

TALLER ESTADO DE LAS PESQUERÍAS DE ALGAS PARDAS REGIÓN DE TARAPACÁ: RECURSO-FLOTA-MERCADO Y RECOMENDACIONES DE MANEJO

Síntesis técnica del taller realizado en abril de 2026

Gabriel Jerez Aranda (1) y Juan Carlos Villarroel Ugalde (2)

Iquique, Región de Tarapacá, Chile



Septiembre, 2026

Como citar este documento:

Jerez, G. y J.C. Villarroel (Ed). 2026. TALLER ESTADO DE LAS PESQUERÍAS DE ALGAS PARDAS REGIÓN DE TARAPACÁ: RECURSO-FLOTA-MERCADO Y RECOMENDACIONES DE MANEJO. Síntesis técnica del taller realizado en abril de 2026. Comité de Manejo de Algas Pardas, Región de Tarapacá. Ciudad Iquique, Región de Tarapacá. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 77 pp.

Contenido

1. AUTORES EXPOSITORES.....	4
2. INTRODUCCIÓN.....	5
3. OBJETIVOS.....	6
3.1 Objetivo General:	6
3.2 Objetivos Específicos:.....	6
4. SÍNTESIS DE LAS PONENCIAS.....	7
4.1. Contexto y Propósito del Taller. Síntesis del Plan de Manejo.	7
Gabriel Jerez A. ⁽¹⁾ & Juan Carlos Villarroel U. ⁽²⁾	7
4.2. Indicadores pesqueros de algas pardas obtenidos mediante un monitoreo permanente: Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas.....	17
Andrés Olguín I.	17
4.2. Estado del Recurso Algas Pardas de la R. Tarapacá y Requerimientos de Investigación... 25	
Pablo Araya C.	25
4.3. Investigación para Establecer Estado de las Algas Pardas: Modelos y Administración.....	32
Carlos Techeira T.....	32
4.4. Experiencia y Recomendaciones para el Manejo: Importancia de los Usuarios.	43
Dra. Marcela Ávila L.	43
4.5. Experiencia y Recomendaciones para el Manejo del Recurso.	51
Dr. Julio Vásquez C.	51
4.6. Manejo de las Algas y su Relación con Aspectos Evolutivos y Moleculares.....	56
Dr. Erasmo Macaya H.	57
4.6. Determinantes del Manejo y su Efectividad en Pesquerías Artesanales.	63
Dr. Omar Defeo.....	63
4.7. Las Pesquerías de Algas Pardas de Tarapacá.	66
Raúl Madrid C.....	67

5.	RESUMEN DEL TALLER.....	69
5.1.	Grupo 1: Corto Plazo: Adecuación Plan de Manejo y Contingencia	70
5.2.	Grupo 2: Largo Plazo, Investigación Pesquera y Sustentabilidad	72
6.	CONCLUSIONES GENERALES.....	73
	ANEXO.....	76

1. AUTORES EXPOSITORES

Sr. Andrés Olguin I.
Instituto de Fomento Pesquero
Valparaíso.
andres.olguin@ifop.cl

Sr. Carlos Techeira T.
Instituto de Fomento Pesquero
Valparaíso.
carlos.techeira@gmail.com

Sr. PhD. Erasmo Macaya H.
Universidad de Concepción
Concepción
erasmomacaya@udec.cl

Sr. Gabriel Jerez A.
Valparaíso
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
gjerez@subpesca.cl

Sr. Juan Carlos Villarroel U.
Iquique
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
jvillarroel@subpesca.cl

Sr. PhD. Julio Vasquez C.
Consultor
La Serena.
jvasquez@ucn.cl

Sra. PhD. Marcela Avila L.
Universidad Santo Tomas
Puerto Montt
marcela.avila1@gmail.com

Sr. PhD. Omar Defeo G.
Universidad de la República de Uruguay
Montevideo.
odefeo@fcien.edu.uy

Sr. Pablo Araya C.
Instituto de Fomento Pesquero
Valparaíso.
pablo.araya@ifop.cl

Sr. Raúl Madrid C.
Representante CMAP-TRPCA
Pescador Artesanal
Iquique

2. INTRODUCCIÓN

El manejo de las pesquerías de algas pardas en la Región de Tarapacá se formalizó mediante la Resolución Exenta N° 3320/2013, de fecha 06 de diciembre de 2013 que publica el Plan de Manejo de Algas Pardas, instrumento a partir del cual se ha estructurado la administración de este recurso, cuyo objetivo es “Propender a la sustentabilidad a largo plazo de la pesquería de las algas pardas mediante una explotación ordenada y con énfasis en los aspectos biológico, económico y social.”

Desde su implementación, el plan ha sido objeto de modificaciones, sin que estas hayan implicado cambios sustanciales en su estructura original a lo largo de los últimos 12 años. En dicho período, el Comité de Manejo ha abordado materias vinculadas a la gestión de la pesquería, incluyendo el seguimiento del estado de las algas pardas, aspectos de control y fiscalización, y el ingreso de usuarios al plan, entre otros.

En el proceso de revisión y adecuación del plan de manejo, se constató que algunas metas del plan vigente presentan niveles de cumplimiento verificables. No obstante, otras metas no han podido ser evaluadas debido a la falta de información disponible, lo que limita analizar su grado de avance. Además, existe la necesidad de integrar nuevas metas orientadas a mejorar la generación de información, reducir la actividad ilegal, optimizar la gestión y promover buenas prácticas en la pesquería.

Este taller, dirigido al Comité de Manejo, se enmarca en el proceso de revisión y adecuación del Plan de Manejo de Algas Pardas en la Región de Tarapacá. Se espera, a partir del conocimiento y experiencia de los expositores e integrantes, obtener información que permita la adecuación del Plan de Manejo. Asimismo, resulta necesario avanzar en la definición de planes de acción concretos y en el diseño de indicadores adecuados que permitan un seguimiento efectivo de las medidas de manejo propuestas, en coherencia con los objetivos de sustentabilidad de la pesquería.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General:

- Recoger experiencias, ideas, opiniones y recomendaciones sobre prácticas y acciones que contribuyan a la sostenibilidad de la pesquería y que sean factibles a transformarse en medidas de implementación del Plan de Manejo de Algas Pardas.

3.2. Objetivos Específicos:

- Obtener información que contribuya al cumplimiento de las reglas de decisión del Plan de Manejo.
- Generar información para detectar brechas de conocimiento científico, definir líneas de investigación y monitoreo permanente, que fortalezcan la evaluación del estado de las algas pardas y sustenten decisiones de manejo basadas en evidencia.
- Recoger propuestas para la creación de un sistema de manejo adaptativo de largo plazo.
- Conocer la percepción del Comité y expositores respecto de la suficiencia de las medidas de conservación y administración de corto plazo, sus dificultades de implementación y la necesidad de medidas adicionales.
- Recoger propuestas de medidas adicionales de corto plazo para la conservación administración de las algas pardas.
- Recoger propuestas de acciones frente a posibles contingencias asociadas a disminuciones drásticas de biomasa, desembarques o precios.

4. SÍNTESIS DE LAS PONENCIAS

4.1. Contexto y Propósito del Taller. Síntesis del Plan de Manejo.

Gabriel Jerez A.⁽¹⁾ & Juan Carlos Villarroel U.⁽²⁾

(1) Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso

(2) Dirección Zonal de Pesca-Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Iquique

1. CONTEXTO Y PROPÓSITO

Las pesquerías de algas pardas de la Región de Tarapacá comprenden principalmente tres recursos: **huir negro (*Lessonia* spp.)**, **huir palo (*Lessonia trabeculata*)** y **huir flotador o canutillo (*Macrocystis pyrifera*)** (Figura 1). Estas pesquerías presentan una elevada importancia económica y social, particularmente por su vinculación con los mercados internacionales. En este contexto, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura implementó un Comité de Manejo encargado de participar en la elaboración y revisión de las medidas destinadas a ordenar y hacer sostenible la actividad.

El Plan de Manejo de Algas Pardas de la Región de Tarapacá fue establecido mediante la Resolución Exenta N.º 3320 de 2013 (SSPA, 2013). Desde su implementación ha experimentado diversas modificaciones administrativas, aunque el contenido sustantivo del plan no había experimentado cambios importantes durante aproximadamente catorce años. Durante este período, el Comité de Manejo abordó numerosos asuntos relacionados con las reglas de control y la sostenibilidad de la pesquería, a través de 53 sesiones ordinarias y extraordinarias.

El taller técnico realizado en Iquique el 23 de abril de 2026 tuvo como propósito apoyar el proceso de **revisión y adecuación del Plan de Manejo**, considerando la necesidad de actualizar sus problemas, objetivos, metas, indicadores y acciones de manejo. De esta manera, el proceso no se limita a revisar las medidas existentes, sino que busca determinar si la estructura del plan continúa siendo adecuada frente a la situación actual de los recursos y de la actividad pesquera.



Figura 1. Las tres principales especies consideradas en el Plan de Manejo: huir negro (*Lessonia* spp.), huir palo (*Lessonia trabeculata*) y huir flotador o canutillo (*Macrocystis pyrifera*).

2. MARCO CONCEPTUAL Y NORMATIVO DEL PLAN DE MANEJO

La presentación sitúa el proceso de revisión dentro del marco de la **Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)**, destacando principios como la conservación y utilización sustentable de los recursos hidrobiológicos, el enfoque precautorio, el enfoque ecosistémico y la salvaguarda de los ecosistemas marinos asociados a los recursos.

En este contexto, el Plan de Manejo es entendido como un compendio de normas y acciones destinadas a administrar una pesquería sobre la base del conocimiento actualizado de sus dimensiones biopesquera, económica y social. Por ello, su revisión debe considerar no solamente el comportamiento de los recursos, sino también las condiciones de los usuarios, la actividad extractiva y los componentes económicos y sociales de la pesquería.

La presentación plantea que revisar un **Plan de Manejo** significa evaluar formalmente si éste continúa siendo adecuado, eficaz y coherente con el estado actual de los recursos, la pesquería y sus condiciones sociales, económicas y ambientales, para posteriormente decidir si debe mantenerse, modificarse o ajustarse. Este concepto es particularmente importante porque transforma la revisión del plan en un proceso de evaluación de desempeño y no solamente en una actualización administrativa.

3. INDICADORES Y REGLAS DE CONTROL

Uno de los elementos centrales de la presentación es el concepto de **indicador (Figura 2)**. Éste se plantea como una herramienta cuantitativa o cualitativa capaz de entregar señales acerca de una situación, actividad o resultado, permitiendo medir el avance hacia un objetivo, comparar el desempeño a través del tiempo y apoyar la toma de decisiones.

Un ejemplo utilizado es la **densidad de las algas**, comparando la densidad observada con una condición considerada "sana", representada por la densidad existente en un área sin explotación. Sin embargo, la utilización efectiva de este indicador requiere una cadena lógica completa: monitorear la densidad, establecer una referencia, definir acciones para alcanzar o mantener dicha condición y establecer previamente qué decisión adoptar cuando el objetivo no sea alcanzado.

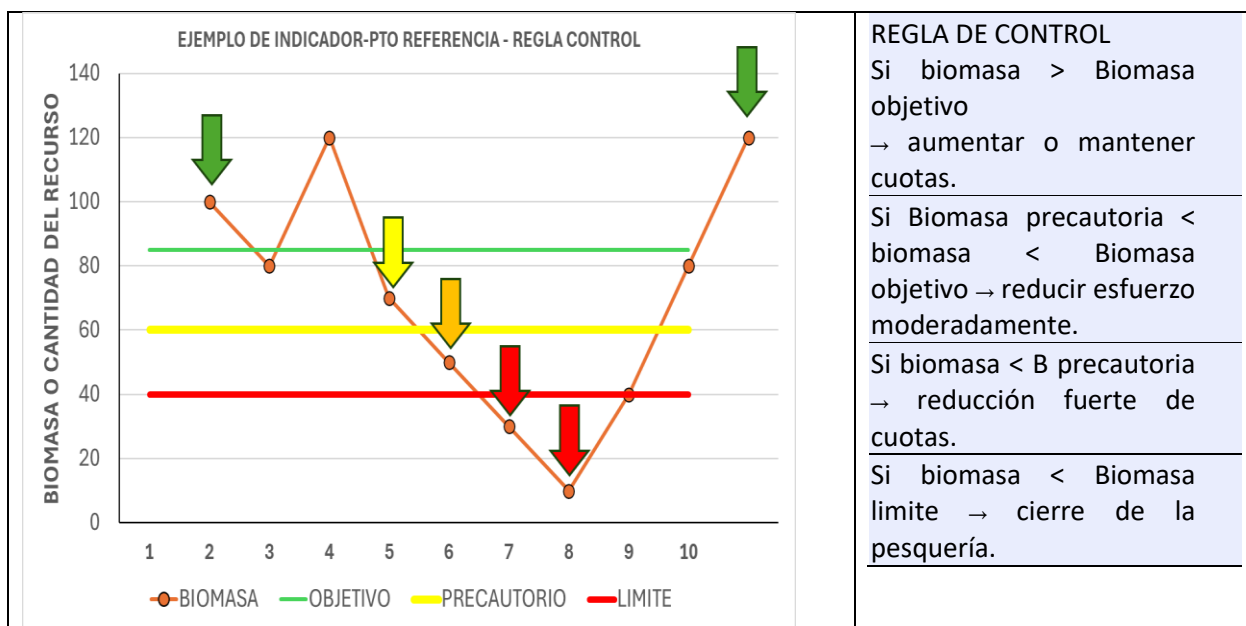


Figura 2. Esquema de una regla de control hipotética en una estrategia de recuperación de un recurso.

La presentación ejemplifica una regla de control basada en la relación entre biomasa observada y diferentes puntos de referencia. Cuando la biomasa supera la biomasa objetivo, se plantea aumentar o mantener las cuotas; cuando se encuentra entre la biomasa precautoria y la biomasa objetivo, se propone una reducción moderada del esfuerzo; si cae bajo la biomasa precautoria, se plantea una reducción fuerte de las cuotas; y cuando se encuentra bajo la biomasa límite, se establece el cierre de la pesquería.

Esta figura es especialmente relevante porque muestra la transición desde un **indicador descriptivo** hacia un **mecanismo de decisión**. Es decir, el valor del indicador no reside solamente en conocer el estado de la población, sino en vincular ese estado con una acción de manejo previamente definida.

4. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL PLAN DE MANEJO

La evaluación presentada considera los indicadores de desempeño originalmente establecidos en el Plan de Manejo y contrasta cada uno con la información actualmente disponible. En este proceso aparecen diferencias importantes entre metas que pueden ser evaluadas con información disponible y aquellas para las cuales la información es insuficiente.

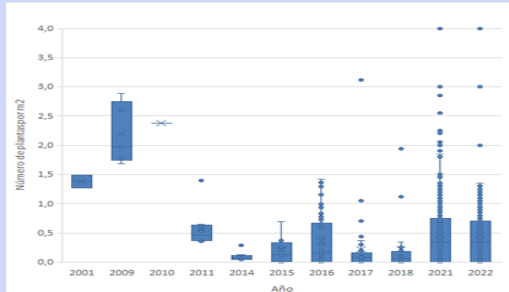
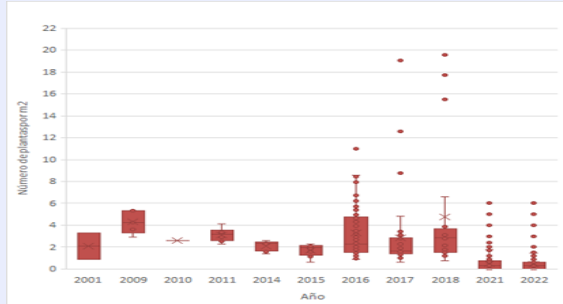
En el ámbito biológico, uno de los resultados más importantes corresponde a la **densidad de la fracción adulta del huero negro**, que mostró una tendencia descendente hacia 2022. Frente a esta situación, el Comité de Manejo recomendó adoptar acciones destinadas a recuperar la densidad de la fracción adulta hasta su valor inicial y propuso desarrollar un programa de repoblamiento para sectores que presentaran bajas densidades.

La densidad de juveniles del huiro negro también mostró variabilidad interanual y una tendencia descendente hacia 2022. Estos resultados evidencian la importancia de mantener indicadores que permitan diferenciar la situación de las fracciones adultas y juveniles de las poblaciones, particularmente cuando se pretende evaluar la capacidad de recuperación del recurso.

Un aspecto relevante de la evaluación corresponde a la **biomasa cosechable**. La presentación señala que actualmente no existe una medida de administración basada en cuotas para las especies de algas consideradas, razón por la cual el Comité de Manejo propuso reemplazar esta meta. Esto muestra una de las dificultades existentes para mantener indicadores originales cuando las medidas de administración asociadas a ellos han cambiado o no se encuentran implementadas.

La **Tabla 1** es fundamental para una evaluación adecuada, ya que permite observar, para cada indicador, qué información existe, cuál es su estado de cumplimiento y qué recomendaciones realizó el Comité de Manejo.

Tabla 1. Resumen de indicadores, información de respaldo y estado del indicador de los objetivos del Plan de Manejo de Algas Pardas R. de Tarapacá.

INDICADOR	INFORMACION DISPONIBLE	ESTADO								
1. Densidad actual o pronosticada de la biomasa COSECHABLE expresada como porcentaje de la densidad sin cosecha.	 <table><tr><th colspan="2">DENSIDAD ADULTOS (Ind*m2)</th></tr><tr><td>Densidad Año 2022 (Actual)</td><td>0,35</td></tr><tr><td>Densidad límite (95% Año 2001)</td><td>1,31</td></tr><tr><td>Indicador de desempeño</td><td>27%</td></tr></table>	DENSIDAD ADULTOS (Ind*m2)		Densidad Año 2022 (Actual)	0,35	Densidad límite (95% Año 2001)	1,31	Indicador de desempeño	27%	Densidad adulta de HUIRO NEGRO con tendencia a la baja al año 2022. El CM recomendó tomar acciones para recuperar la densidad de la fracción adulta a su valor inicial. El CM recomendó definir un programa de repoblamiento para sectores con baja densidad.
DENSIDAD ADULTOS (Ind*m2)										
Densidad Año 2022 (Actual)	0,35									
Densidad límite (95% Año 2001)	1,31									
Indicador de desempeño	27%									
2. Densidad actual o pronosticada de la biomasa JUVENIL expresada como porcentaje de la densidad sin cosecha.	 <table><tr><th colspan="2">DENSIDAD JUVENILES (Ind*m2)</th></tr><tr><td>Densidad Año 2022 (Actual)</td><td>0,30</td></tr><tr><td>Densidad límite (95% Año 2001)</td><td>1,97</td></tr><tr><td>Indicador de desempeño</td><td>15%</td></tr></table>	DENSIDAD JUVENILES (Ind*m2)		Densidad Año 2022 (Actual)	0,30	Densidad límite (95% Año 2001)	1,97	Indicador de desempeño	15%	Densidad juveniles de HUIRO NEGRO variable anualmente con tendencia a la baja el año 2022.
DENSIDAD JUVENILES (Ind*m2)										
Densidad Año 2022 (Actual)	0,30									
Densidad límite (95% Año 2001)	1,97									
Indicador de desempeño	15%									
3. Biomasa cosechable actual o pronosticada expresada como porcentaje de la biomasa cosechable sin explotar.	Actualmente no hay medida de administración “cuota” de ninguna especie de alga	El CM propuso reemplazar esta meta								

INDICADOR	INFORMACION DISPONIBLE	ESTADO																
4. Número actual de recolectores empadronados y/o certificados para operar en la pesquería.	RPA = 723 (2025), CON DA = 357 (49% RPA), NOM = 485 (67% RPA) 2025: R TARAPACÁ: INSCRITOS RPA Y CON DECLARACION <table><thead><tr><th>Categoría</th><th>Valor</th></tr></thead><tbody><tr><td>RPA</td><td>723</td></tr><tr><td>DA</td><td>357</td></tr><tr><td>NOMINA</td><td>485</td></tr></tbody></table> R TARAPACÁ: INSCRITOS Y CON DECLARACION <table><thead><tr><th>Categoría</th><th>Valor</th></tr></thead><tbody><tr><td>H NEGRO</td><td>357</td></tr><tr><td>H PALO</td><td>149</td></tr><tr><td>H FOTA</td><td>36</td></tr></tbody></table>	Categoría	Valor	RPA	723	DA	357	NOMINA	485	Categoría	Valor	H NEGRO	357	H PALO	149	H FOTA	36	La Meta se cumplió al primer año de funcionamiento (R. Ex. N°2304-14 Nómina de Participantes – Proceso de inscripción) EL CM recomendó un número máximo de 485 usuarios del PM.
Categoría	Valor																	
RPA	723																	
DA	357																	
NOMINA	485																	
Categoría	Valor																	
H NEGRO	357																	
H PALO	149																	
H FOTA	36																	
5. Desembarque actual de alga seca en óptima calidad	No fue posible evaluar esta meta, ya que no se tiene información de la calidad del alga	El CM recomendó reemplazar esta meta económica																
6. Variación de precio del alga seca en óptima calidad.	No fue posible evaluar esta meta, ya que no se tiene información de la calidad del alga	El CM recomendó reemplazar esta meta económica																
7. Número actual de recolectores capacitados para operar en la pesquería.	El indicador de desempeño se cumplió en un 100%. Desde el inicio del plan de manejo en el año 2014 se capacitaron 687 PA de 442 inscritos en el PM.	La meta se cumplió al primer año de funcionamiento del PM. El CM recomendó mantener un programa de capacitaciones sobre los elementos constitutivos del PM y sus medidas de conservación y administración																

5. DIMENSIÓN DE USUARIOS, CAPACITACIÓN Y ASPECTOS ECONÓMICOS

La evaluación también incorporó indicadores asociados a los usuarios de la pesquería. Para 2025 se registraron **723 recolectores en el Registro Pesquero Artesanal (RPA)**, mientras que 357 presentaban declaración de desembarque y 485 formaban parte de la nómina considerada en el Plan de Manejo. El Comité de Manejo recomendó establecer un máximo de 485 usuarios del plan.

En materia de capacitación, el indicador mostró un cumplimiento completo. Desde el inicio del Plan de Manejo en 2014 se habían capacitado 687 pescadores artesanales de un universo de 442 inscritos en el Plan. La meta se consideró cumplida desde el primer año de funcionamiento y el Comité recomendó mantener un programa de capacitación relacionado con los componentes del Plan de Manejo y sus medidas de conservación y administración.

En contraste, los indicadores económicos asociados al desembarque de alga seca de óptima calidad y a la variación de su precio no pudieron ser evaluados debido a la inexistencia de información sobre la calidad del alga. En consecuencia, el Comité recomendó reemplazar estas metas económicas.

Esta situación revela una característica importante del proceso de evaluación: **no todos los indicadores originalmente definidos poseen actualmente información suficiente para determinar su cumplimiento**. Por ello, la revisión del plan requiere también evaluar la pertinencia, disponibilidad y continuidad de las fuentes de información.

6. PROCESO DE ADECUACIÓN DEL PLAN DE MANEJO

La etapa de adecuación comenzó en 2020 por iniciativa del Comité de Manejo y utilizó como insumos estudios y documentos técnicos. Posteriormente se desarrolló una asesoría técnica destinada a adecuar el Plan de Manejo al **Modelo de Marco Lógico (MML)**, utilizando un enfoque metodológico basado en los Sistemas de Análisis Social (SAS). Los integrantes del Comité de Manejo fueron capacitados en estas herramientas como parte del proceso de adecuación.

El uso del Modelo de Marco Lógico permitió avanzar desde las metas originales hacia una estructura más explícita de **metas, dimensiones y objetivos específicos**. Esta reformulación representa un cambio relevante en la arquitectura del Plan, ya que busca establecer una relación más clara entre los problemas identificados, los objetivos que se pretenden alcanzar y las acciones necesarias para lograrlos.

Las nuevas metas propuestas por el Comité abarcan dimensiones **biológico-pesqueras, ecosistémicas, económicas y sociales**. Entre ellas se incluyen contar con información biológico-pesquera sistematizada y actualizada; desarrollar buenas prácticas en la actividad; minimizar las actividades ilegales; tender hacia una situación de plena explotación o, idealmente, subexplotación; disponer de información sobre recursos asociados a las algas pardas; promover buenas prácticas en la cadena de comercialización; contribuir a la fuente laboral de los recolectores; y aportar a la identidad cultural de la pesquería.

La **Tabla 2** constituye probablemente uno de los elementos más importantes de la presentación, porque permite apreciar la ampliación del enfoque del Plan de Manejo desde objetivos fundamentalmente asociados al recurso y la extracción hacia una concepción que incorpora explícitamente las dimensiones **ecosistémica, económica y social**.

Tabla 2. Matriz de metas propuestas por el Comité de Manejo.

N°	Meta	Dimensión	Objetivo Específico
1	Contar con información biológica pesquera sistematizada y actualizada	Biológica Pesquera	- Sistematizar y actualizar la información biológica pesquera disponible - Aportar información relevante para establecer el estado actual del recurso alga en Tarapacá
2	Desarrollar buenas prácticas en la actividad de la pesquería	Biológica Pesquera	- Disponer de una cadena de comercialización de algas basada en buenas prácticas
3	Minimizar las actividades ilegales de la pesquería	Biológica Pesquera	- Contar con información actualizada de las actividades ilegales de la pesquería
4	Tender a la plena explotación o idealmente en subexplotación de la pesquería de algas	Biológica Pesquera	- Contribuir con la aplicación de herramientas de administración de la pesquería
5	Contar con la información de la diversidad y cantidad de otros recursos asociados a las algas pardas	Ecosistémica	- Disponer de bibliografía científica, la cual indicara datos fidedignos de recursos asociados a las macroalgas.
6	Que en la cadena de comercialización tienda a las buenas prácticas	Económica	
7	Contribuir con la fuente laboral para los recolectores de algas pardas	Social	
8	Aportar a la identidad cultural de la pesquería de algas pardas	Social	

7. LOS PLANES DE ACCIÓN COMO SIGUIENTE ETAPA

La adecuación de las metas constituye un avance importante, pero la presentación advierte que el proceso todavía no está completo. Para cada meta se deben desarrollar **planes de acción**, especificando sus objetivos, indicadores, referencias y medidas.

Por lo tanto, existe una diferencia entre disponer de una meta reformulada y contar con un sistema operacional de manejo. Para que las nuevas metas puedan ser utilizadas efectivamente en la gestión de la pesquería será necesario definir cómo serán medidas, cuál será su condición de referencia, qué información se utilizará para evaluarlas, qué frecuencia tendrá el monitoreo y cuáles serán las acciones que deberán adoptarse frente a diferentes estados de los indicadores.

La presentación identifica precisamente este punto como una etapa pendiente y señala la necesidad de **asesoría experta para la construcción de los planes de acción**.

8. CONCLUSIONES

El proceso de revisión y adecuación del Plan de Manejo de Algas Pardas de la Región de Tarapacá representa una oportunidad para actualizar un instrumento de gestión que ha estado vigente desde 2013. La evaluación realizada por el Comité de Manejo permitió identificar metas que continúan siendo pertinentes, otras que han sido cumplidas y un conjunto de indicadores que no pueden ser evaluados adecuadamente debido a limitaciones de información o a cambios en las condiciones de administración de la pesquería.

Uno de los resultados más significativos es la recomendación de modificar y reemplazar metas del Plan de Manejo original. Esta decisión surge de la evaluación del desempeño y constituye un elemento central del proceso adaptativo, puesto que evita mantener indicadores que ya no representan adecuadamente los problemas o necesidades actuales de la pesquería.

Posteriormente, mediante el Modelo de Marco Lógico, el Comité reformuló las metas incorporando dimensiones biológico-pesqueras, ecosistémicas, económicas y sociales. Esta reformulación amplía la perspectiva del manejo y proporciona una estructura potencialmente más adecuada para relacionar problemas, objetivos, indicadores y acciones.

Sin embargo, el proceso permanece incompleto mientras no se desarrollen los respectivos planes de acción. La principal tarea pendiente consiste, por tanto, en transformar las metas reformuladas en un **sistema operativo de gestión**, donde cada meta posea objetivos verificables, indicadores medibles, referencias o puntos de comparación, medidas de manejo y respuestas claramente definidas frente a distintos estados de la pesquería.

En síntesis, el proceso descrito en el taller puede entenderse como una secuencia de **evaluación → identificación de brechas → reformulación de metas → definición de indicadores → construcción de**

planes de acción → implementación y seguimiento. La actualización normativa y metodológica ofrece, según los autores, una oportunidad para reformular el Plan de Manejo original y avanzar hacia un instrumento de gestión más coherente con las condiciones actuales de la pesquería.

9. BIBLIOGRAFIA

SSPA, 2013. PLAN DE MANEJO DE LA PESQUERÍA DE ALGAS PARDAS REGIÓN DE TARAPACÁ. Dirección Zonal de Pesca y Acuicultura XV, I y II Regiones Subsecretaría de Pesca y Acuicultura Octubre de 2013. 64 pp.

SSPA. 2013. R EX Nº 3320-2013 Aprueba Plan de manejo para los recursos Huiro negro, Huiro palo y Huiro canutillo, I Región de Tarapacá. (F.D.O. 06-12-2013)

4.2. Indicadores pesqueros de algas pardas obtenidos mediante un monitoreo permanente: Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas

Andrés Olguín I.

IFOP, Valparaíso

1. CONTEXTO Y PROPÓSITO

Las pesquerías bentónicas en Chile se desarrollan bajo dos principales regímenes de manejo: las **Áreas de Libre Acceso (ALA)** y las **Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)**. En las áreas de libre acceso, los pescadores artesanales pueden extraer los recursos de acuerdo con la normativa vigente y, cuando corresponde, conforme a las disposiciones establecidas en los respectivos planes de manejo. El primer plan de manejo para recursos bentónicos en áreas de libre acceso fue implementado en 2005 en las regiones de Los Lagos y Aysén, iniciándose posteriormente una expansión de este instrumento hacia otros territorios y recursos del país.

En el caso de las **algas pardas**, su importancia económica aumentó considerablemente durante las últimas décadas, asociada principalmente al incremento de la demanda de los mercados asiáticos y al consecuente aumento de los desembarques. Esta situación llevó a que desde 2013 las pesquerías de algas del norte de Chile dispusieran de planes de manejo regionales y locales, orientados a establecer medidas y acciones para promover el aprovechamiento sustentable de estos recursos.

La existencia de planes de manejo genera, sin embargo, una necesidad fundamental: **disponer de información objetiva, periódica y espacialmente representativa que permita evaluar el comportamiento de la pesquería y orientar las decisiones de administración**. Para ello se requiere generar indicadores pesqueros, biológicos, económicos y sociales, cuya estimación depende de la disponibilidad de datos obtenidos mediante sistemas de monitoreo.

2. EVOLUCIÓN DEL PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DE PESQUERÍAS BENTÓNICAS

El Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) desarrolla desde la década de 1980 un programa de monitoreo de pesquerías bentónicas. Inicialmente, el esfuerzo estuvo orientado principalmente a la recopilación de información sobre recursos invertebrados. Sin embargo, el aumento de la importancia de las algas pardas en el norte de Chile llevó progresivamente a otorgar mayor énfasis al seguimiento de la actividad extractiva asociada a este grupo de recursos.

La presentación muestra la estructura del programa de seguimiento, que incluye diferentes componentes vinculados a pesquerías bentónicas bajo planes de manejo, pesquerías bajo régimen de áreas de manejo y otros programas específicos. En su conjunto, el sistema permite organizar la recopilación de información de numerosos recursos y territorios.

En el programa Seguimiento Bentónico se señala la existencia de **34 centros de monitoreo** distribuidos a nivel nacional (**Figura 1**), con seguimiento de 89 recursos, incluyendo 48 invertebrados y 10 algas, además de una estructura operacional compuesta por observadores científicos, coordinadores de campo, directores regionales, profesionales, personal de gestión de datos, logística y administración.

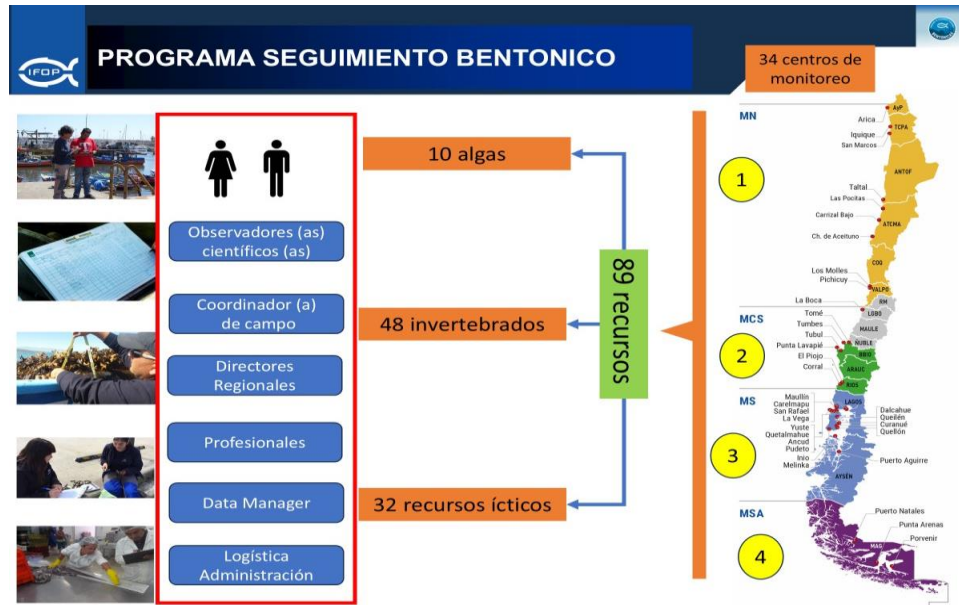


Figura 1. Cobertura y estructura del Programa de Seguimiento Bentónico. Capacidad institucional y humana que sostiene la generación de información pesquera.

3. RED DE OBSERVADORES Y GENERACIÓN DE INFORMACIÓN

Uno de los elementos centrales del sistema es la utilización de una **red de observadores científicos** instalados en distintos centros de desembarque de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama. Mediante encuestas realizadas en puntos específicos y de manera permanente a extractores y recolectores, se obtiene información sobre diferentes características de la actividad pesquera.

Esta modalidad de monitoreo permite transformar la actividad cotidiana de los recolectores en información estructurada que posteriormente puede ser utilizada para construir indicadores. En otras palabras, el monitoreo constituye el vínculo entre la **actividad extractiva en terreno** y la **información necesaria para la toma de decisiones de manejo**.

La presentación identifica una estructura específica para el seguimiento de las pesquerías bentónicas en las tres regiones (**Figura 2**), con observadores científicos, coordinadores de campo y directores regionales, además del seguimiento de diferentes grupos de recursos. En una de las configuraciones presentadas se indican 7 observadores científicos, 3 coordinadores de campo y 3

directores regionales, junto con el seguimiento de 47 recursos, incluidos 27 recursos ícticos, 17 invertebrados y 3 algas.

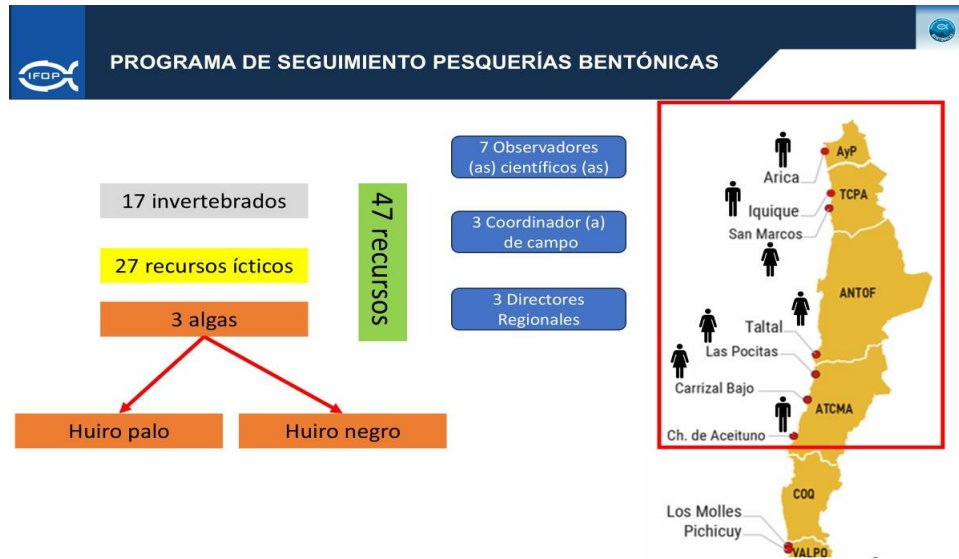


Figura 2. Red de observadores científicos y cobertura territorial del programa instaurado en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta. Este esquema permite visualizar que los indicadores no proceden exclusivamente de estudios puntuales, sino de un sistema permanente de observación de la actividad pesquera.

4. INDICADORES PESQUEROS GENERADOS

El principal producto del monitoreo es la generación de **indicadores pesqueros**. Entre los indicadores obtenidos se encuentran los desembarques, el esfuerzo de pesca, las áreas de pesca, la estructura de tallas, el rendimiento de pesca, la fuerza de trabajo, la flota artesanal, el precio de playa y la valorización de los desembarques.

El resumen destaca particularmente la estimación de **desembarque en peso, rendimiento de pesca, esfuerzo de pesca, talla media y precio promedio de venta en playa**, además de la identificación de las áreas de pesca. Estos indicadores permiten caracterizar tanto la magnitud de la extracción como las condiciones en que se desarrolla la actividad.

Desde el punto de vista de la gestión, la importancia de estos indicadores radica en que permiten construir una visión integrada de la pesquería. El desembarque aporta información sobre la magnitud de la extracción; el esfuerzo permite aproximarse a la intensidad de la actividad; el rendimiento permite analizar la productividad de las operaciones; las áreas de pesca permiten reconocer su distribución espacial; y los indicadores económicos y laborales contribuyen a caracterizar la dimensión socioeconómica de la pesquería.

5. INFORMACIÓN HISTÓRICA DE DESEMBARQUES

La presentación incorpora series de información para el período **2020–2025**, obtenida en los monitoreos realizados por IFOP, tanto en la Región de Tarapacá como de Antofagasta, permitiendo observar diferencias importantes entre los principales recursos de algas pardas al interior de cada región (**Figura 3**). Para huiro palo se presenta un total acumulado de 145.656 t, mientras que para huiro negro se registra un total de 14.511 t en la serie mostrada. También se presentan series adicionales identificadas como "huiro", con valores acumulados de 79.540 t y 13.316 t, respectivamente, según las categorías y unidades empleadas en las láminas de la presentación.

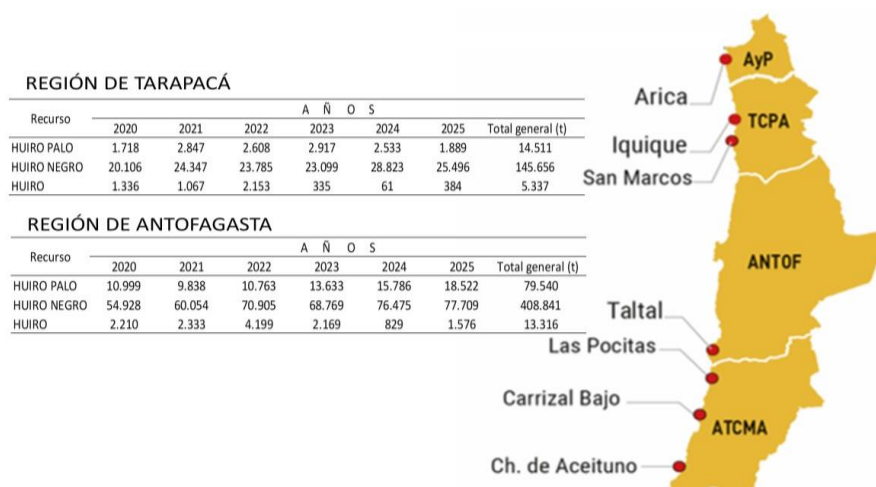


Figura 3. Series de desembarque de algas pardas (en toneladas) recopilada en el Programa de Seguimiento Pesquerías Bentónicas, realizado por IFOP. Período 2020–2025. Esta figura permite demostrar visualmente la existencia de una base temporal de información y, al mismo tiempo, proporciona una primera aproximación a la variabilidad de los desembarques entre años y recursos.

6. INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LOS PLANES DE MANEJO

La generación de estos indicadores adquiere especial relevancia en el contexto de los planes de manejo de algas pardas. Un plan de manejo requiere información actualizada para evaluar si las medidas adoptadas están produciendo los resultados esperados y para detectar cambios en la actividad extractiva.

En este sentido, el monitoreo permanente permite disponer de información sobre la evolución de los desembarques, esfuerzo, rendimiento, distribución espacial de la actividad y características de

los usuarios. El resumen señala que esta información puede ser consultada por la comunidad a través de los mecanismos de difusión de IFOP.

La presentación incorpora además un sistema de visualización de indicadores mediante **Power BI** (Figura 4), lo que representa una herramienta para facilitar el acceso y análisis de la información generada por el programa. Este componente resulta relevante porque permite avanzar desde la simple generación de datos hacia su disponibilidad para usuarios técnicos y eventualmente para los procesos de evaluación y discusión de los planes de manejo.

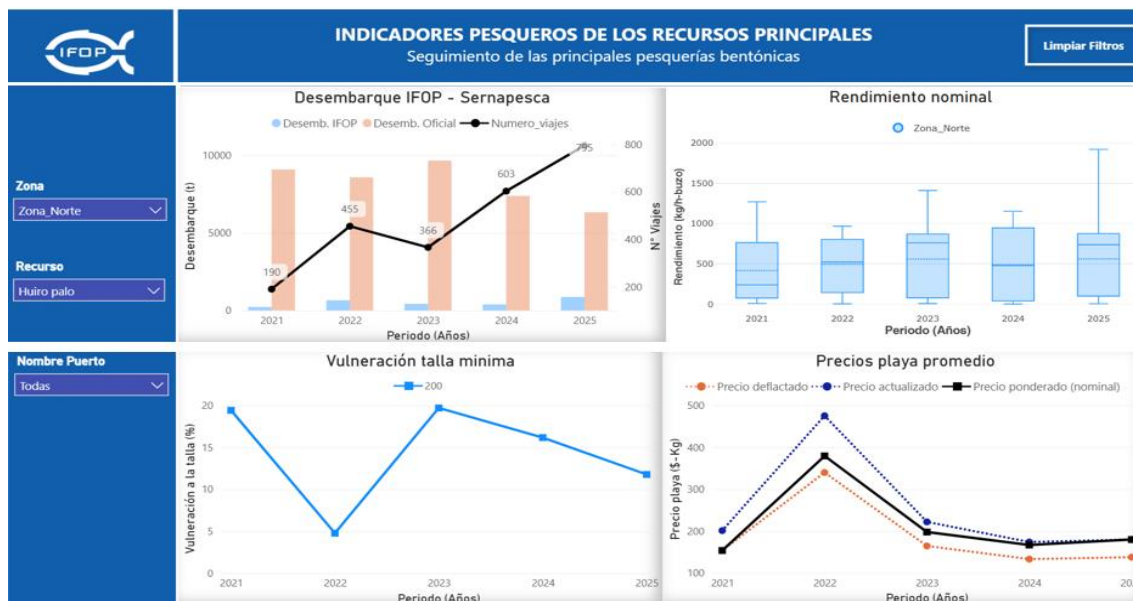


Figura 4. Visualización de parte de indicadores biológico-pesqueros obtenidos en el Programa de Seguimiento Pesquerías Bentónicas e integrados en plataforma **Power BI**.

7. LIMITACIONES DE LA COBERTURA ACTUAL

A pesar de la importancia del programa, el resumen identifica una limitación fundamental: las características actuales de la pesquería de algas pardas han generado una demanda de información que supera la capacidad de cobertura del programa de monitoreo bentónico existente. La extracción y recolección han aumentado, se han incrementado las áreas de recolección o varaderos y existe una mayor fuerza de trabajo involucrada, desarrollándose la actividad a lo largo de una extensa proporción del borde costero.

En consecuencia, el sistema actual resulta insuficiente para cubrir adecuadamente todas las zonas donde se desarrolla la actividad. Esta limitación es particularmente importante para Tarapacá y Antofagasta, regiones donde se plantea la necesidad de ampliar la cobertura del muestreo.

Esta conclusión es fundamental para la discusión del Plan de Manejo: **la calidad de las decisiones de manejo depende directamente de la calidad, continuidad y representatividad espacial de la**

información disponible. Por ello, un indicador puede estar conceptualmente bien definido, pero resultar insuficiente para la gestión si los datos utilizados para estimarlo no poseen una cobertura adecuada.

8. PROPUESTA DE UN PROGRAMA ESPECÍFICO PARA ALGAS PARDAS

Frente a estas limitaciones, la propuesta central presentada por Olgún consiste en establecer un **programa de monitoreo específicamente dedicado a las algas pardas**, con recopilación permanente de información y una mayor cobertura espacial, particularmente en Tarapacá y Antofagasta. El objetivo sería disponer de antecedentes actualizados y oportunos que permitan, entre otros propósitos, determinar el estado de estos recursos bentónicos.

La presentación desarrolla una propuesta denominada **Programa de Seguimiento de Algas Pardas de la Zona Norte**, estructurada sobre unidades espaciales de manejo y una selección de caletas por unidad espacial. La selección considera criterios asociados a desembarques, disposición, cooperación y operación (**Figura 5**).



Figura 5. Esquema de propuesta de *Programa de Seguimiento de Algas Pardas de la Zona Norte*: Se sugiere número de centros de monitoreos (triángulo celeste) por cada unidad espacial (círculo). Este esquema muestra el intento de pasar desde un monitoreo general de pesquerías bentónicas hacia un sistema diseñado específicamente para las características espaciales y operacionales de la pesquería de algas pardas.

El programa propuesto contempla el seguimiento de variables como **áreas de pesca, desembarques, esfuerzo de pesca, flota artesanal, estructuras de tallas, rendimiento de pesca y fuerza de trabajo** (**Figura 6**).



Figura 6. Variables a obtener mediante la implementación del Programa de Seguimiento de Algas Pardas de la Zona Norte.

9. RECURSOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA

La propuesta también considera los requerimientos económicos asociados a su implementación. La presentación presenta distintos escenarios de costos para personal técnico, operación, administración y el costo total del programa. Los valores totales indicados para los tres años o escenarios presentados son aproximadamente **\$324 millones**, **\$390 millones** y **\$457 millones**, respectivamente, de acuerdo con la estructura de costos expuesta en la presentación (**Figura 7**).

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO ALGAS PARDAS ZONA NORTE

Personal técnico	Año 1=Mill\$90	A2=Mill\$112	A3=Mill\$134
Operación	Año 1=Mill\$50	A2=Mill\$61	A3=Mill\$72
Personal técnico	A1=Mill\$114	A2=Mill\$136	A3=Mill\$158
Operación	A1=Mill\$70	A2=Mill\$81	A3=Mill\$103
Subtotal	A1=Mill\$324	A1=Mill\$390	A1=Mill\$457
Administración	A1=Mill\$60	A1=Mill\$73	A1=Mill\$85
Total	A1=Mill\$384	A1=Mill\$390	A1=Mill\$542

Figura 7. Escenarios de costos del Programa de Seguimiento de Algas Pardas de la Zona Norte propuesto.

10. SÍNTESIS Y RELEVANCIA PARA LA GESTIÓN

El trabajo de Olguín demuestra que el **monitoreo permanente constituye una infraestructura fundamental para el funcionamiento de los planes de manejo de algas pardas**. La existencia de indicadores de desembarque, esfuerzo, rendimiento, áreas de pesca, flota, fuerza de trabajo y variables económicas permite transformar una actividad extractiva altamente dinámica en información susceptible de ser analizada y utilizada para la gestión.

Sin embargo, el crecimiento de la pesquería ha generado una brecha entre la información disponible y las necesidades actuales de manejo. El aumento de la extracción, de las áreas de recolección y de la cantidad de personas involucradas hace necesario ampliar la cobertura territorial y fortalecer la periodicidad del monitoreo.

En este contexto, la propuesta de establecer un **programa específico de seguimiento de algas pardas para la zona norte**, con énfasis en Tarapacá y Antofagasta, representa una respuesta directa a la principal limitación identificada. Su función no sería solamente generar estadísticas de desembarque, sino proporcionar un conjunto integrado de indicadores que permita caracterizar la dinámica espacial y temporal de la pesquería y aportar antecedentes oportunos para determinar el estado de los recursos y apoyar las decisiones de manejo.

En términos conceptuales, el aporte de esta presentación al proceso de revisión del Plan de Manejo puede sintetizarse en una relación fundamental:

Monitoreo permanente → generación de datos → indicadores → evaluación del estado de la pesquería → decisiones de manejo → seguimiento de los resultados.

Por ello, la principal conclusión es que **la revisión y actualización de los planes de manejo de algas pardas requiere paralelamente fortalecer el sistema de generación de información**. Sin una cobertura espacial y temporal suficiente, los indicadores pueden resultar incompletos y limitar la capacidad del Comité de Manejo y de la autoridad para establecer medidas oportunas y evaluar sus resultados. La propuesta de IFOP busca precisamente cerrar esta brecha mediante un programa especializado y con mayor cobertura para las regiones donde la actividad presenta mayor relevancia.

4.2. Estado del Recurso Algas Pardas de la R. Tarapacá y Requerimientos de Investigación.

Pablo Araya C.

IFOP, Valparaíso.

1. CONTEXTO Y PROPÓSITO

El Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Bentónicas Nacionales (PSB), ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), es una iniciativa de larga data orientada al monitoreo de alrededor de 50 recursos tradicionales de libre acceso. Si bien el programa no es exclusivo de algas pardas (abarcando 13 especies de algas, 36 de moluscos, 22 de crustáceos y 3 de equinodermos), en las últimas décadas las algas han dominado de forma absoluta los desembarques bentónicos, representando aproximadamente el 70% del total nacional. Dentro de este grupo, la actividad productiva se concentra fuertemente en los huiros (69%), seguidos por las lugas (16%) y el pelillo (14%), siendo las regiones del norte de Chile (desde Arica y Parinacota hasta Coquimbo) las que sostienen la mayor presión de extracción mediante recolección de orilla, buceo, barreteo, segado y poda.

La **Figura 1** de desembarque histórico evidencia cómo a partir de la década de 1980 se disparó el desembarque total bentónico en Chile, impulsado casi en su totalidad por el crecimiento exponencial de las macroalgas (área azul), lo cual activó las alarmas de SUBPESCA y motivó la creación de mesas público-privadas y posteriormente planes de manejo específicos. Actualmente existen 6 planes de manejo, uno por cada región entre Arica y Parinacota y Coquimbo, además de uno específico para huiro flotador en la Bahía de Chasco en la Región de Atacama.

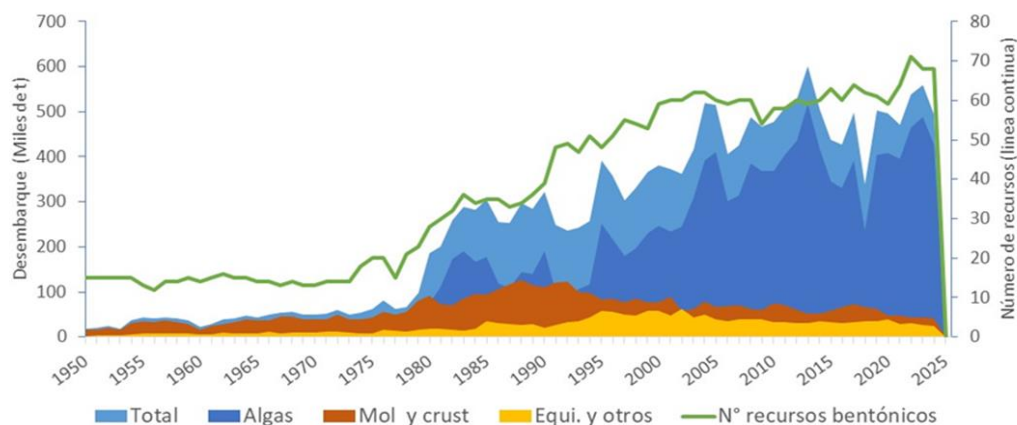


Figura 1: Tendencia Histórica de Desembarques (miles de toneladas) de algas e recursos marinos invertebrados (mariscos).

Para responder a estos volúmenes críticos y ajustar los mecanismos de levantamiento de datos a la realidad productiva de los huiros, el IFOP transitó desde un monitoreo piloto de seis meses en Atacama y Coquimbo (2018) hacia el diseño de una estrategia empírica consolidada mediante el Proyecto FIPA 2020-34. El núcleo metodológico de esta propuesta define unidades espaciales de manejo ajustadas a la realidad local y operativa bajo un enfoque dual: por un lado, ejecuta un **monitoreo biopesquero** basado en registros diarios y encuestas en playa para levantar indicadores de desembarque (peso), tipo de recolección, esfuerzo (horas de buceo/recolección), rendimiento (kg/hora), estado de humedad y precio de playa; por otro lado, realiza un **monitoreo poblacional en praderas** mediante estaciones fijas. Este último adapta sus metodologías según la especie: para el *huir negro* emplea transectas paralelos en la zona intermareal, abarcando el cinturón de distribución del recurso y ejecutando el monitoreo durante las bajas mareas, mientras que para el *huir palo* utiliza transectas perpendiculares a la costa en la zona submareal mediante buceo autónomo hasta los 20 m de profundidad.

2. METODOLOGÍA POBLACIONAL DIFERENCIADA POR ESPECIE DE HUIRO

- **Huir Negro (Zona Intermareal):** Monitoreo condicionado por las mareas y condiciones del mar. Utiliza transectas paralelas al cinturón de algas en estaciones de cobertura variable (2 a 5 km lineales), conforme al acceso y topografía costera
- **Huir Palo (Zona Submareal):** Monitoreo dependiente de buceo operacional. Utiliza 10 transectas distribuidas perpendicularmente a la línea de costa cada 200 metros.
- **Indicadores Poblacionales Obtenidos:** Densidad, biomasa, estructura de tamaños, relaciones morfométricas y estado reproductivo.

Nota: Si bien la metodología se enfoca en los ámbitos biológicos productivos para asesorar correctamente a los solicitados por la administración, la metodología permite incorporar la componente ecológica u ecosistémica, las cuales deberán ser solicitadas a futuro en los respectivos comités de manejo.

La **Figura 2** muestra como la estructura poblacional (reclutas, juveniles y adultos) presenta variabilidad temporal y espacial inter e intra regionalmente, tanto de huir negro como huir palo, validando lo señalado por diversos autores (Vega et al. 2005).

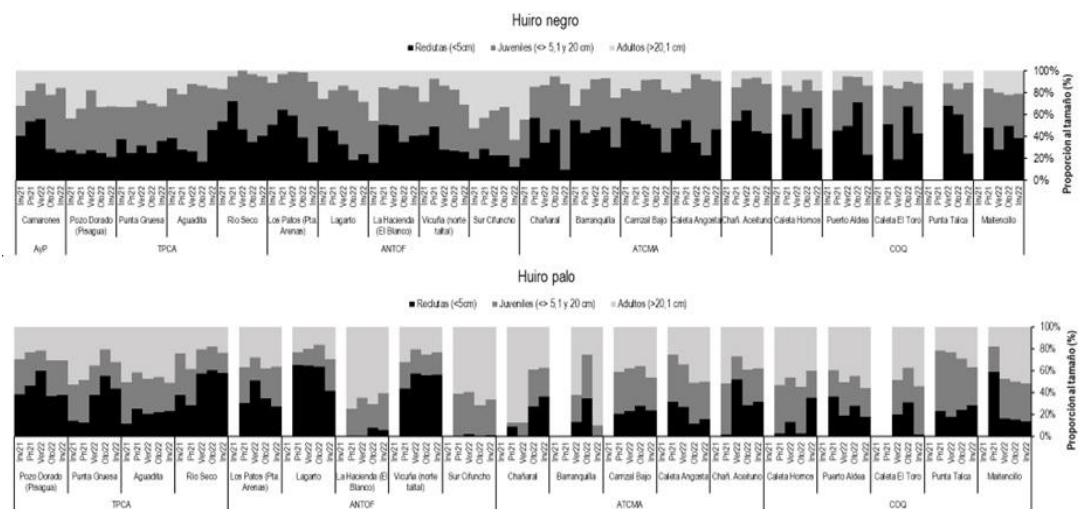


Figura 2. Estructura poblacional de huiro negro y palo en diferentes localidades de la zona norte de Chile.

La **Figura 3** muestra los valores medios de algunos indicadores poblacionales seleccionados (talla media, peso medio, densidad media) por localidad para el huiro negro y huiro palo, los cuales muestran diversas realidades locales (Araya et al. 2023).

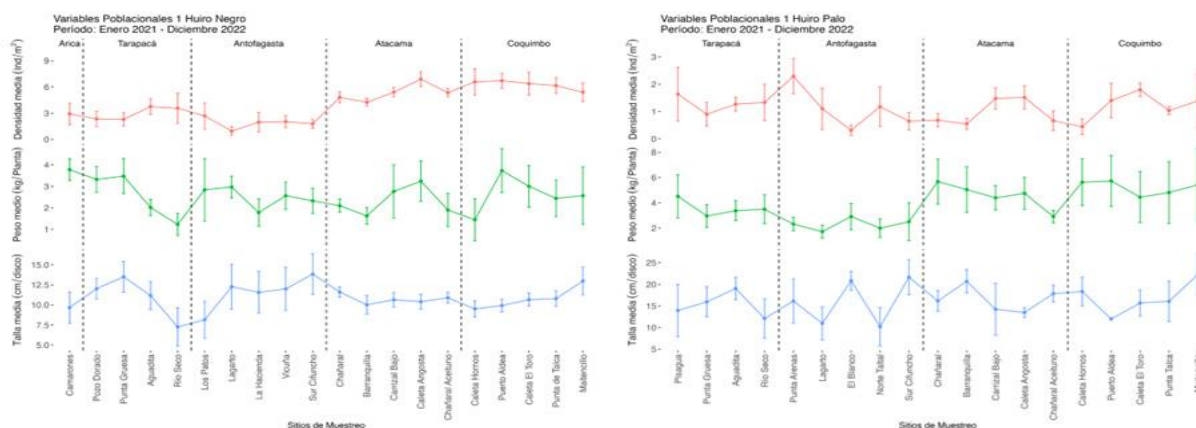


Figura 3. Indicadores poblacionales seleccionados de huiro negro y palo en diferentes localidades de la zona norte de Chile.

3. METODOLOGÍA BIOPESQUERA

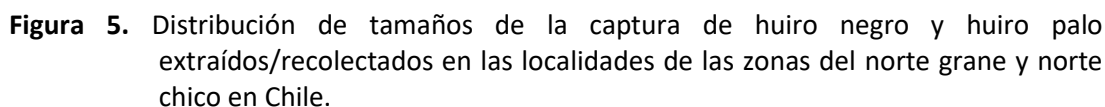
La componente operacional pesquera y biológica contempló el establecimiento de sitios o centros de monitoreo de la actividad extractiva de los huiros, replicando lo realizado por el programa de seguimiento de las principales pesquerías bentónicas nacionales. Obteniendo indicadores operativos como capturas por recurso, función de los extractores, tipo de extracción, esfuerzos de pesca, rendimientos, humedad del recurso extraído, destino de venta y precios playa, además de la componente biológica de los tamaños de los huiros extraídos/recolectados.

La **Figura 4** muestra parte de los resultados del monitoreo pesquero, mostrando la diversidad de funciones extractivas y tipo de recolección de huiros por localidad en la zona del norte chico y norte grande, se puede apreciar que las localidades tienen dinámicas extractivas relacionadas a cada especie de huiros (Araya et al. 2023).

Macrozona	Funcion	Centro de monitoreo	Tipos de extracción por especie									Total (t)	
			Huiro negro			Huiro palo			Huiro flotador				
			Barreteado	Barr./Var.	Pozones Varado	Barreteado	Pozones Varado	Segado	Varado	Pozones			
Norte chico	Recolector de orilla	Barranquilla	-	-	-	646	-	-	7	-	-	-	653
		B. Chasco	-	-	-	-	-	-	-	-	3165	-	3.165
		Pto. Aldea	280	-	-	560	-	-	9	-	-	-	849
		Limari	9	-	-	93	-	-	113	-	-	-	215
		Maitencillo	-	-	-	0	1	-	0	-	-	-	1
		Los Molles	-	-	-	1148	-	4	134	-	0	-	1.286
		Pichicuy	8	-	-	739	-	-	46	-	222	-	1.015
	Buceo semiautonomo	Barranquilla	-	-	210	-	232	1	-	-	-	-	443
		B. Chasco	-	-	-	-	-	-	-	3961	-	13	3.974
		Ch. Aceituno	-	-	-	-	66	-	-	-	-	-	66
		Pto. Aldea	3	-	58	-	487	-	-	-	-	-	548
		Limari	-	-	-	-	3158	-	-	-	-	-	3.158
		Maitencillo	-	-	-	-	1934	-	-	-	-	-	1.934
		Los Molles	-	-	16	-	92	-	-	-	-	-	108
	Buceo Apnea	Pichicuy	-	-	-	-	345	-	-	-	-	-	345
		Pto. Aldea	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	6
		Pichicuy	-	-	-	-	-	-	127	-	-	-	127
Norte grande	Recolector de orilla	Pisagua	24	-	-	511	-	-	14	-	-	-	549
		Rio Seco	11	-	-	52	-	-	-	-	-	-	63
		Chanavayita	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	30
		C. Buena	61	39	-	218	-	-	-	-	-	-	318
		C. Lagarto	-	-	-	856	-	-	390	-	-	-	1.246
	Buceo semiautonomo	Cifuncho	7	-	-	653	-	-	33	-	-	-	693
		Cifuncho	40	-	-	-	194	-	-	-	-	-	234
	Buceo Apnea	Chanavayita	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	7
	Total (t)		444	39	291	5.506	6.509	5	746	4.094	3.387	13	21.035

Figura 4. Indicadores pesqueros de la función y tipo de extracción de los huiros en el norte de Chile.

La **Figura 5** muestra la componente biológica del monitoreo pesquero, mostrando las tallas de los huiros recolectados/barreteados, mostrando que los huiros palos presentan tamaños mayores que los huiro negro, pero en ambos casos hay algas bajo la talla teórica recomendada de 20 cm de diámetro de disco (Araya et al. 2023).



4. CONCLUSIONES

SÍNTESIS TÉCNICA DEL TALLER PESQUERÍAS DE ALGAS PARDAS REGIÓN DE TARAPACÁ: RECURSO-FLOTA-MERCADO Y RECOMENDACIONES DE MANEJO

- **Predominancia Absoluta del Recurso y Alerta Administrativa:** Las algas pardas han dejado de ser un recurso secundario para convertirse en el pilar que sostiene cerca del 70% de los desembarques bentónicos del país. Este volumen de extracción crítico —con cientos de miles de toneladas anuales concentradas en el norte chileno— sitúa a los huiros en un escenario de alta vulnerabilidad, justificando plenamente el estado de alarma de los órganos administradores (SUBPESCA) y la urgencia de transitar hacia un ordenamiento riguroso.
- **Asimetría Crítica en la Continuidad de los Datos:** Existe una brecha estructural preocupante entre la capacidad metodológica diseñada y su ejecución real en el territorio. Aunque los proyectos piloto y las iniciativas FIPA demostraron que levantar datos estadísticamente robustos es completamente viable, el programa histórico (PSB) adolece de una falta de cobertura geográfica y representación de la actividad de huiros, operando con datos esporádicos en la gran mayoría de las regiones y manteniendo información histórica sólida en solo dos centros de monitoreo.
- **Necesidad de un Giro desde el Enfoque Comercial al Ecosistémico:** Los planes de manejo vigentes carecen actualmente de puntos de referencia absolutos locales y de reglas de decisión claras en el ámbito biopesquero. Para garantizar una explotación racional a largo plazo, la gobernanza pesquera debe evolucionar obligatoriamente: es imperativo transitar desde indicadores netamente comerciales o de rendimiento hacia la integración formal de variables ecológicas, la protección de la biodiversidad mediante zonas de resguardo (controles naturales), vedas temporales y la unificación de datos provenientes de distintos regímenes como las AMERB. Transitar a conocer y asegurar puntos de referencias locales límites y aplicar medidas administrativas que permitan mantenerlos en el tiempo a través de un manejo adaptativo y dinámico, ajustado a las características de los recursos en cada localidad.
- **Dependencia de la Co-gestión y Sostenibilidad Financiera:** La viabilidad del monitoreo de los huiros está estrictamente condicionada a dos factores externos no biológicos: la asignación de presupuestos permanentes en el tiempo (superando la actual limitación de financiamientos acotados a proyectos de meses o un par de años) y la validación social de las medidas de manejo a través de la participación activa, difusión y co-diseño con los propios recolectores y buzos artesanales. En este punto es necesario señalar que la actividad productiva genera divisas importantes al país y sostiene la actividad de numerosos recolectores a lo largo de la costa chilena, no obstante, no se dispone de recursos para su mantención, transformación o reconversión en el tiempo. Por otro lado, la gobernanza debe avanzar y asegurar financiamiento para trabajar y capacitar a los integrantes de los respectivos comités de manejo para enfocarse en acciones reales de manejo y no estancarse solo en las problemáticas y contingencias locales.

5. BIBLIOGRAFIA

- Vega, A.; Vásquez; J. & A. 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 1997-1998*. Revista Chilena de Historia Natural, 78(1), 33-50
- Araya, P., Barahona, N., Roldan, A., Romero, P., Velasco, E., Montenegro, C., Ariz, L., Cortes, C., Techeira, C., Vega, A., Pizarro, P., Villar, J. y J. Gajardo. 2023. Propuesta de diseño e implementación de un plan de monitoreo del estado y de la actividad extractiva de las algas pardas en el área marítima de la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo. Informe Final FIPA N° 2020-34. Instituto de fomento pesquero. 172 pp. + Anexos

4.3. Investigación para Establecer Estado de las Algas Pardas: Modelos y Administración.

Carlos Techeira T.

IFOP, Valparaíso

Investigación para establecer el estado de las algas pardas en el norte de Chile: modelos, puntos de referencia y administración integral

1. CONTEXTO Y PROPÓSITO

Las pesquerías de macroalgas pardas del norte de Chile han experimentado una transformación importante durante las últimas décadas. Lo que originalmente constituía una actividad principalmente asociada a la subsistencia pasó a convertirse en una pesquería de relevancia económica, impulsada por el crecimiento de la demanda internacional de macroalgas como materia prima o commodity y por el incremento de sus precios. Este cambio produjo una reasignación creciente del esfuerzo de pesca hacia estos recursos.

Este proceso ha coincidido con el desarrollo y consolidación de distintos instrumentos de administración pesquera. Por una parte, el sistema de **Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)** ha permitido regular espacialmente el esfuerzo sobre determinados recursos. Por otra, se han establecido Planes de Manejo para las pesquerías de algas pardas en distintas escalas territoriales. Actualmente, las macroalgas constituyen una de las principales pesquerías desarrolladas bajo el régimen AMERB en la zona norte de Chile.

La coexistencia de ambos sistemas genera, sin embargo, un desafío de gestión: **AMERB y Planes de Manejo pueden intervenir sobre las mismas poblaciones naturales**, pero utilizando mecanismos de evaluación, información y administración diferentes. Esta situación constituye uno de los fundamentos de la propuesta de Techeira de avanzar hacia una visión de administración integral.

2. CAMBIO EN EL ENFOQUE DE ASESORÍA PESQUERA

La presentación plantea que la evolución de la legislación pesquera y de los instrumentos de manejo ha producido un cambio en el enfoque tradicional de asesoría. El modelo histórico se caracterizaba principalmente por una administración **monoespecífica y de tipo vertical o “top-down”**, basada en medidas como vedas, tallas mínimas, cuotas y límites de esfuerzo. El enfoque actual apunta hacia Planes de Manejo multiespecíficos, requerimientos ecosistémicos y esquemas de **co-manejo**, donde adquieren mayor importancia los objetivos compartidos y la participación de los usuarios (**Figura 1**).

En este contexto, los **puntos de referencia** adquieren especial importancia. La presentación destaca que la denominada “Ley Bentónica” permite utilizar puntos de referencia alternativos al Máximo Rendimiento Sostenible (MRS), establecido como referencia general por la legislación pesquera. Esto abre la posibilidad de desarrollar indicadores y referencias más adaptados a las características particulares de los recursos bentónicos y de sus sistemas de explotación.



Figura 1: Cambio desde el enfoque tradicional hacia el enfoque actual de manejo. Esta figura de la presentación debería incorporarse porque sintetiza visualmente la transición desde un manejo monoespecífico y vertical hacia un sistema multiespecífico, ecosistémico y basado en co-manejo.

3. ¿POR QUÉ SE REQUIERE UNA ADMINISTRACIÓN INTEGRAL?

La propuesta de administración integral se fundamenta en las características particulares de estas pesquerías. Se trata de pesquerías artesanales con un número importante de usuarios y, según la presentación, constituyen la pesquería artesanal de mayor desembarque en Chile. Además, involucran a diversos actores sociales y económicos.

Un elemento especialmente relevante es que existen **dos regímenes de acceso y administración** que pueden interactuar sobre poblaciones naturales de interés común. En el sistema AMERB, la gestión se articula mediante el sistema chileno de TURF y sus mecanismos de evaluación y administración. En el régimen de Planes de Manejo, la gestión se realiza mediante los Comités de Manejo y los instrumentos establecidos para cada territorio.

La presentación destaca que ambos sistemas comparten elementos fundamentales: las poblaciones naturales de interés, las unidades espaciales de gestión, los usuarios de la pesquería y las cadenas de comercialización y mercados de destino.

4. PRINCIPALES PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Uno de los problemas centrales identificados por la presentación es que el **estado o estatus de explotación de las poblaciones no se encuentra determinado mediante un procedimiento consensuado**. A ello se suma la ausencia de un sistema de monitoreo estandarizado para los Planes de Manejo y la falta de indicadores de desempeño implementados a escala de sistema y vinculados explícitamente con objetivos de manejo.

La situación es particularmente compleja porque los dos regímenes disponen de sistemas de información y evaluación diferentes. En consecuencia, una misma población puede estar siendo sometida a mecanismos de administración distintos dependiendo del espacio donde se encuentra, sin que necesariamente exista una evaluación integrada de su estado.

La presentación resume esta situación señalando que se trata de una **pesquería compleja, sin un sistema de monitoreo suficiente, con potenciales impactos ecológicos, altamente visible y sin un estatus consensuado (Figura 2)**.



Figura 2. Algunas vistas de la pesquería de algas pardas de *Lessonia trabeculata* (huiró palo) de zonas costeras del norte de Chile.

5. DIFERENCIAS ENTRE AMERB Y PLANES DE MANEJO

Una diferencia fundamental se encuentra en la forma en que se determina el estado del recurso. En el sistema AMERB, el estado del recurso se obtiene mediante **evaluaciones directas**, que para el caso de las macroalgas permiten estimar una tasa de explotación para cada AMERB. Esta información, luego de ser evaluada por la Subsecretaría de Pesca, se utiliza para establecer una cuota de extracción.

En los Planes de Manejo, en aquellos casos sin veda extractiva, el Comité Científico Técnico Bentónico se pronuncia respecto de una cuota de extracción asociada al Plan de Manejo. Sin embargo, debido a la gran cobertura espacial de estos planes, la realización de evaluaciones directas similares a las utilizadas en AMERB no resulta viable bajo el esquema actualmente planteado. En consecuencia, se ha asumido una condición de *status quo* y la aplicación del principio precautorio ante la falta de información suficiente.

Esta diferencia constituye uno de los principales argumentos para desarrollar **métodos de evaluación indirecta** y puntos de referencia que puedan ser aplicados a escalas espaciales mayores.

6. EVALUACIÓN DE MACROALGAS MEDIANTE MODELOS INDIRECTOS

La presentación señala que la evaluación de macroalgas mediante modelos indirectos como herramienta de gestión no constituye una práctica habitual a escala internacional. Una razón es que una proporción importante del mercado mundial de macroalgas como *commodity* procede de sistemas de acuicultura y no de praderas naturales. En este sentido, Chile enfrenta un desafío particular debido a la importancia que poseen sus pesquerías de macroalgas naturales.

Históricamente, además, la investigación sobre macroalgas ha estado relativamente alejada del enfoque pesquero. La presentación advierte que esta separación puede poner en riesgo la sostenibilidad tanto de los servicios ecológicos proporcionados por las algas como de los servicios pesqueros asociados a ellas.

Se plantean dos grandes aproximaciones de modelación. La primera corresponde a **modelos demográficos**, que representan la abundancia de una población en función de estados o fases del ciclo de vida, o bien de clases de tamaño. Su implementación requiere superar importantes brechas de conocimiento sobre ciclos de vida, supervivencia y longevidad.

La segunda corresponde a **modelos que simulan la dinámica de biomasa**, particularmente modelos de producción. Esta es la aproximación utilizada en las evaluaciones realizadas en Chile. Su aplicación requiere enfrentar problemas asociados a la parametrización, la ausencia de monitoreo biopesquero, la corrección de los datos de desembarque y la selección de escalas espaciales apropiadas para recursos caracterizados por una baja dispersión.

7. MODELOS DE PRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE DATOS LIMITADOS

La presentación muestra la aplicación de un modelo de producción para evaluar huiro negro (*Lessonia berteroana*) y huiro palo (*Lessonia trabeculata*) mediante el enfoque **CMSY**, utilizando diferentes escenarios de resiliencia, biomasa inicial, biomasa intermedia y biomasa actual.

La aproximación resulta especialmente relevante en una pesquería donde la información biológica y pesquera no siempre permite desarrollar modelos estructurados por edad o talla. En este contexto, el enfoque de datos limitados permite aprovechar información disponible sobre capturas y supuestos o *priors* de resiliencia para obtener aproximaciones al estado de la población.

El punto importante no es solamente obtener una estimación puntual del estado de la población, sino reconocer explícitamente la **incertidumbre asociada a los supuestos utilizados**. Esto es particularmente importante cuando la información de monitoreo es limitada o presenta diferentes escalas espaciales.

8. PUNTOS DE REFERENCIA EMPÍRICOS

Una de las contribuciones más interesantes de la presentación corresponde al desarrollo de **puntos de referencia empíricos** a partir de información de monitoreo.

Para *Macrocystis pyrifera*, se muestra un punto de referencia basado en la observación de la dinámica intra-anual de la biomasa reproductiva. En el caso presentado para Bahía Chascos, el punto de referencia corresponde a la biomasa reproductiva invernal media observada durante 2017–2020, acompañada por un intervalo de ± 1 desviación estándar. Esta referencia fue obtenida a partir de series de evaluaciones *in situ* estacionales.

Figura relevante: *Biomasa y abundancia de estaciones de monitoreo de Macrocystis pyrifera, 2017–2025*. Esta figura es particularmente importante porque demuestra cómo una serie de observaciones directas puede utilizarse para construir una referencia empírica de condición poblacional.

La presentación plantea posteriormente la posibilidad de implementar puntos de referencia a partir de **CPUE**, en paralelo con un monitoreo *in situ*. Sin embargo, se reconoce explícitamente que persiste el problema de establecer una relación suficientemente robusta entre el indicador de CPUE y el verdadero estado de la población.

9. IMPORTANCIA DE LA VARIABILIDAD LOCAL

Otro resultado importante es que los puntos de referencia no necesariamente deberían ser idénticos para toda la distribución geográfica de una especie. La presentación enfatiza el desafío de

identificar la **variabilidad local**, vinculada al hábitat, los rendimientos y otras características propias de cada sector.

Este aspecto se evidencia mediante las diferencias observadas en las ojivas reproductivas de huiro negro (**Figura 3**) y huiro palo (**Figura 4**) entre sitios de muestreo. La presentación señala explícitamente que la **diversidad local influye en los puntos de referencia** y permite demostrar visualmente que parámetros reproductivos y de talla pueden presentar diferencias espaciales y que, por tanto, los puntos de referencia deben considerar las particularidades locales.

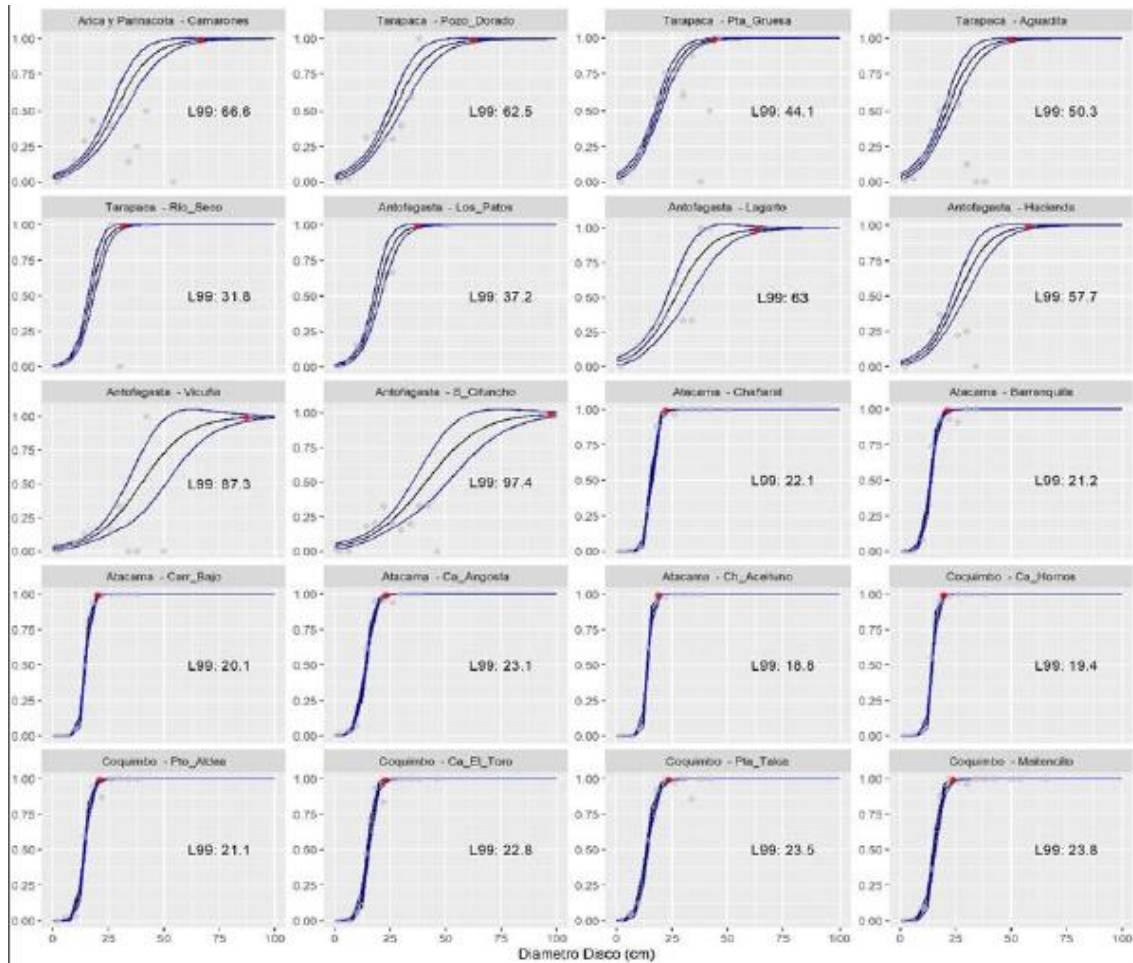


Figura 3. Representación de ojivas reproductivas con el valor de Lc99% para huiro negro por sitio de muestreo poblacional.

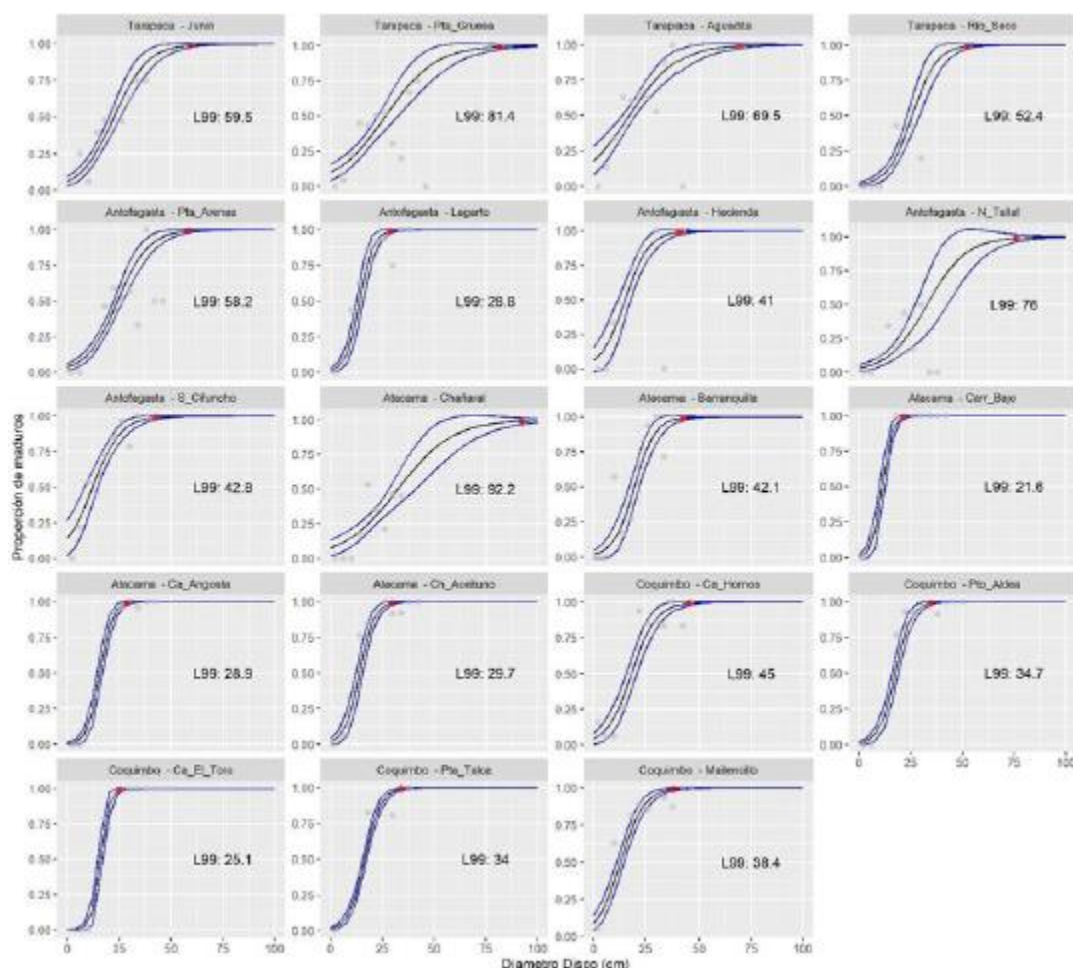


Figura 4. Representación de ojivas reproductivas con el valor de Lc99% para huero palo por sitio de muestreo poblacional.

10. PUNTOS DE REFERENCIA BASADOS EN TALLA Y SELECTIVIDAD

La presentación desarrolla también una aproximación que relaciona la **talla de madurez reproductiva** con la selectividad del barroteo, utilizando información obtenida tanto de muestreos poblacionales como del desembarque.

En el caso del huero negro, se comparan las ojivas reproductivas con la selectividad del barroteo en procedencias geográficamente cercanas a los sitios de muestreo poblacional. El análisis utiliza el valor de Lc99% como referencia (**Figura 5**).

Una aproximación equivalente se presenta para huero palo, relacionando nuevamente la selectividad del barroteo con la ojiva reproductiva y el valor de Lc99%. (**Figura 6**).

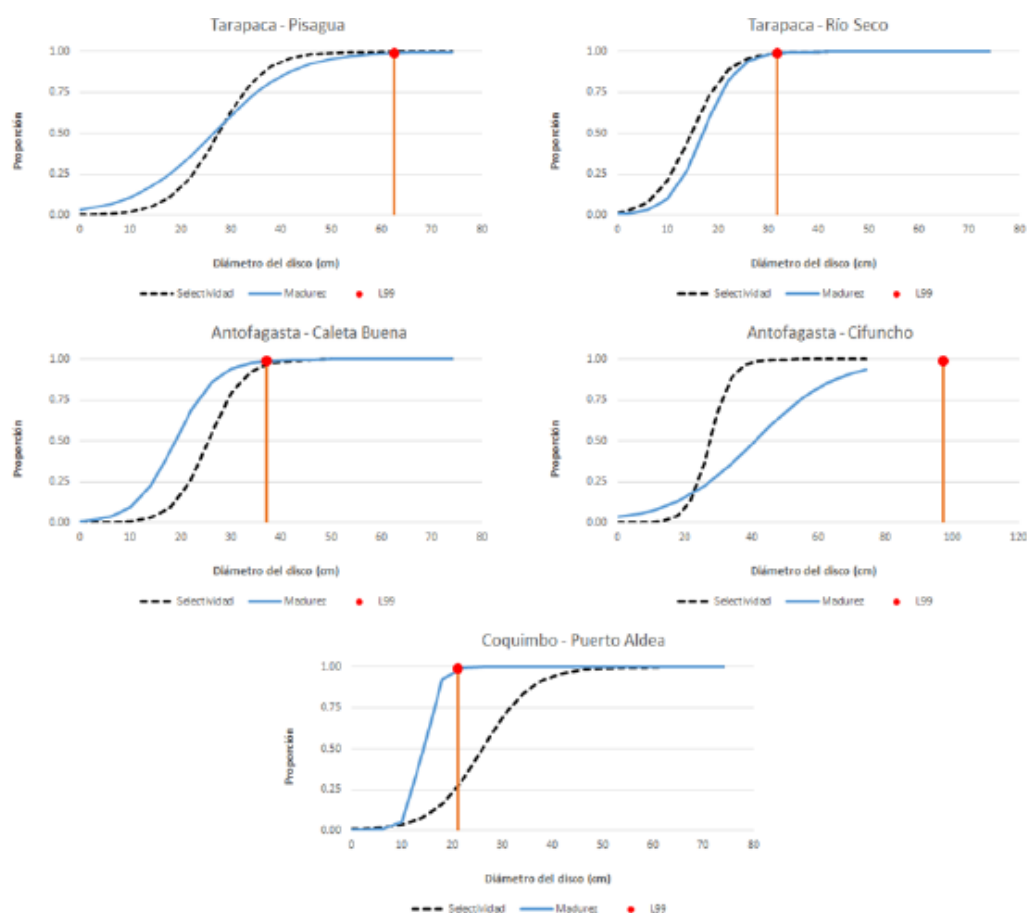


Figura 5. Huiro negro: indicador de punto de referencia basado en la Selectividad de barroteo versus ojiva reproductiva de fases porofítica de huiro negro para procedencias de pesca monitoreadas en el desembarque geográficamente aledañas a sitios de muestreo poblacional (punto rojo y línea señal a Lc99%). Indicadores construidos con valores de diámetro máximo de disco en muestreos poblacionales y del desembarque.

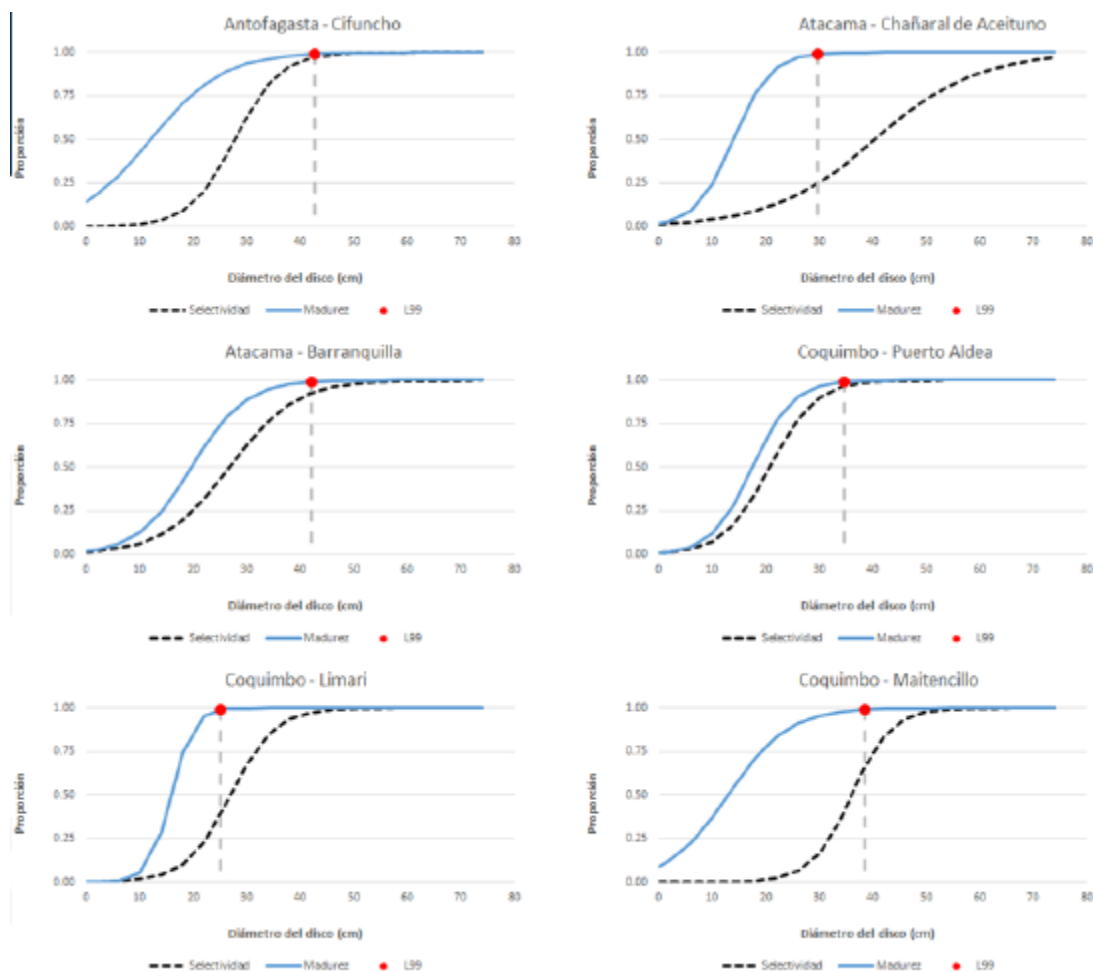


Figura 6. Huiro palo: indicador de punto de referencia basado en la selectividad de barreteo versus ojiva reproductiva de fase esporofítica de huiro palo para procedencias de pesca monitoreadas en el desembarque geográficamente aledañas a sitios de muestreo poblacional (punto rojo y línea señala Lc99%). Indicadores construidos con valores de diámetro máximo de disco en muestreos poblacionales y del desembarque.

11. PROPUESTA DE PUNTOS DE REFERENCIA PARA LA FRACCIÓN ADULTA

La presentación desarrolla posteriormente una aplicación de puntos de referencia empíricos basados en la revisión de bases históricas de datos. Se estima la proporción promedio de adultos o individuos reproductivos entre 2018 y 2025 para diferentes unidades de manejo, recursos y regímenes de administración.

Se proponen, como referencias generales, un **punto objetivo de 60% de individuos reproductivos y un punto límite de 40%**. Estos valores son aplicados para comparar la condición observada en diferentes unidades y regímenes, diferenciando AMERB y Planes de Manejo.

La tabla presentada muestra diferencias importantes entre sectores. Por ejemplo, en Carrizal Bajo, *Lessonia trabeculata* presenta una proporción de adultos superior al punto objetivo tanto en AMERB como en Plan de Manejo, mientras que en otros sectores y recursos la proporción puede encontrarse entre el punto objetivo y el límite.

Figura/tabla altamente relevante: *Fracción de adultos por sector, IFOP 2025*. Recomendando incluirla en la síntesis final, porque constituye un ejemplo concreto de cómo un punto de referencia puede ser utilizado para comparar el estado relativo de distintas unidades espaciales y regímenes de administración.

12. HACIA UNA ADMINISTRACIÓN INTEGRAL

La propuesta de Techeira converge finalmente en la necesidad de reconocer que las diferentes unidades espaciales de manejo forman parte de un sistema ecológico y pesquero más amplio. Las poblaciones naturales no necesariamente coinciden con los límites administrativos de AMERB o Planes de Manejo. Por ello, la evaluación del recurso debería considerar escalas mayores cuando sea necesario.

La presentación propone tres principios especialmente importantes: considerar las **diferentes unidades espaciales donde se ejecuta el manejo**, privilegiar el levantamiento de **datos *in situ*** y utilizar **puntos de referencia transversales, pero con valores locales**.

Este planteamiento permite avanzar hacia una administración que no dependa exclusivamente del régimen administrativo particular de cada espacio, sino que reconozca las características ecológicas, biológicas y pesqueras compartidas.

13. CONCLUSIONES

La principal conclusión de la presentación es que un análisis que integre los distintos regímenes de administración puede contribuir a alcanzar objetivos de sostenibilidad a escalas mayores que las correspondientes a cada unidad espacial individual. Esta integración es particularmente relevante para recursos como las algas pardas, cuyas poblaciones y procesos ecológicos no necesariamente se ajustan a los límites administrativos.

Un segundo aspecto prioritario es asegurar el **levantamiento de información *in situ***. La presentación plantea que esto debería constituir una prioridad ante cualquier cambio de estrategia de manejo del Plan de Manejo de Tarapacá. La razón es que los modelos y puntos de referencia

requieren datos suficientemente representativos para poder relacionar los indicadores con la condición real de las poblaciones.

Finalmente, se identifica como desafío central de investigación la determinación de **puntos de referencia apropiados para este tipo de recursos**. La presentación deja abiertas distintas alternativas: puntos de referencia monoespecíficos, puntos de referencia ecológicos o referencias asociadas a la optimización de la productividad mediante el MRS.

En síntesis, esta presentación aporta un componente fundamental al proceso de revisión del Plan de Manejo: mientras el primer trabajo analizó la **estructura, evaluación y reformulación de las metas del Plan**, y el segundo mostró la necesidad de fortalecer el **monitoreo y la generación de indicadores**, Techeira introduce el paso siguiente: **cómo transformar esos datos e indicadores en evaluaciones de estado, puntos de referencia y reglas de administración integradas**.

El mensaje central puede sintetizarse en la siguiente secuencia:

Monitoreo *in situ* → indicadores → modelos de evaluación → estimación del estado → puntos de referencia → reglas de decisión → administración integral y co-manejo.

Esta presentación, por tanto, constituye un puente particularmente importante entre la generación de información científica y la toma de decisiones dentro del Plan de Manejo de Algas Pardas de Tarapacá.

4.4. Experiencia y Recomendaciones para el Manejo: Importancia de los Usuarios.

Dra. Marcela Ávila L.

CAPIA- Centro Acuícola y Pesquero de Investigación Aplicada
Facultad de Recursos Naturales y Medicina Veterinaria
Universidad Santo Tomás
Puerto Montt

Informe Técnico Integrado: Gobernanza, Sostenibilidad Ecosistémica y Desafíos Normativos en la Pesquería de Algas Pardas

1. CONTEXTO ECOSISTÉMICO Y VALOR COMERCIAL

Las algas pardas son reconocidas científicamente como **bioingenieros o especies fundacionales** de los ecosistemas marino-costeros de Chile. Tienen la capacidad de modificar de forma directa su entorno físico mediante la regulación del flujo de agua, la tasa de sedimentación y la atenuación de la luz, estructurando verdaderos "bosques submarinos" que sirven como hábitat crítico, zona de desove, refugio y crianza para decenas de invertebrados y peces de alta importancia comercial.

En el escenario actual de cambio climático, estos bosques cumplen funciones de mitigación insustituibles:

- **Protección del Borde Costero:** Amortiguan de manera efectiva la energía de las olas frente a marejadas y tormentas costeras.
- **Mitigación Local:** Aportan oxígeno y regulan activamente el pH del agua, reduciendo localmente los efectos de la acidificación y la desoxigenación oceánica.
- **Carbono Azul:** Actúan como sumideros naturales masivos; más del 80% de su producción primaria neta ingresa directamente al ciclo geológico del carbono a largo plazo.

A nivel económico, sostienen pesquerías artesanales de gran envergadura. Comercialmente, las especies más relevantes extraídas en el litoral chileno son el **huir negro** (*Lessonia berteroana* en la zona norte, de los 17° a 30° S, y *Lessonia spicata* en la zona centro-sur, de los 29° a 41° S), el **huir palo** (*Lessonia trabeculata*), el **sargazo o huir canutillo** (*Macrocystis pyrifera*) y el **cochayuyo** (*Durvillaea incurvata* y *Durvillaea antarctica*). El uso tradicional e histórico de esta biomasa se ha centrado en el consumo humano directo y la exportación de materia prima seca para la producción de alginatos industriales (de sodio, potasio y propilenglicol), alcanzando valores transados en el mercado local de **\$21.800 por kilogramo de alga seca y hasta US\$48/Kg en mercados internacionales**. Actualmente, la presión sobre el recurso se ha intensificado debido al desarrollo de nuevas aplicaciones de altísimo valor agregado en **biomedicina**(propiedades antiinflamatorias,

control de diabetes y colesterol), **biocosmética** (cremas antienvjecimiento, fotoprotectores, tratamientos anticelulíticos) y la industria **nutracéutica** avanzada.

2. DINÁMICA DEL DESEMBARQUE Y EVOLUCIÓN DEL MANEJO

De acuerdo con las estadísticas oficiales de SERNAPESCA (periodo 2000-2024), la pesquería bentónica chilena experimenta un incremento sostenido y crítico en la extracción de algas pardas, donde el **huir negro es, por amplio margen, el recurso más importante en términos de volumen absoluto**. A nivel macro-regional, la actividad extractiva muestra una altísima asimetría geográfica concentrada casi con exclusividad en las regiones del norte de Chile (Regiones XV, I, II, III y IV):

- **Región de Tarapacá (I Región):** Muestra desembarques históricos de huir negro que oscilan fuertemente, registrando peaks superiores a las 30.000 toneladas anuales (como en 2009) y estabilizándose en torno a las 25.000 toneladas hacia 2024. El huir palo y el sargazo muestran registros marginales en comparación.
- **Región de Antofagasta (II Región):** Sostiene niveles de extracción masivos de huir negro, superando de forma constante las 60.000 toneladas anuales, con picos históricos que rebasaron las 100.000 toneladas en los años 2012 y 2014.
- **Región de Atacama (III Región):** Es la zona con mayor presión histórica sobre el huir negro, registrando un peak absoluto sin precedentes en el año 2013 con **cerca de 190.000 toneladas extraídas en un solo año**. Posteriormente, la pesquería experimentó una fuerte contracción y posterior estabilización en torno a las 80.000 toneladas anuales hacia 2024.
- **Región de Coquimbo (IV Región):** Muestra una dinámica particular donde, si bien el huir negro lidera (promediando entre 25.000 y 30.000 toneladas), el **huir palo posee una relevancia económica superior a la de cualquier otra región**, alcanzando desembarques anuales estables de entre 15.000 y 30.000 toneladas debido a la prevalencia de operaciones de buceo submareal técnico.

Esta presión extractiva forzó una transición en los esquemas de gobernanza pública, la cual se detalla cronológicamente en la siguiente línea de tiempo de la administración pesquera artesanal:

Cronología de la Gobernanza Pesquera de Algas Pardas en el Norte de Chile (2000 - 2026)

[2000] — Extracción masiva bajo modalidad de "Cosecha" generalizada sin cuotas.

[2004] — Decretación de la primera VEDA Extractiva oficial ante signos de colapso.

[2005] — Implementación de la 1ª Pesca de Investigación (III y IV Región) orientada por el proyecto FIP 2005-22.

[2007] — Ampliación a la 2ª Pesca de Investigación (I a IV Región) para evaluar biomásas remanentes (FIP 2006-25).

[2008] — Ejecución de la 3ª Pesca de Investigación extensiva desde la Región XV hasta la IV Región (FIP 2008-38).

[2010] — Restricción focalizada mediante la 4ª Pesca de Investigación exclusiva para la Región de Coquimbo.

[2013] — Promulgación de la Ley 20.657 (Ley de Pesca) y posterior Ley Miscelánea que introducen la figura legal de los Comités de Manejo.

[2017] — Constitución formal de los Comités de Manejo (CM) regionales específicos para algas pardas en la zona norte.

[2020] — Publicación, oficialización e inicio de ejecución de los primeros Planes de Manejo Regionales participativos.

3. INAPLICABILIDAD DE MODELOS PESQUEROS TRADICIONALES

Un aporte técnico medular de la Dra. Ávila radica en la demostración explícita de por qué **los modelos matemáticos tradicionales de evaluación pesquera usados en peces son completamente inadecuados e inaplicables para el manejo de macroalgas costeras**. Estos modelos tradicionales se sustentan en supuestos biológicos básicos que las macroalgas vulneran sistemáticamente:

- **Inviolabilidad del Supuesto de Mezcla Dinámica:** Los modelos para peces asumen que, tras un evento de captura, los individuos remanentes se redistribuyen de forma homogénea en el espacio, equilibrando la densidad. En las macroalgas, al ser **organismos sésiles y sedentarios**, no existe ningún tipo de redistribución espacial tras la cosecha; el área explotada (barreteada) queda completamente desnuda y desprovista de biomasa, alterando localmente la estructura del bosque.
- **Enmascaramiento de la Estructura por Edades:** Las poblaciones de macroalgas sedentarias exhiben gradientes espaciales y microambientales extremadamente severos en sus tasas de crecimiento. Esto destruye cualquier correlación directa entre el tamaño físico de la planta y su edad real, invalidando las ecuaciones tradicionales de reclutamiento y mortalidad por cohortes de edad.
- **Complejidad Reproductiva y Coalescencia:** A diferencia de los peces, las macroalgas poseen ciclos de vida marcadamente complejos con **alternancia de fases heteromórficas**, particularmente en el caso de las algas pardas de gran tamaño, donde el reclutamiento real ocurre a un nivel microscópico invisible para los muestreos de pesca convencionales (fases de gametofito y zoosporas). Además, exhiben fenómenos de coalescencia celular y fusión de discos de fijación, lo que impide definir conceptualmente a un "individuo" biológico estándar para los modelos de stock.
- **Fragmentación Documental:** Las series de tiempo históricas asociadas a la captura, el esfuerzo pesquero real y la composición de los desembarques de algas son crónicamente

fragmentarias, incompletas e insuficientes para alimentar modelos matemáticos predictivos rígidos.

Por lo tanto, la investigación concluye taxativamente que la única metodología viable para administrar estas pesquerías bentónicas es transitar hacia **Planes de Manejo Territoriales Co-participativos** basados en el monitoreo directo in situ y el conocimiento ecológico local de los usuarios.

4. EXPERIENCIAS PRÁCTICAS DE REPOBLACIÓN Y CO-MANEJO

El informe sistematiza el éxito de dos programas experimentales de restauración a gran escala liderados por CAPIA-UST que demuestran la viabilidad técnica de la ciencia aplicada en co-gestión con los sindicatos de pescadores:

A. Programa de Transferencia y Repoblamiento en Áreas Libres (Región de Los Lagos)

Financiado por el Gobierno Regional de Los Lagos (Código BIP 40048063-3), tuvo como objetivo central recuperar los niveles productivos históricos de los bancos naturales de la Bahía de Ancud utilizando siembra de semilla natural (proveniente de frondas reproductivas **Figura 1**) y transferencia científica directa a los pescadores (**Figura 2**). Otros estudios financiados por ANID, CORFO y FAP abarcaron localidades críticas como Estaquilla, La Pampina (Llanquihue) y múltiples sectores de Chiloé (Chauman, Pulelo, Puñihuil, San Pedro, Puente Quilo, Chepu y Queilen).

[Selección de Fronda Reproductiva Madura] —> [Recolección y Marcaje de Bolones en Playa]



Figura 1. Frondas de Lessonia trabeculata, especie de habito submareal conocida como “huirapalo”.

|



Figura 2. Trabajo conjunto de pescadoras y pescadores e investigadores en repoblamiento de algas en Caleta Estaquilla, región de Los Lagos consistente en traslado al mar y siembra en sitios piloto, utilizando malla envolvente sobre bolón con frondas. Mecanismo operativo de la técnica de siembra directa en sustrato móvil.

La metodología se estructuró a través del programa pedagógico **EDUKALUGA-ICYT**, ejecutando cuatro talleres participativos secuenciales:

1. *Taller 1 (Nuestra Área de Manejo):* Cartografía participativa, mapeo espacial y diagnóstico comunitario de la biodiversidad local del ecosistema bentónico.
2. *Taller 2 (Técnicas de Repoblación):* Capacitación práctica en la recolección selectiva de algas y bolones para optimizar la fijación de esporas.
3. *Taller 3 (Biología del Recurso):* Alfabetización científica sobre la biología reproductiva microscópica de las algas.
4. *Taller 4 (Encadenamiento Comercial):* Mesas de diálogo directo entre los sindicatos artesanales y empresarios del sector para transparentar los procesos de secado, fijación de precios y comercialización.

Las principales lecciones y aprendizajes técnico-científicos de este programa demostraron que:

- El uso de **ejemplares juveniles en los procesos de restauración ecológica mejora significativamente las tasas de supervivencia en el fondo marino** en comparación con la liberación exclusiva de esporas microscópicas.
- La delimitación y mantenimiento riguroso de **Áreas Protegidas y de Resguardo con prohibición extractiva total actúan como fuentes permanentes y naturales de abastecimiento de semillas** y larvas indispensables para la restauración de las áreas libres adyacentes (se implementó 1 área de resguardo de 4 años con renovación y 5 áreas de resguardo temporales para el recurso almeja).

B. Instalación y Restauración de Bosques de Huiro en Quintero (Región de Valparaíso)

Desarrollado conjuntamente con los pescadores artesanales del Sindicato de Loncura y profesionales de la Municipalidad de Quintero, este proyecto validó la técnica de **instalación de bosques artificiales de huiro canutillo y huiro negro en áreas impactadas ambientalmente** de la Bahía de Quintero.

El proceso contempló la recolección de frondas reproductivas maduras, el diseño e instalación de **unidades de dispersión larval artificiales**, la confección manual de unidades de siembra sobre sustratos de concreto y bolones, y la **traslocación masiva de ejemplares juveniles** mediante buceo técnico. El programa demostró que la incorporación del huiro genera un efecto multiplicador inmediato: al consolidarse la base del bosque vegetal, se crea un refugio físico seguro que incrementa de forma automática la biodiversidad local de peces e invertebrados bentónicos nativos en áreas degradadas.

5. MATRIZ DE BRECHAS, DESAFÍOS Y LECCIONES APRENDIDAS

El diagnóstico final de la Dra. Ávila expone con claridad una matriz de debilidades críticas en el ordenamiento pesquero actual, dividida en tres dimensiones operacionales:

Matriz de Brechas en la Normativa y Regulación Pesquera Chilena

Dimensión: USUARIOS Y CALETAS	Dimensión: NORMATIVA Y REGULACIÓN	Dimensión: ACCIÓN Y TERRITORIO
• Procesamiento e Informalidad Ilegal: Alta prevalencia de actividades extractivas ilegales (barroteo en zonas prohibidas) y plantas de secado informal que vulneran la cadena de valor legal.	• Inflexibilidad y Homogeneidad Regional: Ausencia crítica de diversidad normativa y decretos regionalizados; se aplican reglas homogéneas a realidades ecológicas y geográficas radicalmente distintas.	• Planes de Manejo sin Dientes Territoriales: Los planes de manejo actuales carecen de afectación real sobre el territorio marino, operando sobre cuotas de papel pero sin herramientas efectivas de exclusión espacial.
• Blanqueo de Declaraciones Pesqueras: Uso instrumental, fraude y subcontratación de las declaraciones oficiales de pescadores artesanales y recolectores de orilla por parte de intermediarios comerciales terceros.	• Desprotección Legal de la Restauración: Inexistencia de tipificación penal o sanciones específicas para los actos de daño, hurto, sabotaje o destrucción de las acciones de repoblamiento y restauración ecológica ejecutadas por las comunidades.	• Sobreposición Espacial con ECMPO: En la zona norte de Chile, la tramitación y aprobación de Espacios Costeros Marinos de Pueblos Originarios (ECMPO) se encuentra paralizada debido a la severa sobreposición con las poligonales de los planes de manejo bentónicos vigentes.

• Obsolescencia del RPA: El Registro Pesquero Artesanal (RPA) se encuentra severamente desactualizado y sobrepoblado, no reflejando de forma fidedigna a los pescadores y recolectoras que trabajan activamente en la extracción real de algas.	• Vacío Conceptual del Concepto "Bioingeniero": La Ley de Pesca actual no reconoce formalmente a las macroalgas como organismos bioingenieros fundacionales. Su destrucción se sanciona como la pérdida de una simple especie comercial y no bajo la gravedad que implica destruir la infraestructura completa de un ecosistema complejo.	• Vulnerabilidad al Financiamiento y Clima: Los programas sufren de una falta crónica de financiamiento permanente en el tiempo, quedando supeditados a la voluntad de proyectos de corto plazo, a lo que se suman pérdidas severas por eventos climáticos extremos.
--	--	---

6. CONCLUSIONES

A partir de la convergencia de los datos bio-pesqueros y las experiencias de gobernanza territorial analizadas, se establecen las siguientes conclusiones estratégicas:

- **El Co-Manejo como Único Eje de Legitimidad Normativa:** La experiencia acumulada demuestra de forma categórica que los pescadores artesanales y recolectores de orilla no deben ser vistos como meros sujetos regulados, sino como los **socios estratégicos principales de la administración pesquera**. Al ser los usuarios directos, son los únicos que poseen un conocimiento ecológico local detallado de la dinámica diaria de las caletas. Compartir la toma de decisiones e incorporarlos desde las etapas tempranas del diseño de los planes es el único mecanismo que otorga legitimidad social a las medidas de manejo, garantizando el respeto autogestionado de las vedas, el cese voluntario del barreteo destructivo y la adopción de cosechas selectivas sustentables.
- **Urgencia de una Reforma Legal con Criterio Ecosistémico:** El marco regulatorio pesquero chileno adolece de un desfase conceptual crítico al tratar a las praderas de algas pardas bajo las mismas premisas de una cuota de captura de peces tradicionales. Es una prioridad legislativa nacional el **reconocimiento de las macroalgas como organismos bioingenieros fundacionales de los ecosistemas marino-costeros**. Este cambio de paradigma legal debe mandar la creación de figuras penales y de fiscalización especiales que sancionen con severidad agravada la destrucción de zonas de repoblamiento, el blanqueo de declaraciones por terceros y la comercialización en plantas de secado clandestinas.
- **Dependencia de Financiamientos de Largo Plazo y Alianzas Académicas:** El éxito de la gobernanza pesquera y la restauración de los bancos naturales bentónicos es inviable bajo la estructura actual de fondos concursables de corto plazo (proyectos acotados a meses o un par de años). Para consolidar el co-manejo y blindar al sector artesanal frente a los impactos del cambio climático, el Estado debe estructurar **líneas de financiamiento**

permanentes y de largo plazo, vinculadas a cronogramas con metas espaciales claras. Asimismo, se concluye indispensable institucionalizar el vínculo directo entre los comités de manejo locales y las entidades académicas regionales para apalancar fondos científicos y tecnológicos en las áreas deficitarias, logrando la triangulación perfecta entre ciencia aplicada, gobernanza estatal y saber empírico local.

4.5. Experiencia y Recomendaciones para el Manejo del Recurso.

Dr. Julio Vásquez C.

Universidad Católica del Norte, Coquimbo

1. CONTEXTO MACROECONÓMICO DE LA PESQUERÍA DE ALGAS EN CHILE

De acuerdo con las investigaciones del Instituto Milenio de Socioecología Costera (SECOS), la pesquería de macroalgas pardas (género *Lessonia*) en Chile posee un valor estratégico a escala global. La pesquería sustenta el empleo directo de más de **15.000 pescadores artesanales**, genera retornos económicos superiores a los **US \$100.000.000 anuales** y registra una extracción acumulada histórica que supera las **4.000.000 de toneladas**, lo cual representa aproximadamente el **10% de la biomasa mundial total de macroalgas**.

A nivel territorial, la producción se caracteriza por una altísima asimetría en sus regímenes de propiedad y acceso legal:

- **Áreas de Libre Acceso con Planes de Manejo (AAA):** Constituyen el motor absoluto de la industria, concentrando el **95% de la producción total** desembarcada y procesada. Geográficamente, estas poligonales de libre acceso representan el 60% del territorio costero explotado.
- **Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB):** Equivalen al 40% del espacio geográfico asignado, pero su aporte real a la producción comercial de algas pardas es marginal, representando **solo el 5% del desembarque nacional**.
- **Parques y Reservas Marinas:** Áreas bajo protección oficial del Estado que resguardan **menos del 1%** de la biomasa territorial del recurso.

Cabe mencionar también, que dependiendo del tipo de protección que un área tenga (de acuerdo a su régimen de administración) se puede verificar la variación en la morfometría de las platas, respecto al tamaño del disco de fijación (**Figura 1**), tal como lo demostró el trabajo de Gonzalez-Roca et al, 2021.

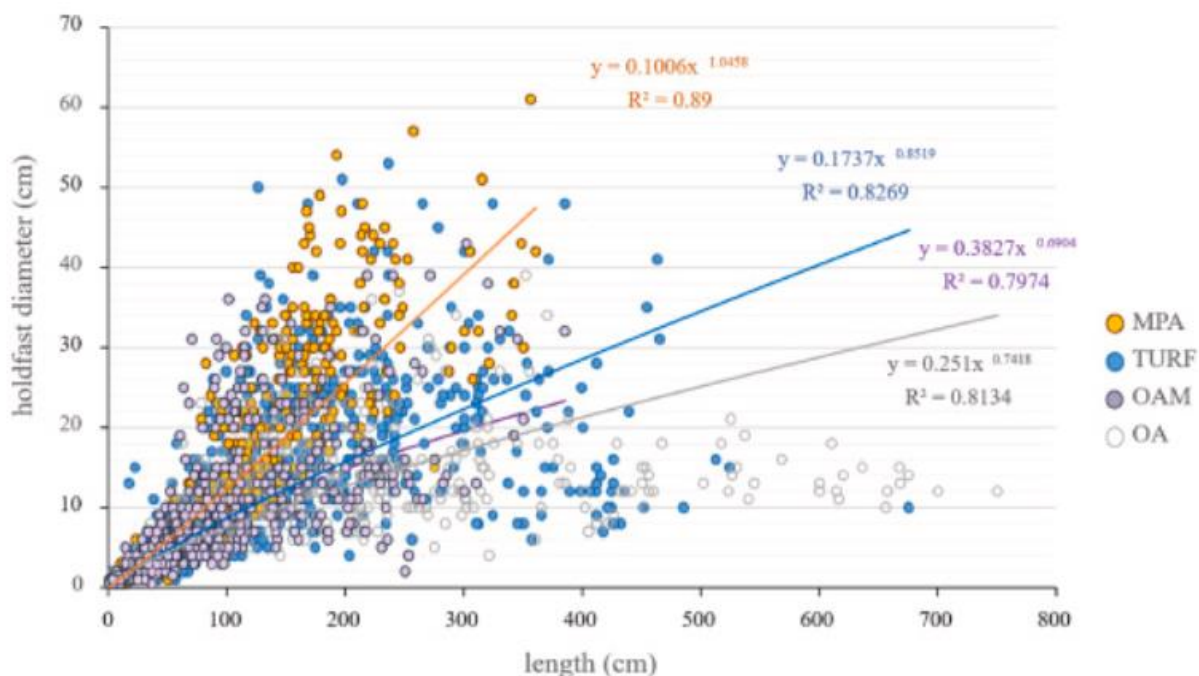


Figura 1. Relaciones morfométricas en ejemplares individuales de algas pardas (*kelp*) según el régimen de manejo (n = 2973 individuos; MPA = Área Marina Protegida; TURF = Régimen de Derechos Territoriales de Uso; OA = Áreas de acceso abierto *de facto* en 2006 y 2007; OAM = Política de plan de manejo de 2017, establecida en áreas OA entre 2012 y 2013).

2. ANOMALÍA DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ Y TENDENCIAS DE MERCADO

Una revisión del desembarque histórico de las especies de *Lessonia* a nivel nacional muestra una tendencia conservativa general de estabilización o estancamiento. Esta curva sugiere un estancamiento en la demanda internacional de materia prima seca utilizada para la extracción de alginatos por parte de la industria alimentaria y farmacéutica global.

Sin embargo, **la Región de Tarapacá (I Región) opera como una marcada anomalía respecto a la tendencia nacional**, registrando un aumento significativo y sostenido en sus desembarques durante la última década (2013-2024), con curvas crecientes de extracción tanto para el huiro negro (*Lessonia berteroana*) como para el huiro palo (*Lessonia trabeculata*). Mientras el promedio nacional se estabiliza, la participación porcentual del desembarque de Tarapacá respecto al total de Chile se ha duplicado, transitando desde un modesto 5% a inicios del año 2013 hasta alcanzar **más del 12% del total país** hacia fines del periodo estudiado.

Este comportamiento regional expansivo obedece a un Plan de Manejo específico para Áreas de Libre Acceso que regula la franja latitudinal de los 10° a 22° S. El marco regulatorio implementa medidas restrictivas de corto plazo que incluyen: registros cerrados de pescadores, cuotas anuales

de extracción por especie, vedas biológicas estacionales y una restricción estricta que limita la recolección pasiva por mortalidad natural a un **máximo de 3 toneladas mensuales por pescador inscrito**.

3. DINÁMICA SOCIOECOLÓGICA: EL ACOPLAMIENTO ENTRE MINERÍA Y PESCA

El principal vector explicativo de las fluctuaciones en la extracción ilegal e informal de macroalgas en el norte de Chile no se vincula a las normativas pesqueras ni a las cuotas biológicas, sino a variables de la macroeconomía minera y de dinámica migratoria transfronteriza. Los ambientes rocosos expuestos del norte chileno, al poseer recursos hidrobiológicos de fácil acceso y alta liquidez comercial, funcionan históricamente como un **colchón social que absorbe la cesantía local**.

El Mecanismo Cíclico de la "Transhumancia del Desempleo" (Vásquez et al., 2025)

Los análisis de series temporales normalizadas presentados por el Dr. Vásquez demuestran un acoplamiento socioecológico inverso directo entre la minería del cobre y la pesquería bentónica (Estudio publicado en *Marine Policy*) (**Figura 2**). Al contraerse los precios internacionales del metal rojo, las compañías de la gran y mediana minería generan desempleo masivo en las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama. Esto gatilla la migración inmediata de mano de obra desplazada—sumada al flujo de población migrante de países vecinos— hacia las caletas costeras, incrementando de manera abrupta las actividades extractivas informales en sectores de libre acceso debido a su escasa fiscalización (**Figura 3**).

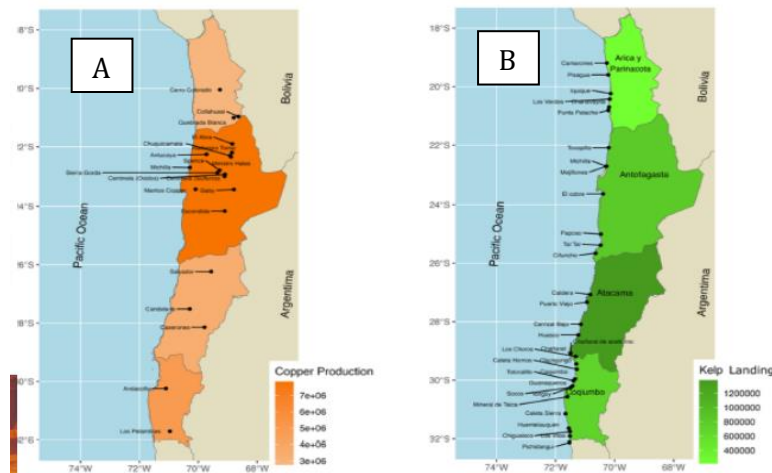


Figura 2. (A) Mapa de la producción acumulada de cobre por región en escala de millones de toneladas y (B) Mapa de desembarques de algas pardas por región en toneladas.

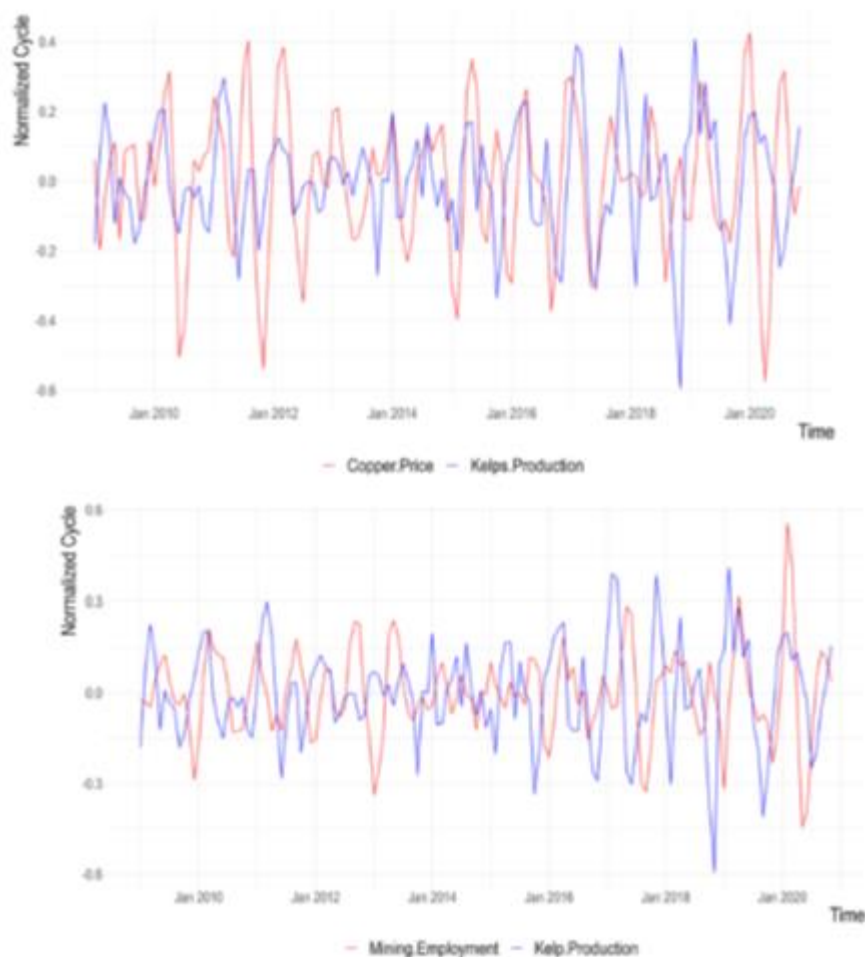


Figura 3. Relación entre el precio del cobre la cosecha de algas pardas en el norte de Chile.

4. EVIDENCIA BIOLÓGICA DE COSECHA: PARADOJA DE LA PODA VS. DESTRONCADO

A partir de los experimentos biológicos publicados por Vásquez *et al.* (2012) en el *Journal of Applied Phycology*, se desmitifican las nociones tradicionales de conservación respecto a las técnicas de cosecha de huiros. La **Figura 4** presenta el efecto de la poda sobre la mortalidad de las algas huiros.

Análisis del Mecanismo Genético-Estructural: Las técnicas de poda (cortar las frondas dejando la base unida al disco) gatillan una **mortalidad post-poda catastrófica que alcanza el 100% de las plantas intervenidas** en un lapso de 6 meses. Esto ocurre porque la poda destruye el **tejido meristemático** (zona de división celular activa indispensable para el crecimiento) y elimina las estructuras de **tejido reproductivo** (soros), transformando a la planta remanente en un tejido necrosado incapaz de regenerarse.

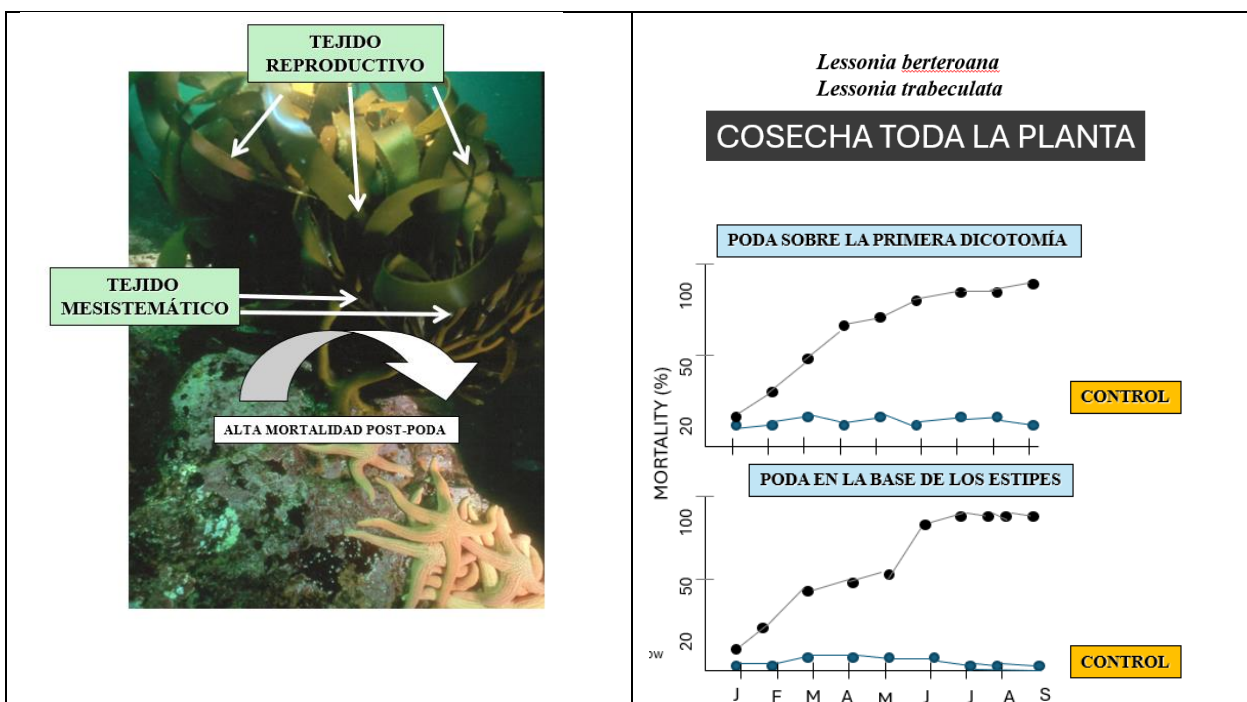


Figura 4. Efecto de la poda bajo y sobre la primera dicotomía del estipe del alga huiro negro y huiro palo.

Por el contrario, la biología reproductiva de regeneración de las poblaciones naturales de *Lessonia* demuestra que el método más sustentable es la **cosecha de la planta entera ("destroncado" selectivo)**, una técnica históricamente demonizada por sectores ambientalistas de manera errónea. Al remover la planta senescente completa, se libera espacio en el sustrato rocoso, permitiendo que la radiación solar penetre hacia el fondo del agua y estimule el reclutamiento masivo de los bancos microscópicos de zoosporas y gametofitos. Asimismo, numerosos esfuerzos científicos de cultivo en laboratorio han fracasado sistemáticamente al ser trasplantados al mar debido a que las plántulas criadas artificialmente no logran sobrevivir a la hidrodinámica del ambiente natural expuesto, validando la tesis de que la industria debe gestionarse sobre la base de la renovación natural de sus praderas primarias.

5. CONCLUSIONES

A partir del análisis integrado de las dimensiones del plan de manejo, se formulan las siguientes conclusiones para la política pública pesquera:

- **Ineficacia del Enfoque Unidimensional:** La sustentabilidad de la pesquería bentónica de macroalgas en el norte de Chile es inalcanzable si se limita al establecimiento de vedas, cuotas o artes de pesca tradicionales. Al estar la pesquería acoplada directamente a los ciclos de empleo de la minería del cobre y a flujos migratorios, el Estado debe diseñar

políticas públicas intersectoriales que aborden la estabilidad y la equidad social en el borde costero como un factor determinante de la conservación ambiental.

- **La Paradoja Técnica de la Conservación:** Las regulaciones vigentes que incentivan o imponen la poda parcial de las plantas bajo la premisa de proteger el recurso deben corregirse de manera urgente basándose en la evidencia científica. La poda induce mortandades totales del 100% por destrucción de tejidos meristemáticos. El ordenamiento biológico debe validar el "destroncado" de plantas enteras bajo estrictos esquemas de rotación espacial de áreas de pesca.
- **Gobernanza Total contra la Tragedia de los Comunes:** Debido a que el 95% de la biomasa comercial se extrae desde Áreas de Libre Acceso (AAA), estos sectores son altamente propensos a sufrir dinámicas de degradación ecológica por sobreexplotación desmedida. El éxito biológico evidenciado en algunas áreas costeras demuestra que los planes sectoriales de manejo solo son efectivos cuando se trabaja con la totalidad de los actores de la cadena de comercialización, erradicando el mercado informal secundario y fortaleciendo el cumplimiento de las mesas de algas regionales.
- **Aprovechamiento de las Plantas Plurigenéticas (Quimeras):** La investigación científica de las praderas costeras debe incorporar variables asociadas a la ecología molecular de las macroalgas, específicamente el estudio de las **plantas plurigenéticas o quimeras** (fusiones biológicas espontáneas de discos de fijación de múltiples esporas). Estas estructuras naturales demuestran poseer tasas significativamente superiores de **supervivencia, velocidad de crecimiento, concentración de viscosidad y rendimiento industrial**, posicionándose como el eje prioritario para las estrategias futuras de manejo y restauración de ecosistemas degradados.

6. BIBLIOGRAFIA

González-Roca, F., S. Gelcich, Á. Pérez-Ruzafa, A. Vega, y J. Vásquez. 2021. "Exploring the Role of Access Regimes over an Economically Important Intertidal Kelp Species." *Ocean & Coastal Management* 212: 1-11.

<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105811>

Vásquez, J., N. Piaget, y A. Vega. 2012. The *Lessonia nigrescens* Fishery in Northern Chile: How You Harvest Is More Important than How Much You Harvest?. *Journal of Applied Phycology* 24 (3): 417–426.

4.6. Manejo de las Algas y su Relación con Aspectos Evolutivos y Moleculares.

Dr. Erasmo Macaya H.

Universidad de Concepción

Laboratorio de Estudios Algales (ALGALAB)

Concepción

1. CONTEXTO EVOLUTIVO Y DIVERSIDAD DE LA FLORA MARINA EN CHILE

El diseño de estrategias efectivas de manejo y conservación de los bosques de algas marinas en Chile exige comprender que el término coloquial "alga" es una definición netamente ecológica y polifilética. El análisis molecular y filogenético (**Figura 1**) demuestra que estos organismos se encuentran distribuidos a través de linajes evolutivos extremadamente distantes:

- **Algas Verdes y Rojas:** Pertenecen formalmente al Reino *Plantae* (Phylum *Chlorophyta* y Phylum *Rhodophyta*).
- **Algas Pardas:** Se ubican taxonómicamente en el Reino *Chromista* (Clase *Phaeophyceae*, Phylum *Heterokontophyta*) dentro del supergrupo Stramenopiles /SAR.

La Clase *Phaeophyceae* (algas pardas) comprende aproximadamente 2.200 especies a nivel mundial y posee un origen evolutivo estimado de hace 450 millones de años. Específicamente, el orden *Laminariales* (los huiros formadores de hábitat) cuenta con un origen filogenético de aproximadamente 80 millones de años (Fig. 1), existiendo registros fósiles de huiros de hasta 32 millones de años de antigüedad.

A nivel nacional, Chile continental e insular posee una notable riqueza ficoflorística con cerca de **1.300 especies de algas marinas confirmadas** (791 rojas, 335 pardas y 239 verdes; de acuerdo con la base de datos Algaebase 2026). De este número, cerca de **20 especies poseen una importancia comercial directa** (sujetas a explotación artesanal o industrial), las cuales se encuentran bajo constante monitoreo debido a revisiones taxonómicas, cambios nomenclaturales y actualizaciones en su distribución latitudinal.

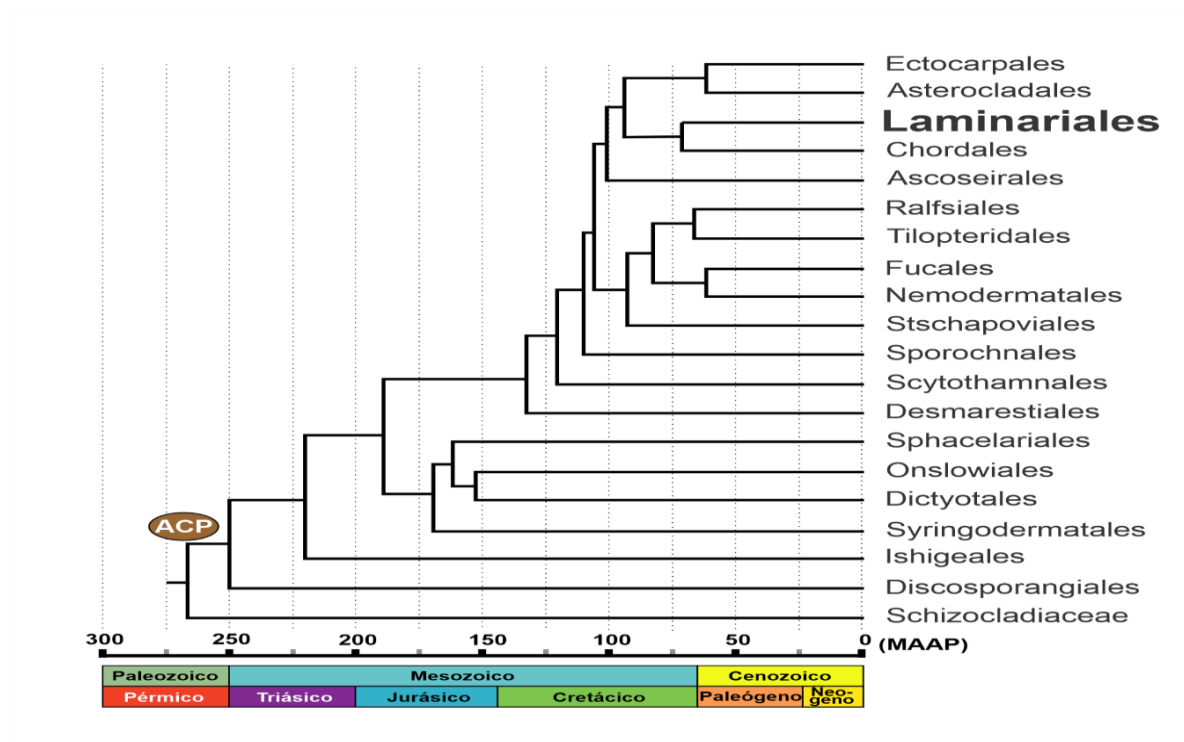


Figura 1. Filogenia de las algas pardas que incluye tiempos de divergencia calibrados a partir de registro fósil. ACP=Ancestro Común de las algas Pardas. Modificado de Bringloe *et al.* 2020.

2. EL GIRO MOLECULAR: IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES CRÍPTICAS Y REDEFINICIÓN DE LÍMITES COSTEROS

Los análisis moleculares de ADN (mediante el uso de marcadores moleculares como el gen COI) transformaron radicalmente la sistemática y el ordenamiento pesquero de los recursos algales en Chile. La evidencia molecular resolvió dos paradigmas históricos que modificaron la cartografía biológica del país entre los años 2000 y 2026:

- **El Complejo *Macrocystis*:** Antiguamente se clasificaba el género bajo múltiples morfoespecies locales (*Macrocystis integrifolia*, *M. laevis*, *M. angustifolia*). Los estudios moleculares demostraron que se trata de **una sola especie global morfológicamente plástica: *Macrocystis pyrifera* (Huiro Canutillo)**. Aunque estudios genómicos recientes han dado nueva información que podría nuevamente separar el género en 2 o más especies.
- **El Complejo *Lessonia nigrescens*:** Por el contrario, la costa chilena gestionaba el recurso *Huiro Negro* bajo la premisa de una única especie (*Lessonia nigrescens*) de amplia distribución. Las herramientas moleculares demostraron que el taxón ocultaba **dos especies crípticas genéticamente distintas**:

1. ***Lessonia berteroana***: Distribuida en la zona norte, desde los 17° hasta los 30° S.
2. ***Lessonia spicata***: Distribuida en la zona centro-sur, desde los 29° hasta los 41° S.

Estas dos especies se diferencian microscópica y morfológicamente por caracteres estructurales finos: el diámetro y número de capas de las células corticales, la densidad de células medulares, el largo del pedicelo y el número de dicotomías de la planta.

3. PATRONES DE CONECTIVIDAD GENÉTICA Y VULNERABILIDAD POBLACIONAL

Los bosques de macroalgas enfrentan severas presiones antrópicas derivadas de la extracción intensiva y el cambio climático. La capacidad de recuperación natural ante estas perturbaciones está directamente condicionada por los patrones de conectividad poblacional y el flujo génico entre localidades, los cuales varían drásticamente según la especie (**Figura 2**) y sus mecanismos de dispersión:

- ***Macrocystis pyrifera* (Huiro Canutillo / Calabacillo / Huiro Flotador)**: Exhibe una **alta conectividad genética a gran escala** a lo largo de la costa. Esta homogeneidad es favorecida por su distribución submareal, una elevada capacidad reproductiva y el desprendimiento de parches flotantes (balsas de alga) que viajan largas distancias transportando propágulos. No obstante, a escalas locales, factores oceanográficos y discontinuidades del hábitat restringen este flujo, generando diferenciación genética y patrones de **adaptación local**.
- ***Durvillaea antarctica* (Cochayuyo)**: Los estudios moleculares y filogeográficos desglosaron este taxón en dos especies: *Durvillaea antarctica* y la endémica de Chile central *Durvillaea incurvata* (Kollof, caracterizada por frondas con estructura interna de panal de abeja). Pese a poseer una médula aireada que les confiere alta flotabilidad, **la evidencia molecular indica patrones de conectividad significativamente más restringidos entre poblaciones**, mostrando una clara diferenciación genética espacial.
- ***Lessonia berteroana* y *Lessonia spicata* (Huiros Negros)**: Al habitar principalmente el intermareal y carecer de estructuras de flotación, presentan los **patrones de conectividad genética más limitados y una marcada estructuración espacial**. El flujo génico reducido entre localidades vuelve a estas poblaciones **extremadamente vulnerables a la fragmentación del hábitat y a la sobreexplotación**. Las disminuciones poblacionales críticas (post-cosecha masiva) conducen a pérdidas severas de diversidad genética intra-poblacional, aumentando la inestabilidad molecular y reduciendo su resiliencia biológica.

En la **Figura 2** se sintetizan las algas pardas más grandes de Chile.



Figura 2. Distribución de las especies de las grandes algas pardas en Chile. (Nombres de especies actualizados al 2026).

4. EL QUIMERISMO COMO EJE DE RESILIENCIA ECOLÓGICA

Un aspecto destacable es el fenómeno del **quimerismo o la formación de plantas plurigenéticas** en el huiro negro. Este proceso ocurre cuando distintos genotipos se fusionan espontáneamente durante la germinación, consolidando un esporofito adulto que alberga parches de distintos ADN en una misma estructura física.

La evidencia científica demuestra que el quimerismo no beneficia directamente a cada genotipo por separado, sino que **favorece la reproducción y la resiliencia a nivel de toda la población**, operando como un fenómeno ecológica y evolutivamente relevante. Las macroalgas quiméricas presentan:

- Mayor tasa de supervivencia frente a eventos estresantes.
- Mayor velocidad de crecimiento.
- Mayor tolerancia ante el incremento de la temperatura y la salinidad (clave ante el calentamiento global).

Estos huiros quiméricos actúan como verdaderos **reservorios in-situ de recursos genéticos y bancos de genes naturales esenciales para la recuperación poblacional post-cosecha**. Los estudios en Chile central demuestran una respuesta evolutiva directa a la presión pesquera: en localidades con baja extracción (como La Puntilla, con ~170 toneladas secas anuales), la frecuencia de quimerismo es de apenas un 33,3%; mientras que en caletas con alta intensidad extractiva (como

Pichicuy, con ~6.100 toneladas secas anuales), las poblaciones responden elevando su frecuencia de quimerismo hasta un **86,7%** como mecanismo de defensa biológica.

5. CONCLUSIONES

A partir de la síntesis de los antecedentes evolutivos y genéticos, se establecen las siguientes conclusiones fundamentales para la administración científica de los recursos algales:

- **Riesgo Genético Crítico en la Translocación de Material Biológico:** La conclusión más categórica del diagnóstico advierte de forma explícita que **el traslado de material biológico (propágulos, plántulas o individuos) entre diferentes regiones geográficas con fines de cultivo, repoblamiento o restauración implica severos riesgos genéticos**. La introducción de ejemplares provenientes de poblaciones genéticamente diferenciadas altera la diversidad molecular local, gatilla procesos nocivos de **introgresión genética**, induce la **desadaptación local** y compromete irreversiblemente la resiliencia de las poblaciones receptoras nativas. Las siembras cruzadas interregionales deben ser primariamente estudiadas para luego ser implementadas.
- **Inviabilidad de Criterios Homogéneos de Manejo por Especie:** Los planes sectoriales de pesca no pueden seguir aplicando reglas de cuotas idénticas bajo conceptos comerciales amplios como "huir negro" o "cochayuyo". Especies intermareales con conectividad restringida y baja dispersión génica, como el género *Lessonia*, poseen una fragilidad biológica intrínseca radicalmente superior a la de especies submareales con alta conectividad como *Macrocystis pyrifera*. La pérdida de una pradera local de *Lessonia* implica la **extinción de un acervo genético único y aislado**, limitando drásticamente su capacidad de recuperación natural por flujo larval foráneo.
- **Necesidad de Proteger los Reservorios Genéticos In-Situ y Áreas Quiméricas:** La comprensión de la estructura poblacional y el quimerismo debe ser integrada formalmente en las políticas de conservación del borde costero. Dado que las praderas bajo mayor explotación dependen de los discos fusionados plurigenéticos para generar tolerancia al estrés térmico y asegurar la regeneración de los bosques submarinos, es imperativo establecer **zonas de resguardo y santuarios genéticos in-situ**. Estas áreas deben proteger los sectores identificados con altos índices de quimerismo, garantizando la preservación de los bancos genéticos naturales que sostienen los servicios ecosistémicos y la estabilidad ecológica del litoral chileno en el largo plazo.

6. BIBLIOGRAFIA

Bringloe, T. T., Starko, S., Wade, R. M., Vieira, C., Kawai, H., De Clerck, O., Cock, J. M., Coelho, S. M., Destombe, C., Valero, M., Neiva, J., Pearson, G. A., Faugeron, S., Serrão, E. A., & Verbruggen, H. (2020). *Phylogeny and evolution of the brown algae*. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 39(4), 281–321. <https://doi.org/10.1080/07352689.2020.1787679>.

4.6. Determinantes del Manejo y su Efectividad en Pesquerías Artesanales.

Dr. Omar Defeo

Universidad de la República de Uruguay.
Uruguay

Basado en las investigaciones del Dr. Omar Defeo (Laboratorio de Ciencias del Mar, Facultad de Ciencias, Uruguay).

1. DESAFÍOS GLOBALES EN EL MANEJO DE RECURSOS BENTÓNICOS

Numerosas pesquerías artesanales de recursos bentónicos costeros enfrentan condiciones de sobreexplotación, vulnerabilidad social-ecológica e incertidumbre creciente. En estas comunidades, la alta dependencia social y económica de los usuarios suele coexistir de forma simultánea con una marcada vulnerabilidad ecológica de las especies y una débil gobernanza institucional.

Los recursos bentónicos costeros presentan atributos biológicos y operacionales específicos que aceleran su degradación a corto plazo si no están correctamente regulados:

- **Fácil Acceso:** Su ubicación en la franja litoral y submareal somera permite la explotación sin requerir grandes inversiones tecnológicas.
- **Distribución Agregada:** Al ser organismos gregarios y sedentarios, son altamente susceptibles a estrategias de agotamiento secuencial de parches o bancos.
- **Creciente Valor Económico:** La alta demanda en mercados internacionales eleva sus precios, incentivando la sobreexplotación e incrementando el riesgo de sobreexplotación y colapso.
- **Deficiencias de Control:** Los sistemas tradicionales de monitoreo, control y vigilancia suelen ser débiles, esporádicos o ineficientes frente a flotas artesanales atomizadas en el territorio.

2. EL ENFOQUE DE SISTEMAS SOCIAL-ECOLÓGICOS COMPLEJOS

La raíz del fracaso de muchos modelos de ordenamiento radica en que las pesquerías bentónicas no son meros stocks de biomasa, sino **sistemas social-ecológicos complejos**. De acuerdo con este enfoque (sustentado en los postulados de Elinor Ostrom (2009), el sistema está integrado por subsistemas ecológicos y humanos que interactúan entre sí de manera dinámica. Estos subsistemas

no operan en el aislamiento, sino que están expuestos a múltiples forzantes de dos tipos (Österblom et al., 2017):

1. **Forzantes Proximales:** Impactos biocomerciales e inducidos directos como la intensidad de pesca, la polución local, la introducción de especies invasoras y los cambios drásticos en la temperatura del agua o la acidificación.
2. **Forzantes Distales:** Factores indirectos de mayor escala que añaden nuevas dimensiones de complejidad, tales como las dinámicas de los mercados globales, las migraciones, los desarrollos tecnológicos, la urbanización costera y las emisiones globales de CO₂.

Por lo tanto, la delimitación convencional entre lo puramente social y lo ecológico es artificial y arbitraria. Para que la gestión sea viable a largo plazo, la política pública debe abandonar el diseño de medidas técnicas aisladas y transitar hacia la evaluación de la **efectividad del manejo**.

3. LOS CUATRO PILARES DE LA SOSTENIBILIDAD INTEGRADA

El Dr. Defeo define la efectividad del manejo como la capacidad de sostener, de manera simultánea y duradera, la multidimensionalidad de la sostenibilidad. Esto exige la articulación armónica de cuatro pilares fundamentales, evitando cualquier enfoque parcial o fragmentado:

Dimensión	Objetivo
ECOLÓGICA	Preservar la integridad del ecosistema
ECONÓMICA	Garantizar la viabilidad de la actividad
SOCIAL	Asegurar la legitimidad y equidad del sistema
INSTITUCIONAL	Fortalecer la gobernanza

Así, la efectividad multidimensional surge de la integración simultánea de las cuatro dimensiones.

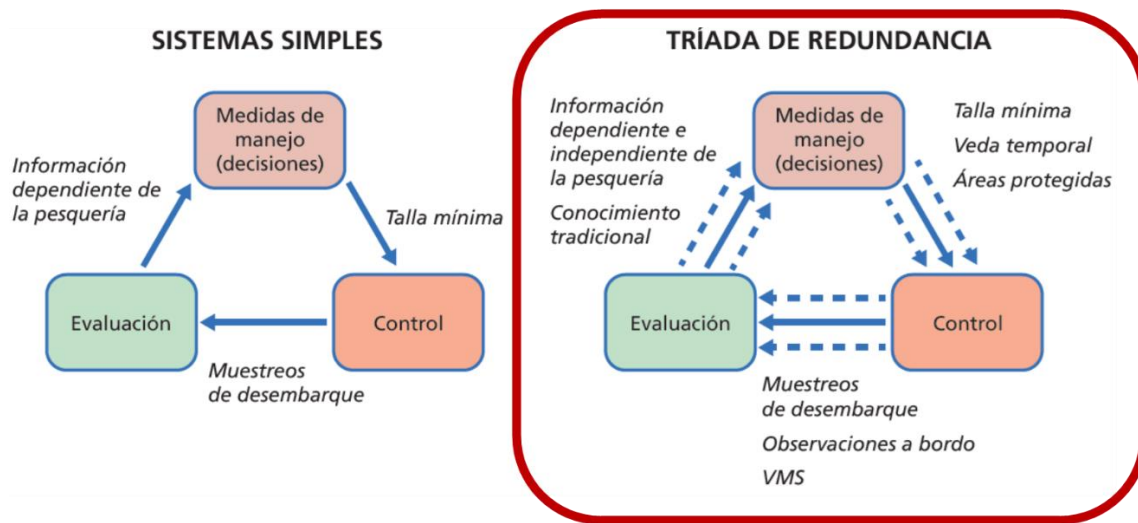
No existe la posibilidad de alcanzar un manejo efectivo si se produce un desajuste entre la ecología del recurso, las demandas de la sociedad, las presiones del mercado y las reglas de las instituciones. El éxito del ordenamiento depende críticamente del establecimiento de una **congruencia escalar**, es decir, lograr que el ajuste institucional (reglas y procesos de toma de decisiones) calce con la escala geográfica, temporal y funcional del sistema ecológico que se pretende administrar.

4. REDUNDANCIA DE MECANISMOS Y GOBERNANZA PARTICIPATIVA

Frente a los escenarios de incertidumbre y fallas de información que caracterizan a los ecosistemas marinos, el informe establece que la resiliencia de una pesquería bentónica se sostiene sobre dos principios operativos clave:

- **Gobernanza Participativa y Policéntrica:** Implica la distribución horizontal del poder de decisión, incorporando activamente a los usuarios de los recursos junto al sector académico, municipios y agencias de pesca del Estado en el ciclo de planificación, formulación y aplicación de las normas. Esto puede fortalecer la adecuación al contexto local y la legitimidad social de las medidas.
- **Redundancia y Complementariedad Institucional:** El control de pesquerías frágiles no puede depender de un método único. Se requiere una redundancia y complementariedad basada en la aplicación concurrente de múltiples métodos, métricas y mecanismos de monitoreo, control y vigilancia. La articulación de métodos mixtos (que combinen el conocimiento tradicional de los pescadores con muestreos de desembarque y evaluaciones de biomasa directas) constituye una condición importante para aumentar la capacidad del sistema de responder ante cambios imprevistos o impactos climáticos extremos (Defeo & Vasconcellos, 2020).

Evaluación – Manejo – Control



Esquema conceptual de Evaluación-Manejo-Control en pesquerías. Los sistemas simples dependen de pocas fuentes de información y medidas de manejo, mientras que la tríada de redundancia integra múltiples fuentes de información, herramientas de manejo y mecanismos de control, aumentando la robustez del sistema. Extractado de Defeo & Vasconcellos (2020).

5. CONCLUSIONES

A partir de la síntesis del marco conceptual de la pesquería artesanal bentónica provisto por el Dr. Omar Defeo, se establecen las siguientes conclusiones de alcance estratégico:

- **Inoperancia de las Medidas Técnicas Aisladas:** La efectividad del manejo no depende de la acumulación o el endurecimiento de restricciones normativas aisladas o desarticuladas. Si herramientas tradicionales como la fijación de una talla mínima o una veda no se conciben de manera integrada con las necesidades de la sociedad y los incentivos del mercado, el sistema genera dinámicas informales de mercado negro y dinámicas de auge y caída. El verdadero desafío de la administración pesquera no radica en enumerar o diseñar más medidas de control, sino en **convertirlas en un plan operativo capaz de articular la multidimensionalidad de la sostenibilidad**.
- **La Redundancia como Mecanismo de Resiliencia:** En pesquerías artesanales de recursos bentónicos costeros, el principio de simplicidad administrativa es biológicamente riesgoso. Dada la alta incertidumbre ambiental generada por factores distales y proximales, la sostenibilidad exige una redundancia metodológica e institucional. Disponer de mecanismos complementarios (co-manejo adaptativo, monitoreo participativo, bases de datos comunitarias y alertas tempranas) aumenta la capacidad del sistema para responder si un mecanismo de control falla o un indicador biológico se desfasa, reduciendo el riesgo de un cambio irreversible de régimen (*tipping point*).
- **Salvaguarda de los Medios de Vida Costeros Vulnerables:** Las pesquerías bentónicas de pequeña escala no representan únicamente toneladas de desembarque comercial, sino que se encuentran **profundamente arraigadas en la identidad cultural y los medios de vida de sectores sociales vulnerables**. Por ello, las intervenciones de manejo orientadas a restaurar la integridad ecológica deben considerar sus impactos sobre la equidad y la justicia distributiva. El establecimiento de esquemas de co-manejo participativo y policéntrico (como los Consejos Locales de Pesca) constituye una vía particularmente relevante para fortalecer la resiliencia social-ecológica y favorecer el uso sostenible de los recursos litorales sobre la base de evidencia científica sólida.

6. REFERENCIAS

- Defeo, O., Vasconcellos, M. (2020). Transición hacia un enfoque ecosistémico de la pesca - Lecciones aprendidas de pesquerías de América del Sur. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No 668. Roma, FAO.
- Österblom, H., Crona, B. I., Folke, C., Nyström, M., Troell, M. (2017). Marine ecosystem science on an intertwined planet. *Ecosystems* 20, 54-61.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science* 325, 419-422.

4.7. Las Pesquerías de Algas Pardas de Tarapacá.

Raúl Madrid C.

Representante CMAP de Tarapacá
Iquique

Resumen Técnico: Visión Artesanal del Plan de Manejo de Algas Pardas en la Región de Tarapacá

1. CONTEXTO Y PROPOSITO

El Plan de Manejo de algas pardas en la Región de Tarapacá (franja costera que abarca sectores críticos como la Zona Sur, Río Seco, Chipana y Chanavaya) posee una **importancia tridimensional: ecológica, social y económica**. Si bien el recurso sustenta el ingreso de cientos de familias costeras e impulsa exportaciones de alto valor, los pescadores y recolectores históricos denuncian una severa crisis operativa debido a la **ausencia del Estado en las labores de fiscalización** y a la falta de financiamiento público para que las universidades regionales ejecuten estudios de biomasa actualizados. Esta vulnerabilidad institucional es aprovechada por la **extracción ilegal** perpetrada por población migrante y personas ajenas a las caletas, quienes operan de forma clandestina sin permisos, vulnerando sistemáticamente las vedas biológicas y las tallas mínimas de captura. Los algueros artesanales evidencian un patrón de degradación asimétrico: mientras el recurso logra "protegerse solo" en zonas de acantilados o rompientes de difícil acceso donde se forman bosques intermareales espesos, las zonas de orilla de fácil acceso sufren un estrés extractivo constante y destructivo.

Un cuello de botella crítico en la cadena de comercialización radica en la **responsabilidad compartida de las plantas de procesamiento secundario y secado**, las cuales compran biomasa sin exigir una trazabilidad real, facilitando e incentivando la informalidad. Asimismo, se reconoce una vulnerabilidad interna dentro de las organizaciones, donde algunos socios de los propios sindicatos caen en el "blanqueo" o préstamo de nombres para declarar capturas ilegales de terceros. Ante esto, la comunidad artesanal exige de forma urgente un **empadronamiento riguroso de los verdaderos actores históricos** y propone una estrategia innovadora: aprovechar los eventos de **grandes varazones naturales** en sectores clave (como El Faro, Las Pircas, El Tejas y El Sombrero) para fiscalizar in situ e identificar a los algueros tradicionales, separándolos de los extractores de oportunidad. Para resolver la crisis de vigilancia, el sector propone dotar a los comités locales de facultades legales para actuar como co-vigilantes de sus propios territorios de pesca, respaldados operativamente por una acción coordinada entre SERNAPESCA y la Armada de Chile.



FIGURA 1: Cartografía de Unidades de Manejo Local (LÍNEA DE COSTA - REGIÓN DE TARAPACÁ (10° a 22° S). I) Cta. Chanavaya / Pabellón de Pica → Zona de Media Presión. II) Cta. Río Seco / Cta. Lobos → Centros de Alta Descarga de Huiro Negro, III) [ZONA SUR TARAPACÁ] → Franja Intermareal Bajo Estrés de Orilla, IV) Cta. Chipana / Pta. Falsa Chipana → Sector Propuesto para Empadronamiento

- **Descripción de la evidencia:** Esta delimitación satelital del borde costero regional expone los sectores geográficos que concentran la mayor actividad de recolección de orilla y buceo artesanal. Los usuarios destacan que la dispersión de las caletas exige descentralizar la fiscalización, ya que el monitoreo centralizado actual de SERNAPESCA es incapaz de cubrir las extensas poligonales de libre acceso comprendidas entre Chanavaya y Chipana.

[Extracción Clandestina / Barreteo] → [Pérdida de Estructura del Bosque]

[Compra Informal en Plantas Secadoras] ← [Blanqueo de Actas por Terceros]

- **Descripción de la evidencia:** Esta secuencia operativa describe la brecha de control denunciada por don Raúl Madrid. Ilustra cómo la falta de inspectores en las playas intermareales permite la remoción descontrolada de plantas, un eslabón ilegal que se consolida cuando intermediarios y plantas pesqueras adquieren el alga húmeda o seca sin verificar rigurosamente el Registro Pesquero Artesanal (RPA) del extractor real.

2. CONCLUSIONES

A partir del diagnóstico empírico y las demandas sectoriales expuestas por los usuarios de la Región de Tarapacá, se establecen las siguientes conclusiones fundamentales para el ordenamiento del recurso:

- **Urgencia de un Filtro Socio-Laboral contra la Competencia Desleal:** La sostenibilidad del Plan de Manejo de Tarapacá es inviable si el Estado no implementa un **empadronamiento histórico y territorial de los verdaderos algueros**. La pesquería artesanal de macroalgas requiere un blindaje legal urgente que detenga la competencia desleal ejercida por recolectores ilegales e informales. El Comité de Manejo debe validar la propuesta técnica de utilizar las zonas de varazón natural de los sectores El Faro, Las Pircas, El Tejas y El Sombrero como estaciones base para auditar y registrar la fuerza laboral tradicional, depurando el Registro Pesquero Artesanal (RPA).
- **Corresponsabilidad Legal y Cierre de Plantas Clandestinas:** El control de la sobreexplotación de los huiros no se logrará persiguiendo únicamente al recolector informal en la playa; debe enfocarse en el poder de compra. Las plantas pesqueras comerciales y los centros de secado informal ejercen un rol facilitador del delito ambiental al adquirir materia prima de procedencia dudosa. Se concluye indispensable aplicar sanciones agravadas, multas económicas severas y la clausura inmediata a aquellos establecimientos que adquieran algas sin guías de despacho visadas o que se presten para el blanqueo de capturas mediante el uso instrumental de nombres de socios sindicales.
- **Institucionalización de la Co-Vigilancia con Respaldo de la Autoridad:** La escasez crónica de recursos humanos y logísticos en SERNAPESCA hace imperativo transitar desde una fiscalización estatal vertical hacia un modelo de **co-vigilancia comunitaria**. Los comités locales y los sindicatos históricos poseen la disposición y el conocimiento territorial para actuar como custodios de sus sectores de pesca, pero para ello requieren con urgencia el **respaldo legal, operativo y de seguridad** por parte de las autoridades competentes. El Estado debe formalizar mesas operacionales permanentes de coordinación binomio entre la Autoridad Marítima (Armada) y SERNAPESCA para dar soporte y protección a los pescadores que denuncian el barreteo ilegal.
- **Financiamiento de Estudios de Biomasa con Identidad Regional:** Es una necesidad crítica y unánime el desarrollo de **estudios científicos acabados, independientes y actualizados sobre la biomasa real de algas pardas** en Tarapacá. La toma de decisiones y la fijación de cuotas anuales no pueden seguir basándose en estimaciones históricas o extrapolaciones indirectas de desembarque. El Gobierno Regional y la Subsecretaría de Pesca deben proveer fondos estables y permanentes para que las universidades regionales ejecuten monitoreos directos in situ, logrando el equilibrio necesario entre el resguardo del sustento de las familias y la integridad ecológica de estos bioingenieros marinos.

5. RESUMEN DEL TALLER

Tras las nueve presentaciones, se organizó una instancia de trabajo grupal diseñada para transformar las recomendaciones de los expertos y usuarios en acciones concretas para la adecuación del Plan de Manejo de Algas Pardas. Esta etapa, denominada como "Mesa Redonda y Conclusiones", fue dirigida por Juan Carlos Villarroel y Gabriel Jerez de la Subsecretaría de Pesca (SSPA) con apoyo de la consultora.

La metodología seleccionada para este ejercicio se basó en el sistema de "plumones y tarjetas". El objetivo fue fomentar una instancia participativa donde todos los asistentes pudieran aportar sus ideas de manera equitativa mediante el uso de papelógrafos, post-its y lápices, evitando que solo destaquen las voces con mayor facilidad de expresión.

Los participantes se dividieron en dos grupos de trabajo con enfoques temporales y estratégicos distintos:

Grupo 1: Desafíos de Corto Plazo. Este grupo analizó si las medidas de conservación y mitigación actuales (como la veda y recolección exclusiva de alga varada) son suficientes para proteger las praderas. Identificaron dificultades prácticas para cumplir estas reglas y propusieron medidas adicionales inmediatas.

Grupo 2: Estrategias de Largo Plazo. Este equipo se enfocó en escenarios de crisis, como una disminución drástica de la biomasa debido a fenómenos ambientales (como El Niño) o a la sobreexplotación. Su tarea fue definir qué acciones prioritarias deben aplicarse ante una baja abrupta en los desembarques para asegurar la recuperación del recurso.

Esta actividad aportó información para el proceso de adecuación, ya que las conclusiones obtenidas se recogerán para ser consideradas o integradas en los planes de acción del Plan de Manejo.

5.1. Grupo 1: Corto Plazo: Adecuación Plan de Manejo y Contingencia

1. Las medidas de conservación y administración de corto plazo (veda extractiva, cierre del RPA, nómina de participantes y criterios de operación), actualmente vigentes, ¿son suficientes para proteger las praderas de algas pardas?
2. ¿Qué dificultades prácticas existen para cumplir con estas medidas de corto plazo?
3. De ser insuficientes las medidas ¿qué medidas adicionales se podrían aplicar?
4. Frente a la disminución drástica de la biomasa por impactos o fenómenos ambientales, por sobreexplotación, ante una baja abrupta de desembarques o precios, ¿qué acciones inmediatas deberían aplicarse y priorizarse?

Síntesis de Respuestas:

1. Evaluación de Medidas: Los participantes señalaron que las medidas vigentes son parcialmente suficientes, pero subrayaron que es imposible evaluar su efectividad real debido a la falta de levantamiento de información y datos actualizados.
2. Dificultades Prácticas: Se identificaron obstáculos críticos como el difícil acceso a zonas costeras, el bajo compromiso de algunos usuarios, la insuficiencia de personal para fiscalización y la carencia de un monitoreo exclusivo para algas con financiamiento asegurado.
3. Propuestas de Mejora:
 - Control: aumentar la fiscalización en empresas compradoras, fortalecer las atribuciones legales de Sernapesca para sancionar la extracción sin RPA, fortalecimiento institucional (mayores atribuciones y recursos para fiscalización), establecimiento de sanciones.
 - Gestión Administrativa: mejora en el control de nóminas y del RPA, flexibilizar el RPA para permitir el reemplazo generacional (padres a hijos).
 - Participación: mayor participación de los usuarios en la toma de decisiones, fortalecimiento del compromiso organizacional y desarrollo de instancias de capacitación y difusión.
 - Biológico-pesquera: implementación de zonas de resguardo, rotación de áreas, cierres temporales, monitoreo permanente, generación de información, establecer puntos de referencia basados en nuevos estudios de biomasa.
4. Gestión de Crisis: Ante una disminución drástica de biomasa, el grupo propuso la elaboración de planes de contingencia consensuados con los usuarios que incluyan vedas totales, repoblamiento, cierres temporales de zonas de extracción, suspensión de la actividad comercial, cierre de la pesquería y medidas de mediano plazo. Por lo anterior, se propuso priorizar la mitigación socioeconómica mediante subsidios como "pagar por no cosechar" (bonos de carbono), generación de alternativas laborales para pescadores artesanales y alqueros, junto con el desarrollo de programas de capacitación. Adicionalmente, generación de bancos de semillas y considerar los efectos del cambio climático.

5.2. Grupo 2: Largo Plazo, Investigación Pesquera y Sustentabilidad

1. ¿Cuáles son las principales brechas de información científica que limitan hoy una adecuada evaluación del estado de las algas pardas? (Ej.: dinámicapoblacional, reclutamiento, conectividad, impactos del cambioclimático)
2. ¿Qué líneas de investigación y monitoreo permanente deberían incorporarse al plan para sustentar decisiones de manejo basadas en evidencia? (Ej.: programas IFOP, monitoreo participativo, modelación, puntos de referencia biológicos)
3. ¿Cómo integrar el conocimiento científico con el conocimiento de los usuarios (pescadores/recolectores) en un sistema de manejo adaptativo de **largo plazo**? (Gobernanza, co-manejo, ciencia participativa)

Síntesis de Respuestas:

1. Las respuestas evidencian que las principales brechas para evaluar adecuadamente el estado de las algas pardas no son solo biológicas, sino también económicas, institucionales y de gestión.

Existe una carencia de información clave sobre biomasa, cobertura y dinámica de las praderas, junto con la necesidad de incorporar enfoques más integrales como estudios genéticos, monitoreo de variables ambientales y desarrollo de modelos de evaluación. Asimismo, se reconoce la falta de programas de investigación de largo plazo con financiamiento estable, lo que limita la generación de series de datos robustas. A esto se suma la necesidad de comprender mejor los procesos de post-cosecha, fortalecer la fiscalización y mejorar la articulación con actores institucionales para el control del recurso.

En conjunto, también se plantea la importancia de avanzar en la concientización sobre el valor ecológico y económico de las algas, así como en el análisis de los sistemas de gobernanza existentes, promoviendo una mayor vinculación con los comités locales de algueros. Esto refleja la necesidad de integrar dimensiones científicas, sociales y de gestión en la generación de conocimiento, como base para una evaluación más completa y efectiva del recurso.

2. Las respuestas apuntan a que las líneas de investigación y monitoreo deben ampliarse más allá de lo estrictamente biológico, incorporando de manera sistemática dimensiones sociales, económicas y operativas de la pesquería.

Se destaca el rol clave de las organizaciones de pescadores como fuente directa de información, lo que permitiría fortalecer sistemas de monitoreo participativo y mejorar la calidad y oportunidad de los datos. Asimismo, se propone levantar información en puntos críticos como varaderos para identificar actores reales de la actividad y reducir prácticas como el “blanqueo”, junto con monitorear variables pesqueras, esfuerzo de extracción y características de los usuarios.

En paralelo, se subraya la necesidad de integrar el monitoreo económico (precios, costos, cadenas de valor) y adaptar los sistemas de recolección de datos a la realidad de la actividad, incluyendo horarios no tradicionales. En conjunto, estas sugerencias apuntan a construir un sistema de monitoreo más integral, continuo y representativo, que sustente decisiones de manejo basadas en evidencia y refleje de mejor manera la dinámica real de la pesquería.

3. Las respuestas coinciden en que la integración efectiva entre conocimiento científico y saber local requiere avanzar hacia enfoques más inclusivos, continuos y bidireccionales.

Se propone desarrollar métodos mixtos que incorporen explícitamente la percepción y experiencia de los usuarios, junto con ampliar su participación más allá de instancias formales como los comités de manejo. En este sentido, se destaca la importancia de implementar muestreos participativos y reuniones periódicas en terreno, lo que facilitaría la validación conjunta de la información y fortalecería la confianza entre actores. Se plantea mejorar los mecanismos de comunicación y acceso a la información, adaptándolos a las realidades de los usuarios, por ejemplo, mediante sistemas directos como mensajería a celulares, en lugar de depender únicamente de plataformas web. La creación de una plataforma unificada de información y la validación permanente del conocimiento con los usuarios aparecen como elementos clave para sostener un sistema de manejo adaptativo de largo plazo, basado en colaboración, transparencia y aprendizaje compartido.

6. CONCLUSIONES GENERALES

Las conclusiones generales del taller técnico sobre las algas pardas en Tarapacá reflejan una pesquería en etapa de transición, donde la necesidad de modernizar la gestión se cruza con desafíos en fiscalización, calidad y cantidad de datos y participación social. A continuación, se presentan puntos relevantes:

6.1. Necesidad de una Gestión Adaptativa

El taller concluye que el Plan de Manejo de Tarapacá requiere una adecuación profunda para transitar desde metas originalmente ambiciosas con dificultad en su medición, hacia un sistema de gestión adaptativa con indicadores representativos comunes. Se destacó que los puntos de referencia no pueden ser genéricos para toda la región; deben reconocer la variabilidad local y la dinámica biológica de las algas propia de cada zona para ser efectivos. Se busca, además, integrar los regímenes de administración (AMERB y áreas de libre acceso) bajo criterios de sostenibilidad comunes.

6.2. Urgencia en el Fortalecimiento del Monitoreo

Existe un consenso técnico sobre la insuficiencia del monitoreo actual. Se concluye que es necesario implementar un programa de seguimiento específico para algas que incluya centros de monitoreo en cada unidad de manejo, lo que requeriría una inversión sectorial significativa.

6.3. Enfoque Multidimensional en el Seguimiento

El monitoreo biológico es insuficiente por sí solo; se requiere integrar de forma urgente el seguimiento de variables económicas (precios y cadenas de valor) y operativas (identificación de actores en puntos de desembarque) para asegurar la sostenibilidad.

6.4. Enfrentar la Ilegalidad

Uno de los puntos más críticos fue la denuncia persistente sobre la falta de presencia del Estado en la fiscalización costera. El taller identifica la extracción ilegal (barroteo en zonas de veda) por parte de actores informales y migrantes como una amenaza directa a la sostenibilidad del recurso y al sustento de los recolectores históricos. Se propone identificar recolectores ilegales y el empadronamiento real de los actores, además de un control a las plantas de proceso para frenar el "blanqueo" del recurso.

6.5. Enfoque Ecosistémico y Ciencia Aplicada

Desde la perspectiva científica, se concluye que el manejo debe ir más allá de la productividad del "commodity" para considerar el rol ecológico de los bosques de algas como hábitat de otras especies. Se debe considerar la variabilidad genética al momento de hacer actividades de repoblamiento evitando traslados de cepas que puedan alterar la estructura local, además de la creación de bancos de germoplasma. Se afirmó que técnicamente la cosechade la planta completa (barroteo) es biológicamente preferible a la poda si se realiza con criterios de rotación.

6.6. Gobernanza y Comunicación

Es fundamental integrar la percepción de los usuarios mediante instrumentos de evaluación. Se considera relevante modernizar la comunicación institucional usando sistemas directos como mensajería al celular, evitando la dependencia exclusiva de plataformas web, y crear una plataforma unificada de información compartida.

6.7. Legitimidad Social y Co manejo

Finalmente, el taller reafirma que ninguna medida de manejo tendrá éxito sin legitimidad social a través del co-manejo. Se concluyó que la participación de los usuarios en los comités es fundamental para el éxito del plan, pues ellos aportan el conocimiento empírico necesario para ajustar las reglas a la realidad del terreno. Por otra parte, la gobernanza ganará legitimidad si se implementan muestreos participativos y reuniones en terreno. La efectividad del manejo, según el profesor Defeo, descansa en la redundancia de medidas (vedas, tallas, cuotas) y en una solidez institucional que garantice que las decisiones tomadas en el comité sean implementadas de manera efectiva.

ANEXO

1. Fotografías del Taller

