cuantificación del estado fisiológico y reproductivo de las algas marinas y su modulación por el ambiente físico-químico y

biológico para aplicaciones biotecnológicas y de producción de biomasa.

- Búsqueda de sustancias con actividad biológica en algas marinas y los productos generados durante su transformación (nutracéuticos, pigmentos, antioxidantes, vitaminas, fitohormonas, etc).
- Búsqueda de nueva aplicaciones de las algas y los productos generados durante su transformación (biocombustibles, fertilizantes, pigmentos, antioxidantes, otros).
- Desarrollo de tecnologías para la producción de recursos algales de interés.
- Servicios científicos y tecnológicos transversales (información on line?, servicios de análisis, capacitación, formación de pregrado y post grado, otros).
- Equipo de Trabajo:
 - Mario Edding
 - Paola Chandía
 - Julio Vázquez
 - Fadia Tala
 - Pedro Toledo
 - Cesar Donoso
- Proyectos:
 - Acuicultura en áreas de manejo: una innovación para mejorar su desempeño mediante el cultivo suspendido de chicorea de mar (*Chondracanthus chamissoi*) en la región de Antofagasta (CORFO).
 - Innovación en el desarrollo de productos antifouling basados en principios activos de origen algal (CORFO).

Universidad de Chile:

- Centro para la Biotecnología y Bioingeniería:

- Equipo:

- Alejandro Buschmann
- Juan A. Asenjo
- Bárbara Andrews
- María Elena Lienqueo
- Cristina Dorador
- Benito Gómez

Universidad de Valparaíso:

- Proyectos:
 - “Incorporación de tecnologías de cultivo integrado a áreas de manejo en la comuna de La Ligua. Proyecto FIC. Repoblamiento de erizos, Micro y Macroalgas (huido) en Caleta Pichi cuy. Director proyecto Chita Guisado. Monto, \$97 millones.

Universidad de Concepción:

- Laboratorio de estudios algales: Sistemática Molecular de Macroalgas, Ecología de Macroalgas, Algas No Indígenas, Algas flotantes, Filogeografía de Macroalgas.
 - Equipo:
 - Erasmo Macaya
 - Cristóbal Villaseñor
 - Ricardo Jeldres
 - Pamela Alarcón Matus

- Dorka Guajardo
- Carolina Sandoval
- Centro de biotecnología, GIBMAR:
 - Producción de bebida antioxidante en base de algas. Director: Krisler Alveal.
- Proyectos:
 - Transferencia técnica cultivo de algas a pescadores de Cisnes. Ricardo Norambuena 2015-2016. FIC Aysén 2014 BIP 30346772-0
 - Escalonamiento productivo de cultivo de alga luga a nivel piloto, en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) de la región de Aysén. Ricardo Norambuena 2015-2016. FAP-Subsecretaría de Pesca y Acuicultura CUI 2014-33-FAP-22.

Universidad Austral:

Universidad de los Lagos

- Centro experimental de Algas. Centro I-mar y BAL Chile S.A. (Universidad de Los Lagos y Bio Arquitectura Lab)
 - Bal Biofuels: Proyecto de generación de bioetanol, a partir de macro a Innova Corfo. Entidad esta última institución, le adjudicó al proyecto un fondo total de 3 mil 775 millones de pesos. Desarrollar y escalar exitosamente los cultivos de *Macrocystis pyrifera* a un nivel comercial. BAL Chile S.A. y Bio Architecture Lab.
 - Evaluación de condiciones ambientales para el cultivo de plántulas de *Durvillaea antarctica* en ambiente controlado" Dirección de Investigación. Investigador; agutierrez@ulagos.cl

- "Obtención y desarrollo de nuevas fuentes de colorantes naturales para la industria de alimentos mediante bioprospección en microorganismos acuáticos", INNOVA 13IDL2-18532. Investigadores; F. Godoy.
- Equipo:
 - Carlos Aranda Borghero
 - Alejandro Buschmann Rubio
 - Alfonso Gutiérrez Venegas
 - María C. Hernández González.
 - Carolina Camus Torres

Universidad de Magallanes:

- Proyectos:
 - **FONDEF CONICYT**, "Cultivo y biotecnología de Ahnfeltia plicata, nueva alternativa en la producción de ficocoloides para la Región de Magallanes"
 - **CONICYT**, "Masificación y Escalamiento productivo del cultivo y redoblamiento de especies de algas nativas Gigartina Skottbergii y Sarcothalia crispata (luga roja y luga negra) en áreas de manejo de la X y XII Región". Ciudad de Porvenir. Monto: \$368.000.000

Aeon Biogrup-Fundación Chile:

- Proyectos:
 - Microalgas; desarrollo de tecnologías para la producción sustentable de microalgas para la obtención de OMEGA 3 para consumo masivo.
 - Con UCV: Vacunas orales para salmónidos (Haematococcus pluvialis).

Universidad Andres Bello:

- Proyectos:
 - “Cultivo de Alga Parda *Macrocystis piryfera* en la zona de Quintero y Puchuncaví: Evaluación de la productividad y potencial uso para la biorremediación de metales pesados y compuestos orgánicos”. FIC-R. GORE Valparaíso.

6 Trabajos citados

Aguarón, J. & Moreno-Jiménez, J. M., 2003. The geometric consistency index: Approximated thresholds. *European Journal of Operational Research*, Volumen 147, pp. 137-145.

AlgaeBase, 2015. *algaebase*. [En línea]
Available at: <http://www.algaebase.org>
[Último acceso: julio 2015].

Alveal, K., 2005. Capítulo XIII Biodiversidad en macroalgas marinas. Factores a considerar para su uso sustentable. En: E. Figueroa, ed. *Biodiversidad Marina: Valoración, usos y perspectivas ¿Hacia dónde va Chile?*. s.l.:Editorial Universitaria, p. 591.

Arcade, J., Godet, M., Meunier, F. & Roubelat, F., 2004. *Análisis estructural con el método MICMAC, y estrategia de los actores con el método MACTOR*. [En línea]
Available at:
http://guajiros.udea.edu.co/fnsp/cvsp/politicaspUBLICAS/godet_analisis_estructural.pdf
[Último acceso: 17 Noviembre 2014].

Castilla, J. C., 1994. The Chilean small scale benthic shellfisheries and the institutionalization of new management practices. *Ecological International Bulletin*, Volumen 21, pp. 47-63.

Castillo, R., Tejada, A., Castañeda, V. & Pastor, R., 2011. *Diagnosis and the state of the brown macroalgae aracanto Lessonia nigrescens in the littoral od Arequipa, Perú. 2007. Volumen 38, No. 4*, Callao: IMARPE.

Chevalier, J. & Buckles, D., 2013. *Participatory Action Research. Theory and methods for engaged inquiry*. Primera Edición ed. New York: Routledge.

Crane, A. & Ruebottom, T., 2011. Stakeholder theory and social identity: Rethinking stakeholder identification. *J. Bus. Ethics*, Volumen 102, pp. 77-87.

Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda, 2013. *DIPRES*. [En línea]
Available at: www.dipres.cl
[Último acceso: agosto 2015].

Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda, 2014. *DIPRES*. [En línea]
Available at: www.dipres.cl

Dodd, F. J., Donegan, H. A. & McMaster, T. M., 1995. Reassessment of consistency criteria in judgment matrices. *The Statistician*, 44(1), pp. 31-41.

FAO, 2012. *Estado mundial de la pesca y la acuicultura*, s.l.: s.n.

FAO, 2014a. *FAO, estadística de la pesca y la acuicultura..* [En línea]
Available at: <http://www.fao.org/fishery/statistics/es>

FAO, 2014b. FAO, *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*, s.l.: s.n.

FAO, 2014c. ALCANCE DE LA INDUSTRIA DE LAS ALGAS MARINAS.

Gelcich, S. y otros, 2012. Territorial User Rights for Fisheries as Ancillary Instruments for Marine Coastal Conservation in Chile. *Conservation Biology*, 26(6), pp. 1005-1015.

Gelcich, S. y otros, 2010. Navigating transformations in governance of Chilean marine coastal resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Issue 107, p. 16794–16799.

Godet, M., 2000. *La Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica*. Cuarta Edición Actualizada ed. París: Librairie des Arts et Metiers.

Godet, M., 2007. *Prospectiva Estratégica: problemas y métodos*. Segunda Edición ed. París: PROSPEKTIKER.

González, J. y otros, 2002. *Estrategias de explotación sustentable de algas pardas en la zona norte de Chile*. Informe Final Proyecto FIP 2000-19. IFOP, Valparaíso: Consejo de Investigación Pesquera.

Haapasaari, P., Mäntyniemi, S. & Kuikka, S., 2013. Involving stakeholders in building integrated fisheries models using bayesian methods. *Environmental Management*, Volumen 51, pp. 1247-1261.

Hoffmann, A. & Santelices, B., 1997. *Flora Marina de Chile Central*. s.l.:Universidad Católica de Chile.

IFOP, 2012. *Informe Algas*, s.l.: s.n.

Ley N° 20.925, 2016. *Crea bonificación para el repoblamiento y cultivo de algas*, Valparaíso: Congreso Nacional de Chile.

LGPA, 2013. *Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 18.892, de 1989 y sus modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura. Decreto 430. Versión del 01 de enero de 2013.*, Valparaíso: s.n.

Nilo, M., Palta, E. & Araya, A., 2010. *Investigación Monitoreo Económico Industria Pesquera Nacional, 2009. Programa de Seguimiento del estado de Situación de las principales Pesquerías Nacionales*. SUBPESCA. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Final, Valparaíso: IFOP.

Palta, E. y otros, 2012. *Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2012. Mesa Algas Pardas Coquimbo. Meta Cualitativa N°1.*, Valparaíso: IFOP.

Ramírez, M., 2006. *Diversidad de Especies, Algas marinas bentónicas*. primera ed. s.l.:CONAMA.

Ramírez, S., 1999. *Perspectivas en las teorías de sistemas*. s.l.:Siglo XXI Editores.

Saaty, T. L., 1986. Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 32(7), pp. 841-855.

SNPA, 2013b. *Registro Nacional de Acuicultura - RNA*. [En línea]
[Último acceso: 20 Febrero 2015].

SNPA, 2013. *SERNAPESCA*. [En línea]

Available at:

https://www.google.cl/search?q=estadisticos&biw=1366&bih=637&source=lnms&sa=X&ei=h5hHVf7wEYurgwTL6YCQDg&ved=0CAUQ_AUoAA&dpr=1

[Último acceso: 2015].

SNPA, 2013. *SERNAPESCA, ANUARIOS ESTADISTICOS*. [En línea]
[Último acceso: 2015].

SNPA, 2014a. *SERNAPESCA, ANUARIOS ESTADISTICOS*. [En línea]
[Último acceso: 2015].

SNPA, 2014a. *SERNAPESCA, ANUARIOS ESTADISTICOS*. [En línea]
[Último acceso: 2015].

SNPA, 2015. *SERNAPESCA*. [En línea]
[Último acceso: marzo 2015].

Stotz, W., 1997. Las áreas de Manejo en la Ley de Pesca y Acuicultura: primeras experiencias y evaluaciones de la utilidad de esta herramienta para el recurso loco. *Estudios Oceanológicos*, Volumen 16, pp. 67-86.

SUBPESCA, 2003. *Política Nacional de Acuicultura*, Valparaíso: Subsecretaría de Pesca.

SUBPESCA, 2013. *Estado de situación AMERB Nacional*. [En línea]

Available at: http://www.subpesca.cl/prensa/601/articles-80131_Antecedente.pdf

[Último acceso: 24 Junio 2015].

Tapia, C. H., 2010. *Acciones habilitantes para proponer un modelo de toma de decisiones para la gestión pública de las pesquerías. Informe Final*, Coquimbo: IFOP-SSPA-CESSO.

Thomas, F. y otros, 2016. *Evaluación directa de macroalgas/impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, III Región. Informe Final Proyecto FIP 2014-17*, Valparaíso: Consejo de Investigación Pesquera y Acuicultura.

Ugarte, R. A. & Sharp, G., 2001. A new approach to seaweed management in Eastern Canada: the case of *Ascophyllum nodosum*. *Cah. Biol. Mar.*, Volumen 42, pp. 63-70.

Vásquez, J. y otros, 2012. I. Programa de investigación de las algas pardas en el sur de Perú. 2011-2015. En: IMARPE, ed. *Estudios sobre macroalgas pardas en el sur del Perú. 2011-2015*. Callao: IMARPE, pp. 7-57.

Vásquez, J., Piaget, N. & Vega, J., 2012. Chilean *Lessonia nigrescens* fishery in northern Chile: How do you harvest is more important than how much do you harvest. *Journal of Applied Physiology*, Volumen 24, pp. 417-426.

Vásquez, J. y otros, 2008. *Bases ecológicas y evaluación de usos alternativos para el manejo de praderas de algas pardas de la II y IV Regiones. Informe Final Proyecto FIP N° 2005-22, Subsecretaría de Pesca, Chile, s.l.: s.n.*

Vásquez, J. y otros, 2008. *Bases ecológicas y evaluación de usos alternativos para el manejo de praderas de algas pardas de la III y IV regiones. Informe Final Proyecto FIP N° 2005-22. UCN, Valparaíso: Concejo de Investigación Pesquera.*

Vásquez, J. y otros, 2008. *Bases ecológicas y evaluación de usos alternativos para el manejo de praderas de algas pardas de la III y IV regiones. Proyecto FIP 2005-22. Informe Final, Coquimbo: Universidad Católica del Norte.*

Von Bertalanffy, L., 1989. *Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Primera Edición ed. s.l.:Fondo de Cultura Económica.

Zuñiga, S., Ramirez, P. & Valdebenito, M., 2008. The socioeconomic situation in managed areas of the Coquimbo region, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, Volumen 36, pp. 63-81.

Zuñiga, S., Ramirez, P. & Valdebenito, M., 2010. , 2010, Socio-economic impacts measurements of the of Benthic Resources Management Areas on small-scale fishing communities of northern Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, Volumen 38, pp. 15-26.

Calderón M.S. & S.M. Boo (2016) Phylogeny of Phylloporaceae (Rhodophyta, Gigartinales) reveals *Asterfilopsis* gen. nov. from the Southern Hemisphere. *Phycologia*, 55(5): 543-554.

Fraser C.I., Thiel M., Spencer H.G. & J.M. Waters (2010) Contemporary habitat discontinuity and historic glacial ice drive genetic divergence in Chilean kelp. *BMC Evolutionary Biology*, 10(1): 1.

Guillemin M.L., Contreras-Porcía L., Ramírez M.E., Macaya E.C., Bulboa-Contador C., Woods H., Wyatt C. & J. Brodie (2016) The bladed Bangiales (Rhodophyta) of the South Eastern Pacific: Molecular species delimitation reveals extensive diversity. *Molecular phylogenetics and evolution*, 94: 814-826.

Montecinos A., Broitman B. R., Faugeron S., Haye P. A., Tellier F. & M.L. Guillemin (2012) Species replacement along a linear coastal habitat: phylogeography and speciation in the red alga *Mazzaella laminarioides* along the south east pacific. *BMC evolutionary biology*, 12(1): 1.

- Ramírez M.E., Contreras-Porcía L., Guillemín, M.L., Brodie, J., Valdivia, C., Flores-Molina, M.R., Nuñez A., Bulboa-Contador C & C. Lovazzano (2014) *Pyropia orbicularis* sp. nov. (Rhodophyta, Bangiaceae) based on a population previously known as *Porphyra columbina* from the central coast of Chile. *Phytotaxa*, 158(2): 133-153.
- Abreu MH, DA Varela, L Henríquez, A Villarroel, C Yarish, I Sousa-Pinto, AH Buschmann. 2009. Traditional vs. Integrated Multi-Trophic Aquaculture of *Gracilaria chilensis* C. J. Bird, J. McLachlan & E. C. Oliveira: Productivity and physiological performance. *Aquaculture* 293: 211–220.
- Ang PO, GJ Sharp & R Semple. 1993. Changes in the population structure of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Joil due to mechanical harvesting. *Hydrobiologia* 260/261: 321-326.
- Ang PO, GJ Sharp & R Semple. 1996. Comparison of the structure of populations of *Ascophyllum nodosum* (Fucales, Phaeophyta) at sites with different harvesting histories. *Hydrobiologia* 326/327: 179-184.
- Broitman BR, SA Navarrete, F Smith & SD Gaines. 2001. Geographic variation of southeastern Pacific intertidal communities. *Marine Ecology Prog Series* 224: 21–34.
- Broitman BR & BP Kinlan. 2006. Spatial scales of benthic and pelagic producer biomass in a coastal upwelling ecosystem. *Marine Ecology Progress Series* 327: 15–25.
- Borja A, A Ranasinghe & SB Weisberg. 2009a. Assessing ecological integrity in marine waters, using multiple indices and ecosystem components: Challenges for the future. *Marine Pollution Bulletin* 59:1-4.
- Borja A, J Bald, J Franco, J Larreta, I Muxika, M Revilla, JG Rodriguez, O Solaun, A Uriarte & V. Valencia. 2009b. Using Multiple ecosystem components, in assessing ecological status in Spanish (Basque country) Atlantic marine Waters. *Marine Pollution Bulletin* 59: 54-64.
- Caddy JF & R Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. *FAO Fisheries Technical Paper* N° 347. Rome, FAO. 83 pp.
- Camus. PA. 1994. Dinámica geográfica en poblaciones de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en el norte de Chile: importancia de la extinción local durante eventos de El Niño de gran intensidad. *Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Serie Ciencias del Mar* 3: 58-70.
- Camus PA & AN Andrade. 1999. Diversidad de comunidades intermareales rocosas del norte de Chile y el efecto potencial de la surgencia costera. *Revista Chilena de Historia Natural*. 72: 389-410.
- Cancino JM & B Santelices. 1984. Importancia ecológica de los discos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 57: 23-33.
- Carignan V & M-E Villard. 2002. Selecting indicators species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental Monitoring and Assessment* 78:45-61.

- Castilla JC. 1999. Coastal marine communities: trends and perspectives from human-exclusion experiments. *Trends in Ecology & Evolution* 14: 280–283.
- Castilla JC. 2000. Roles of experimental marine ecology in coastal management and conservation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 250:3–21.
- Castilla JC & M Fernández. 1998. Small-scale benthic fisheries in Chile: On co-management and sustainable use of benthic invertebrates. *Ecological Applications* 8(1):S124-S132.
- Chapman ARO. 1984. Reproduction, recruitment and mortality in two species of *Laminaria* in south-west Nova Scotia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 78: 99-108.
- Chapman ARO. 1985. Demography. En: *Handbook of Phycological methods. Ecological Field methods. Macroalgae*. Littler MM & DS Littler (eds). Cambridge University Press. pp. 251-268.
- Chapman ARO. 1986. Age versus stage: an analysis of age- and size-specific mortality and reproduction in a population of *Laminaria longicuris* Pyl. *J Exp Mar Biol. Ecol* 97: 113-122.
- Chapman ARO. 1987. The wild harvest and culture of *Laminaria longicuris* de la Pylaie in Eastern Canada. En: *Case studies of seven commercial seaweed resources*. Doty MS, JF Caddy & B Santelices (eds). FAO Fisheries Technical paper N° 281: 193-238.
- Chapman ARO. 1993. 'Hard' data for matrix modelling of *Laminaria digitata* (Laminariales, Phaeophyta) populations. *Hydrobiologia* 260/261: 263-267.
- Crowe TP, RC Thompson & SJ Hawkins. 2000. Impacts of anthropogenic stress on rocky intertidal communities. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 7: 273-297.
- Dale VH & SC Beyeler. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators* 1: 3–10.
- Davies SP & SK Jackson. 2006. The biological condition gradient: a descriptive model for interpreting Changes in aquatic ecosystems. *Ecological Applications* 16(4):1251–1266.
- DellaSala DA, JA Williams, CD Williams & JF Franklin. 2003. Beyond smoke and mirrors. A synthesis of fire policy and Science. *Conservation Biology* 18(4) 976-986.
- De Leo GA & S Levin. 1997. The multifaceted aspects of ecosystem integrity. *Conservation Ecology*. URL: <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art3/>
- De Groot, RS, J van der Perk, A Chiesura & S Marguliew. 2000. Ecological functions and socio-economic values of critical natural capital as a measure for ecological integrity and environmental health. Page 191-214 in Crabbe P, A Holland, L Ryszkowski & L Westra, editors, *Implementing Ecological Integrity: Restoring Regional and Global Environmental and Human Health*. NATO-Science Series, IV. Earth and Environmental Sciences, vol. 1. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.

Dolédec S & B Statzner. 2010. Responses of freshwater biota to human disturbances: contribution of J-NABS to developments in ecological integrity assessments. *Journal of North American Benthological Society* 29(1): 286-311.

Edding M, E Fonck & J Macchiavello. 1994. *Lessonia*. En: I Akatsuka (Ed). *Biology of Economic Algae*. SPB Publishing bv, The Hague, The Netherlands. Pp 407-446.

Ervin J. 2003. Protected area assessments in perspective. *BioScience* 53(9):819-822.

Fernández M, Jaramillo E, Marquet PA, Moreno CA, Navarrete SA, Ojeda FP, Valdovinos CR & JA Vásquez. 2000. Diversity, dynamics and biogeography of Chilean benthic nearshore ecosystems: an overview and guidelines for conservation. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 797–830.

Fram, JP, HL Stewart, MA Brzezinski, B Gaylord, DC Reed, SL Williams & S MacIntyre. 2008. Physical pathways and utilization of nitrate supply to the giant kelp, *Macrocystis pyrifera*. *Limnology and Oceanography* 53(4): 1589–1603.

Freyfogle ET & J Lutz-Newton. 2001. Putting Science in its place. *Conservation Biology* 16(4): 863-873.

Flores-Aguilar RA, A. Gutierrez, A. Ellwanger & R. Searcy-Bernal (2007) Development and current status of aquaculture abalone in Chile. *Journal of Shellfish Research* 26(3): 705–711.

Gaymer CF, AT Palma, JMA Vega, CJ Monaco & LA Henríquez. 2010. Effects of La Niña on recruitment and abundance of juveniles and adults of benthic community-structuring species in northern Chile. *Marine and Freshwater Research*: Accepted.

Gerard VA. 1982. In situ rates of nitrate uptake by giant kelp, *Macrocystis pyrifera* *Marine Biology* 69:51-54

Germann I. 1989. Aspects of carbon metabolism in relation to autumnal blade abscission in the kelp *Pleurophycus gardneri* (Phaeophyceae, Laminariales). *Marine Ecology Progress Series* 54:179-188.

Glynn PW. 1988. El Niño-Southern Oscillation 1982-1983: Nearshore population, community, and ecosystem responses. *Annual Review of Ecology and Systematic* 19: 309-345.

Graham MH. 2004. Effects of local deforestation on the diversity and structure of southern California giant kelp forest food webs. *Ecosystems* 7: 341-357.

Graham MH, JA Vásquez & AH Buschmann. 2007. Global ecology of the giant kelp *Macrocystis*: from ecotypes to ecosystems. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 45, 39-88.

Gómez I & C Wiencke. 1998. Seasonal changes in C, N and major organic compounds and their significance to morpho-functional processes in the endemic Antarctic brown alga *Ascoseira mirabilis*. *Polar Biology* 19: 115-121.

Gómez I, M Orostegui & P Huovinen. 2007. Morpho-functional patterns of photosynthesis in the South Pacific kelp *Lessonia nigrescens*: effects of UV radiation on ¹⁴C fixation and primary photochemical reactions. *Journal of Phycology* 43: 55-64.

Halpin PA, PT Strub, WT Peterson & TR Baumgartner (2004) An overview of interactions among oceanography, marine ecosystems, climatic and human disruptions along the eastern margins of the Pacific Ocean. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 371-410.

Hawkins CP, JR Olson & RA Hill. 2010. The reference condition: predicting benchmarks for ecological and waterquality assessments. *Journal of the North American Benthological Society* 29:312–343.

Jorquera-Jaramillo C, K Martínez-Tillería, JM Alonso Vega, J Aburto, MA Pérez, MF León, CF Gaymer & FA Squeo. 2008. Biodiversidad en Chile: Escenario y perspectivas de la conservación en ambientes terrestres y marinos. Documento de Trabajo. Curso Fundamental de Socio-ecología y Biología de la Conservación. Programa de Doctorado en Biología y Ecología. Facultad de Ciencias del Mar. Coquimbo. 53 pp.

Karr JR. 1996. Ecological integrity and ecological health are not the same. Pages 97-109. En PC Schulze, R Frosch & P Risser (eds). *Engineering within ecological constraints*. National Academy of Engineering, Washington, USA.

Karr JR. 1999. Defining and measuring river health. *Freshwater Biology* 41:221-234.

Karr JR & DR Dudley. 1981. Ecological perspective on water quality goals. *Environmental Management* 5: 55-68.

King AW. 1993. Consideration of scale and hierarchy. Pages 19-46 in J. Woodley, S. J. Kay, and G. Francis, editors. *Ecological integrity and the management of ecosystems*. St. Lucie Press, Ottawa, Canada.

Landres PB, P Morgan & FJ Swanson. 1999. Overview of the use of natural variability concepts in managing ecological systems. *Ecological Applications* 9: 1179–1188.

Lazo L & ARO Chapman. 1996. Effects of harvesting on *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol (Fucales, Phaeophyta): a demographic approach. *Journal of Applied Phycology* 8: 87-103.

Leinfelder U, F Brunnenmeier, H Cramer, J Schiller, K Arnold, JA Vásquez & U Zimmermann. 2003. A highly sensitive cell assay for validation of purification regime of alginates. *Biomaterials* 24: 4161-4172.

Levin PS, MJ Fogarty, SA Murawski & D Fluharty. 2009. Integrated Ecosystem Assessment: Developing the scientific basis for Ecosystem-Based Management of the ocean. *Plos Biology* 7(1):23-28.

Manuel-Navarrete D, JJ Kay & D Dolderman. 2004. Ecological integrity discourses: Linking ecology with cultural transformation. *Research in Human Ecology* 11(3): 215-229.

Marin VH, LE Delgado & G Luna-Jorquera. 2003. S-Chlorophyll squirts at 30°S off the Chilean coast (eastern South Pacific): Feature-tracking analysis. *Journal Of Geophysical Research* 108 (12): 3378-3383.

Martínez EA, L Cardenas & R Pinto. 2003. Recovery and genetic diversity of the intertidal kelp *Lessonia nigrescens* 20 years after El Niño 1982-83. *Journal Phycology* 39: 504-508.

Mattson KM & PL Angermeier 2007. Integrating human impacts and ecological integrity into a risk-based protocol for conservation planning. *Environmental Management* 39: 125-138.

Mendieta J. 1997. Consideraciones ecológicas para el manejo de poblaciones de *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices (1986) en el norte de Chile. Tesis de Magíster en Ciencias del Mar. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. 80 pp.

Moreno CA. 2001. Community patterns generated by human harvesting on Chilean shores: a review. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 11: 19-30.

Müller F. 2005. Indicating ecosystem and landscape organization. *Ecological Indicators* 5: 280-294.

Müller F & R Lenz. 2006. Ecological Indicators: Theoretical fundamentals of consistent applications in environmental management. 6:1-5.

Navarrete SA, S Gelcich & JC Castilla. 2010. Monitoreo de largo plazo en el ecosistema marino costero de Las Cruces, Chile: Definiendo líneas base para construir alfabetización ecológica en un mundo que cambia. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 143-157.

Noss RF. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.

Noss RF. 1999. Assessing and monitoring forest diversity: a suggested framework and indicators. *Forest Ecology and Management* 115:135-146.

Nielsen JK & SA Navarrete 2004 Mesoscale regulation comes from the bottom-up: intertidal interactions between consumers and upwelling. *Ecological Letters* 7: 31-41.

Niemi GJ & ME McDonald. 2004. Application of ecological indicators. *Annual Review Ecology, Evolution and Systematic* 35:89-111.

Ortiz J, E Uqiche, P Robert, N Romero, V Quital & C Llantén. 2009. Functional and nutritional value of the Chilean seaweeds *Codium fragile*, *Gracilaria chilensis* y *Macrocystis pyrifera*. *European Journal of Lipid Science and Technology* 111: 320-327.

Parrish JD, DP Braun & RS Unnasch. 2003. Are We Conserving What We Say We Are? Measuring Ecological Integrity within Protected Areas *BioScience* 53(9): 851-860.

Pringle JD, DJ Jones & RE Semple. 1987. Fishing and catch characteristics of an eastern Canadian Irish moss (*Chondrus crispus* Stackh.) dragraker. *Hydrobiologia* 151/152: 341-347.

Rassweiler A, KK Arkema, DC Reed, RC Zimmerman & MA Brzezinski. 2008. Net primary production, growth, and standing crop of *Macrocystis pyrifera* in southern California. *Ecology*, 89(7): 2068.

Reed DC A Rassweiler & KK Arkema. 2008. Biomass rather than growth rate determines variation in net primary production by giant kelp. *Ecology* 89(9):2493–2505.

Ross AB, JM Jones, ML Kubacki & T Bridgeman. 2008. Classification of macroalgae as fuel and its thermochemical behaviour. *Bioresource Technology* 99: 6494–6504.

Seijo J, O Defeo & S Salas. 1997. Bioeconomía pesquera: Teoría, modelación y manejo. FAO Documento Técnico de Pesca N° 368, 176 pp.

Sharp G. 1987. *Ascophyllum nodosum* and its harvesting in Eastern Canada. En: Case studies of seven commercial seaweed resources. Doty MS, JF Caddy & B Santelices (eds). FAO Fisheries Technical Paper N° 281: 3-48.

Steneck RS, MH Graham, BJ Bourque, D Corbett, JM Erlandson, JA Estes & MJ Tegner. 2002. Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. *Environmental Conservation* 29: 436-459.

Soto R. 1985. Efectos del fenómeno del El Niño 1982-83, en ecosistemas de la I Región. *Investigaciones Pesqueras* 32: 199-206.

Takesue RK, A Van Geen, JD Carriquiry, E Ortiz, L Gonidez-Orta, I Granados, M Saldivar, L Ortlieb, N Guzman, JC Castilla, M Varas, M Salamanca & C Figueroa. 2004. Influence of coastal upwelling and ENSO on nearshore water along Baja California and Chile: shore-based monitoring during 1997-2000. *Journal of Geophysical Research-Oceans* 109, doi: 10.1029/2003JC001856.

Tapia FJ, SA Navarrete, M Castillo, BA Menge & JC Castilla. 2009. Thermal indices of upwelling effects on inner-shelf habitats. *Progress in Oceanography* doi:10.1016/j.pocean.2009.07.035

Thiel M, EC Macaya, E Acuña, W Arntz, H Bastias, K Brokordt, P Camus, JC Castilla, L Castro, M Cortés, C Dumont, R Escribano, M Fernández, DA Lancellotti, JA Gajardo, CF Gaymer, I Gómez, AE González, HE González, P Haye, JE Illanes, JL Iriarte, G Luna-Jorquera, C Luxoro, PH Manríquez, V Marín, P Muñoz, SA Navarrete, E Pérez, E Poulin, J Sellanes, A Sepúlveda, W Stotz, F Tala, A Thomas, CA Vargas, JA Vásquez & JMA Vega. 2007. The Humboldt Current System of northern-central Chile - Oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 45: 195-345.

Thompson RC, TP Crowe & SJ Hawkins. 2000. Rocky intertidal communities: past environmental changes, presents status and predictions for the next 25 years. *Environmental Conservation* 29(2): 168-191.

Tomicic JJ. 1985. Efectos del fenómeno del El Niño 1982-83, en las comunidades litorales de la Península de Mejillones. *Investigaciones Pesqueras* 32: 209-213.

Vásquez JA. 1992. *Lessonia trabeculata*, a subtidal bottom kelp in northern Chile: a case of study for a structural and geographical comparison. En: U. Seeliger (ed). *Coastal Plant Communities of Latin America*. Academic Press, Inc. San Diego. Pp 77-89.

Vásquez JA. 1999. The effect of harvesting of brown seaweeds: a social, ecological and economical important resource. *World Aquaculture* 30: 19-22.

Vásquez JA. 2008. Production, use and fate of Chilean brown seaweeds: re-resources for a sustainable fishery. *Journal Of Applied Phycology*

Vásquez JA & B Santelices. 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 57: 131-154.

Vásquez JA y B Santelices. 1990. Ecological effects of harvesting *Lessonia* (Laminariales, Phaeophyta) in central Chile. *Hidrobiologia* 204/205: 41-47.

Vásquez JA & R Westermeier. 1993. Limiting factors in optimizing seaweed yield in Chile. *Hydrobiologia* 260/261: 313-320.

Vásquez JA & AH Buschmann. 1997. Herbivore-kelp interactions in Chilean subtidal communities: a review. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 41-52.

Vásquez JA & JMA Vega. 2004. Efectos de ENOS 1997-98 en la estructura y organización de comunidades submareales del norte de Chile. En: S. Avaria, J. Rutland, J. Carrasco & E. Yáñez, Eds. *El Niño-La Niña 1997-2000*. Ediciones Comité Oceanográfico Nacional CONA: 119-135.

Vásquez JA & JMA Vega. 2005. Macroinvertebrados asociados a discos de adhesión de algas pardas: biodiversidad de comunidades discretas como indicadora de perturbaciones locales y de gran escala. Cuarta parte. Capítulo XII. En: E. Figueroa Ed. *Biodiversidad Marina: Valoración, uso y perspectivas. ¿Hacia donde va Chile?*. Editorial Universitaria. Santiago. Chile: 429-450.

Vásquez JA, PA Camus & FP Ojeda. 1998. Diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros rocosos del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 479-499.

Vásquez JA, D Véliz & LM Pardo. 2001a. Vida bajo las grandes algas pardas. En: Alveal K & T Antezana (eds). *Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual, bases científico técnicas, teorizaciones y perspectivas*. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción. Chile: 293-308.

- Vásquez JA, E Fonck & JMA Vega. 2001b. Diversidad, abundancia y variabilidad temporal de ensamblajes de macroalgas del submareal rocoso del norte de Chile. En: Alveal K & T Antezana (eds). Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual, bases científico técnicas, teorizaciones y perspectivas. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción. Chile: 615-634.
- Vásquez JA, JMA Vega & C Cerda. 2001c. Evaluaciones in situ del efecto de los desechos de la minería en la biodiversidad de ambientes submareales someros del norte de Chile: ensamblajes de macroinvertebrados asociados a discos de adhesión de *Lessonia trabeculata* (Pheophyta: Laminariales). En: K. Alveal y T. Antezana, Eds. Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual, bases científico técnicas, teorizaciones y proyecciones. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción (CHILE): 615-634.
- Vega JMA. 2005. Dinámica de Poblaciones de *Macrocystis integrifolia* en el norte de Chile. Tesis de Magíster en Ciencias del Mar. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte. 114 pp
- Vega JMA, JA Vásquez & AH Buschmann. 2005. Biología poblacional de huirales submareales de *Macrocystis integrifolia* y *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyceae) en un ecosistema de surgencia del norte de Chile: variabilidad interanual y El Niño 1997-98. *Revista Chilena de Historia Natural* 78:32-50.
- Wieters E. 2005. Upwelling control of positive interactions over mesoscales: a new link between bottom-up and top-down processes on rocky shores. *Marine Ecology Progress Series* 301, 43–54.
- Wieters EA, Dm Kaplan, SA Navarrete, A Sotomayor, J Largier, KJ Nielsen & F Veliz. 2003. Alongshore and temporal variability in chlorophyll a concentration in Chilean nearshore waters. *Marine Ecology Progress Series* 249:93-105.
- Westermeier R & I Gómez. 1996. Biomass, energy contents and major organic compounds in the brown alga *Lessonia nigrescens* (Laminariales, Phaeophyceae) from Mehuín, South Chile. *Bot. Mar.* 39: 553-559.
- Wilson MA, R Costanza, R Boumans & S Liu. 2002. Integrated Assessment and Valuation of Ecosystem Goods and Services provided by Coastal Systems. Documento de trabajo. <http://media.eurekalert.org/aaasnewsroom/2004/Boumans-Coastal-Paper.pdf>
- Zimmerman RC & JN Kremer. 1984. Episodic nutrient supply to a kelp forest ecosystem in Southern California. *Journal Marine Research* 42: 591-604.
- Zimmerman U, U Leinfelder, M Hillgartner, B Manz, H Zimmerman, R Brunmeier, M Weber, JA Vásquez, F Volke & C Hendrich. 2003. Homogenously cross-linked Scaffolds based on clinical-grade alginates for transplantations and tissue engineering. En: *Tissue Engineering and Immunoisolated Transplantation*. Hoffmann M, Kaplan D & H Zimmermann (eds). Academic Press: 77-86.
- Zuñiga S, F Tala, A Vega, N Piaget & J Vásquez. 2008. Valor económico de los bosques de algas marinas de la III y IV Región de Chile. *Gestión Ambiental* 12: 41-56.



Taller con Pescadores Artesanales de Nispero
Nispero, Costa Rica



Capacitación profesionales e investigadores de Costa Rica
UCN-UNC-AGCI Chile
Puntarenas, Costa Rica



Foro Internacional de SAS²
Carleton University
Ottawa, Canadá



Taller con ICU y actores del sistema algal
Arequipa, Perú



Taller de evaluación de PAR-Tiburón con CTC de la CPPS
Bogotá, Colombia



CESSO

COLABORACION · INNOVACION · DESARROLLO

LATINOAMERICA

Centro de Estudios de Sistemas Sociales



Taller de capacitación para Investigadores de CENPAT
Puerto Madryn, Argentina

...Entrelazando redes de apoyo a nivel social, económico y cultural



Formulación del Plan de Manejo de Algas Pardas de Atacama
Huasco, Chile

www.cesso.cl



Asesoría para la conservación en Rapa Nui, UCN-SSPA
Rapa Nui, Chile



Taller de capacitación en Evaluación de Riesgo Ecológico
Proyecto GEF-Humboldt Chile-Perú
Valparaíso, Chile



Taller de capacitación en Planificación Estratégica
Proyecto GEF Humboldt Chile-Perú
Santiago, Chile



Taller con RED de Jóvenes Líderes para la Conservación Marina
Las Cruces, Chile



Asesoría para facilitar consulta de Participación Ciudadana
Punta Arenas, Chile