



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2023:
Programa Integral de Desarrollo de Acuicultura para
Pescadores Artesanales y Acuicultores de Pequeña Escala.
Etapa VII.

INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2023:
Programa Integral de Desarrollo de Acuicultura para Pescadores Artesanales y
Acuicultores de Pequeña Escala. Etapa VII.

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Marzo 2024

REQUIRENTE

**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO**

Subsecretaria de Economía y
Empresas de Menor Tamaño
Javiera Constanza Petersen Muga

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Gonzalo Pereira Puchy
Jefe División Investigación en Acuicultura
Gastón Vidal Santana

JEFE PROGRAMA

Francisco Cárcamo Vargas

AUTORES

Francisco Cárcamo Vargas
Luis Henríquez Antipa
Francisco Galleguillos Foix
Sandra Saavedra Muñoz
Denisse Torres Avilés
Sebastián Cook Alvarado
Pablo Leal Sandoval
Yeriko Alanis Villalobos
Karla Álvarez Millán
Daniela Uribe Vargas



RESUMEN EJECUTIVO

En el marco del objetivo específico 1 **“Proponer modelos de gestión y producción asociados al desarrollo de la acuicultura de pequeña escala”**, se desarrollaron 3 actividades:

- Un *Estudio de brechas y desafíos de comercialización de productos APE*, para lo cual se diseñó y aplicó una “Encuesta de Caracterización” a 32 acuicultores que han realizado comercialización, representando a 6 regiones del país. Los resultados muestran que las brechas y desafíos en la comercialización de los productos APE varían por región y recurso. La dificultad más señalada en este estudio, fue la incapacidad de cumplir con la cantidad de producción requerida por los compradores. En este caso, el desafío es mejorar el rendimiento productivo para poder cumplir con la cantidad y/o calidad requerida por la demanda y mejorando los precios a través de la incorporación de valor agregado. O alternativamente, la asociatividad entre productores APE para cumplir con los volúmenes demandados
- Para la *Propuesta de instrumento e incorporación de criterios de madurez o fortaleza socio-organizacional en la medición y selección de grupos o individuos beneficiarios de financiamiento para desarrollar APE*, se realizó un análisis exploratorio de requisitos de bases administrativas de 4 instrumentos y/o fuentes de financiamiento nacional, públicos y privados, aplicables a la APE (INDESPA, CORFO, Banco Estado, Privado), lo que se complementó con entrevistas a actores claves. Para el diseño del instrumento, se revisó el uso de criterios socio-organizacionales relacionados con APE desde otros estudios. Finalmente se diseñó un instrumento denominado Índice Específico Socio Organizacional APE (IESA), aplicable en la orientación y selección de financiamiento APE para OPA. Se proponen la metodología de elaboración del índice, la vía de incorporación en la institucionalidad y criterios socio-organizacionales generales y específicos para APE que deben considerarse en la elaboración del índice. Dicha propuesta fue validada y se sugiere su incorporación y desarrollo inicial en el marco de la preparación de proyectos técnicos solicitados para desarrollar APE en AMERB y CCAA.
- Respecto a la *Propuesta de acciones de fortalecimiento organizacional y administración para desarrollar APE*, se propone una evaluación inicial de los aspectos socio-organizacionales de las OPA, la que debe ser realizada mediante un instrumento (encuesta) el cual determinará el nivel organizacional inicial de los interesados en desarrollar o fortalecer sus competencias APE. Para el fortalecimiento de competencias (socio-organizacionales y de administración) se presenta un Programa de Asistencia Técnica (PAT) que posee 4 etapas (talleres de diagnóstico-definición del plan de trabajo de fortalecimiento organizacional y administrativo-desarrollo del plan de trabajo-seguimiento y evaluación del Programa de Asistencia Técnica). Se sugiere que el PAT sea evaluado periódicamente, tanto para comprobar el impacto en las OPA como también para evaluar la subvención y apoyo de las diferentes fuentes de financiamiento.

Para el desarrollo del objetivo específico 2 **“Desarrollar cultivos pilotos de pequeña escala en diferentes zonas geográficas del país”**, se implementaron los cultivos comprometidos en 4 sitios de estudios:



- Cultivo en base a portafolio de bivalvos (chorito, choro zapato, ostión del norte, ostra japonesa), en sistema suspendido en CCAA Quinchao administrada por Corporación Municipal de Quinchao para la Educación, Salud y Atención al menor, Comuna de Quinchao, Chiloé, región de Los Lagos.
- Co-cultivo de fondo en sistema flipbag de pelillo y ostra japonesa, y pelillo y choro zapato, en CCAA rio Pudeto administrada por Sindicato de Trabajadores Independientes Cultivadores y Explotadores de algas y recursos bentónicos Pupelde, Chiloé, región de Los Lagos.
- Cultivo en base a portafolio de bivalvos (Chorito, choro zapato, ostión del norte, ostra japonesa) y algas (chicorea, pelillo) en sistemas de cultivo suspendido en CCAA Hueihue administrada por Justo Lorenzo García Campos (Cultivos Cholche), Comuna de Ancud, Chiloé, región de Los Lagos.
- Cultivo de ostra japonesa en sistema de cultivo suspendido en AMERB Chungungo B, administrada por la Organización Comunitaria de Buzos Mariscadores “Los Castillo”, Caleta Chungungo, comuna de La Higuera, región de Coquimbo.

Entre los resultados relevantes o destacables de esta etapa del Programa se pueden mencionar:

- Luego de 2-3 ciclos de cultivos en el sitio Pudeto, se valida que la incorporación de organismos filtradores en cultivos estuarinos o de baja profundidad, presentan crecimientos exitosos. De esta forma, los co-cultivos son una real alternativa de diversificación productiva para zonas históricas de monocultivos de pelillo, proporcionando, además, servicios ecosistémicos (e.g., biorremediación), que a futuro serán necesario cuantificar y valorizar.
- La realización de podas permite la obtención de biomasa cosechable antes del fin del ciclo, con mejores resultados para el recurso pelillo.
- El segundo ciclo de cultivo de ostra japonesa en el sitio Chungungo (norte de Chile) se concretó con éxito, logrando la venta de la producción, y generando asociatividad. La OPA en este ciclo, logró un mayor empoderamiento con el cultivo, sin embargo, los robos sistemáticos al cultivo han desincentivado a algunos socios.
- Los resultados experimentales logrados a la fecha (de más de 2 años de cultivo) validan el modelo en base a portafolio como una alternativa productiva de diversificación APE. Empíricamente, también es validada por policultivadores APE que luego de años de desarrollo, comienzan a mostrar viabilidad económica y técnica.
- En general, los resultados productivos y ambientales de todos los cultivos implementados fueron variables entre sitios, pero dentro de los rangos reportados en la literatura y en etapas previas del programa.

Para el desarrollo del objetivo específico 3 **“Adecuación de infraestructura y equipamiento para la producción de semillas de bivalvos en hatchery”**, se materializó la adecuación mínima requerida para iniciar el trabajo productivo de pequeña escala en hatchery. Lo que incluye también, como requerimiento básico, el desarrollo y mantención de infraestructura y equipos para desarrollar de manera permanente, cultivos de microalgas para alimentación de adultos, larvas y semillas de invertebrados. Se realizaron las primeras pruebas de acondicionamiento reproductivo y desove en 3 especies: *Ch. chorus* (choro zapato), *A. purpuratus* (ostión del norte) y *M. gigas* (ostra japonesa), con resultados positivos para las dos primeras.



Para el objetivo específico 4 **“Evaluar interacciones ambientales de la acuicultura de pequeña escala”**, se realizaron dos campañas de terreno (mayo-junio y noviembre del 2023) para monitorear el efecto de la APE sobre comunidades bentónicas de 3 AMERB seleccionadas: 1) Quenu, del archipiélago de Calbuco (cultivo de engorda de mitílidos), 2) Este Puntilla Pichicolo, y 3) Caleta Isla el Manzano, ambas ubicadas en Hualaihué, y que corresponden sitios de captación de semillas de mitílidos. En sitios con y sin influencia (referencia) del cultivo APE, se realizaron mediciones de sustrato biogénico, invertebrados epibentónicos, infauna e indicadores de enriquecimiento orgánico. Los resultados mostraron, entre otros:

- El impacto ambiental cultivos APE de chorito *Mytilus chilensis* en las AMERB estudiadas aún es bajo.
- La APE de mitílidos tiene el potencial de conservar y promover beneficios ambientales relevantes (estructuración del fondo, atracción de especies locales, aumento de la riqueza local) los cuales, podrían complementar un modelo de manejo y producción sostenible en AMERB.

Para el objetivo específico 5 **“Evaluación de técnicas de preservación en tres especies de macroalgas de interés APE”**, se realizó obtención de material reproductivo de huiro *Macrocystis pyrifera*, luga *Sarcopeltis skottsbergii* y pelillo *Gracilaria chilensis* desde distintas localidades. En el laboratorio, se aislaron y cultivaron esporas (pelillo y luga) y gametofitos (huiro) para el germoplasma. Para detener su desarrollo, los cultivos aislados se mantuvieron en oscuridad a 10°C dentro de una cámara de cultivo. Se utilizó como medio de cultivo Provasoli, el cual se renueva cada semana. Adicionalmente, también se mantuvo tejido vegetativo de pelillo y huiro en las mismas condiciones de germoplasma que las esporas.

Los resultados mostraron que el estado de dormancia se logró mantener por más de dos meses para esporas y tejido vegetativo de huiro y pelillo bajo condiciones de cultivo en el banco de germoplasma. Ambas especies, fueron posteriormente reactivadas, mostrando tasas de crecimiento dentro de rangos normales reportados para las especies en la región.

Se concluye que es posible cultivar macroalgas conservadas en el banco de germoplasma para producción de biomasa en APE y otros objetivos (e.g., preservación genética).

En el ámbito de **“Realizar acciones de difusión y transferencia para apoyar el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala”**, se realizaron las siguientes actividades:

- Mantención y actualización permanentemente de la página web www.sembrandoelmar.cl y las redes sociales (RRSS) asociadas
- Producción y difusión de boletín digital informativo APE
- Desarrollo de asistencia técnica a la OPA de Chungungo para obtener actualización de permiso APE en AMERB y la preparación del respectivo proyecto técnico, lo que incluyó capacitaciones en venta de productos APE y las gestiones para presentar la Evaluación Ambiental Sectorial.
- Desarrollo de dos módulos educativos o de transferencia como complemento de los módulos de aprendizajes para la especialidad de Acuicultura del Liceo Insular de Achao. Análisis de datos productivos en APE e Implementación, cultivo y manejo de especies de una granja APE, los que fueron desarrollados de manera exitosa.



- Taller de difusión de resultados del Informe Final (28 de marzo, modalidad on-line vía Google Meet, con asistencia de aproximadamente 90-105 personas)
- Otras actividades de difusión y divulgación de resultados y alcances del Programa en contextos científicos, educativos e institucionales para promover o fortalecer la APE.

En resumen, el presente informe final da cuenta de las actividades desarrolladas y los resultados obtenidos desde enero del 2023 a mediados de marzo del 2024.



ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	1
ÍNDICE GENERAL	5
1. ANTECEDENTES	8
2. OBJETIVO GENERAL	11
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. METODOLOGÍA	12
4.1. Estudio de brechas y desafíos de comercialización de productos APE	12
4.2. Propuesta de instrumento e incorporación de criterios de madurez o fortaleza socio-organizacional en la medición y selección de grupos o individuos beneficiarios de financiamiento para desarrollar APE.....	13
4.3. Propuesta de acciones de fortalecimiento organizacional y administración para desarrollar APE.....	13
4.4. Obtención de semillas/plántulas de macroalgas e invertebrados para cultivos multi-especies	14
4.5. Implementación y seguimiento de cultivos pilotos suspendidos y de fondo de macroalgas y multi-especies en el norte y sur de Chile	14
4.6. Validación de modelo de gestión y productivo para APE en base a portafolio multi-especies propuesto para la zona sur (Fase 3)	18
4.7. Adecuación de infraestructura y equipamiento para la producción de semillas de bivalvos en hatchery	19
4.8. Acondicionamiento de reproductores de al menos dos especies de bivalvos relevantes para la APE.....	19
4.9. Selección de AMERB que desarrollan APE	19
4.10. Monitoreo del efecto de la APE sobre comunidades bentónicas en AMERB.....	19
4.11. Evaluación de técnicas de preservación en tres especies de macroalgas de interés APE... ..	21
4.12. Evaluación a nivel piloto del desempeño productivo en tres especies de macroalgas mantenidas en el banco inicial de germoplasma.....	21
4.13. Mantención y actualización de página web APE y RRSS	22
4.14. Producción de boletín de difusión de actividades y resultados del Programa APE.....	22
4.15. Asistencia técnica a la OPA de Chungungo.....	22
4.16. Diseño y ejecución de un programa de educación y transferencia de APE para Liceo con especialidad en acuicultura	23
5. RESULTADOS	24
5.1. Estudio de brechas y desafíos de comercialización de productos APE	24
5.2. Propuesta de instrumento e incorporación de criterios de madurez o fortaleza socio-organizacional en la medición y selección de grupos o individuos beneficiarios de financiamiento para desarrollar APE.....	51



5.3.	Propuesta de acciones de fortalecimiento organizacional y administración para desarrollar APE.....	74
5.4.	Obtención de semillas/plántulas de macroalgas e invertebrados para cultivos multi-especies	82
5.5.	Implementación y seguimiento de cultivos pilotos de macroalgas y multi-especies en el norte y sur de Chile	82
5.6.	Validación de modelo de gestión y productivo para APE en base a portafolio multi-especies propuesto para la zona sur (Fase 3)	118
5.7.	Adecuación de infraestructura y equipamiento para la producción de semillas de bivalvos en hatchery	122
5.8.	Acondicionamiento de reproductores de al menos dos especies de bivalvos relevantes para la APE.....	124
5.9.	Selección de AMERB que desarrollan APE	131
5.10.	Monitoreo del efecto de la APE sobre comunidades bentónicas en AMERB.....	132
5.11.	Evaluación de técnicas de preservación en tres especies de macroalgas de interés APE.	146
5.12.	Evaluación a nivel piloto del desempeño productivo en tres especies de macroalgas mantenidas en el banco inicial de germoplasma.....	151
5.13.	Mantenimiento y actualización de página web APE y RRSS	158
5.14.	Producción de boletín de difusión de actividades y resultados del Programa APE.....	161
5.15.	Asistencia técnica a la OPA de Chungungo.....	162
5.16.	Diseño y ejecución de un programa de educación y transferencia de APE para Liceo con especialidad en acuicultura	168
5.17.	Actividades generales	184
6.	DISCUSIÓN	186
6.1.	Brechas y desafíos de comercialización de productos APE.....	186
6.2.	Incorporación de criterios de madurez o fortaleza socio-organizacional en la medición y selección de grupos o individuos beneficiarios de financiamiento para desarrollar APE	189
6.3.	Fortalecimiento organizacional para desarrollar APE	190
6.4.	Implementación y seguimiento de cultivos pilotos de macroalgas y multi-especies en el norte y sur de Chile	191
6.5.	Modelo de gestión y productivo para APE en base a portafolio multi-especies propuesto para la zona sur	193
6.6.	Acondicionamiento de reproductores en hatchery	194
6.7.	Efecto de la APE sobre comunidades bentónicas en AMERB	195
6.8.	Germoplasma de macroalgas	198
7.	CONCLUSIONES	201
7.1.	Brechas y desafíos de comercialización de productos APE.....	201
7.2.	Incorporación de criterios de madurez o fortaleza socio-organizacional en la medición y selección de grupos o individuos beneficiarios de financiamiento para desarrollar APE	201
7.3.	Fortalecimiento organizacional para desarrollar APE	201
7.4.	Implementación y seguimiento de cultivos pilotos de macroalgas y multi-especies en el norte y sur de Chile	202



7.5.	Modelo de gesti3n y productivo para APE en base a portafolio multi-especies propuesto para la zona sur	202
7.6.	Efecto de la APE sobre comunidades bent3nicas en AMERB	203
7.7.	Banco germoplasma macroalgas.....	203
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	204

ANEXOS

- Anexo 1.** Encuesta de caracterizaci3n de las principales brechas y desafíos asociados a la comercializaci3n de productos APE
- Anexo 2.** Instrumentos propuesta de incorporaci3n de criterios de madurez o fortaleza socio-organizacional en la medici3n y selecci3n beneficiarios de financiamiento APE
- Anexo 3.** Herramienta de evaluaci3n de potencialidades organizacionales y biofísicas de OPA titulares de AMERB en la regi3n de Los Lagos
- Anexo 4.** Actividades y documentos de difusi3n y divulgaci3n del Programa
- Anexo 5.** Documentos Asistencia T3cnica AMERB Chungungo B
- Anexo 6.** Actas reuniones Liceo Insular Achao
- Anexo 7.** Contenido de Base de Datos



1. ANTECEDENTES

Las estadísticas de acuicultura para Chile en el año 2021 (Sernapesca 2021), indican cosechas para 20 especies: 3 algas, 7 peces, 9 moluscos y 1 tunicado (**Tabla 1**), correspondiendo 10 de ellas, a especies nativas y 10 a introducidas. Sin embargo, la producción nacional continúa siendo dominada por la salmonicultura (68,9 %) y la mitilicultura (29,5 %), sumando ambas un 98,4 % de la cosecha total nacional. Por otro lado, la producción nacional está concentrada en el sur de Chile, región de Los Lagos (55,7 %), región de Aysén (33,4 %) y región de Magallanes (10,2 %), sumando un 99,3 % de la cosecha total nacional.

Tabla 1.
Especies Cultivadas en Chile (Elaboración propia a partir de datos de Sernapesca 2021).

Grupo	Especie	Cosecha (t)	Participación del total (%)
Algas	Haematococcus	72	0,0050
	Pelillo	15.565	1,0783
	Spirulina	1.361	0,0943
Peces	Corvina	3	0,0002
	Esturión Osetra	7	0,0005
	Salmon del Atlántico	725.280	50,2440
	Salmon Plateado o Coho	213.199	14,7694
	Salmon Rey	23	0,0016
	Trucha Arcoiris	56.656	3,9249
	Vidriola, Palometa o Dorado	8	0,0006
Moluscos	Abalón Japones	2	0,0001
	Abalón Rojo	1.122	0,0777
	Cholga	722	0,0500
	Chorito	424.294	29,3931
	Choro	833	0,0577
	Ostión Del Norte	3.890	0,2695
	Ostión Del Sur	1	0,0001
	Ostra Chilena	398	0,0276
Ostra Del Pacifico (japonesa)	79	0,0055	
Tunicados	Piure	1	0,0001
TOTAL		1.443.516	100

La diversificación de especies se ha convertido en una estrategia cada vez más importante y sugerida para el desarrollo de la acuicultura sostenible a nivel mundial (Thomas et al. 2021, Cai et al. 2022). Aunque hay un número cada vez mayor de especies cultivadas en la acuicultura mundial y la diversificación es alta en algunos casos (Metian et al. 2020, Cai et al. 2022), en otros, la diversificación se ve restringida por limitaciones en tecnología, rentabilidad, regulaciones, sostenibilidad y entornos propicios, incluyendo la aceptación de la comunidad (Harvey et al. 2017).



Iniciativas públicas actuales para el desarrollo de la acuicultura nacional promueven y fomentan el desarrollo de Acuicultura de Pequeña Escala (APE) y la diversificación de las especies cultivadas, con la subsecuente búsqueda de nuevos productos y nichos de mercados. Se espera que el impulso de este tipo de acciones permita disminuir la presión extractiva sobre los recursos hidrobiológicos actualmente explotados, incorporando alternativas de diversificación productiva para las comunidades costeras, pudiendo mejorar sus ingresos y calidad de vida. Mundialmente, se ha reconocido que el desarrollo de la acuicultura de especies nativas es una buena alternativa para la diversificación de productos regionales y uso eficiente de los recursos disponibles (Ross et al. 2008). Por otra parte, la FAO declaró el 2022 como el Año Internacional de la Pesca y la Acuicultura Artesanales (AIPA 2022). Adicionalmente, se ha sugerido que la diversificación de la acuicultura debe considerar la incorporación de especies con diferentes niveles tróficos y funciones ecológicas diferentes para balancear el flujo de materia y energía en sistemas costeros (Naylor et al. 2000, Buschmann et al. 2014) y diferentes sistemas de cultivos y especies para dar mayor resiliencia al sistema de global de alimentación (Troell et al. 2014).

Por su parte, la acuicultura de macroalgas ha alcanzado preponderancia mundial respecto a las oportunidades de desarrollo económico y ambiental que ofrecería su implementación, fundamentado principalmente en los diversos usos y propiedades de éstas, entre las que destacan su uso como alimento humano y alimento de otras especies en cultivo, producción de ficoloides utilizados en la industria cosmética, farmacéutica y alimenticia, producción de biocombustibles, usos en acuicultura integrada e iniciativas de biorremediación de ambientes, captura de carbono, entre otros (Neori et al. 2007, Vásquez et al. 2014, Radulovich et al. 2015, Moreira and Pires 2016).

La acuicultura de macroalgas y la APE están siendo promovidas como alternativas productivas y de diversificación de la acuicultura chilena, y también como alternativas o complementos al desarrollo económico de comunidades de pescadores artesanales en un escenario de sobreexplotación o agotamiento de praderas y bancos naturales. A mediano plazo se espera que los impactos productivos aumenten significativamente. Desde el punto de vista normativo existen tres instrumentos que regulan y promueven el desarrollo de la APE: el Decreto N°96 de 2015 que regula las actividades de acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), la Ley de Bonificación para el repoblamiento y cultivo de algas, y la Ley de Caletas (Ley N° 21.027), que regula el desarrollo integral y armónico de las caletas pesqueras a nivel nacional, con lo que se facilita las actividades de acuicultura en el sector pesquero artesanal. Otras normativas se encuentran en tramitación, como el reglamento APE, que fortalecerá y facilitará el desarrollo de nuevas iniciativas productivas. También se puede destacar el impulso esperado a través del financiamiento de iniciativas por parte del Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala (INDESPA), en reciente implementación.

Por otro lado, para diversas especies de macroalgas nativas se han desarrollado tecnologías de cultivo (e.g., pelillo *G. chilensis*, las lugas *Sarcothalia crispata* y *Sarcopeltis skottsbergii*, los huiros *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis pyrifera*, lucho *Pyropia sp.*, chicoria de mar *Chondracanthus chamissoi*), lo que junto a la disponibilidad de abastecimiento de semillas de invertebrados como mitílidos y ostréidos, permiten implementar cultivos experimentales y pilotos y evaluar su desempeño productivo, económico y ambiental.

Uno de los nichos potenciales para la implementación de la acuicultura de macroalgas y la APE lo constituyen las AMERB, las concesiones de acuicultura (CCAA) otorgadas a pescadores artesanales



y acuicultores de pequeña escala, Espacios Costeros Marinos para Pueblos Originarios (ECMPO) y caletas pesqueras, otorgando una superficie potencial cultivable de más de cien mil hectáreas, sin embargo, para pasar de lo potencial a lo factible, hay que considerar y profundizar en el conocimiento de una serie de factores para aumentar las probabilidades de éxito, tales como:

- Características de sistemas de cultivo, crecimiento y productividad es dependiente de la especie a cultivar y de las características ambientales que imponen diversas zonas geográficas.
- Factibilidad del escalamiento a nivel masivo de la producción de plántulas de macroalgas en invernadero o hatchery.
- Realización de estudios que integren aspectos biológicos, tecnológicos, sociales y económicos para evaluar factibilidad de cultivos a escalas comerciales, dado que éstos son escasos para especies chilenas lo que dificulta la decisión respecto a la inversión (Zuniga-Jara et al. 2016).
- La práctica de la acuicultura requiere de procesos de aprendizaje, capacitación y apropiación tecnológica de parte de los pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala que posibiliten su desarrollo como actividad productiva (Rebours et al. 2014).
- La acuicultura podrá abarcar todas o alguna(s) fases del cultivo (e.g., producción en hatchery hasta crecimiento en mar) lo que estará asociado a factibilidad técnico-económica y a ciertos niveles de aprendizaje y apropiación tecnológica por parte de los pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala.
- El desarrollo de la acuicultura debe considerar el capital humano (e.g., trabajo colaborativo, asociatividad, redes) y conocimiento tradicional existente en las organizaciones que administran las AMERB y en los titulares de CCAA.
- La acuicultura de macroalgas debe dar valor agregado a sus productos o explorar nuevos nichos de mercado (Hafting et al. 2015).
- La posibilidad de cultivar especies de distintos niveles tróficos (e.g., cultivos integrados, cultivos multi-especies, policultivos, co-cultivos) como una aproximación para rentabilizar cultivos y/o mitigación ambiental (Chopin 2006, Xiao et al. 2017).
- El desarrollo de la APE será un proceso de mediano a largo plazo que requerirá seguimiento y apoyo estatal para transformarse en una actividad de relevancia para acuicultores en AMERB y CCAA.

Dado el contexto anterior, es de alta relevancia contar con experiencias piloto y actividades de monitoreo y seguimiento que permitan implementar, evaluar y proponer estrategias y/o acciones para el desarrollo sostenible de la APE en Chile.

El presente programa en su Etapa VII, se desarrollará orientado por el marco general que otorgan las instancias anteriormente mencionadas, adicionalmente, se agregan nuevos objetivos y actividades en los ámbitos de la comercialización, arreglos organizacionales para ejecutar APE en OPA, transferencia tecnológica y educativa, evaluación de interacciones ambientales de la APE en AMERB, producción de semillas para aportar a la demanda creciente de la APE, entre otros, que permiten aportar con la APE en Chile y lograr una mejor comprensión y proyección de su desarrollo, así como, apoyar la toma de decisión de la institucionalidad en términos de fomento y regulación ambiental.



2. OBJETIVO GENERAL

Establecer estrategias de desarrollo de Acuicultura de Pequeña Escala en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) y concesiones de acuicultura (CCAA) cuyos titulares sean pescadores artesanales y/o acuicultores de pequeña escala.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Proponer modelos de gestión y producción asociados al desarrollo de la acuicultura de pequeña escala, incluyendo aspectos de comercialización.
2. Desarrollar cultivos pilotos de pequeña escala en diferentes zonas geográficas del país.
3. Implementar la producción de semillas de bivalvos en hatchery para apoyar el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala. Etapa 1. Acondicionamiento de reproductores.
4. Evaluar interacciones ambientales de la acuicultura de pequeña escala.
5. Implementar un banco de germoplasma de macroalgas para apoyar el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala.
6. Realizar acciones de difusión y transferencia para apoyar el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala.



4. METODOLOGÍA

La metodología a utilizar se detalla de acuerdo a los objetivos específicos y actividades establecidas:

Objetivo específico 1: *Proponer modelos de gestión y producción asociados al desarrollo de la acuicultura de pequeña escala.*

4.1. Estudio de brechas y desafíos de comercialización de productos APE

La APE en Chile es caracterizada como un subsector dentro de la acuicultura nacional de carácter más bien artesanal, con bajo capital de trabajo, limitada capacidad negociadora para sus productos, orientada a la producción de un solo recurso y con destinos de producción orientados a mercados locales y/o exportación, con nulo o bajo valor agregado. El sustento de las inversiones y el crecimiento tecnológico son gestionados a través de instrumentos de apoyo principalmente estatales. La APE también se caracteriza por bajos niveles de integración, tanto vertical como horizontal, y los ingresos generados, son en la mayoría de los casos, un complemento de otra actividad principal.

Otros elementos de tipo diagnóstico que son reconocidos dentro de la institucionalidad ligada a la regulación, fiscalización y fomento de la APE en Chile (SUBPESCA, SERNAPESCA, INDESPA) son que la APE carece de asistencia técnica y acompañamiento permanente y pertinente. Por otro lado, los tiempos de tramitación de autorizaciones vinculadas al desarrollo de cultivos en cuerpos de agua o en aguas continentales (pisciculturas) a veces resulta largo y engorroso, dificultándose la operación de centros de cultivo APE en regla (normativamente hablando), lo cual puede representar un costo de oportunidad importante respecto de potenciales oportunidades de venta que se pierden al no contar con las autorizaciones necesarias al día.

Complementariamente, el desarrollo de APE implica obligadamente estructuras de rentabilidad a largo plazo, y a ello se suma que los costos de implementación y producción son altos, constituyendo una barrera socio cultural importante en el contexto pesquero artesanal, en donde las personas están familiarizadas con un trabajo que se recompensa monetariamente en el mismo día, concluida la jornada de extracción de recursos.

La actividad APE en Chile considera diferentes zonas geográficas, tipo de titulares y recursos cultivados. Por ello, se es necesario el diseño de un instrumento que permita identificar y caracterizar las principales brechas y desafíos asociados a los diversos procesos y etapas involucrados en la comercialización de productos de la APE dependiendo del tipo de recurso cultivado. Este instrumento será aplicado a una fracción representativa de actores relevantes de la APE por tipo de recurso cultivado, esperando cubrir al menos el 5% del registro APE por tipo de recurso cultivado.



4.2. Propuesta de instrumento e incorporación de criterios de madurez o fortaleza socio-organizacional en la medición y selección de grupos o individuos beneficiarios de financiamiento para desarrollar APE

Para el desarrollo de una propuesta de instrumento que permita incorporar criterios de madurez o fortaleza socio-organizacional, se desarrollará un análisis exploratorio tendiente a analizar las características y requisitos de bases administrativas de concursos orientados al financiamiento de iniciativas de desarrollo de APE. Este análisis exploratorio tendrá la finalidad de establecer si actualmente se establecen como requisitos en los fondos concursables atributos de tipo socio-organizacional de las OPA beneficiarias. Una segunda fase de este análisis exploratorio consistirá en gestionar con los organismos públicos a cargo del financiamiento de iniciativas de desarrollo APE el acceso a información relativa a la evaluación de los resultados de la ejecución de los proyectos financiados y finalizados. Esta fase del análisis buscará explorar si variables de tipo socio-organizacional, no contempladas en los requisitos de entrada para el financiamiento de iniciativas de desarrollo APE podrían haber incidido en el desempeño y/o evaluación de los resultados esperados de los proyectos. Esta fase del análisis se realizará en base a entrevistas a informantes clave (Ver **Anexo 2**). Con el levantamiento de esta información se construirá una propuesta de criterios de tipo socio organizacional, la que será validada mediante panel de expertos para su posible incorporación en los instrumentos de selección de iniciativas de financiamiento APE.

4.3. Propuesta de acciones de fortalecimiento organizacional y administración para desarrollar APE

En base a resultados obtenidos de la aplicación de instrumentos de evaluación de carácter socio-organizacional utilizados en etapas anteriores de este proyecto (Etapas II, IV y VI), y elementos complementarios que se podrían derivar de las actividades 4.1. y 4.2., se generará una propuesta de acciones y mecanismos que se orienten a incorporar o reforzar aspectos socio-organizacionales dentro de las estrategias de desarrollo de la APE en Chile, y que propendan hacia un desarrollo exitosos de la APE. Las temáticas que, *a priori*, podrían surgir como relevantes para el desarrollo de acciones de fortalecimiento son: mapas de redes de contacto relevantes para organizaciones con interés en APE, cadenas de valor de recursos producidos, análisis de capacidades de la organización en la agregación de valor, impacto de capacitaciones ejecutadas por externos, fortalecimiento organizacional, resolución de problemas y administración, escalamiento productivo, derechos y deberes de los participantes en las organizaciones, entre otros.



Objetivo específico 2: *Desarrollar cultivos pilotos de pequeña escala en diferentes zonas geográficas del país.*

4.4. Obtención de semillas/plántulas de macroalgas e invertebrados para cultivos multi-especies

Plántulas de macroalgas y semillas de invertebrados serán obtenidas desde cultivo en hatchery mediante compra a proveedores externos autorizados, y de acuerdo a protocolos de producción vigentes. Especímenes serán utilizados para implementación de experiencias de cultivos suspendidos y de fondo (ver actividades siguientes).

4.5. Implementación y seguimiento de cultivos pilotos suspendidos y de fondo de macroalgas y multi-especies en el norte y sur de Chile

Considerando que el cultivo simultáneo de especies de distintos niveles tróficos puede mejorar el desempeño de la APE, se continuará evaluando el desempeño productivo de diversas configuraciones de co-cultivos y cultivos multi-especies. Cultivos que se han iniciado durante el período 2022, se continuarán evaluando en nuevos ciclos productivos y, además, se implementarán nuevas configuraciones de combinaciones de especies en cultivo en los siguientes 4 sitios pilotos, previa obtención/actualización de los permisos sectoriales correspondientes:

- Sitio Chungungo:** AMERB Chungungo B, cuyo titular es la Organización Comunitaria de Buzos Mariscadores “Los Castillo”, Caleta Chungungo, comuna de La Higuera, región de Coquimbo. Este sitio corresponde al desarrollo de acuicultura en una AMERB con condiciones de alta exposición al oleaje y corrientes, y con una OPA que se está iniciando en acuicultura. De esta forma, se ha conducido un proceso de aprendizaje y transferencia progresivo que recientemente ha culminado con la primera cosecha.
- Sitio Quinchao:** CCAA (agua y fondo) en estero Quinchao, cuyo titular es la Corporación Municipal de Quinchao para la Educación, Salud y Atención al Menor, comuna de Quinchao, Chiloé, región de Los Lagos. Este sitio corresponde al desarrollo de acuicultura en concesión de un establecimiento educativo, con un fuerte énfasis en la transferencia y educación hacia estudiantes de la especialidad de acuicultura. El trabajo con los estudiantes y profesores fue fuertemente afectado por las restricciones asociadas a la Pandemia COVID-19, pero se están retomando inicialmente y se espera su consolidación a partir del 2023.
- Sitio Pudeto:** CCAA (agua y fondo) en río Pudeto, cuyo titular es el Sindicato de Trabajadores Independientes Cultivadores y Explotadores de algas y recursos bentónicos Pupelde, comuna de Ancud, Chiloé, región de Los Lagos. Este sitio corresponde al desarrollo de co-cultivos en concesiones estuarinas dedicadas históricamente al monocultivo de pelillo, y donde progresivamente se han ido incorporado bivalvos y nuevas técnicas de cultivo como medios de diversificación productiva y potencial mitigación ambiental.
- Sitio Hueihue:** CCAA (agua y fondo) en bahía Hueihue, cuyo titular es Justo Lorenzo García Campos (Cultivos Cholche), comuna de Ancud, Chiloé, región de Los Lagos. Este sitio corresponde a una



concesión costera y a un policultivo consolidado y referente nacional en temas de APE y diversificación. El trabajo se ha orientado principalmente a la evaluación y validación de un modelo productivo en base a portafolio de especies.

4.5.1. Configuración de co-cultivos y cultivos multi-especies

Para la Etapa VII, la selección de especies a cultivar y sus proporciones (i.e., configuración del cultivo) será discutida y definida junto a las OPA o acuicultores, considerando como portafolio de especies a seleccionar, las que en la actualidad cuentan con un desarrollo tecnológico-productivo que permite mayor certeza de suministro de semillas o plántulas (**Tabla 2**). Independiente de lo anterior, en la **Tabla 3** se presentan las propuestas iniciales de configuraciones de cultivo que, tentativamente, se propondrán para implementar durante el año 2023.

Para **Chungungo**, será el último ciclo de cultivo, reforzando los aspectos de comercialización y trabajando en conjunto en la preparación de un proyecto que le permita a la OPA continuar de manera independiente y consolidar el trabajo iniciado con IFOP (ver Objetivo 6. Actividad 4.15).

Para **Pudeto**, se implementará una variante de cultivo de fondo para ostras, que corresponde a un sistema de bolsas conocido como “flipbag”.

Para **Quinchao**, los cultivos se orientarán hacia generar módulos educativos para trabajar con los alumnos (ver Objetivo 6. Actividad 5.6.4).

Para **Hueihue**, el énfasis estará en la continuación del proceso de validación empírica del modelo de gestión y productivo para APE en base a portafolio multi-especies propuesto para la zona sur.

Tabla 2.

Listado de especies potenciales de incorporar en cultivos multi-especies.

Grupo	Especie (nombre común)	Tipo especie
Mitílidos	<i>Aulacomya atra</i> (Cholga)	extractiva orgánica
Mitílidos	<i>Mytilus chilensis</i> (Chorito)	extractiva orgánica
Mitílidos	<i>Choromytilus chorus</i> (Choro zapato)	extractiva orgánica
Pectínidos	<i>Argopecten purpuratus</i> (Ostión del Norte)	extractiva orgánica
Ostreidos	<i>Tiostrea chilensis</i> (Ostra chilena)	extractiva orgánica
Ostreidos	<i>Magallana (Crassostrea gigas)</i> (Ostra japonesa o del pacífico)	extractiva orgánica
Tunicados	<i>Pyura chilensis</i> (Piure)	extractiva orgánica
Equinodermos	<i>Loxechinus albus</i> (Erizo)	extractiva orgánica
Macroalgas	<i>Macrocystis pyrifera</i> (Huiro flotador)	extractiva inorgánica
Macroalgas	<i>Lessonia trabeculata</i> (Huiro palo)	extractiva inorgánica
Macroalgas	<i>Sarcothalia crispata</i> (Luga negra)	extractiva inorgánica
Macroalgas	<i>Sarcopeltis skottsbergii</i> (Luga roja)	extractiva inorgánica
Macroalgas	<i>Gracilaria chilensis</i> (Pelillo)	extractiva inorgánica
Macroalgas	<i>Chondracanthus chamosoi</i> (Chicorea de mar)	extractiva inorgánica
Macroalgas	<i>Durvillaea antarctica</i> (cochayuyo)	extractiva inorgánica
Macroalgas	<i>Pyropia</i> sp. (luche)	extractiva inorgánica



Tabla 3.
Propuesta de configuraciones de co-cultivos y cultivos multi-especies según sitio de estudio.

Sitio Estudio	Tipo Cultivo	Macroalgas	Invertebrados
CCAA Hueihue	-Multi-especies suspendido en plansa* -Portafolio de especies**	Chicorea, pelillo	Chorito, choro zapato, ostión del norte, ostra japonesa
AMERB Chungungo	-Multi-especies suspendido en long-lines	Huiro	Ostión del norte, ostra japonesa
CCAA río Pudeto	-Co-cultivo de fondo en sistema flipbag	Pelillo	Ostra japonesa, choro zapato
CCAA Quinchao	-Multi-especies suspendido en linternas***		Ostión del norte, ostra japonesa

* En este sitio y cultivo se evaluará el efecto de la densidad de siembra y/o régimen de cosecha

** Ver detalle en sección 4.6

*** Se implementará un cultivo demostrativo para capacitar en manejo y monitoreo de cultivo de bivalvos

4.5.2. Monitoreo del desempeño productivo y ambiental

El crecimiento de macroalgas e invertebrados en cultivos será monitoreado mensualmente y hasta alcanzar talla comercial según la especie. Muestras representativas serán obtenidas desde cada uno de los cultivos y de cada una de las especies cultivadas. Para macroalgas, muestras serán extraídas para calcular biomasa m^{-1} lineal (e.g., cultivo en long-lines o plansa). Se calculará la tasa de crecimiento standard relativa (i.e., $rSGR = ((\ln \text{peso}_{\text{final}} - \ln \text{peso}_{\text{inicial}}) / (t_{\text{inicial}} - t_{\text{final}}))$) y se cuantificarán epibiontes (g peso húmedo m^{-1} lineal). Para invertebrados, se estimará crecimiento en longitud y peso, índice de condición como: $K = Pfc/Pv \times 100$, donde Pfc es el peso fresco de la carne y Pv es el peso de las valvas. Además, se determinará el índice de rendimiento productivo como: $R = (Pfc/Pt) \times 100$, donde Pt es el peso total del individuo. Para el caso de invertebrados bivalvos, se estimará mortalidad.

En todos los sitios de cultivo, se instalarán data loggers para realizar mediciones continuas de luz y temperatura superficial (HOBO Onset Pendant Temp/light, 64k), conductividad (HOBO Onset U24-002-C) y oxígeno disuelto (HOBO Onset U26-001). Adicionalmente, en cada monitoreo y en los sitios del sur, se filtrarán muestras de agua de mar *in situ* (0,45 μm) para la determinación de la concentración de nutrientes (nitratos totales y fosfatos).

Periódicamente y junto a pescadores y/o acuicultores se realizará acompañamiento y supervisión en la mantención de los cultivos.



4.5.3. Efecto de la densidad de siembra

En el sitio Hueihue se determinará el efecto de dos densidades de siembra (alta y baja) sobre la productividad de pelillo y chicorea de mar. Para cada especie y en cada sitio, se utilizará como sistema de cultivo, un sistema de plansas de 50 m de longitud compuesto de 10 unidades de plansa de 5 m de longitud x 1 m de ancho (**Figura 1**). A su vez, cada unidad del sistema estará compuesta por 5 líneas (**Figura 1**), las que serán sembradas con dos densidades de macroalgas. Las líneas con alta y baja densidad de siembra dentro de cada unidad de plansa (5 m) serán ubicadas siguiendo un diseño “aleatorio” de manera que cada unidad de plansa tendrá líneas con ambas densidades a lo largo de los 50 m del sistema de cultivo. Este arreglo permitirá determinar efectos aleatorios de borde que puedan aumentar la variabilidad de las mediciones. Por lo tanto, cada línea sembrada dentro de cada unidad de plansa será tratada como una muestra independiente. Mensualmente, se realizarán mediciones según lo indicado en la sección 5.2.2.2. Las mediciones mensuales serán llevadas a cabo hasta que la tasa de crecimiento en cada monocultivo tienda a cero, previa revisión e interpretación de la tasa de crecimiento de los datos colectado de terreno. La producción total final de ambas densidades será medida como la extrapolación final del peso húmedo promedio (\pm SD) de ambas densidades en 100 m de cultivo tipo plansa para cada especie y sitio de cultivo.

Las potenciales diferencias entre densidades, especies y sitios serán medidas a través de análisis del peso húmedo máximo de ambas densidades de cultivo con la densidad como factor fijo y el sitio como factor aleatorio.

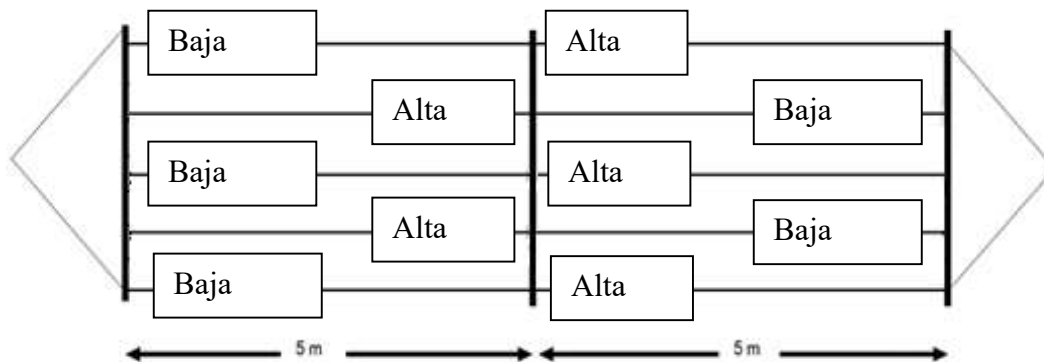


Figura 1. Esquema de la vista superior del sistema de plansas (2 unidades) para cultivo de macroalgas y medición de efectos de densidad de cultivo.

4.5.4. Efecto del régimen de cosecha

Para evaluar el efecto de cosechas repetidas (régimen de cosecha), se determinará un tiempo óptimo/viable de cosecha, previo análisis de datos de crecimiento standard relativo (SGR en etapas anteriores del programa). Con este intervalo de tiempo como referencia, se realizarán cosechas o raleos repetidos para evaluar la capacidad de crecimiento de pelillo y chicorea de mar en sistemas de cultivo.



En el sitio Hueihue, se implementará un sistema de cultivo tipo plansa de características similares al anteriormente descrito (sección 5.2.2.3), donde se evaluará el efecto de dos regímenes de cosecha. La longitud del sistema será de 30 m, compuesto por 3 unidades de pelillo (15 m) y 3 unidades de chicorea (15 m). Una unidad de plansa compuesta de 5 líneas de 5 m de longitud será cosechada con una Frecuencia 1, mientras que, una segunda unidad de plansa será cosechada con una Frecuencia 2, registrando en ambas y en cada ocasión, el peso húmedo promedio (\pm SD). Esta operación será repetida para ambas especies en cultivo. Finalmente, una unidad de plansa de cada especie será evaluada mensualmente sin cosecha y utilizada como control, según lo indicado en la sección 5.2.2.2. El crecimiento sucesivo será evaluado contra el crecimiento continuo del control, comparando la biomasa total producida al final del periodo de cultivo. Las potenciales diferencias entre regímenes de cosecha serán medidas a través de Análisis de Varianza.

Todos los datos obtenidos desde los cultivos pilotos permitirán:

- Proporcionar datos para corregir/ajustar modelos bio-económicos
- Medir potenciales efectos sinérgicos de diferentes especies y sitios de cultivo
- Identificar relaciones estadísticas entre variables ambientales y productivas

4.6. Validación de modelo de gestión y productivo para APE en base a portafolio multi-especies propuesto para la zona sur (Fase 3)

El desarrollo de esta actividad considera la continuidad en la evaluación del desempeño productivo de especies de interés para la APE en la Región de los Lagos, tomando como referencia las propuestas de cultivo multi-especies APE desarrolladas en la Etapa III (Cárcamo et al. 2020). En base a un esquema tipo portafolio, se desarrollarán siembras y cosechas sucesivas de 4-5 especies, incluyendo macroalgas e invertebrados, a fin de evaluar empíricamente la factibilidad de poder gestionar dentro de al menos un año calendario el crecimiento, cosecha y re-siembra de más de un recurso de interés comercial dentro de una CCAA o AMERB. Dada la factibilidad de realizar cultivos multi-especies (e.g., disponibilidad de permisos y operatividad), esta experiencia se continuará desarrollando en la CCAA de Cultivo Marinos Cholche, administrada por el Sr. Justo García, reconocido acuicultor nacional. Se continuará con el monitoreo de cuatro especies de moluscos filtradores (ostión del norte, ostra japonesa, chorito y choro zapato) y dos especies de macroalgas (chicoria de mar y otra alga de interés comercial a definir con el titular del centro). Para la Etapa VII, se propone un calendario de siembra en otoño (junio-julio 2023) y a mediados de primavera (octubre-noviembre 2023), los que se acoplarían a un calendario de cosechas vinculado al desempeño en crecimiento (talla/peso) de los recursos cultivados, el que tentativamente podría fijarse en mayo-junio 2023 y diciembre-enero 2023-24, respectivamente. Los parámetros de crecimiento y productividad de macroalgas e invertebrados serán los mismos que se consideran en la sección 4.5.2.



Objetivo específico 3: *Implementar la producción de semillas de bivalvos en hatchery para apoyar el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala. Etapa 1. Acondicionamiento de reproductores.*

4.7. Adecuación de infraestructura y equipamiento para la producción de semillas de bivalvos en hatchery

En las instalaciones del Centro Experimental Hueihue se iniciará un proceso de adecuación de infraestructura y equipamiento para en una próxima etapa (2024) y dependiendo de la obtención de presupuesto adicional, iniciar la producción sistemática de semillas de bivalvos en hatchery para apoyar el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala nacional.

4.8. Acondicionamiento de reproductores de al menos dos especies de bivalvos relevantes para la APE

En esta etapa se iniciará el trabajo en hatchery mediante el acondicionamiento de bivalvos de relevancia para la APE. Inicialmente, se propone el acondicionamiento reproductivo de ostra japonesa y choro zapato. De cada especie, al menos 50 especímenes serán mantenidos en condiciones controladas de temperatura y alimentación en base a microalgas, hasta alcanzar la madurez reproductiva que permita el desove exitoso en hatchery. Al inicio y luego, mensualmente, se muestrearán 5 especímenes de cada especie para evaluar macro y microscópicamente su madurez reproductiva. Los parámetros a medir incluirán tamaño del individuo, tamaño y color gónadas, liberación y viabilidad de gametos viables, y fertilidad (producción de larvas por hembra).

Objetivo específico 4: *Evaluar interacciones ambientales de la acuicultura de pequeña escala.*

4.9. Selección de AMERB que desarrollan APE

En esta etapa del programa, y considerando la proyección del desarrollo APE en AMERB, se tomarán a éstas, como nuevos sitios de estudio. De esta forma, se seleccionarán tres AMERB que estén trabajando con APE y que representen condiciones diversas (e.g., tipo de sustrato y comunidades predominantes, tipo y antigüedad del cultivo). Dada las condiciones presupuestarias del programa, se privilegiará la búsqueda y selección de AMERB en la región de Los Lagos y de Los Ríos.

4.10. Monitoreo del efecto de la APE sobre comunidades bentónicas en AMERB

Para evaluar el efecto de cultivos o granjas APE sobre las comunidades bentónicas en AMERB, se determinarán diferencias en la estructura comunitaria de megafauna epibentónica, infauna y variables abióticas del sedimento, si corresponde, inmediatamente bajo módulos de cultivo.



Se utilizará una aproximación metodológica comparativa (Norling & Kautsky 2008), que se orienta a determinar cambios en la abundancia y riqueza de especies en parches de distinto tamaño de *Mytilus edulis* sobre fondos blandos. Ésta será complementada con la metodología de Henríquez et al. (en preparación) que compara indicadores de diversidad y abundancia de la comunidad epibentónica en sitios con y sin APE. El diseño muestral consistirá en 3 ambientes bentónicos de AMERB que desarrollen APE. Cada sitio de estudio será contrastado contra sitios de referencia sin la influencia directa de la actividad de acuicultura.

Se realizará una prospección de sitios que cumplan con las características de tamaño, acceso y profundidad (10 – 20 m) para evaluar el efecto de la operación de cultivo APE de bivalvos sobre la biota bentónica. Se determinarán parámetros hidrodinámicos sitio-específicos (e.g., dirección y magnitud de corrientes) con ayuda del sistema de información oceanográfica CHONOS del IFOP (www.chonos.ifop.cl). Estos parámetros han demostrado representar influencia significativa en la biodeposición, así como, correlación con el impacto sobre comunidades bentónicas (Gutiérrez et al. 2003, Keeley et al. 2009, 2013). En cada sitio, dos buzos científicos muestrearán independientemente tres transectos de 30 m, aleatoriamente dispuestos dentro de cada área de evaluación con una huincha graduada. A lo largo de cada transecto, y con foto-cuadrantes reticulados (100 puntos de contacto aleatorio) capturados cada 5 m (N total = 180), se determinarán el número de invertebrados móviles y la cobertura de especies sésiles o que crecen en agregaciones (e.g., macroalgas, tunicados, cirripedios, choritos). Adicionalmente, cada buzo tomará cinco cores de sedimento a lo largo de cada sitio de muestreo (N total = 60) para estimaciones de abundancia de la macroinfauna, y predictores ambientales como carga de materia orgánica (%), potencial redox y pH del sedimento. Este protocolo será aplicado en áreas directamente bajo granjas de cultivo y en sus respectivos ambientes de referencia ubicados al menos a 200 m del área bentónica bajo el cultivo. Esta caracterización se realizará durante períodos de baja (invierno-primavera) y alta productividad (verano-otoño).

La matriz comunitaria contendrá la abundancia (Individuos m⁻²; % de cobertura) de cada especie. Los datos serán agrupados por sitio AMERB bajo cultivo o sitio AMERB de referencia. Se determinará diferencias en la riqueza (el número de especies), diversidad (H'Log) de especies y la abundancia de grupos funcionales tróficos promedio entre la comunidad epibentónica e infauna bajo el cultivo y sitios de referencia usando una prueba de t de Student.

Patrones de similitud/diferencia comunitaria tanto entre sitios de cultivo en AMERB como entre la comunidad de referencia serán estimados con pruebas multivariadas ANOSIM, nMDS, PCO, CAP. Para determinar la abundancia de grupos funcionales o especies que puedan estar siendo disminuidos o potenciados por la presencia de los cultivos (e.g., suspensívoros, omnívoros, bioingenieros) se calculará el porcentaje de similitud (SIMPER analysis) entre la comunidad de cultivo y referencia (Clarke 1993, Clarke et al. 2014).

De manera similar, los datos de % materia orgánica, potencial redox y pH del sedimento serán evaluadas con la prueba t de Student (Cultivo vs Referencia). Adicionalmente y para cuantificar las relaciones entre los patrones ecológicos multivariados (i.e., megafauna epibentónica, infauna) y las variables predictoras que mejor explican los patrones bióticos, se usará un análisis de distancia basada en redundancia multivariada (dbRDA).



Objetivo específico 5: *Implementar un banco de germoplasma de macroalgas para apoyar el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala.*

4.11. Evaluación de técnicas de preservación en tres especies de macroalgas de interés APE

Implementar un banco de germoplasma de macroalgas para apoyar el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala, se orienta a la implementación de reservorios de material biológico o germoplasma de especies macroalgales de interés APE en condiciones de laboratorio. Este banco y su futura consolidación permitiría el acceso a material vegetativo o reproductivo para iniciar cultivos en temporadas donde las praderas naturales no pueden proporcionarlo o en casos que las praderas fuentes de semilla sufran sobre-explotación.

En esta etapa se iniciará un germoplasma de *M. pyrifera*, *G. chilensis* y *S. crispata*. Para esto, se recolectará material reproductivo de las tres especies desde poblaciones naturales provenientes de la Isla de Chiloé. De las tres especies, separadamente, se obtendrán esporas, que serán cultivadas en medio enriquecido. En el caso de *M. pyrifera*, el cultivo se mantendrá hasta la formación de gametofitos femeninos y masculinos (2 semanas, aproximadamente), mientras que para *G. chilensis* y *S. crispata*, el cultivo de esporas se mantendrá hasta antes de la formación del talo de germinación (24 a 48 h). Luego, se iniciará la separación de gametofitos masculinos y femeninos (*M. pyrifera*) y esporas (carpoesporas o tetraesporas, dependiendo de lo encontrado en terreno) para la generación de cultivos aislados en placas multipocillo (94 pocillos), es decir, en cada pocillo se inoculará solo un individuo. Esto permitirá obtener material genético para formar el germoplasma.

Una vez en el germoplasma, los cultivos de las tres especies serán mantenidos a 8 – 10°C con baja intensidad de luz roja dentro de una cámara de crecimiento. El medio de cultivo será cambiado semanalmente el primer mes, luego, una vez al mes por 6 meses, y luego cada 6 meses. En estas condiciones los gametofitos y esporas detienen su desarrollo, lo que permite la mantención de especies en germoplasma por tiempo indefinido. El monitoreo del estado y calidad de los cultivos en el germoplasma será realizado semanalmente y registrado a través de fotografías microscópicas.

4.12. Evaluación a nivel piloto del desempeño productivo en tres especies de macroalgas mantenidas en el banco inicial de germoplasma

Luego de mantener los cultivos aislados de *M. pyrifera*, *G. chilensis* y *S. crispata* en el germoplasma (1 o 2 meses), algunas placas se usarán para determinar el desempeño productivo de las macroalgas en cultivo en ambiente natural. Las placas serán retiradas del germoplasma para ser sometidas a cambios graduales de temperatura y luz para reactivar el desarrollo. El método de cultivo productivo a usar será el de libre flotación (free-floating). Los gametofitos y las esporas serán traspasados a matraces de 1 L con agua de mar enriquecida con nutrientes. Los matraces serán burbujeados con aire y se mantendrán a 12 – 14°C con una intensidad luminosa de 30 – 50 $\mu\text{mol fotón m}^{-2} \text{s}^{-1}$ con un fotoperiodo de 16:8 h luz: oscuridad, para su crecimiento. Luego de obtener plántulas de tamaño visible (2 – 4 cm), se armarán líneas de cultivo, las que serán transferidas a sistemas de cultivo de macroalgas



en el mar. El crecimiento de las tres especies será monitoreado semanalmente el primer mes en el mar, y luego mensualmente, por 3 meses.

Objetivo específico 6: *Realizar acciones de difusión y transferencia para apoyar el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala.*

4.13. Mantenimiento y actualización de página web APE y RRSS

Se actualizará periódicamente la página web www.sembrandoelmar.cl, dando a conocer a la comunidad las últimas informaciones (e.g., ámbito legal, económico, productivo, publicaciones científicas, videos, noticias) respecto al desarrollo del programa APE y al desarrollo sostenible de la APE en Chile. Al mismo tiempo, a través de las redes sociales (RRSS) que se encuentran asociadas a la web, se podrá conocer las diferentes actividades de laboratorio y terreno que realizan en el marco del programa APE.

4.14. Producción de boletín de difusión de actividades y resultados del Programa APE

Se generará un boletín digital donde se presentará, en un formato simple y didáctico, las principales actividades y resultados del Programa APE, así como, noticias y otros datos de interés para el desarrollo de la APE en Chile. La divulgación se realizará a través de la web y RRSS del programa, y también a través de su envío a mail de instituciones, OPA y empresas involucradas en APE.

4.15. Asistencia técnica a la OPA de Chungungo

La asistencia técnica propuesta para ejecutar con la OPA Los Castillo en el AMERB Chungungo B, se enfocó en tres ejes fundamentales:

- i) Preparación y presentación de un proyecto APE financiable por fondos públicos o privados. Para ello se preparará un portafolio con información de la organización, informes técnicos emanados de las actividades de cultivo del presente programa (e.g., información de las cosechas realizadas durante el programa), actualización de permisos y un documento con distintas opciones de financiamiento tanto pública como privada para la continuación de la actividad en el AMERB.
- ii) Formación de capacidades respecto a los derechos y obligaciones en la operación de su centro de cultivo (permisos, información de siembra, operación y cosecha u otros).
- iii) Implementación de un programa de trabajo con los socios de la OPA para la integración de las actividades de acuicultura en el AMERB Chungungo B, que se adapte a sus intereses y actividades habituales con el objeto de consolidar en el tiempo la colaboración entre socios y con ello asegurar la operatividad del cultivo. Este programa se elaborará a partir de la información obtenida en la ejecución de la etapa V y VI del programa y se reforzará con reuniones y entrevistas personales con los socios de la OPA.



Se realizará una ceremonia formal de difusión de los resultados obtenidos durante esta etapa que contará con la presencia de actores relevantes en la continuidad de la actividad y se le hará entrega formal del portafolio y el programa de trabajo a la organización

4.16. Diseño y ejecución de un programa de educación y transferencia de APE para Liceo con especialidad en acuicultura

Para el desarrollo de esta actividad se analizarán previamente los programas de estudio de la Especialidad de Acuicultura de los liceos técnico-profesionales con especialidad en acuicultura propuestos por el Ministerio de Educación. En esta Etapa del programa, el análisis de los contenidos curriculares se centrará en el Liceo Insular de Achao como estudio de caso. Del análisis de las actividades y aprendizajes significativos esperados para los alumnos en los contenidos curriculares, se diseñará una actividad de educación y transferencia en un contexto APE, la que será consensuada con los profesores de especialidad y ejecutada durante el año escolar 2023 para los alumnos de la especialidad de acuicultura del Liceo Insular de Achao.



5. RESULTADOS

Objetivo específico 1: *Proponer modelos de gestión y producción asociados al desarrollo de la acuicultura de pequeña escala.*

5.1. Estudio de brechas y desafíos de comercialización de productos APE

5.1.1. Elementos diagnósticos actualizados respecto de la APE en Chile.

Se presenta un reporte actualizado del estado de situación de la APE en Chile. Este reporte permitió contextualizar y entender de mejor forma el diseño del instrumento que se aplicó para medir las brechas y desafíos en torno a la comercialización de productos APE, atendiendo las diferentes realidades productivas de la APE en el territorio nacional.

En base a las bases de datos proporcionadas por SERNAPESCA a mayo de 2023 y SUBPESCA a junio de 2023, actualmente se encuentran inscritos 1.190 titulares de centros APE en alguna de las categorías que contempla el Reglamento APE, los cuales son responsables de 1.417 centros de cultivo. La distribución nacional respecto de la titularidad de los centros APE asociados a personas naturales, la composición por género de la titularidad y el tipo de especies inscritas en los proyectos técnicos asociados a dichos centros se indica a continuación.

La región de Los Lagos presenta la mayor concentración de titulares, correspondiente al 85.5% (646) del total. En cuanto al género, el 79,2% (598) corresponden a titulares hombres y el 20,7% (155) a mujeres (**Tabla 4**). Por otra parte, el mayor número de titularidades de este tipo de centros está asociada a algas con (510), seguido de mitílidos (456), ostréidos (100) y pectínidos (76). Otros recursos de menor importancia asociados a la titularidad de estos centros son los gastrópodos (13), cefalópodos (2), bivalvos (2) y tunicados (1) (**Tabla 5**).

Tabla 4.

Número de Personas Naturales titulares de centros de cultivo APE, distribución por región administrativa (Elaboración Propia en base a datos SERNAPESCA a mayo de 2023).

Región	Hombres	Mujeres	Número total
Tarapacá	3	2	5
Antofagasta	1		1
Atacama	13	6	19
Coquimbo	2		2
Valparaíso	3		3
O'Higgins	1		1
Biobío	4		4
La Araucanía	40	11	49
Los Ríos	8		8
Los Lagos	514	132	646
Aysén	2	2	4
Magallanes	9	2	11
TOTAL	598	155	755



Tabla 5.

Número de Personas Naturales titulares de centros de cultivo APE, distribución por tipo de recursos inscritos en sus respectivos proyectos técnicos, por región administrativa (Elaboración Propia en base a datos SERNAPESCA a mayo de 2023).

Región	Mitílidos	Ostréidos	Pectínidos	Algas	Tunicados	Cefalópodos	Bivalvos	Gastrópodos	Total centros
Tarapacá	2	2	5						5
Antofagasta			1	1					1
Atacama		4	8	24					29
Coquimbo	2	2	1		1	1			2
Valparaíso	4			1					5
O'Higgins				1					1
Biobío	3	1	1	3					5
La Araucanía	53	2		1					54
Los Ríos	6			3					8
Los Lagos	370	85	56	475		1	2	13	837
Aysén	4	4	4	1					4
Magallanes	12								13
TOTAL	456	100	76	510	1	2	2	13	

La distribución nacional respecto de la titularidad de los centros APE asociados a personas jurídicas, considerando el tipo de persona jurídica y las especies asociadas al cultivo en dichos centros se indica en la **Tabla 6** y **7**. En ellas, se mantiene una dominancia de la región de Los Lagos en todas las figuras jurídicas que a la fecha legalmente pueden ser consideradas APE. Del mismo modo que lo observado en las personas naturales, los principales recursos asociados a la titularidad de personas jurídicas son algas (81 centros), mitílidos (60 centros), ostréidos (28 centros) y pectínidos (18 centros).

Tabla 6.

Número de Personas Jurídicas titulares de centros de cultivo APE, distribución por tipo de persona jurídica por región administrativa (Elaboración Propia en base a datos SERNAPESCA a mayo de 2023).

Región	Asociaciones Gremiales	Asociaciones Indígenas	Cooperativas	Empresas	Otras figuras jurídicas	Sindicatos
Tarapacá						4
Antofagasta						1
Atacama						1
Coquimbo	1			1		
O'Higgins						1
Maule						3
Biobío	1			1		
La Araucanía	2			1		1
Los Ríos		1			1	7
Los Lagos	4	2	2	11	2	55
Aysén						
Magallanes						
TOTAL	8	3	2	14	3	73



Tabla 7.

Número de Personas Jurídicas titulares de centros de cultivo APE, distribución por tipo de recursos inscritos en sus respectivos proyectos técnicos, por región administrativa (Elaboración Propia en base a datos SERNAPESCA a mayo de 2023).

Región	Ostreidos	Pectínidos	Equinodermos	Mitílidos	Algas
Tarapacá	1	4	1	1	
Antofagasta		1			
Atacama		2			
Coquimbo		5			
O'Higgins	1			1	
Maule	2			1	
Biobío	1	1		1	3
La Araucanía	2			8	
Los Ríos	2			8	3
Los Lagos	19	5		40	75
Aysén					
Magallanes					
TOTAL	28	18	1	60	81

La distribución nacional de las autorizaciones de acuicultura en AMERB (AAMERB) por región y especies solicitadas para cultivo se indican en la **Tabla 8**. A diferencia de lo observado con los centros de cultivo asociados a personas jurídicas, la APE en AMERB es principalmente desarrollada en el norte de Chile, principalmente en las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Coquimbo, con una inclinada preferencia hacia el cultivo de piure y algas como cochayuyo, huiro, huiro palo y huiro negro, además de ostión del norte. La región de Los Lagos evidencia intención de cultivo en luga negra, luga roja, huiro y chorito, principalmente. De este análisis, destacan los esfuerzos en las regiones de Aysén y Magallanes por cultivar luga negra y luga roja dentro de AMERB en ese territorio.

Tabla 8.

Número de autorizaciones de acuicultura en AMERB (AAMERB) y tipo de recursos inscritos en sus respectivos proyectos técnicos, por región administrativa (Elaboración Propia en base a datos SERNAPESCA a mayo de 2023).

Región	Huiro Palo	Huiro	Chicoria de mar	Pelillo	Huiro negro	Ostión Norte	Choro	Chorito	Cholga	Piure	Cochayuyo	Luga negra	Almeja	Luga roja	Total Autorización AAMERB
Tarapacá	2	2	1	1											4
Antofagasta	1	1			1	1	1	1							1
Atacama															
Coquimbo	6	9			6	4			1	13	6				17
Valparaíso	1				1	1		2							2
Biobío			1				1	1	1	1		1			1
La Araucanía															
Los Ríos								1					1		1
Los Lagos		5	1				1	4	1			6		5	13
Aysén												4		4	3
TOTAL	10	17	1	1	8	6	3	9	3	14	6	11	1	9	42



La distribución nacional de autorizaciones de acuicultura experimental en AMERB (AEAMERB) por región, y las especies solicitadas para cultivo se indican en la **Tabla 9**. La intención de desarrollar cultivos APE dentro de AMERB sigue siendo liderado por las regiones del norte del país y orientándose el cultivo principalmente a los recursos piure, ostra japonesa y ostión del norte, y en menor medida a otros recursos como huiro palo, chorito y loco. Las regiones del centro sur distribuyen su intención de cultivo experimental dentro de AMERB en los recursos chicoria, ostra japonesa y ostión del norte. Finalmente, las regiones de Valparaíso, O'Higgins, Maule, Ñuble, Aysén y Magallanes no registran a la fecha intencionalidad de realizar cultivos experimentales dentro de AMERB (**Tabla 9**).

Tabla 9.

Número de autorizaciones de acuicultura experimental en AMERB (AEAMERB) y tipo de recursos inscritos en sus respectivos proyectos técnicos, por región administrativa (Elaboración Propia en base a datos SUBPESCA disponibles a junio 2023).

Región	Huiro Palo	Pelillo	Ostión Norte	Chorito	Choro zapato	Cholga	Piure	Chicoria de mar	Ostra japonesa	Loco	Total Autorización AEMERB
Tarapacá		1			1	1				1	2
Antofagasta			3						3		3
Coquimbo	1		2	1			9		2		10
Biobío			1						1		1
Los Lagos								2			2
TOTAL	1	1	6	1	1	1	9	2	6	1	18

En cuanto a los Permisos Especiales de Colecta (PEC) para semillas de mitílidos, los registros proporcionados por SUBPESCA a junio de 2023, indican que hay 30 titulares de estas autorizaciones. En cuanto a la naturaleza de la titularidad, 28 titulares son personas naturales (26 hombres y 2 mujeres), un titular es una cooperativa y finalmente una Empresa es titular de 2 PEC. La mayoría de estas autorizaciones está en la región de Los Lagos, particularmente en las comunas de Hualaihué (n= 12) y Cochamó (n= 7), mientras que hay 12 registros que no cuentan con información que permita definir su ubicación geográfica.

En cuanto a los Permisos de Escasa Importancia (PEI) para semillas de mitílidos, los registros proporcionados por SUBPESCA junio de 2023, se sistematizan en la **Tabla 10**. Ella indica que estas autorizaciones transitorias se concentran mayoritariamente en la región de Los Lagos (193/194 autorizaciones), ubicándose los principales focos de autorizaciones en las comunas de Castro (62/193) y Calbuco (51/193). La titularidad de estas autorizaciones es principalmente de hombres (127 registros) en comparación a mujeres (17 registros). Las regiones de Aysén y Magallanes, representada por la comuna de Guaitecas muestra el único PEI registrado de manera oficial, siendo su titular un hombre.



Tabla 10.

Número de Permisos de Escasa Importancia (PEI) en las regiones de Los Lagos y Aysén, desagregados por comuna y género del titular (Elaboración Propia en base a datos SUBPESCA disponibles a junio 2023).

Región - Comuna	Total PEI	Titulares Hombres	Titulares Mujeres
Los Lagos			
Calbuco	51	34	5
Hualaihué	25	20	2
Cochamó	36	31	5
Puerto Montt	15	10	3
Castro	62	30	2
Queilen	4	2	
Aysén			
Guaitecas	1	1	
TOTAL	194	128	17

La distribución nacional de Pisciculturas se indica en las **Tabla 11** respectivamente. La mayor concentración de estas autorizaciones se en la región de La Araucanía (19). En las regiones de Valparaíso, Maule y Ñuble se registran también se registran pisciculturas. Todas las pisciculturas del territorio nacional se dedican a la producción de salmónidos.

Tabla 11.

Distribución de Pisciculturas a nivel nacional, desagregados por región. Se indica la titularidad asociada a la autorización y especies producidas (Elaboración Propia en base a datos SUBPESCA disponibles a junio 2023).

Región	Total Pisciculturas	Titulares Hombres	Titulares Mujeres	Titulares OPA	Titulares Empresa	Salmónidos	Crustáceos
Tarapacá	1	1				1	
Coquimbo	1				1	1	1
Valparaíso	3	1	1	1		3	
O'Higgins	1	1				1	
Maule	3	2	1			3	
Ñuble	2	1	1			2	
Biobío	4	3		3		4	
La Araucanía	19	13	5		1	19	
Los Ríos	2	2				2	
Los Lagos	1	1				1	
Aysén	2	1				1	
TOTAL	39	26	8	4	2	39	1

La cosecha de centros tipo APE entre 2017 y 2022 (año en que se publica el Reglamento APE y se cuenta con estadísticas confiables de producción de este segmento de la acuicultura) se indica en la **Tabla 12**. Durante el año 2022, los centros cosecharon un total de 103.106 ton. El 90% de las cosechas fue de mitilidos, principalmente chorito. El 10% de las cosechas fue de algas, principalmente pelillo. En porcentajes inferiores al 1%, se cosecharon otras especies: ostra chilena, ostra japonesa, ostión del norte, trucha arco iris y piure.



Tabla 12.
Estadísticas de producción desde centros APE (en toneladas) (Elaboración Propia en base a datos SERNAPESCA disponibles a abril 2023).

Recurso	Año						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Cholga	736	582	541	475	327	498	151
Chorito	45905	78360	65509	71000	74552	91443	30088
Choro	790	810	682	405	709	566	87
Ostión del Norte	511	515	716	452	282	329	69
Ostión del Sur	0	0	0	0	1	0	0
Ostra chilena	341	348	312	307	345	248	50
Ostra japonesa	32	23	22	24	26	21	5
Algas						9986	

Durante el año 2022, los centros APE cosecharon un total de 103.106 ton. El 90% de este volumen correspondió a mitílidos y casi el 10% restante correspondió a algas (9.986 ton). En volúmenes muchísimos menores se cosecharon pectínidos (329 ton), ostréidos (269 ton), tunicados (12 ton) y salmónidos (3 ton). Ese mismo año operó el 60% de los centros inscritos, lo que correspondió a 568 centros. El 47,5% (n=270) de los centros cosechó algas, mientras que el 45,6% (n=259) de los centros cosechó mitílidos. El 6,9% (n=39) de los centros cosechó ostiones, ostras, salmónidos y piure. De las 103.106 ton. cosechadas por centros de APE en el año 2022, el 98,6% fue realizado por centros de la región de Los Lagos y correspondió prioritariamente a mitílidos, pudiéndose además deducir que un gran porcentaje de la producción de algas (principalmente pelillo) proviene de esa región también. El restante 1,4%, fue cosechado por 10 regiones del país, entre las cuales la región de Coquimbo cosechó un 50,7% y sus principales recursos fueron macroalgas y pectínidos.

5.1.2. Caracterización de principales brechas y desafíos asociados a la comercialización de productos APE

Para caracterizar la comercialización asociados a productos APE, se diseñó un instrumento (cuestionario semiestructurado), cuya validación se realizó mediante juicio de expertos. La aplicación del instrumento se realizó de forma presencial, telefónica y mediante e-mails por Google Forms. La encuesta se estructuró en 5 ítems: 1) Individualización del encuestado, 2) Actividad, 3) Permisos, 4) Comercialización y 5) Valor agregado (**Anexo 1**).

Se aplicó a 32 acuicultores APE con experiencia en la comercialización de los productos derivados de la actividad. La muestra consideró la región y recursos cultivados, siendo aplicada en 6 regiones y a cultivadores de pectínidos, ostréidos, tunicados, mitílidos, peces y algas. El 63% de los encuestados pertenecen a la región de Los Lagos y el 22% a la región de Coquimbo, las dos regiones en donde se concentran el mayor número de iniciativas APE a nivel nacional (**Figura 2**). El 41% de los encuestados señaló cultivar más de una especie (**Figura 3**), por lo que el número de iniciativas con respecto a los recursos cultivados fueron 52 (**Tabla 13**).

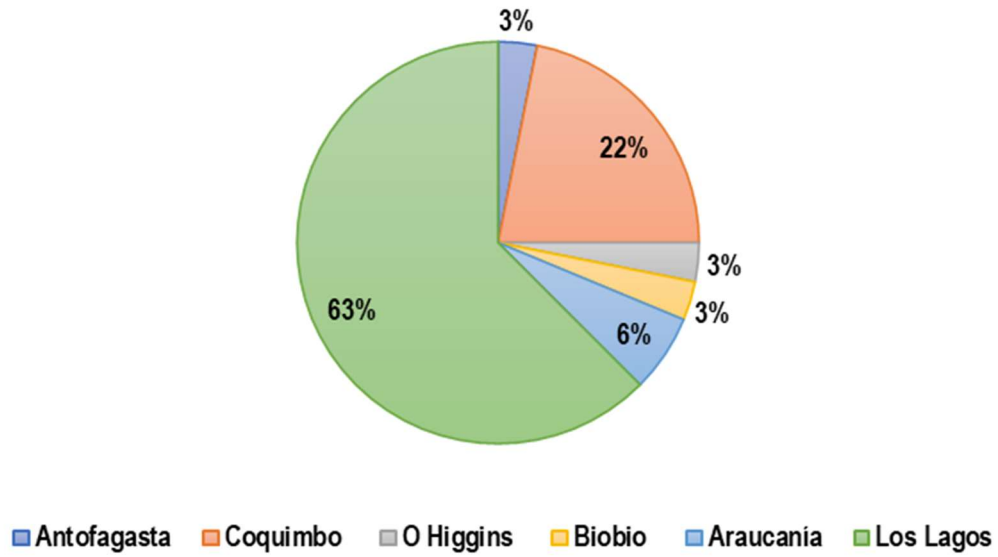


Figura 2. Porcentaje (%) de encuestas realizadas por regi3n.

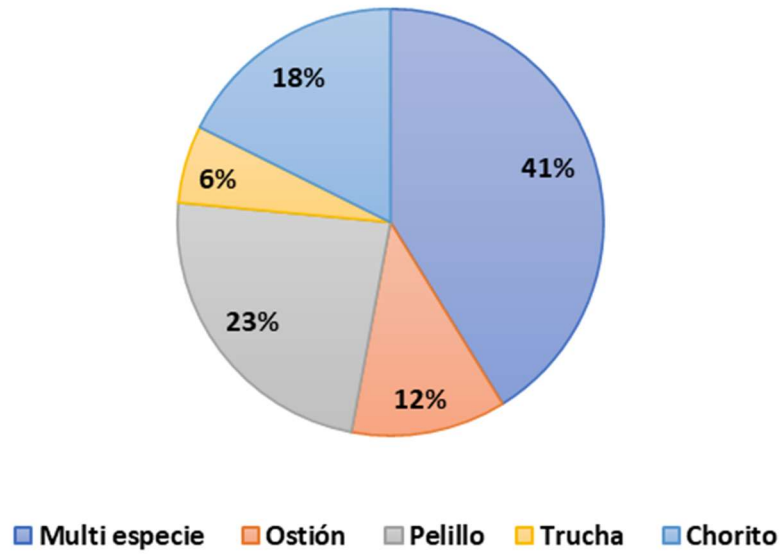


Figura 3. Porcentaje (%) de tipos de cultivos declarados por encuestados.



Tabla 13.

Números de cultivo por región y recurso declaradas en las encuestas a acuicultores a pequeña escala.

Recurso	Especie	Antofagasta	Coquimbo	O Higgins	Biobío	Araucanía	Los Lagos	Total
Algas	Chicoria						1	1
	Cochayuyo						1	1
	Huiro						2	2
	Lessonia						1	1
	Luche						1	1
	Pelillo		1				10	11
Mitilidos	Cholga						2	2
	Chorito						8	8
	Choro						1	1
	Choro zapato				1		1	2
Pectínidos	Ostión del Norte	1	4				1	6
Ostreídos	Ostra Japonesa	1	2	1	1		3	8
Tunicados	Piure		5					5
Peces	Trucha					2	1	3
Total general		2	12	1	2	2	33	52

5.5.2.1. Individualización de los encuestados

De total de las encuestas realizadas, el 72% correspondió a hombres y 28% mujeres. La edad promedio de los encuestados fue de 52 años con 18 años de experiencia en acuicultura. Un 31% de los encuestados declaró tener educación superior y el 25% educación técnica (Figura 4).

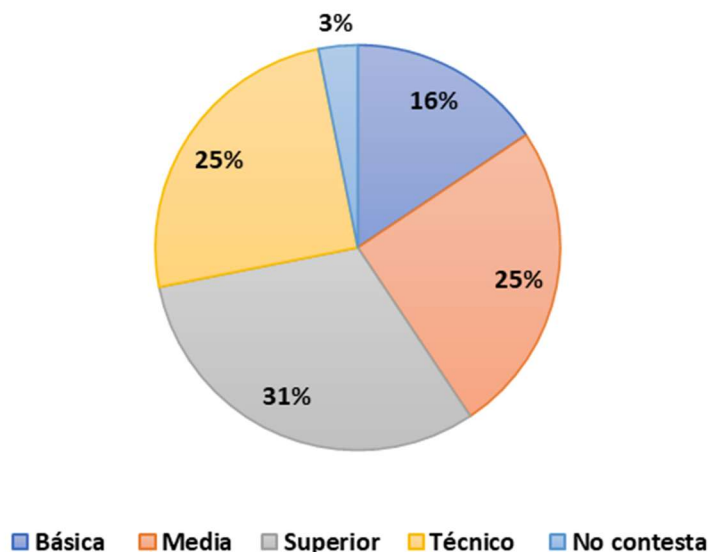


Figura 4. Porcentaje (%) de nivel educativo de los encuestados



5.5.2.2. Actividad APE

El 31% de los encuestados declaró que la iniciativa APE no corresponde a una actividad grupal. De 69% de iniciativas grupales, el 38% declaró que todos los integrantes del grupo trabajaban. El número de personas que trabajan en iniciativas grupales reportadas en este estudio fue 471. De ellas, 162 corresponden a iniciativas en las que solo algunos integrantes trabajan en el cultivo, mientras que 309 corresponden a iniciativas en donde todos los integrantes del grupo trabajan. Respecto a las motivaciones de iniciar APE el 33% sostuvo que la motivación principal fue mejorar los ingresos individuales, y el 27% declaró que inició APE para aprovechar oportunidades de negocio (**Figura 5**). El 53% de los encuestados declara que la actividad APE es su ingreso principal (**Figura 6**). Este grupo señala que al menos el 80% de sus ingresos corresponde a la APE. De ellos, 41% posee cultivos multiespecies y el 18% cultivos de choritos (**Figura 7**). El 65% de los cultivadores que declara que APE corresponde a su ingreso principal pertenece a la región de Los Lagos y el 23% a la región de Coquimbo (**Figura 8**).

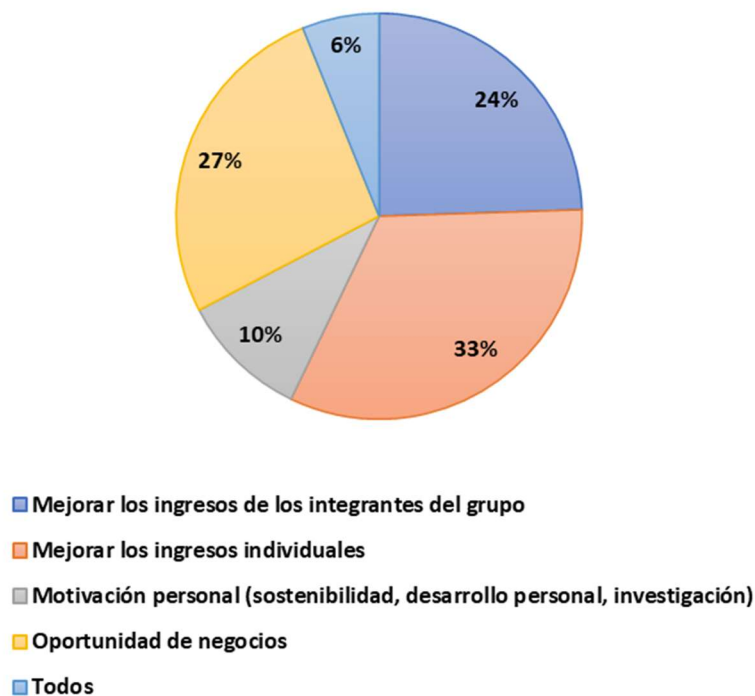


Figura 5. Porcentaje (%) de motivaciones principales para desarrollar APE

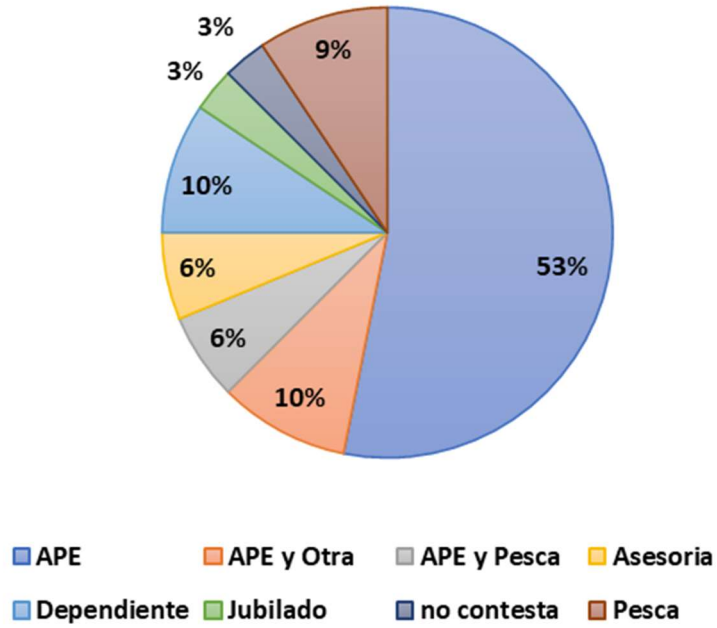


Figura 6. Porcentaje (%) de ingreso principal de encuestados

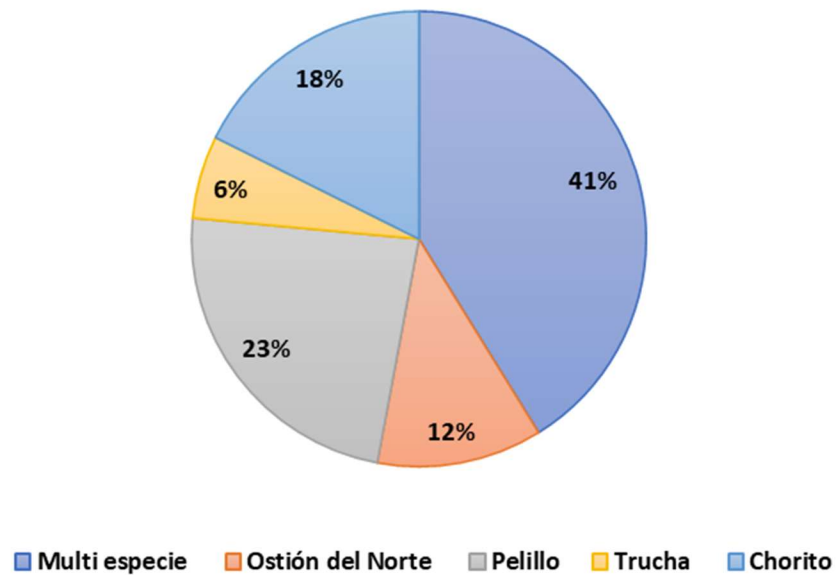


Figura 7. Porcentaje (%) de tipos de cultivo de encuestados que tienen APE como aporte principal.

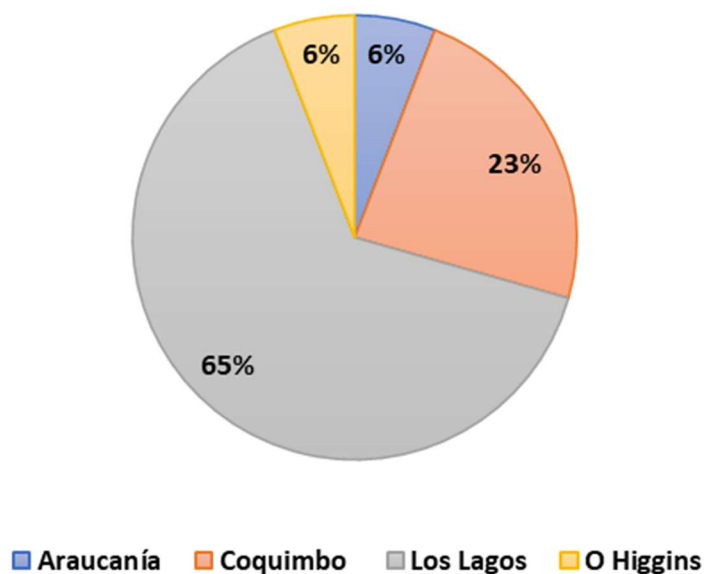


Figura 8. Porcentaje (%) de regiones de encuestados que tienen APE como aporte principal

5.5.2.3. Permisos

Del total de encuestados, el 68,7% declara haber tramitado alg3n tipo de permiso con relaci3n a APE. El mayor n3mero de iniciativas que han realizados la tramitaci3n de permisos son acuicultores que tienen cultivos multiespecies en la regi3n de Los Lagos. Los cultivadores multiespecies y de osti3n del norte, sealaron que el nivel de dificultad fue alto, mientras que los cultivadores de choritos, pelillo y trucha consideran que la dificultad en la tramitaci3n es media o baja (**Figura 9**). La mayor dificultad en la tramitaci3n de permisos fue en las regiones Los Lagos, Coquimbo y Antofagasta (**Figura 10**).

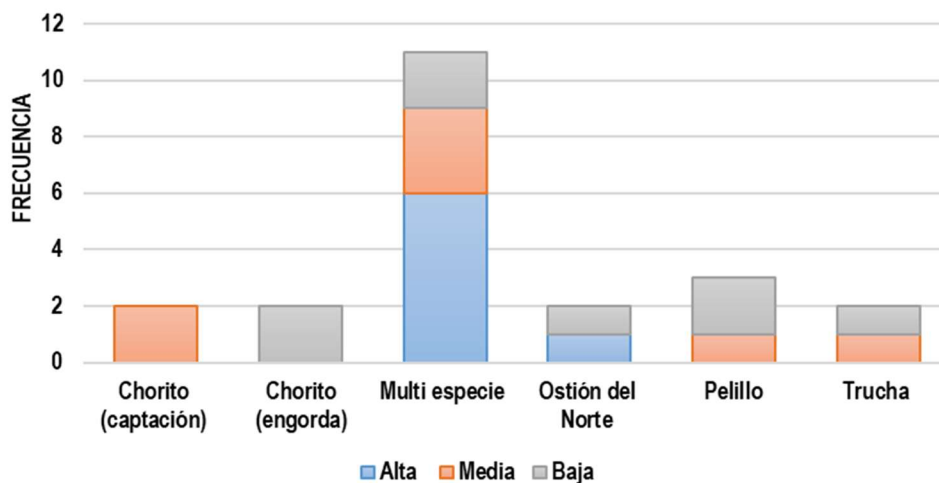


Figura 9. Nivel de dificultad de la tramitaci3n de permisos por tipo de cultivo.

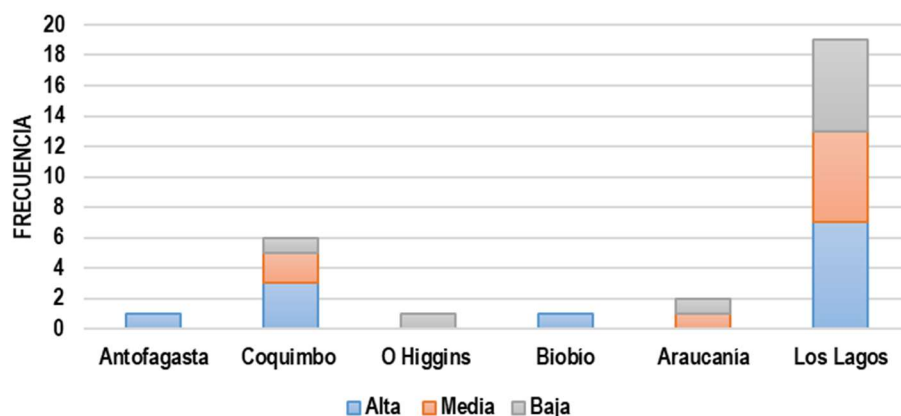


Figura 10. Nivel de dificultad de la tramitación de permisos por región.

Al evaluar la tramitación de permisos por instituciones, las consideradas de menor dificultad fueron SERNAPESCA y SII. Por otra parte, SUBPESCA, Servicio de salud y SEA son evaluadas con una dificultad alta y media (**Tabla 14**). Esto debido a la alta burocracia y la falta de conocimiento en cómo se realiza el trámite. En tanto, las razones de menor dificultad están relacionados con el apoyo de contador en el caso de tramites con SII y la presencialidad y acceso digital del trámite, relacionado principalmente a SERNAPESCA (**Tabla 15**). Según los encuestados las instituciones que prestaron mayor apoyo en la tramitación de permisos fueron las instituciones públicas y municipalidades (**Figura 11**).

Tabla 14.

Nivel de dificultad en la tramitación de permisos en distintas instituciones.

Institución	Alta	Media	Baja	Total general
Capitanía de puerto		1		1
Capitanía de puerto, SUBPESCA, SERNAPESCA y SEA	1			1
DGA, SII y SEA		1		1
SERNAPESCA		1	3	4
SERNAPESCA y Capitanía de puerto		1		1
SERNAPESCA y Servicio de salud		1		1
SII		1	1	2
SII y SERNAPESCA	1		4	5
SII y Servicio de Salud	1			1
SUBPESCA	1	1		2
SUBPESCA, SERNAPESCA y SEA	1			1
Total general	5	7	8	20



Tabla 15.
Motivos y niveles de dificultad en la tramitación de permisos

Motivo	Alta	Media	Baja	Total general
Apoyo contador		1	2	3
Conocimiento de la tramitación			1	1
Excesiva burocracia	5	2		7
Falta de conocimientos	1	3		4
Hay acceso digital y presencial			1	1
Se hace presencial			2	2
Tramitación Lenta	1	1		2
Tramitación rápida			1	1
Total general	7	7	7	21

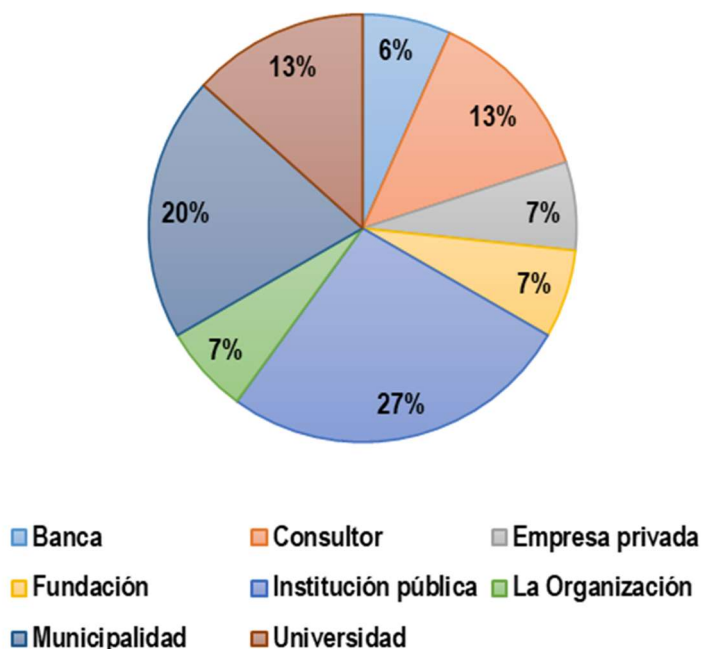


Figura 11. Porcentaje (%) de instituciones que entregan apoyo en la tramitación de permisos.

5.5.2.4. Comercialización

El recurso con mayor ganancia promedio registrado en este estudio, fueron los choritos con una ganancia anual promedio de \$22.375.000. La ostra japonesa, en tanto, registró una ganancia promedio de \$16.450.000 y choro zapato en \$14.000.000 (**Figura 12**). Respecto a la producción en unidades, se registró una producción de ostión del norte de 13.500 unidades y 25.900 unidades de ostras promedio. Cabe señalar, que las truchas obtuvieron una producción promedio de 895.000 unidades. Este antecedente no fue incluido en la **Figura 13**. Finalmente, la producción en kilogramos promedio anual con mayor registro fue pelillo con 188.714 kg (**Figura 14**).

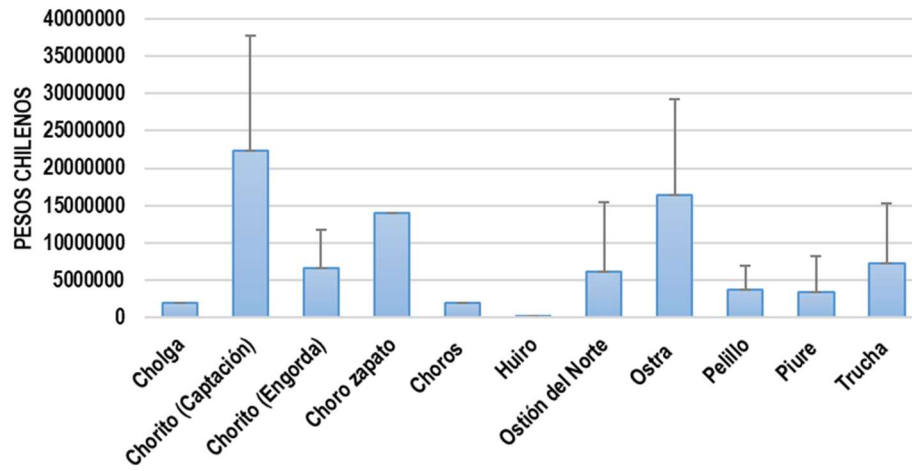


Figura 12. Ganancias (promedio \pm DS) declaradas por recursos en pesos chilenos.

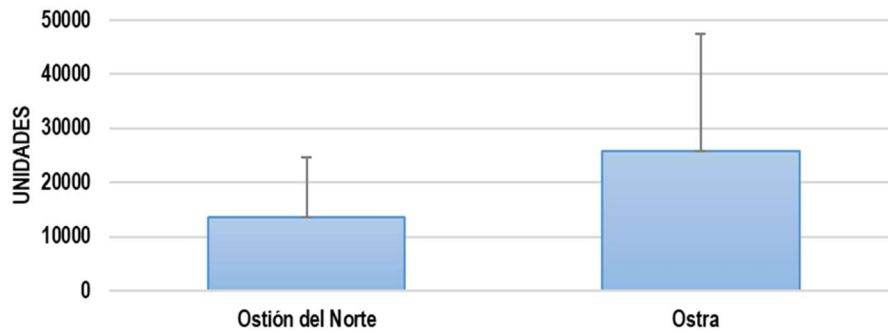


Figura 13. Producci3n anual (promedio \pm DS) en unidades por recurso.

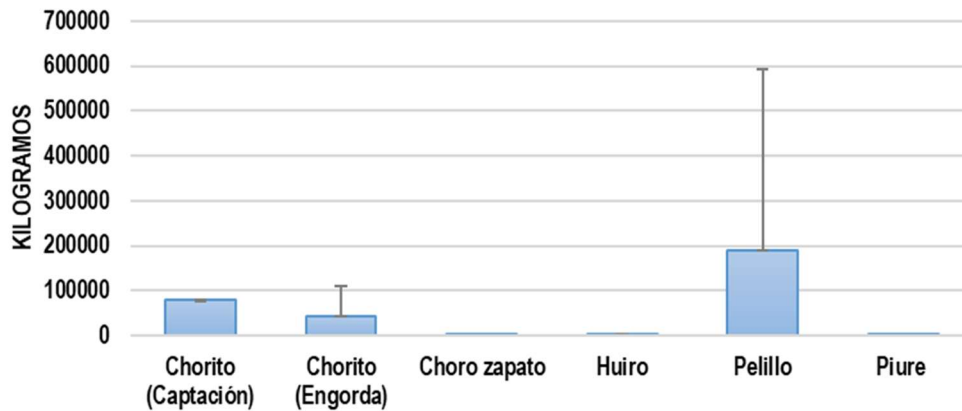


Figura 14. Producci3n anual (promedio \pm DS) en kilogramos por recurso.



Demanda

El 51% de los encuestados percibe que la demanda de sus productos es alta, un 32,6% la considera media y 16,3% baja. La percepci3n de la demanda en el caso del pelillo es principalmente calificada como media y baja. En el caso de mitilidos, la percepci3n es, en su mayorfa, mala o media (**Figura 15**). En t3rminos regionales, la regi3n de Los Lagos es la 3nica regi3n que muestra una percepci3n mala de la demanda (**Figura 16**).

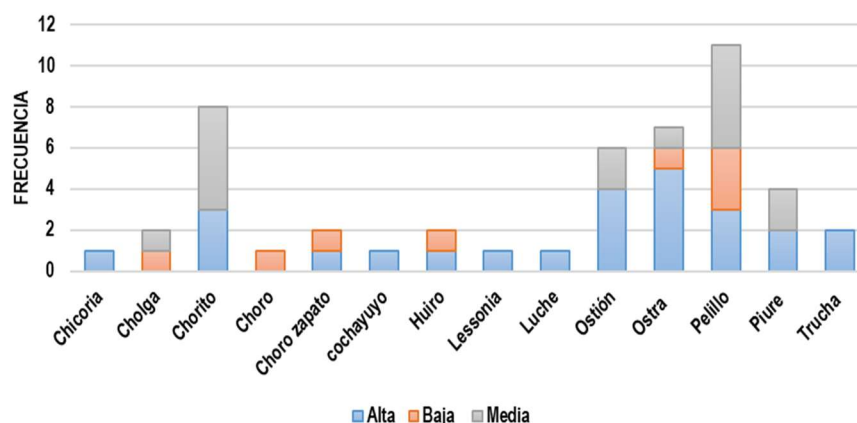


Figura 15. Frecuencia de percepci3n de la demanda por recurso.

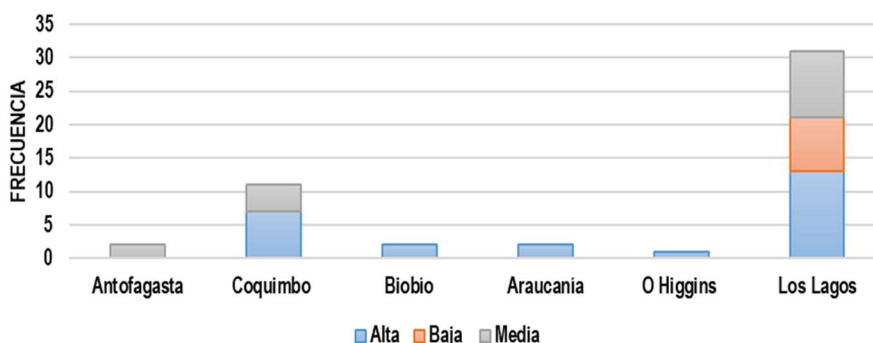


Figura 16. Frecuencia de percepci3n de la demanda por regi3n.

Costo/Beneficio

El 46,9% de los encuestados considera que la relaci3n costo/beneficio del cultivo es medio, y el 34,6% lo considera alto. La relaci3n costo/beneficio m3s alto es el cultivo de pelillo en Los Lagos, sin embargo, en las regiones de O'Higgins y Antofagasta consideran que el costo/beneficio es medio. El costo/beneficio bajo est3 asociado a mitilidos en la regi3n de Los Lagos (**Figura 17 y 18**). Esta baja percepci3n de la relaci3n costo/beneficio se asocia principalmente al aumento en los costos de los insumos necesarios para el cultivo.

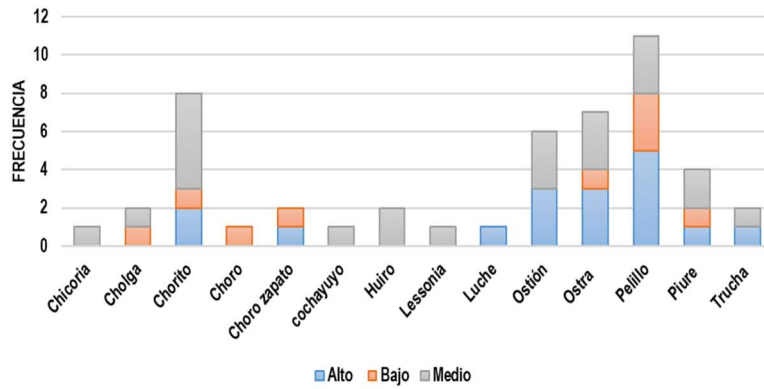


Figura 17. Frecuencia de percepción de relación costo/beneficio del cultivo por recurso.

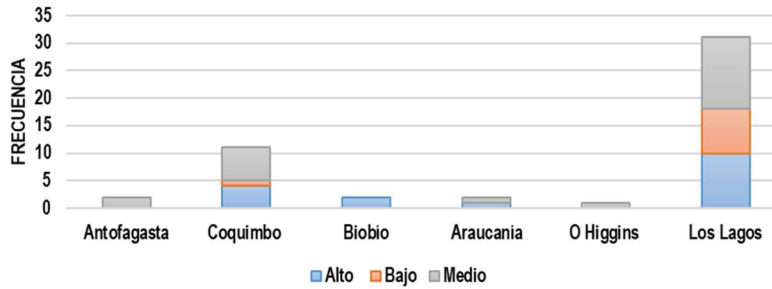


Figura 18. Frecuencia de percepción de relación costo/beneficio del cultivo por región.

Formato de venta

Respecto al formato de venta el 81,6% de las iniciativas registradas realiza ventas de recursos fresco y sólo el 18,3% señalo vender recursos frescos y congelados. Los recursos que se venden frescos y congelados fueron ostión del norte, ostra japonesa y piure en la región de Coquimbo (Figura 19 y 20).

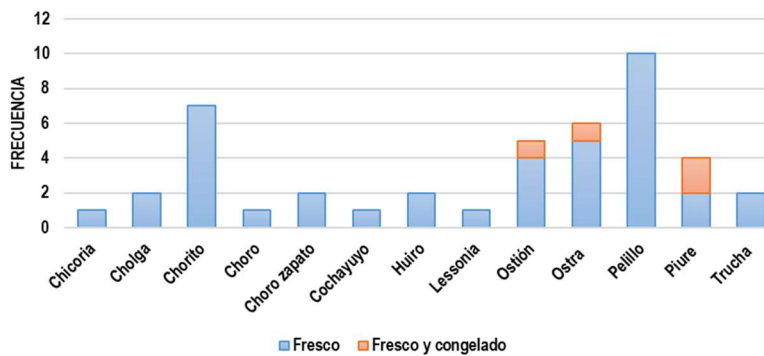


Figura 19. Frecuencia de iniciativas por formato de venta por recurso cultivado APE.

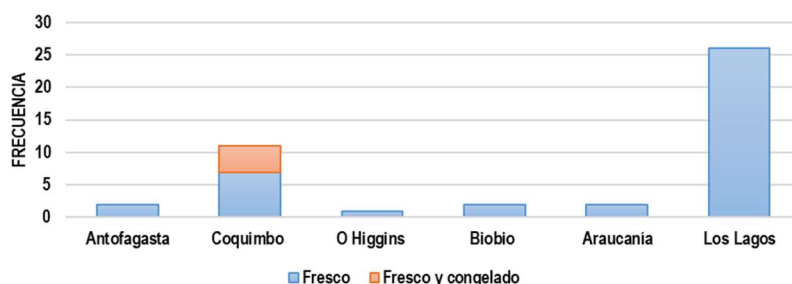


Figura 20- Frecuencia de iniciativas por formato de venta APE por región.

Cientes

Un 67,3% de los encuestados señala vender de forma directa sus productos, un 20,4% a directo e intermediarios, y un 12,2% a intermediarios. Las ventas a intermediarios se dan en recursos pelillo y piure, mientras que para los recursos choritos, luche, ostión, ostra, pelillo y piure, hay ventas mixtas entre venta directa e intermediarios (**Figura 21**). En cuanto a las regiones, Coquimbo y Los Lagos presentan los tres tipos de ventas, mientras que las regiones de O'Higgins y Araucanía venden de forma directa y Antofagasta vende directamente y a intermediarios (**Figura 22**).

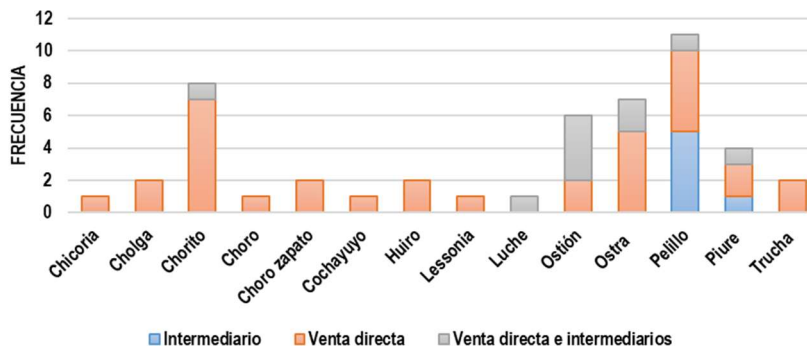


Figura 21. Frecuencia por tipo de venta por recurso.

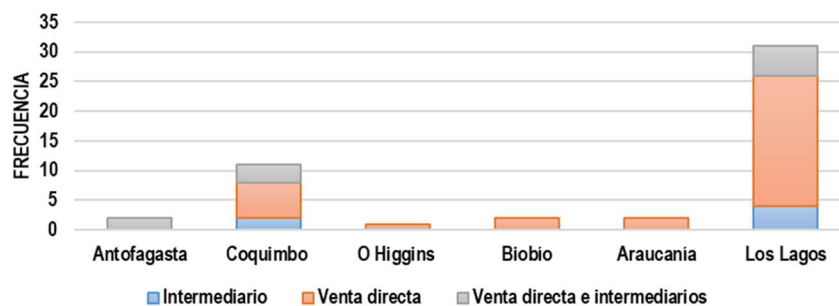


Figura 22. Frecuencia por tipo de venta por región.



Número de clientes

El 73,4% de los encuestados señalan tener 2 o más clientes y un 24,4% señalan tener solo un cliente. El número de iniciativas con un solo cliente está relacionado principalmente a pelillo y choritos en la región de Los Lagos (**Figura 23 y 24**).

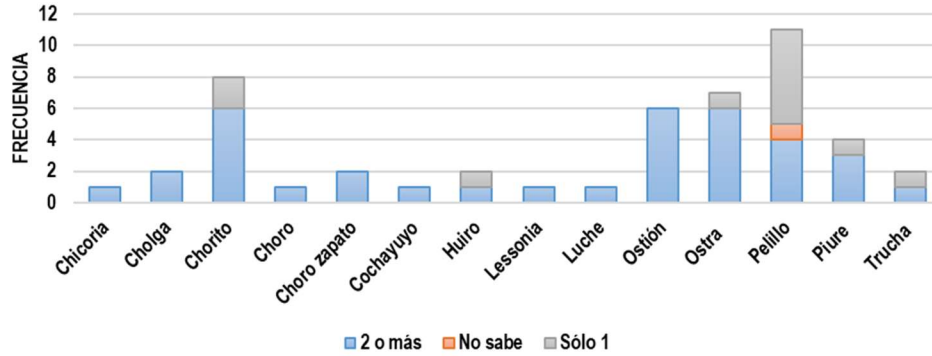


Figura 23. Frecuencia de cantidad de clientes por recurso.

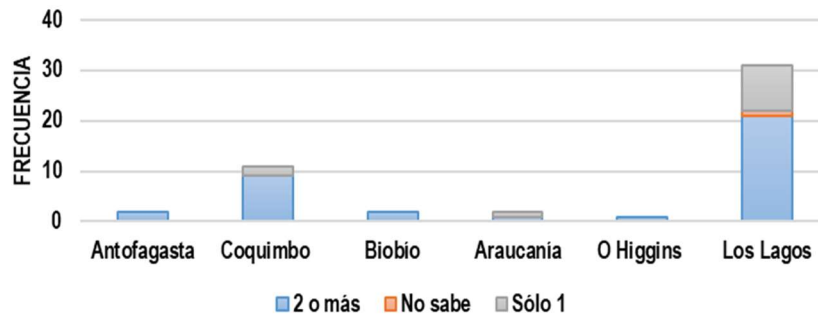


Figura 24. Frecuencia de cantidad de clientes por región.

Comunicación con clientes

Respecto a la comunicación con los clientes, el 20,4% de los encuestados indica que los medios de comunicación con clientes son variados, desde la comunicación de palabra, teléfono, e-mail y Whatsapp, concentrado principalmente en la región de Los Lagos. Solo un 6,1% de los encuestados señalan llegar a acuerdo con sus clientes de palabra. Los recursos para los que se señalan comunicación de palabra son ostras y pelillos (**Figura 25**) de la región de O'Higgins y Los Lagos (**Figura 26**).

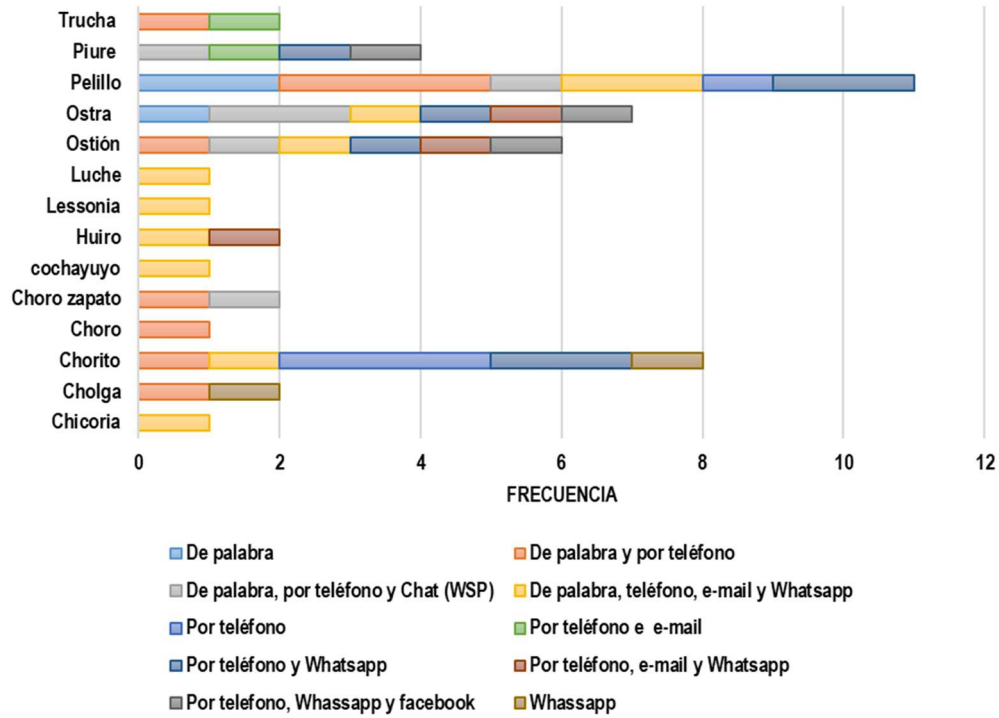


Figura 25. Frecuencia de medios de comunicación con clientes por recurso.

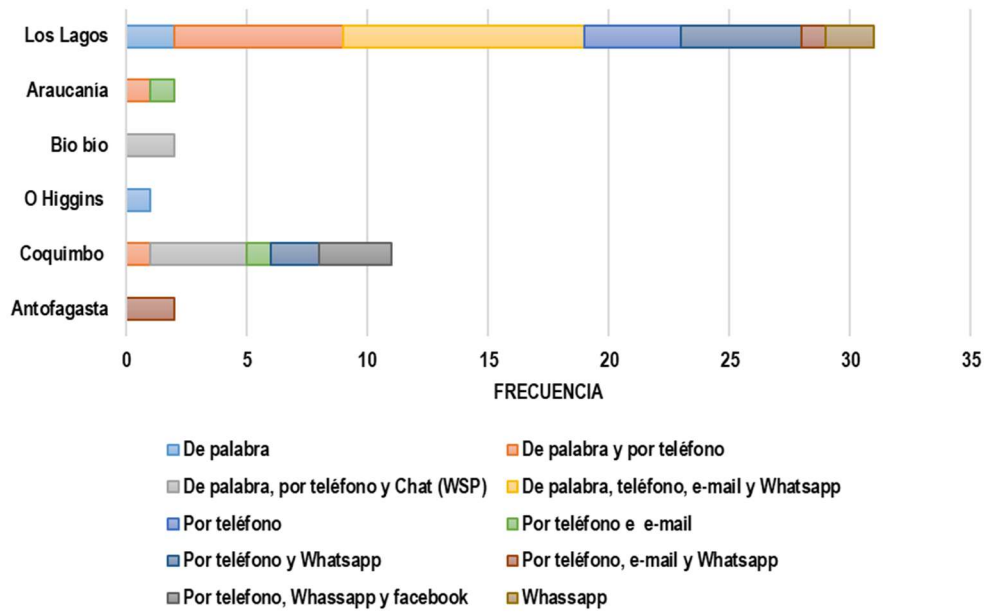


Figura 26. Frecuencia de medios de comunicación con clientes por regiones.



Transporte

Un 61,2% de los encuestados considera el transporte de sus productos buena, en buena medida por que tiene relación con la venta en el lugar de desembarque. Esto ocurre principalmente para pelillo y choritos en la región de Los Lagos, por otra parte, el transporte calificado como malo se señala principalmente en recursos ostión, ostra y piure en la región de Coquimbo (**Figura 27 y 28**). La baja calificación del transporte en el norte del país tiene relación con la falta de disponibilidad de camiones frigoríficos que permitan mantener la cadena de frío.

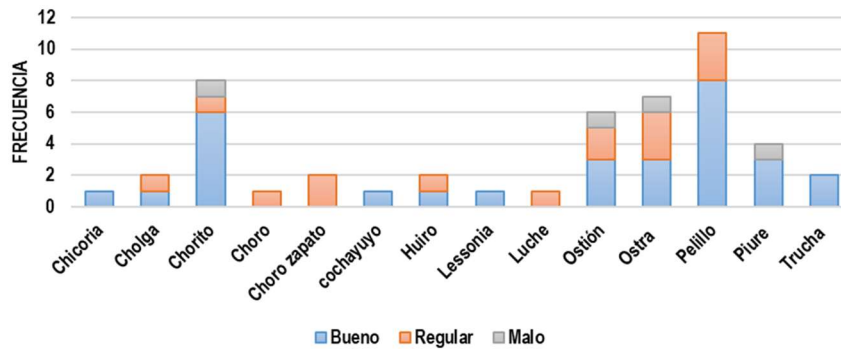


Figura 27. Frecuencia de percepción del transporte por recurso.

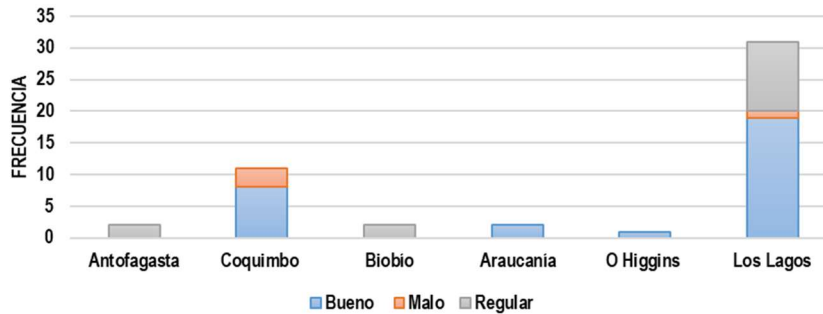


Figura 28. Frecuencia de percepción del transporte por región.

Promoción de productos

Respecto a los medios de promoción de productos, las alternativas más frecuentes con un 20,4% son: “por el boca a boca y los clientes llegan solos” y “por redes sociales y los clientes llegan solos”. En el caso del pelillo, las opciones con mayores frecuencias fueron “por el boca a boca” y “por las redes y el boca a boca”. En el caso de la ostra y ostión, la opción “Todos” es más frecuente, por lo que podemos inferir que hay mayor desarrollo en esta área (**Figura 29**). Desde el punto de vista regional, en la región de Los Lagos las opciones más frecuentes fueron “por redes sociales y el boca a boca” y “boca a boca”. En la región de Coquimbo la opción “Todos” obtuvo mayor frecuencia en las respuestas (**Figura 30**).

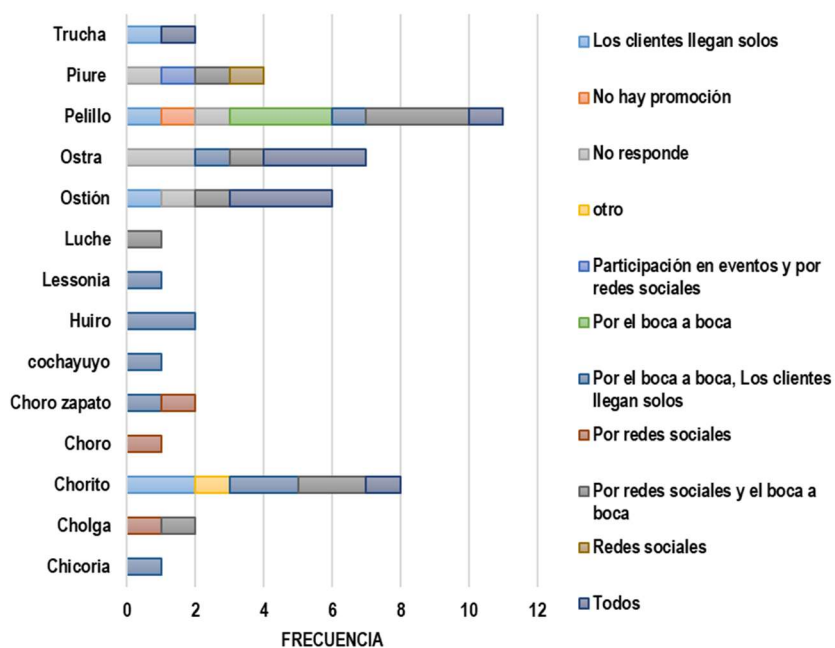


Figura 29. Frecuencia de medios de promoci3n de productos por recurso.

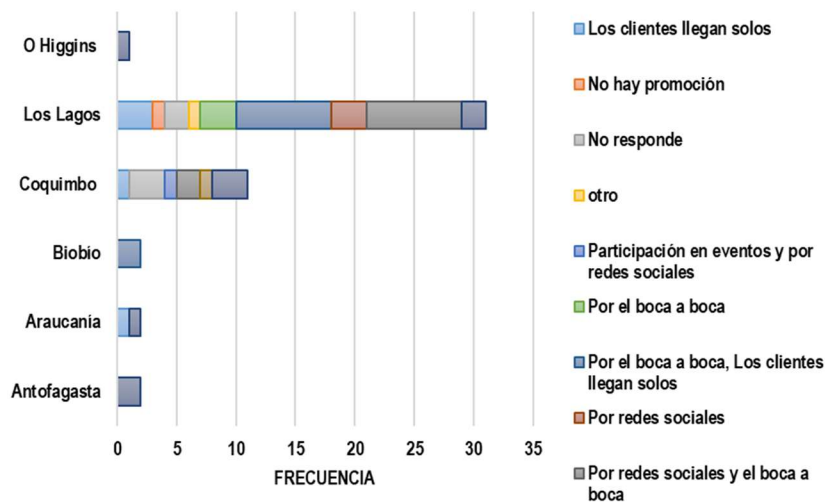


Figura 30. Frecuencia de medios de promoci3n de productos por regi3n.

Apoyo comercializaci3n

Frente a la pregunta respecto a haber recibido apoyo en la etapa de comercializaci3n, el 67,3% fue negativa. Los recursos en los que ha existido apoyo para comercializarlos son choritos, choro zapato, osti3n, ostra, pelillo y piure (Figura 31). Siendo el apoyo familiar el m1s recurrente en las respuestas.



En cuanto a las regiones, Antofagasta y Araucanía declaran no haber recibido apoyo para la comercialización (**Figura 32**).

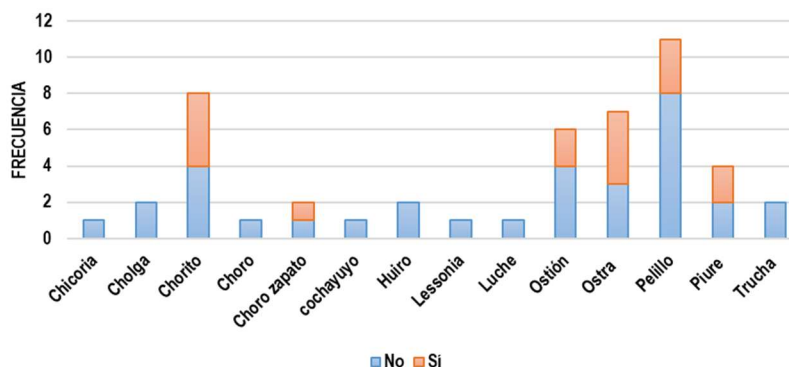


Figura 31. Frecuencia de iniciativas que declaran haber recibido apoyo en la comercialización de sus productos por recurso.

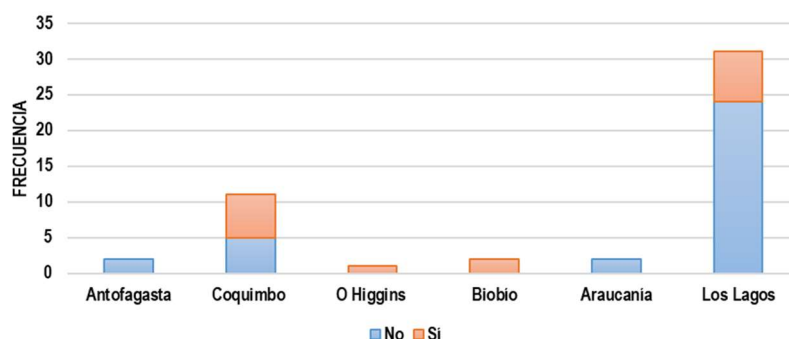


Figura 32. Frecuencia de iniciativas que declaran haber recibido apoyo en la comercialización de sus productos por región.

Encadenamiento

El 44,8% de los encuestados señala que no se encadena con algún emprendimiento, 36,7% se encadena con dos o más emprendimientos. Solo las iniciativas relacionadas con choros y cholga no se encadenan con otros emprendimientos (**Figura 33**). Las iniciativas de las regiones de Antofagasta y O'Higgins no se encadenan con otros emprendimientos (**Figura 34**). Los emprendimientos con los que existe encadenamiento están relacionados con la compra de semillas, restaurantes y compra de insumos y servicios derivados del cultivo.

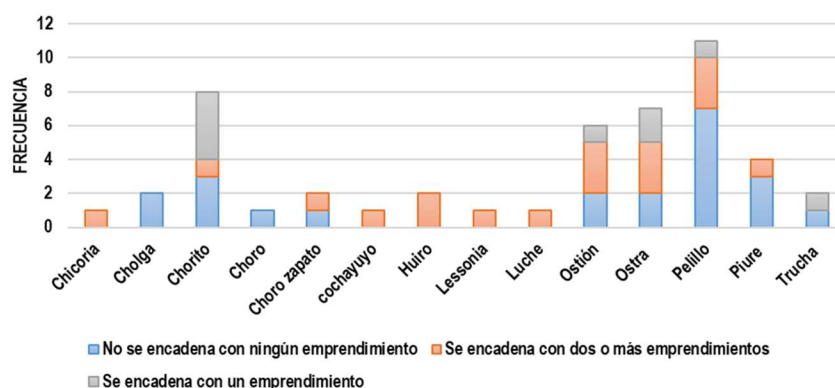


Figura 33. Frecuencia de iniciativas por encadenamiento con emprendimiento por recurso.

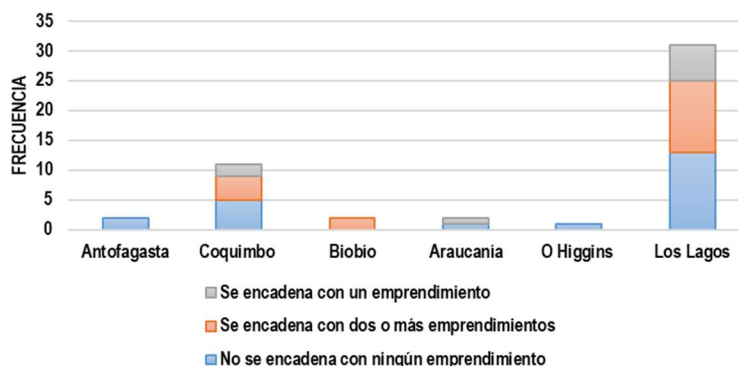


Figura 34. Frecuencia de iniciativas por encadenamiento con otros emprendimientos por región.

Brechas de comercialización

Con un 25% de respuestas, la brecha de comercialización que presentó mayor frecuencia fue no poder cumplir con la cantidad necesaria de productos solicitados. Luego, no contar con asesoría contable financiera (19,6%) y falta de disponibilidad de servicios específicos (17,8%). En la región de Los Lagos, las brechas más frecuentes fueron no contar con asesoría contable o financiera y no poder cumplir con la cantidad necesaria de productos solicitados. Para la región de Coquimbo, la falta de disponibilidad de servicios específicos y carecer de un modelo de negocio o plan de ventas bien definido fueron las brechas con mayor frecuencia. El caso de la región de Antofagasta presenta dificultades por la falta de disponibilidad de servicios específicos, y la región de O'Higgins, por no poder cumplir con la cantidad necesaria de productos solicitados. En la región del Biobío, las brechas fueron no poder cumplir con la cantidad necesaria de productos y la falta de disponibilidad de servicios específicos. En la Araucanía, representada por piscicultura de truchas, la brecha digital dificulta la comercialización al igual que carecer de un modelo de negocio y no poder cumplir con la cantidad necesaria de productos solicitados (**Figura 35**). Considerando los recursos, el pelillo registró una mayor frecuencia, no contar con asesoría contable o financiera. La ostra, por no poder cumplir con



cantidades solicitadas y falta de disponibilidad de servicios específicos. En el caso del ostión, falta de disponibilidad de servicios específicos (Figura 36).

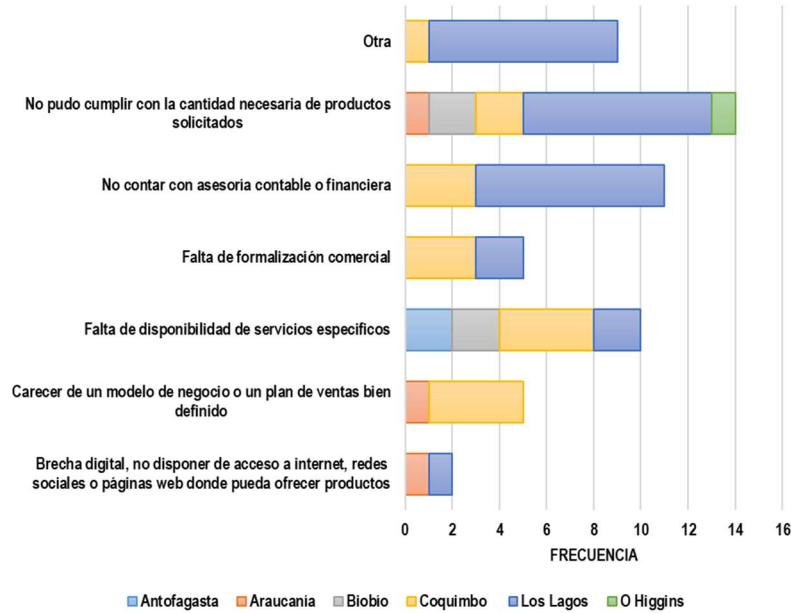


Figura 35. Frecuencia de dificultades en la comercialización declaradas por los encuestados por región.

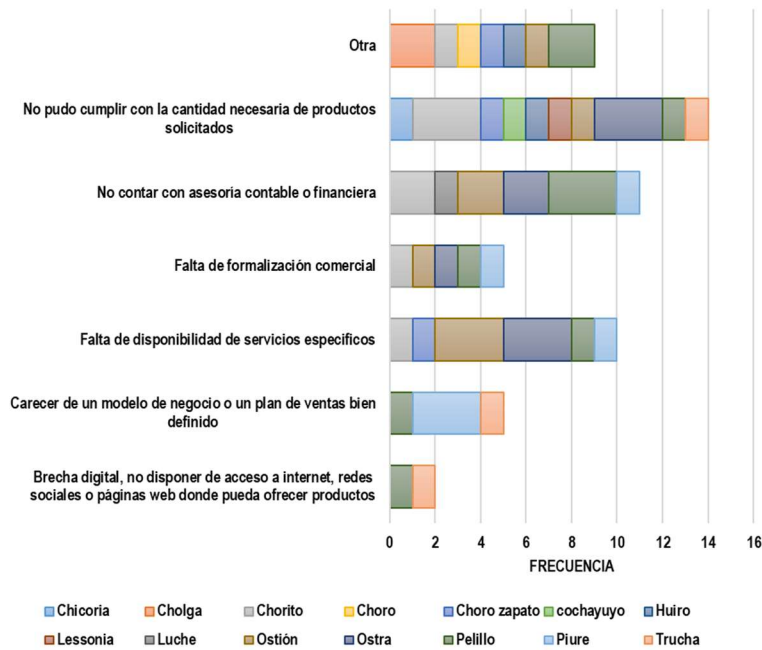


Figura 36. Frecuencia de dificultades en la comercialización declaradas por los encuestados por recurso.



Mejora en la comercialización

En la **Tabla 16**, se resumen los resultados de la consulta sobre acciones para la mejora de la comercialización de sus productos por región y tipo de cultivo. Se destacan la adquisición de infraestructura para incorporación de valor agregado, difusión de productos (publicidad y marketing), facilitación de trámites (PSMB, INFA e INDESPA), regulando precios y mejorando la calidad de los productos.

Tabla 16.

Acciones de mejora en la comercialización declaradas por encuestados, por región y tipo de cultivo.

Región	Cultivo	Acciones para mejorar comercialización	
Antofagasta	Multi especie	Con una planta de transformación y acopio	
Coquimbo	Piure	Haciendo una cadena productiva	
	Ostión del Norte	Con planta para maquila y poder incorporar la distribución nacional e internacional	
	Multi especie	Mejorando el orden de mi negocio Mayor difusión de los productos Planta de procesos	
O Higgins	Multi especie	Subir precios, compradores regulan el precio	
Biobío	Multi especie	Contar con local comercial	
Araucanía	Trucha	Incorporando valor agregado como ahumado Ingresar a mercado gourmet	
Los Lagos	Chorito	Regular los pagos de los clientes Adquisición de PSMB, INFAS y certificación ambiental. Adquirir maquinas (cosechadoras) de mayor tecnología. Facilitación en tramites INDESPA Regulación de precios por parte de los productores	
		Huiro	Marketing y definición del modelo de negocio
		Multi especie	Relocalización Mejorando las instalaciones Con una asesoría técnica especializada en marketing Promoción a nivel nacional de los productos marinos Diversificando los productos APE Con más apoyo en trámites y publicidad
	Pelillo	Mejor promoción para nuevos compradores Mejorando los precios de compra Trato directo a la planta Mejorar calidad (menos impurezas)	

5.5.2.5. Valor agregado

El 61,2% de los encuestados incorpora valor agregado, los que corresponden a encuestados de región de Los Lagos, Bio bío y Coquimbo. Asociado principalmente a cultivos de choritos, huiro, ostión, ostra, pelillo, piure y trucha. El valor agregado en ostiones, ostras y piure se relaciona principalmente con la venta desconchado o media concha (**Figura 37**). Respecto a los costos, en la mayoría de los casos, no lo han estimado debido a que es una inversión de tiempo y mano de obra destinado al desconche. Sin embargo, en Tongoy estimaron el costo en \$350 pesos por ostión del norte (\$20 el desconche,



\$20 bandeja, \$200 la envoltura con film y \$100 más por ostión). Otros encuestados señalan que el desconche o presentación en media concha, puede aumentar en un 50% el valor de la producción (Figura 37 y 38).

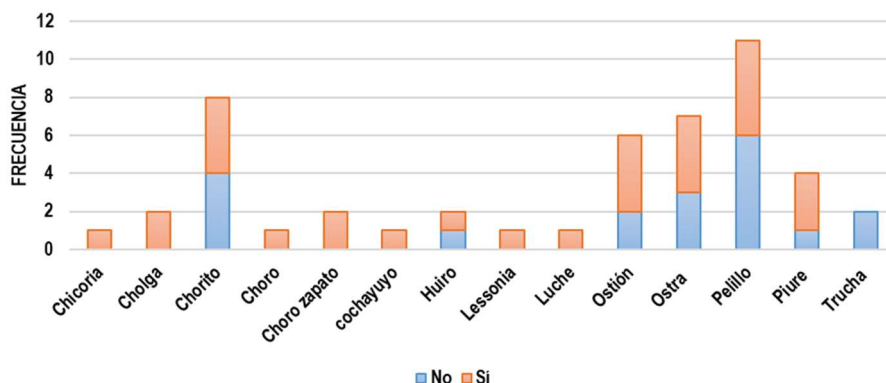


Figura 37. Frecuencia de iniciativas que incorporan valor agregado al producto por recurso.

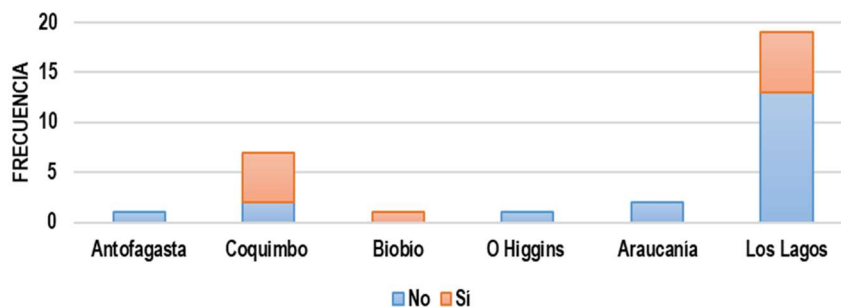


Figura 38. Frecuencia de iniciativas que incorporan valor agregado al producto por región.

De los encuestados que declaran no incorporar valor agregado, un 58,7% señala que le interesaría hacerlo. Los recursos en los que hay interesados en agregar valor a la producción son chorito, huiro, ostión, ostra y pelillo (Figura 39). Desde el punto de vista regional, los mayores interesados son Los Lagos, Coquimbo, Antofagasta y O'Higgins (Figura 40). La razón principal del interés en agregar valor es la de mejorar la oferta a los consumidores. Sin embargo, consideran que las inversiones son muy altas. Por ejemplo, los productores de pelillo en la región de Los Lagos están dispuestos a darle valor agregado a partir del secado del alga, pero el costo de una planta secadora es una inversión es muy alta. Respecto a la estimación de costos, los encuestados que declararon no estar interesados en incorporar valor agregado señalaron que la razón principal es la alta inversión que se requiere para esto.

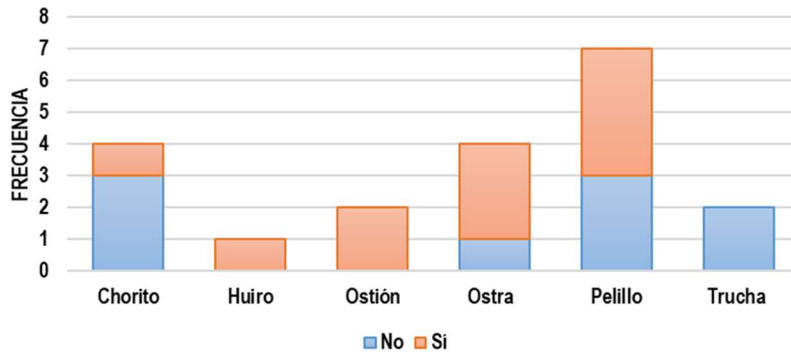


Figura 39. Frecuencia de iniciativas en las que hay interés en incorporar valor agregado por recurso.

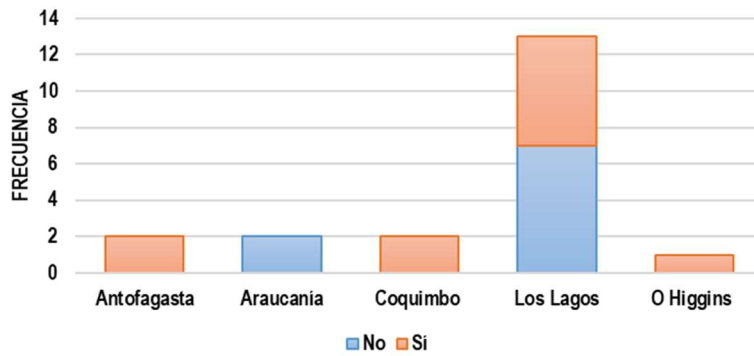


Figura 40. Frecuencia de iniciativas en las que hay interés en incorporar valor agregado por región.



5.2. Propuesta de instrumento e incorporación de criterios de madurez o fortaleza socio-organizacional en la medición y selección de grupos o individuos beneficiarios de financiamiento para desarrollar APE

5.2.1. Análisis exploratorio de requisitos de bases administrativas de concursos o financiamiento APE nacional

En Chile, existen fuentes de financiamiento de diversa naturaleza para realizar actividades APE. Actualmente las dos principales fuentes de financiamiento estatal, a través de concursos, son el INDESPA y CORFO. Además, existen instituciones y empresas privadas que financian actividades APE a través de créditos (e.g., Banco Estado) y Minera Los Pelambres por medio de Resolución de Calificación Ambiental (RCA) y Programas de Responsabilidad Social. Para este análisis, se recopiló información de estas cuatro fuentes de financiamiento complementado con los puntos principales emanados de las entrevistas realizadas. Las entrevistas se realizaron online siguiendo un guion de preguntas orientadas a responder 4 aspectos relevantes: descripción de las distintas fuentes de financiamiento, criterios socio organizacionales incluidas en la adjudicación de los recursos, la posible incorporación de criterios socio-organizacionales y la importancia que estos tienen en el éxito de actividades APE, y, finalmente, el impacto local de estos fondos para financiamiento APE (**Anexo 2**). Las preguntas y dinámica en la entrevista variaron, siempre siendo orientadas a la experiencia de los entrevistados en cuanto a las variables socio-organizacionales en las líneas de financiamiento. Con esto, se obtuvo un panorama general respecto de la incorporación de criterios socio-organizacionales en el financiamiento APE.

5.2.1.1. INDESPA

El INDESPA, fue creado por la Ley N°21.069 en el año 2018, comenzando sus funciones durante el año 2019. La misión de esta institución es “Promover el desarrollo sustentable de la pesca artesanal y acuicultura a pequeña escala, beneficiando a sus hombres y mujeres, organizaciones, caletas y territorios, mediante la ejecución de programas de fomento productivo y acciones de coordinación y colaboración interinstitucional, con enfoque sostenible, inclusivo y de equidad de género”. Dentro de los objetivos estratégicos institucionales se encuentra el aumentar la incorporación y desarrollo de capacidades productivas o comerciales en la población objetivo, con foco en el desarrollo integral de las caletas, la APE, la sostenibilidad pesquera y acuícola, la comercialización y agregación de valor, a través de financiamiento de proyectos de inversión, transferencia tecnológica, capacitación y asistencia técnica, con enfoque sostenible, inclusivo y de equidad de género¹.

En el año 2023, INDESPA lanzó 28 fondos concursables, de los cuales 3 correspondieron a financiamiento directo de actividades APE (**Tabla 17**).

¹ www.indespa.cl



Tabla 17.

Concursos de fondos públicos para financiamiento de actividades APE, objetivo y monto total del fondo (Elaboración propia a partir de información en www.indespa.cl).

Concurso	Regiones	Objetivo	Objetivos específicos	Montos
Concurso Territorial: “Acuicultura de Pequeña Escala (APE) Zona Centro-Norte”	Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Valparaíso	Contribuir al desarrollo de la acuicultura de pequeña escala para convertirla en un motor económico en la Zona Centro-Norte del país, entre las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Valparaíso.	a) Financiar la adquisición de insumos, equipos y/o implementos para el desarrollo de la actividad de APE emplazados en porciones de agua y fondo o emplazados en tierra o terreno de playa. b) Proveer asistencia técnica especializada para el levantamiento y confección de un perfil productivo para aquellos centros de cultivo emplazados en porciones de agua y fondo.	Monto Total \$1.500.000.000.- Cupos: 26 cupos para centros de cultivo porción agua y fondo (proyectos de hasta \$25.000.000) a) Adquisición de infraestructura, insumos y equipamiento (Incluye semillas y plántulas, menos pelillo). b) Asesoría técnica (compra pública por parte de INDESPA) 13 cupos para cultivos en tierra (proyectos de hasta \$50.000.000) a) Adquisición de estructuras, insumos y equipamiento.
Concurso Territorial: Zona Sur-Austral Acuicultura de Pequeña Escala	O’ Higgins, Maule, Biobío, La Araucanía; Los Ríos, Aysén y Magallanes	Contribuir a resolver requerimientos para el desarrollo de las actividades propias de la pesca artesanal, como de otras iniciativas complementarias que deben ajustarse a la normativa exigida por una autoridad competente como la marítima, pesquera, sanitaria, tributaria, ambiental, de higiene o de seguridad laboral.	a) Financiar la adquisición de insumos, equipos y/o implementos para el desarrollo de la actividad de APE. b) Proveer asistencia técnica especializada para el levantamiento y confección de un perfil productivo para centros de cultivo emplazados en porciones de agua, fondo y playa.	Monto Total \$500.000.000.- Cupos: O’ Higgins (1), Maule (3), Biobío (3), La Araucanía (3); Los Ríos (3), Aysén (3) y Magallanes (3). Hasta \$20.000.000 por proyecto. Aporte adicional de asistencia técnica a aquellos que sean beneficiado (compra pública por INDESPA).
Concurso Región de Los Lagos: Acuicultura de Pequeña Escala (APE)	Los Lagos	Promover la actividad de la acuicultura de pequeña escala en la región de Los Lagos, mediante la implementación de centros de cultivo emplazados en concesiones acuícolas, polígonos de acuicultura en AMERB o en Permisos Especiales de Colecta (PEC).	Financiar la adquisición de equipamiento productivo, estructuras e insumos para la implementación de centros de cultivo de pequeña escala, en etapa inicial o ya en desarrollo, con focalización en la región de Los Lagos	Monto Total \$800.000.000.- Adquisición de equipamiento productivo, estructuras e insumos (biológicos o material) Hasta \$25.000.000 por proyecto.

Estos concursos están dirigidos a personas naturales (titulares de centros de cultivo) y Organizaciones de Pescadores Artesanales (pescadores, acuicultores o personas jurídica) titulares de centro de cultivo, o en posesión de permiso de acuicultura (AEAMERB, AAMERB y CCAA). Los concursos



contemplan cuatro etapas para la selección de proyectos: a) Postulación, b) Admisibilidad administrativa, c) Evaluación técnica y d) Selección. La postulación consiste en el envío de la ficha de postulación y documentos requeridos dentro del plazo establecido. La etapa de admisibilidad administrativa contempla el análisis de los plazos y requisitos de postulación. De no cumplir con éstos, el proyecto postulante no pasa a las siguientes etapas. Posteriormente, se realiza una evaluación técnica de las postulaciones declaradas admisibles, mediante una comisión evaluadora. Finalmente, se realiza la selección de la cartera de proyectos postulados beneficiarios del proyecto.

Los requisitos para la postulación a estos concursos están resumidos en la **Tabla 18**. En el caso de las OPA, uno de los requisitos es ser titular de un centro de cultivo y contar con inscripción vigente en registro APE. Para ello, las organizaciones y personas jurídicas deben obtener los permisos correspondientes. Por otro lado, dentro de los documentos de admisibilidad se debe entregar una copia del proyecto técnico aprobado por SUBPESCA o SERNAPESCA según corresponda.

Tabla 18.

Requisitos para postulación de fondos concursable de INDESPA en concursos APE 2023. Por tipo de postulante, requisitos y los documentos de admisibilidad (Elaboración propia a partir de información en www.indespa.cl).

Tipo de postulante	Requisitos	Documentos de admisibilidad
Personas naturales	<ul style="list-style-type: none"> • Debe desarrollar APE en la zona. • Titular de un centro de cultivo • Inscripción vigente en registro APE (SERNAPESCA). • No podrán postular aquellos que hayan obtenido recursos a concursos anteriores para adquirir el mismo equipamiento. • No encontrarse en el registro nacional de deudores de alimentos, si el beneficio se entrega en dinero. Debe subsanar la deuda de alimentos para obtener el beneficio. • Haber rendido cuentas de concursos anteriores (FAP, FFPA, INDESPA) • No tener antecedentes en el Consejo de Defensa del Estado (CDE). 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de postulación (adjunta en bases) • Copia simple de Carnet (vigente) • Declaración jurada • Copia proyecto técnico aprobado por SUBPESCA o SERNAPESCA según corresponda. • Al menos una cotización que justifique el monto total de la inversión • Certificado APE emitido por SERNAPESCA • Si se postula a motor, presentar matricula de la embarcación.
OPA o personas jurídicas	<ul style="list-style-type: none"> • Organización compuesta por personas naturales pescadores artesanales, acuicultores o persona jurídica (Sociedad de responsabilidad limitada o empresa individual de responsabilidad limitada). • Titular de centro de cultivo o tener permiso de acuicultura o experimental de acuicultura • Contar con inscripción vigente en registro APE (SERNAPESCA). • Haber rendido cuentas de concursos anteriores (FAP, FFPA, INDESPA) • No podrán postular aquellos que hayan obtenido recursos a concursos anteriores para adquirir el mismo equipamiento. • No tener antecedentes en el Consejo de Defensa del Estado (CDE). 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de postulación (adjunta en bases) • Copia simple del RUT de la organización (vigente) • Si es OPA: certificado de vigencia de la directiva (6 meses de antigüedad como máximo) • Si es persona jurídica: certificado de vigencia emitido por entidad competente • Declaración jurada • Copia proyecto técnico o polígono de acuicultura AMERB aprobado por SUBPESCA o SERNAPESCA según corresponda. • Al menos una cotización que justifique el monto total de la inversión • Certificado APE emitido por SERNAPESCA • Si se postula a motor, presentar matricula de la embarcación



Luego de ser admisibles los proyectos pasan a la etapa de evaluación. El comité evaluador se basa en 4 criterios de evaluación con distintas ponderaciones para la adjudicación de los recursos: La pertinencia (30%) y la coherencia (30%) del proyecto técnico, un criterio económico en cuanto a la inversión solicitada (35%) y finalmente, un criterio relacionado con el enfoque de género (5%) del proyecto (**Tabla 19**).

Tabla 19.
Resumen de los criterios de evaluación de proyectos APE para la adjudicación de concursos de INDESPA 2023. (Fuente: www.indespa.cl)

Factor de evaluación	Descripción	Criterio y Puntaje	Ponderación
Pertinencia	Se ajusta a la cobertura del concurso y este en concordancia con el objetivo del proyecto y la oportunidad de ejecución de este. a) El proyecto presentado se ajusta a la cobertura del concurso b) Los objetivos del proyecto están en concordancia con la cobertura señalada en su ficha de postulación c) El proyecto presentado tiene oportunidad de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> • 20 puntos Si cumple con los tres criterios. • 10 puntos si cumple con los criterios a y c. • 1 punto si cumple con criterio c 	30%
Coherencia	La lógica interna del proyecto presentado en la postulación, esto es, que la justificación indicada en la ficha de postulación tenga relación directa con los ítems de inversión que se requieren financiar (ver ficha de postulación). a) ¿Cuál es el problema que se quiere resolver? b) ¿De qué manera pretende solucionar el o las problemáticas identificadas? (describir el problema q se enfrenta sin el proyecto) c) ¿Cómo el proyecto va a aportar a la solución del problema?	<ul style="list-style-type: none"> • 20 puntos: Justificación desarrolla los puntos a, b y c. • 10 puntos: Justificación los desarrolla parcialmente los puntos a, b y c. • 1 punto: La justificación no desarrolla los puntos a, b y c. 	30%
Inversión solicitada	Si el proyecto presentado se ajusta a los valores a de mercado actual y al monto expresado en la postulación.	<ul style="list-style-type: none"> • 20 puntos: Se ajusta a los valores actuales y al monto. • 10 puntos: Se ajusta a los valores de mercado, pero no al monto. • 5 puntos: No se ajusta ni al valor de mercado ni al monto. 	35%
Enfoque/ Composición de genero	Criterio enfoque de género	Persona natural <ul style="list-style-type: none"> • Mujer (20 puntos) • Hombre (17 puntos) Criterio OPA o persona jurídica <ul style="list-style-type: none"> • 50% de la directiva mujeres (20 puntos) • Menos del 50% de la directiva son mujeres (15 puntos) • No cuenta con mujeres en la directiva (10 puntos) 	5%
Total			100%

Para el periodo 2023 los resultados de estos concursos se resumen en la **Tabla 20**. De los \$1.500.000.000 destinados a financiar proyectos de APE en la zona norte, se seleccionaron 15



proyectos equivalentes a aproximadamente \$380.000.000, un 25% del monto inicial. En este concurso, se destaca el número de postulantes (39) y el número de postulaciones inadmisibles (23), equivalentes al 58,9% de las postulaciones. De estas postulaciones inadmisibles, 15 corresponden a OPA. La inadmisibilidad de los proyectos presentados por OPA se debe a la falta de documentos entregados, no poseer certificado APE, la falta de copia de proyecto técnico y cotizaciones entre otros. Por otra parte, las OPA de los concursos de la zona sur austral y Los Lagos, en su mayoría lograron la admisibilidad, sin embargo, fueron rechazados principalmente por falta de coherencia y pertinencia en el proyecto técnico presentado. En el caso de los montos de financiamiento, el concurso Los Lagos presentó una mayor adjudicación de montos que los previstos inicialmente en el concurso (238%). A pesar de los esfuerzos de INDESPA por potenciar APE a través de fondos de financiamiento en el norte, en términos generales, las organizaciones no contaron con la capacidad suficiente para lograr la postulación y selección para el financiamiento de sus proyectos.

Tabla 20.

Resumen de proyectos postulados, inadmisibles, seleccionados, rechazados y monto final otorgado por proyectos INDESPA APE 2023 (Nóminas de postulaciones RES. EXENTA N°0438, 0450 y 0444).

Concurso	N° Postulantes	Inadmisibles	Seleccionados	Rechazados	Montos totales proyectos seleccionados
"Acuicultura de Pequeña Escala (APE) Zona Centro-Norte"	39	23	15	1	\$397.713.158.-
Zona Sur-Austral Acuicultura de Pequeña Escala	56	10	16	30	\$216.848.681.-
Concurso Región de Los Lagos: Acuicultura de Pequeña Escala (APE)	207	49	103	55	\$1.908.371.344.-

Entrevista INDESPA

El 19 de enero del 2024 vía online se realizó entrevista con equipo APE del INDESPA (**Figura 41**). Los puntos más relevantes se apuntan a continuación:

- Registro APE y Certificación como Acuicultor de Pequeña Escala: Para postular a los concursos, es necesario estar inscrito en el registro APE y presentar el certificado correspondiente como acuicultor de pequeña escala.
- División del País en "Zonas": Se dividió el país en zonas (zona centro norte, zona sur austral, y región de Los Lagos) para evitar que la Región de Los Lagos acapare la mayoría de los fondos, como sucedió en concursos anteriores. Los recursos no utilizados en una zona pueden transferirse a otra.
- Asignación de Fondos por Zonas: Se asignaron montos específicos para cada zona. Por ejemplo, \$1.500.000 millones para la zona centro norte, \$500.000 millones para la zona sur austral (acuicultura en mar), y \$800.000 millones inicialmente para la región de Los Lagos (centros de cultivo).



- Apoyo de SUBPESCA y Revisión Rigurosa de Proyectos: Se cuenta con el apoyo de SUBPESCA, que proporciona el registro APE. La revisión de proyectos es estricta, y se realizan capacitaciones y visitas a terreno antes de lanzar los concursos.
- Transferencia de Recursos no Utilizados: Los fondos no utilizados en una zona se utilizan para cubrir la demanda en otras zonas. No se generan nuevos concursos con esos fondos. Por esta razón el monto del concurso Los Lagos aumentó el monto total adjudicado.
- En cuanto a la evaluación y seguimiento de los proyectos: Se incluyó una evaluación *ex post* del 10% de los proyectos para verificar su implementación y resultados.
- Criterios de Evaluación: Se evalúan la pertinencia y coherencia de los proyectos, con criterios específicos como el formato de presentación (e.g., archivos en PDF) y requisitos técnicos.
- Empoderamiento de Acuicultores: Se sugiere empoderar más a los acuicultores APE para que comprendan y sigan de cerca sus proyectos, reduciendo la dependencia de consultores. Ya que algunos consultores pueden aprovecharse del sistema, presentando proyectos deficientes o cobrando por servicios que deberían ser gratuitos.
- Impacto en las Comunidades Locales: Se ha observado un impacto positivo en las comunidades locales, con mejoras en la productividad, calidad de vida y reconocimiento del apoyo proporcionado por INDESPA.
- Desafíos en la Evaluación de Variables Socio-organizacionales: La evaluación de variables socio-organizacionales, como el empoderamiento y el liderazgo, es un desafío debido a la necesidad de criterios tangibles y medibles. Se está trabajando en pilotos y programas para abordar estos aspectos.
- En resumen, los programas de APE buscan equidad en la distribución de fondos, con un enfoque en la viabilidad técnica y socioeconómica de los proyectos presentados. Se están explorando mejoras en la evaluación y seguimiento para medir de manera más precisa el impacto y la madurez de los beneficiarios.

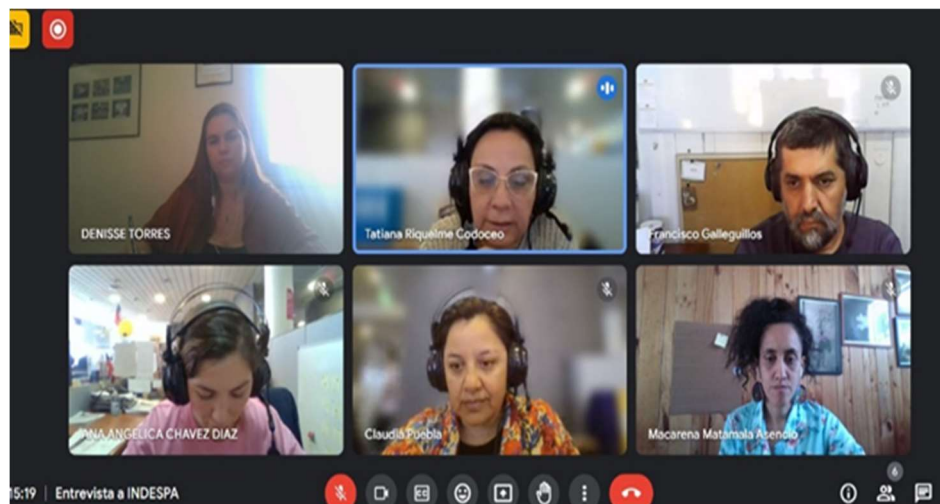


Figura 41. Reunión entre equipo APE del INDESPA (Tatiana Riquelme, Claudia Puebla, Ana Chávez) e IFOP (Denisse Torres, Macarena Matamala, Francisco Galleguillos).



5.2.1.2. CORFO

Proyectos de Apoyo a la Reactivación (PAR) de la APE

El año 2022, CORFO lanzó el fondo “PAR Chile Apoya”. Este programa buscaba apoyar a micro, pequeñas y medianas empresas acuícolas de pequeña escala, en la recuperación de su potencial productivo y de gestión, a través del financiamiento de proyectos individuales que contemplen capacitación, planes de negocio, consultorías, asistencia técnica, capital de trabajo y/o proyectos de inversión. Este programa financió hasta \$4.000.000 (cuatro millones de pesos) por proyecto. Para la convocatoria se contó con \$1.321.390.000. Este monto se distribuyó en las distintas regiones del país. Siendo la región de Los Lagos la con mayor disponibilidad de recursos con cerca de \$580.000.000 (Figura 42) (Res. (A) n°23, CORFO 2021).

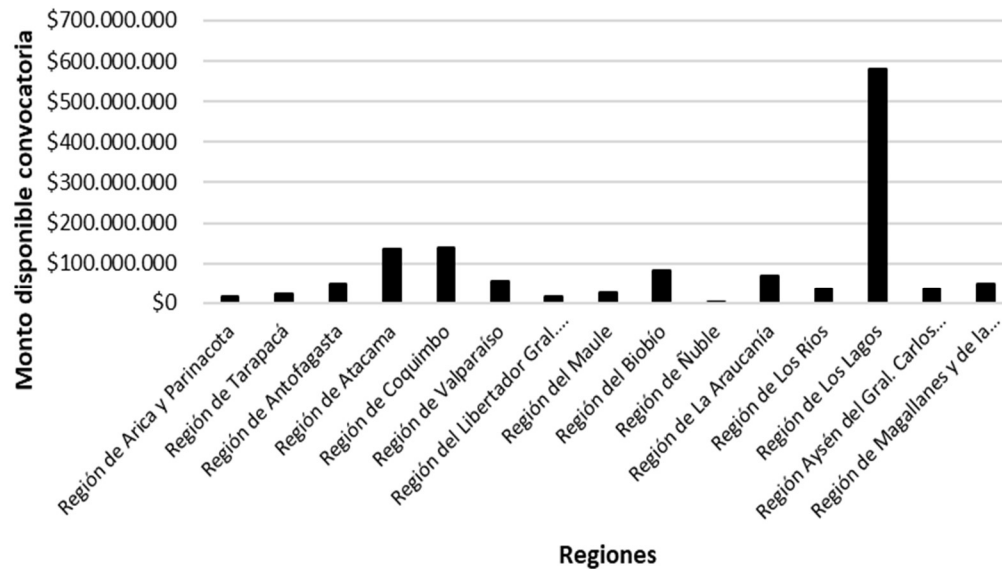


Figura 42. Montos disponibles por región para convocatoria PAR APE CORFO 2022 (Elaboración propia a partir de Res. (A) n°23, CORFO 2021).

Esta convocatoria tenía como resultados esperados que las empresas desarrollen nuevas competencias y capacidades que les permitan acceder a nuevas oportunidades y/o mantener las actuales. Que incorporen nuevos conocimientos técnicos, administrativos, comerciales o tecnológicos, que les permitan mejorar la eficiencia y eficacia en la provisión de bienes y servicios y que los beneficiarios aumenten y/o mantengan su capacidad productiva, a través de la materialización de nuevas inversiones².

² www.corfo.cl



Pueden postular a este programa los contribuyentes que hayan iniciado actividades ante el Servicio de Impuestos Internos (SII) por las que tributen en la Primera Categoría de la Ley de Impuestos a la renta. Reguladas en el artículo 20 del D. L. N° 824 de 1974. Además, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- A. Antigüedad del inicio de actividades de Primera Categoría de la Ley de Impuestos a la Renta: el/la contribuyente debe haber iniciado actividades, al menos, 1 año antes de la fecha de apertura de la respectiva convocatoria.
- B. Nivel de ventas: en casa convocatoria podrá exigirse que el/la contribuyente tenga un nivel de ventas, en un rango superior a 0, sin que pueda superar las UF 100.000.

Excepcionalmente, en los casos en que no sea posible verificar el nivel de ventas durante el periodo establecido en la convocatoria, podrá estimarse o proyectarse el monto de éstas. Los contribuyentes que tengan residencia o domicilio exclusivo en Isla de Pascua y se trate de un proyecto que se ejecutará en dicha Isla, no deberán acreditar su nivel de ventas. El nivel de ventas se verifica con distintas fuentes de información:

- A. Datos disponibles en el SII respecto de las ventas del año calendario 2020.
- B. Si el beneficiario tuviere un nivel de ventas diferente al rango requerido durante el año 2020 o no contare con ventas en eses año calendario, se verificará el monto de ventas durante el año 2021.
- C. Si el beneficiario tuviere un nivel de ventas diferente al rango requerido durante el año 2021 no contare con ventas en ese año calendario, se verificará el monto de ventas tomando la información de los 12 últimos meses.

Este programa tenía un foco local y temático. La focalización temática se refiere a que la convocatoria está dirigida a empresas que desarrollen APE y MyPEs Acuícolas. Los postulantes deberán cumplir alguna de estas dos condiciones:

- A. Encontrarse inscritas en el Registro APE, con fecha anterior a la apertura de la convocatoria, lo que será acreditado mediante el certificado que indique su calidad de APE, entregado por SERNAPESCA.
- B. Realizar actividades y tener inicio en los siguientes códigos de actividad económica:
 - Cultivo y crianza de peces marinos,
 - Cultivo, reproducción y manejo de algas marinas
 - Reproducción y cría de moluscos, crustáceos y gusanos marinos
 - Acuicultura de agua dulce

La convocatoria se focalizó territorialmente en todas las regiones del país, con excepción de la Región Metropolitana. Los contribuyentes deben tener domicilio, registrado en el SII, en las zonas que postulan. Además, los proyectos deben ser ejecutados en las zonas en las que postulan.

Para la postulación, tanto los postulantes como el proyecto deben ser admisibles. Los criterios de admisibilidad se resumen en la **Tabla 21**.



Tabla 21.
Criterios de admisibilidad de postulantes y proyecto para proyectos PAR APE CORFO 2022.

Admisibilidad	
Postulantes	<ul style="list-style-type: none"> • Inicio de actividades en Servicio de Impuestos Internos (SII). • Antigüedad. • Requisitos de venta. • Requisitos de focalización. • No ha sido beneficiario de esta tipología durante 1 año.
Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo acorde a la tipología. • Propuesta y actividades para cumplir objetivo. • Gastos coherentes con actividades. • Monto máximo de cofinanciamiento. • Plazos exigidos. • Requisitos de focalización. • No contiene actividades, capital de trabajo, inversiones y/o gastos ya apoyados.

Entrevista CORFO

El 12 de marzo del 2024 vía online se realizó entrevista con el Sr. Hugo Escobar, profesional CORFO Los Lagos (**Figura 43**). Los puntos más relevantes se apuntan a continuación:

- En la reunión se discutió la competencia entre PAR e INDESPA en términos de financiamiento y recursos disponibles para los productores. Durante la discusión, Hugo Escobar destaca que el programa PAR se ha utilizado ampliamente durante la pandemia, especialmente en sectores como el turismo, la acuicultura y el comercio. Además, señala que el PAR compite desfavorablemente con INDESPA, ya que este último ofrece un mayor financiamiento y recursos exclusivos para el sector.
- En la reunión también se discutió la importancia de la certificación en la industria, específicamente en relación con la sostenibilidad y la demanda del mercado. Se enfatizó que el éxito de los sindicatos está estrechamente ligado a la calidad de sus líderes, y se sugirió la incorporación de criterios socio-organizacionales centrados en el liderazgo para seleccionar proyectos financiables en Sindicatos y Asociaciones Gremiales. Sobre liderazgo, Hugo Escobar enfatiza que el éxito está estrechamente ligado a la calidad de sus líderes, señalando que algunos sindicatos pueden tener limitaciones para ejecutar ciertos negocios debido a la falta de liderazgo efectivo.
- Presentación del Comité de Desarrollo Productivo Regional: El entrevistado discute la importancia de alinear los proyectos con los pilares estratégicos del Comité de Desarrollo Productivo Regional, enfocándose en la manufactura avanzada, economía circular, impacto al cambio climático y economía social y colaborativa. También destaca la necesidad de adaptarse a las distintas realidades territoriales para formular proyectos adecuados.

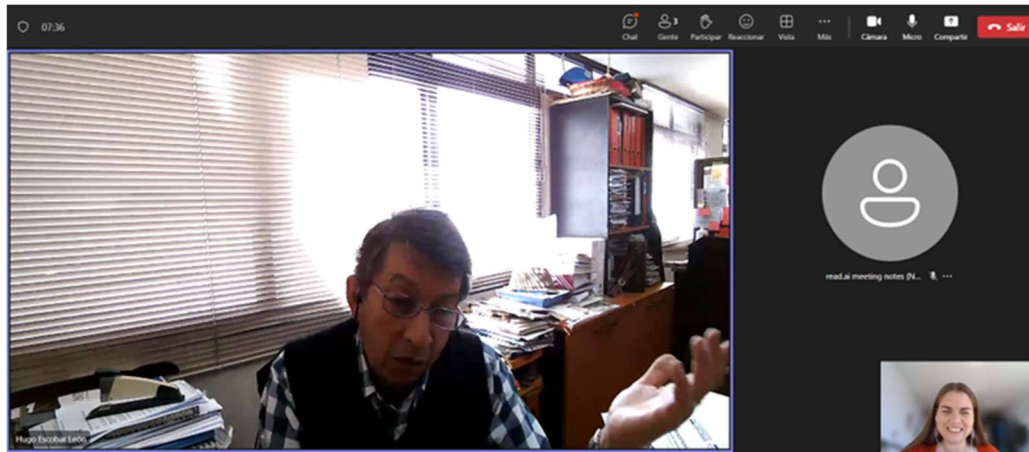


Figura 43. Entrevista online con Hugo Escobar de CORFO Los Lagos.

5.2.1.3. Banco Estado

BancoEstado es una entidad bancaria pública cuyo propósito es “*impulsar un ecosistema financiero innovador, social y sostenible, que haga de Chile un mejor país*”³.

Desde el año 2005 el Programa de Microempresas ha financiado actividades relacionadas con la pesca artesanal y APE. Se divide en dos categorías: financiamiento de capital de trabajo de 18 meses e inversión de 72 meses, ambos con la opción de pago anual de en una cuota. El instrumento de financiamiento permite entregar recursos a emprendedores informales permitiendo un mayor crecimiento en sus negocios y bancarizarlos. Para llevar a cabo el programa de financiamiento, el banco cuenta con un grupo de ejecutivos especializados que realizan las evaluaciones en terreno, con el objetivo de poder evaluar de mejor forma la actividad. Este programa ha financiado iniciativas relacionadas con APE. Por ejemplo, en la bahía de Tongoy, región de Coquimbo, donde ha otorgado financiamiento a cultivadores y servicios asociados a los cultivos. La forma de pago se ha adaptado a la naturaleza de la actividad, por ejemplo, si el crédito se solicita para la compra de semillas, la cuota anual permite el pago luego de la cosecha.

Se puede otorgar créditos a OPA si dentro de sus estatutos está permitido obtener créditos y si tienen historial de negocios. Estos créditos pueden ser directos e indirectos. Los directos se tratan como empresa a través de la carpeta tributaria y los créditos indirectos como créditos por cada socio, en la que la evaluación es individual. Esta última figura actúa como “aporte de capital” de cada socio a la organización. En este sentido se han otorgado un mayor número de créditos indirectos bajo el nombre de “crédito grupal de pesca”.

Actualmente posee distintas líneas de financiamiento, a las que pueden acceder acuicultores (**Tabla 22**). Para APE, en octubre del año 2023, se lanzó un instrumento crediticio especial que busca facilitar el camino para que más emprendedores puedan desarrollar su proyecto con base en el reglamento APE. Está dirigido a personas naturales (e.g., pescadores artesanales, acuicultores, servicios anexos),

³ www.bancoestado.cl



OPA con negocio propio (e.g., AMERB, Concesión). Los postulantes deben entregar el certificado APE correspondiente. El programa APE permite financiar a acuicultores o socios APE con buenos informes comerciales en dos etapas distintas: iniciando el cultivo (que posea proyecto o asistencia técnica INDESPA) o con una primera cosecha realizada. En este segundo programa permite financiar la cosecha y mantener la producción y, por otro lado, optar por el crédito tradicional en la que podría mantener la producción obtenida anteriormente. Los montos por financiar dependen de las evaluaciones individuales que se realicen en cada proyecto y permite cofinanciar iniciativas INDESPA para la primera cosecha.

Tabla 22.

Líneas de Financiamiento Especiales para Acuicultura disponibles en Banco Estado (Fuente: Banco Estado).

Líneas de financiamiento	Características
Crédito Tradicional Acuicultura	<ul style="list-style-type: none">• Capital de trabajo e Inversión.• Garantía Corfo o Fondo de Garantía para el Pequeño Empresario (FOGAPE).• Monto según Capacidad de Pago• Vencimientos Anuales.• Aprueba un monto y gira en parcialidades
Crédito FOGAPE Chile Apoya	<ul style="list-style-type: none">• Programa Impulsado por el Estado para apoyar la recuperación de las empresas, post pandemia.
Crédito APE.	<ul style="list-style-type: none">• Cofinancia proyectos INDESPA.• Aumento de producción (siembras proyectadas)• Crédito hasta \$25.000.000.• Descuento en la Tasa del Crédito.• Garantía Corfo o FOGAPE

Entrevista Banco Estado

El 12 de febrero del 2024 vía online se realizó entrevista con el Sr. Freddy Harrison de Banco Estado (**Figura 44**). Los puntos más relevantes se apuntan a continuación:

- Respecto a los criterios socio-organizacionales, el Sr. Freddy Harrison señala que existe una correlación entre los criterios del entorno y respuesta en el pago de las cuotas, esto se evidencia con mayor fuerza en el vínculo de la OPA con la entidad bancaria, ya que, esta última pasa ser un órgano consultivo dentro de las decisiones interna de las organizaciones.
- La evaluación para el otorgamiento de los créditos contempla criterios económicos, referentes al negocio y evaluación del entorno, en el cual se incluyen criterios socio-organizacionales. De estos últimos, algunos ejemplos son: perfil del dirigente (cooperador/político), años de trayectoria, ciclos de dirigencia, entre otros.



Figura 44. Entrevista con Freddy Harrison de Banco Estado.

5.2.1.4. *Minera Los Pelambres*

Minera Los Pelambres (MLP) es parte de Antofagasta Minerals, el principal Grupo Minero privado de Chile, se encuentra entre los cinco primeros productores de cobre del país. MLP tiene distintos grupos de interés en la provincia del Choapa, entre ellos los pescadores artesanales, especialmente los de bahía Conchalí. El vínculo de la MLP con los pescadores se establece primariamente por medio de las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) del año 2004 y 2018. Además, se relacionan con equipo de la UCN en un programa base para el desarrollo APE en la provincia del Choapa.

En el RCA N°38, se establece un fondo de financiamiento para repoblación de recursos como loca, lapa y erizo en las caletas Las Conchas y San Pedro, que territorialmente están dentro del área de afectación de la actividad portuaria de la minera. Esto genera un vínculo especial con cierta cantidad pescadores. Con el tiempo el número de OPA dentro del área de afectación aumento, sin embargo, no estaban incluidas dentro de la RCA. Esto provocó un problema de convivencia debido al desequilibrio que se genera en el territorio. Aquello se resolvió apoyando por la vía de relacionamiento, es decir, mediante convenios de colaboración. Para que no existiera disparidad entre las OPA, se abrieron a un programa que llegara a todos los pescadores en la provincia del Choapa, similar al programa que desarrolla MLP en tierra denominado “Somos Choapa”. Bajo este programa se ven beneficiados 19 AMERB distribuidas entre Canela y Los Vilos. En este marco el APE es una herramienta que está acorde a los intereses de ambas partes, ya que al desarrollarse en AMERB existe una vinculación con el territorio.

Producto de la construcción de una desaladora aprobada el 2018, se generó una nueva RCA que incluye la relación con la medida administración (AMERB) de manera voluntaria.

Desde el 2016, la empresa trabaja en conjunto con el equipo APE de UCN en programas de relacionamiento. La metodología por profesionales UCN, recupera la experiencia de Tongoy, incorporando transferencia tecnológica por parte de pares. Este programa está disponible para las organizaciones que se quieran adherir de forma voluntaria y está estructurado en 3 etapas: 1.- Introducir la actividad, con la finalidad de generar interés. 2.- instalación de estructura de cultivos y 3.- escalamiento comercial.



En definitiva, MLP, entrega recursos económicos a aliados estratégicos para el desarrollo de estas iniciativas. La MLP no tiene equipo de trabajo, ni incidencia en políticas públicas, pero hay participación en el apoyo a la acuicultura, lo que los hace ser considerados a nivel nacional como una empresa que apoya el desarrollo de la pesca artesanal y la APE.

La empresa ha trabajado con FEPEMACH (Federación de Pescadores del Choapa) hace 5 años aproximadamente en la implementación de APE tanto en tierra (Hatchery) y mar. Esto ha llevado a la instalación de un centro demostrativo acuático. En este sentido la empresa considera a FEPEMACH un aliado estratégico con el cual ha podido desarrollar proyectos relacionados con APE.

Entrevista Minera Los Pelambres

El 16 de febrero del 2024 vía online se realizó entrevista con el Sr. Reinaldo Ortiz, Jefe de Relaciones Comunitarias de Los Vilos de MLP (**Figura 45**). Los puntos más relevantes se apuntan a continuación:

- Respecto a las variables socio-organizacionales: el entrevistado señala que han tenido la posibilidad de relacionarse directamente con las OPA, pero es una relación desigual porque está marcado por la relación transaccional, básicamente pagar por la licencia social que permita el operar de la minera.
- El entrevistador señala que las organizaciones poseen una diversidad de socios y una estructura que hay que analizar para poder determinar la real capacidad productiva de la organización. Uno de los problemas que se observan es que hay desconexión de la dirigencia con las bases.
- Por otra parte, hay una tendencia a que los fondos se distribuyan en partes igual a todos los socios de la organización, lo que genera un vicio en la que no hay incentivo para el trabajo. Según el entrevistado hay que generar los incentivos adecuados para que “se haga lo que se tenga que hacer y el que trabaje tenga una remuneración de acuerdo con su trabajo”. Hay aproximadamente un 20% de socios que tienen predisposición en ejecutar estas iniciativas. Lamentablemente, la producción de los socios ha disminuido constantemente debido al rango etario de los pescadores.
- El entrevistado señala que con programas de 10 años se podría incorporar la actividad de forma exitosa. Además, que la actividad APE requiere de la frecuencia de acciones (disciplina). Hay un ambiente en el que hay una estructura, pero hay una incerteza que no permite trabajar como corresponde en APE.
- Las organizaciones se han ido envejeciendo y no dejan a los más jóvenes iniciar actividades. Cuando estas actividades no tienen resultados esperados, existe una tensión interna dada por la lucha generacional. Tiene que haber una cohesión interna de la organización (o parte de ella) y que puedan desarrollar y hacer actividades independientes. Debe existir una definición de funciones internas dependiendo de las capacidades individuales.
- Según lo visto, no solo los recursos económicos para el desarrollo de APE son suficientes para la ejecución exitosa de actividades económicas. Pueden llegar a éxitos transitorios, pero se terminan ocupando para otras cosas o vendiendo. Hay un problema estructural que genera un desafío, que es romper la inercia de los resultados nulos a pesar de la inversión.
- Trabas administrativas complejizan la ejecución de los programas. Lo que desencadena una actividad ilegal y pierde lógica dentro de la pesca artesanal.



Figura 45. Entrevista online con Reinaldo Ortiz de MLP.

Con este an3lisis exploratorio de concursos o financiamiento APE nacional, se puede concluir lo siguiente:

- El registro APE es fundamental para la adjudicaci3n de fondos para APE (INDESPA, CORFO, Banco Estado). Adem3s de iniciaci3n de actividades o carpeta financiera (Banco Estado y CORFO)
- El soporte entregado por INDESPA puede ser considerado una garant3a del proyecto. Banco Estado y MLP son co-financistas de proyectos INDESPA. CORFO se diferencia en que deben tener iniciaci3n de actividades.
- Respecto a criterios socio-organizacionales, Banco Estado hace una evaluaci3n del entorno caso a caso en donde se consideran variables socio-organizacionales. En tanto INDESPA posee un criterio relacionado con enfoque de g3nero en las etapas finales de la evaluaci3n de los proyectos. Sin embargo, todos los entrevistados se3alan la importancia de estas variables en la ejecuci3n y 3xito de los proyectos APE.
- Las variables socio-organizacionales mencionadas en las entrevistas como importantes a considerar son: liderazgo, perfil de los dirigentes y empoderamiento de la organizaci3n frente al proyecto APE.
- En INDESPA se se3ala que la incorporaci3n de los criterios socio-organizacionales deben ser tangibles y medibles para poder incluirlos en las evaluaciones.
- Si bien existe una evaluaci3n *ex post* de las iniciativas INDESPA, se requiere que esta evaluaci3n incluya variables socio-organizacionales que permita hacer un seguimiento de estos aspectos en las organizaciones.

5.2.2. Revisi3n bibliogr3fica de incorporaci3n de criterios socio-organizacionales

La elaboraci3n de la propuesta contempla una revisi3n bibliogr3fica de los criterios socio-organizacionales relacionados con APE para determinar los posibles criterios a incluir.



Criterios socio organizacionales relacionados con APE

Las organizaciones son considerablemente heterogéneas y diversas, existiendo tantos tipos como escuelas de pensamiento y enfoques se tengan de las mismas. El concepto de organización permite desarrollar una serie de clasificaciones de acuerdo con diferentes enfoques de estudio (cultural, social, económico y político) (Barriga et al. 2009). A continuación, resultados de la revisión bibliográfica de estudios sobre variables socio-organizacionales en pesquerías y APE.

Durante el año 2019, se realizó un monitoreo y análisis de indicadores socio-económicas del Régimen AMERB de la zona centro norte (Atacama, Coquimbo y Valparaíso). Esta evaluación socio-económica y organizacional de los pescadores asociados a esta medida de administración fue realizada por medio de un conjunto de indicadores orientados en responder dos objetivos: 1) Medir los niveles de renta de las AMERB asociadas a OPA y socios pescadores artesanales (PA); 2) Determinar la capacidad de gestión de las organizaciones asociadas a las AMERB.

Para determinar la capacidad de gestión organizacional, se realizó la estimación del Índice de Gestión y Capacidad Organizacional (IGCO) La estimación del IGCO, estuvo conformado por indicadores agrupados en los siguientes factores: Estructura Organizacional, Capital Humano, Capacidad Instalada y Relación con el entorno. La formulación de este índice está relacionada al diseño de variables socioeconómicas que fueron desarrollados paralelamente. En la **Tabla 23** se resumen los indicadores de los cuatro factores.

Tabla 23.

Resumen de Indicadores de Índice de Gestión y Capacidad Organizacional AMERB (Fuente: Informe de Seguimiento AMERB, IFOP 2014. En Romero (2019)).

Factor	Subfactor	Indicador
Estructura Organizacional	Asociatividad	Nivel de asociatividad
	Accesibilidad Información	Accesibilidad Información Frecuencia Reuniones (FR)
	Representatividad	Grado Represente. Dirigente (GRD) Recambio dirigencial (RD)
	Conflictos Internos	Nivel de conflictos Internos (NCI)
Capital Humano	Apoyo Técnico	Capacidad Asistencia Técnica (CAT)
	Capacitación	Grado de capacitación (GC) Grado de satisfacción capacitaciones (GSC)
	Ocupación principal	Nivel de ocupación principal (NOP) Nivel de socios activos (NSA)
Capacidad Instalada	Recursos físicos	Cantidad de bienes (BC) Capacidad logística (CL) Cantidad de Ingreso Indirecto (CII) Valor Agregado (VA) Cumplimientos objetivos (CO)
Relación con el entorno	Articulación y redes	Nivel de redes escalera (NRE) Nivel de redes puente (NRP) Nivel de conflictos con el entorno (NCE)

La información obtenida fue analizada con conjunto con variables socio-económicas logrando una categorización de las AMERB (**Tabla 24**).



Tabla 24.
Resumen por categoría y nivel de gestión de los resultados en Romero (2019).

Categoría	Nivel de gestión
A	<ul style="list-style-type: none">• Nivel de gestión “Medio alto”• “Estructura Organizacional”, destacando por sobre el resto.• “Capital Humano” presento un valor “Medio bajo”
B	<ul style="list-style-type: none">• “Medio bajo” en los factores “Capacidad Instalada”
C	<ul style="list-style-type: none">• Nivel “Medio” de organización, salvo “Capital Humano”
D	<ul style="list-style-type: none">• Menores niveles organizacionales, donde el factor “Capital Humano” presentó un nivel “Bajo”; “Relación con el entorno” presentaron un nivel de desarrollo “Medio bajo”. A su vez, la “Capacidad Instalada” y “Estructura Organizacional” presentaron niveles “Medios”.

Si bien este estudio no tiene relación directa con APE, entrega una visión de los indicadores socio-organizacionales a considerar en un régimen AMERB, susceptible a incorporar actividades APE.

En el informe final FIPA N°: 2007-48, Barriga et al. (2009), desarrollaron un estudio cuyo objetivo general era realizar un diagnóstico y evaluación de las competencias y gestión de las organizaciones de pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala a nivel nacional. Para ello evaluaron la Gestión de las Organizaciones (variables: Producción, Comercialización, Finanzas y Recursos Humanos), el Clima y la Cultura Organizacional (variables: Cultura Organizacional, Toma de Decisiones y Manejo de la Información) y las Competencias de los Dirigentes (Transversales y Específicas). Para ello, los investigadores diseñaron dos tipos de cuestionarios con preguntas cerradas (uno para dirigentes y otros para socios).

Debido a que las variables incluidas en el estudio correspondieron a variables complejas, es decir, variables que involucran más de una dimensión, los investigadores diseñaron indicadores sintéticos, que permiten resumir a un valor la complejidad inherente de estas variables. Para evaluar la Gestión Administrativa se consideraron 4 variables con sus respectivas dimensiones (**Tabla 25**). Para evaluar el Clima y la Cultura Organizacional seleccionaron tres variables: Cultura Organizacional, el Manejo de la información y la Toma de decisiones, las cuales se incorporaron a las encuestas como se resume en la **Tabla 26**. A partir de la información emanada de las encuestas se calcularon los indicadores resumidos en la **Tabla 27**. Los que permiten visualizar el nivel de desarrollo organizacional con índices numéricos.

Tabla 25.

Variables y dimensiones para evaluar la gestión administrativa de organizaciones APE (Elaboración propia desde Barriga et al. 2009).

Variables	Dimensiones
Producción	<ul style="list-style-type: none">• Proyectos con Distintos Tipos de Financiamiento• Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)• Concesiones de Acuicultura• Extracción Pesquera
Comercialización	<ul style="list-style-type: none">• Competidores y/o Colaboradores en el Mercado• Venta• Promoción• Post-Venta



Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo Financiero • Custodia de Recursos • Fuentes de Financiamiento • Crédito • Beneficios de la Organización • Reinversión • Patrimonio de la Organización
Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción de Funciones Dentro de la Organización • Participación de la Mujer en la Organización • Capacitación • Bienestar de sus Asociados

Tabla 26.

Variables y preguntas para el cálculo de indicadores en Barriga et al. (2009).

Variable	Cuestionario
Cultura Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> • Influencia de los socios en el éxito de la organización • ¿Posibilidades de pertenecer a la directiva de su organización? • Cuando la directiva les encarga una tarea a los socios • Respetto a las reglas y obligaciones para los miembros de la organización • Cumplimiento con la reglamentación interna • Cumplimiento con la normativa de seguridad establecida • Cumplimiento con la normativa de extracción de recursos • Distribución de las ganancias en su organización • Respetto a la relación entre los dirigentes y los socios • Grado de importancia que le dan los socios a la organización • Apertura a distintas formas de pensar • Relaciones entre los socios en la organización • Apertura a la innovación
Gestión de la información	<ul style="list-style-type: none"> • De qué manera los socios se informan de los acuerdos tomados por su organización • Respetto a la información en la organización • A qué se podría deber que un socio estuviese desinformado • A la claridad de la información que se entrega en las reuniones de la organización • A la puntualidad con la que se entrega la información • A la utilidad de la información que entrega en las reuniones de la organización
Sistema de decisiones	<ul style="list-style-type: none"> • Existen elecciones u otras formas de selección democrática • Para usted, de qué forma principalmente se toman las decisiones en su organización



Tabla 27.
Indicadores teóricos utilizados en Barriga et al. 2009.

Indicadores	Descripción	Índice
Indicador de Cultura Organizacional (ICO)	Incorpora preguntas que cubren aspectos como autonomía de los socios, tipo de estructura organizacional, sentimiento de apoyo, sentimiento de recompensa, tolerancia al conflicto y al riesgo, identidad con la organización.	Este índice va de 0 (bajo nivel de desarrollo) a 13 (alto nivel de desarrollo)
Indicador de Gestión de la Información (IGI)	Incorpora preguntas orientadas al soporte de la información, calidad, frecuencia y pertinencia percibida de la información recibida y obstáculos para la fluidez de la información.	Este índice va de 0 (bajo nivel de desarrollo) a 6 (alto nivel de desarrollo)
Indicador de Sistema de Decisiones (ISD)	Incorpora preguntas que apuntaban a la forma en que se toman decisiones y se eligen los dirigentes	Este índice va de 0 (bajo nivel de desarrollo) a 2 (alto nivel de desarrollo).

Respecto a la evaluación de las competencias de los dirigentes se establecieron dos tipos de competencias: transversales y específicas. Cada competencia fue sometida a un nivel o grado mediante rúbricas. El tipo de competencia, el cargo del dirigente y el requerimiento que los autores señalaron como óptimo para cada una de las funciones se resume en la **Tabla 28**.

Tabla 28.
Competencias evaluadas a dirigentes en Barriga et al. (2009).

Competencia	Tipo de competencia	Cargo dirigente	Requerimiento
Liderazgo	Transversal	Presidente	El dirigente es reconocido como líder por los miembros de su organización y por el entorno de ésta, dado que es capaz de comprometer y motivar, guiando con éxito a los socios en el cumplimiento de los objetivos y metas de la organización y contando con su confianza.
		Secretario y tesorero	Parte de los socios de la organización reconocen como líder al dirigente. La percepción de los socios no permite asegurar que es reconocido como líder por el entorno.
Comunicación	Transversal	Presidente, Secretario y Tesorero	El dirigente es reconocido dentro de la organización por su capacidad para comunicar ideas de forma clara y oportuna, por escuchar y por comprender a los demás
Negociación	Transversal	Presidente, Secretario y Tesorero	Los socios de la organización reconocen en el dirigente la capacidad para llegar siempre a acuerdos satisfactorios para todos y es convocado por otros para colaborar en este tipo de situaciones.
Manejo de Conflictos	Transversal	Presidente, Secretario y Tesorero	El dirigente es reconocido por su capacidad para proponer y anticipar soluciones adecuadas a las problemáticas que enfrenta la organización, logrando un comportamiento específico de los involucrados en los conflictos
Manejo de Reuniones	Específica	Presidente	El presidente es reconocido por su capacidad para planificar los contenidos y objetivos de las reuniones, promoviendo la participación de los socios y el cumplimiento de lo programado.



Creatividad e Innovación	Específica	Presidente	Los socios consideran que el presidente posee la capacidad para presentar soluciones novedosas que permiten enfrentar los problemas y/o situaciones de la organización
Conocimiento del Sector Pesquero	Específica	Presidente	El presidente posee la capacidad para ser considerado como referente técnico en los diferentes ámbitos en los que participa y en los procesos para la toma de decisiones asociadas a las especialidades de la organización.
Escribir bien Documentos	Específica	Secretario	El secretario es reconocido por su capacidad para poner por escrito las ideas, acuerdos e información de interés para la organización, de forma clara y precisa.
Destacar lo Importante en Documentos	Específica	Secretario	El secretario es reconocido por su capacidad para separar los problemas complejos en las partes que los componen y de destacar lo importante en los documentos de la organización que maneja.
Orden en las Cuentas	Específica	Tesorero	Se reconoce que el tesorero posee la capacidad para utilizar diversas técnicas que permiten mantener en muy buena forma el orden exigido de las cuentas de la organización, permitiendo la transparencia en su manejo
Elaboración de Informes Contables	Específica	Tesorero	Los socios reconocen al tesorero como referente técnico para entender, explicar y manejar la contabilidad de la organización

En el informe final Programa Integral de Desarrollo de Acuicultura de Algas para Pescadores Artesanales y Acuicultores de Pequeña Escala. IV Etapa (Cárcamo et al. 2021). Se ejecutó un estudio inicial de las dinámicas socio-organizacionales que determinan la adopción de prácticas APE por parte de pescadores. Se seleccionaron 30 variables, asociadas jerárquicamente a 9 criterios: 1) Género, 2) Comercialización, 3) Valor agregado, 4) Dependencia de la pesca artesanal, 5) Disposición a invertir, 6) Colaboración, 7) Experiencia en acuicultura, 8) Normas y sanciones, y 9) Disposición a participar. Para cada una de las variables seleccionadas para la construcción del índice de viabilidad para implementar proyectos de acuicultura, los resultados de las encuestas fueron normalizados de 0 a 100. Para cada una de las dimensiones se estableció una ponderación de importancia relativa, la cual establece el grado de relevancia de cada dimensión para la construcción de un índice de viabilidad para implementar proyectos de acuicultura (**Tabla 29**).

Tabla 29.

Ponderación de criterios y variables críticas para adopción de prácticas APE. Entre paréntesis, se indican las dimensiones a las cuales se anidan las variables y criterios (Cárcamo et al. 2021).

Criterios / variables	Ponderación (%)
Género	5,8
Porcentaje mujeres en la organización	50
Importancia de la participación de mujeres	50
Colaboración	5,8
Redes de colaboración	40
Beneficios e importancia colaboración	40
Participación en asociaciones	10
Beneficios asociaciones	10
Experiencia en acuicultura	17,9



Experiencia práctica	30
Años de participación	5
Evaluación económica experiencia	10
Evaluación aprendizaje experiencia	10
Experiencia en cursos	15
Percepción capacidad técnica	5
Normas y sanciones	7,7
Estatutos establecen sanciones	30
Sanciones son aplicadas	70
Disposición participar	19,2
Disposición directiva	40
Disposición socios	30
Percepción importancia económica	15
Disposición a participar sin beneficios económicos	15

Estos estudios son considerados insumos potenciales para la selección preliminar de variables socio-organizacionales a considerar para evaluación de fondos de financiamiento.

5.2.3. Propuesta de criterios socio-organizacionales para la adjudicación de fondos de financiamiento

De las entrevistas realizadas se desprende que la incorporación de criterios socio-organizaciones debe ser confiable y fácilmente aplicable en la ponderación de criterios por parte de los evaluadores de los fondos. Además, debe ser una herramienta estándar y fácil de aplicar a las organizaciones que desarrollen o deseen incorporar iniciativas APE.

Esta propuesta consiste en la elaboración de un Índice Específico Socio-organizacional APE (IESA) que permita determinar el nivel de madurez socio organizacional. Como se observa en la sección anterior, existen diversos índices con los cuales poder evaluar distintas variables socio-organizacionales, sin embargo y dada la naturaleza de la actividad APE, es necesario elaborar uno específico que se construya a partir de la relación entre variables económicas y organizacionales, de forma de poder realizar una ponderación que se ajuste a la realidad de la actividad APE. Con ello establecer un puntaje mínimo que refleje la madurez socio-organizacional y aumentando el porcentaje de éxito en iniciativas APE.

Para el desarrollo de un índice se requiere seguir la metodología descrita por Cárcamo *et al.* (2021). Donde se describe la construcción del índice de viabilidad para implementar proyectos de acuicultura. Para ello se elaboró un marco conceptual para la comprensión de los factores sociales y organizacionales que determinan el éxito en la implementación de sistemas productivos, con ello se confeccionó un modelo analítico con dimensiones y variables socio-organizacionales de éxito. Luego se diseñó un instrumento o cuestionario tendiente a testear las dimensiones y variables socio-organizacionales identificadas. Finalmente, y luego de aplicar el instrumento a nivel nacional se identificaron los factores socio-organizacionales claves. Posteriormente se determinaron las ponderaciones de cada indicador mediante consultas a expertos.

La elaboración de este Índice Específico Socio-Organizacional APE (IESA) inicia con la determinación preliminar de criterios socio organizacionales. Estos criterios pueden estar relacionados con uno o más indicadores. Cada indicador puede ser medido a través de preguntas en encuestas cerradas (e.g.,



escala Likert) dirigidos a socios y dirigentes de las OPA (**Anexo 2**). Considerando que esta propuesta tiene relación con los fondos de financiamiento, la elaboración de este índice debe ser cotejado con el desempeño económico de las OPA con el objetivo de identificar los criterios socio-organizacionales más relevantes en OPA de buen desempeño económico. Para ello, es necesaria la categorización de OPA por desempeño económico. Esta categorización puede ser construida mediante criterios económicos vinculados con iniciativas APE.

La identificación de los criterios socio organizacionales y la relevancia de cada uno de ellos en el desempeño económico de las APE estaría relacionado con las OPA con mayor relevancia en el desempeño económico. Esto permitiría la ponderación de los criterios y la elaboración del índice IESA (**Figura 46**).

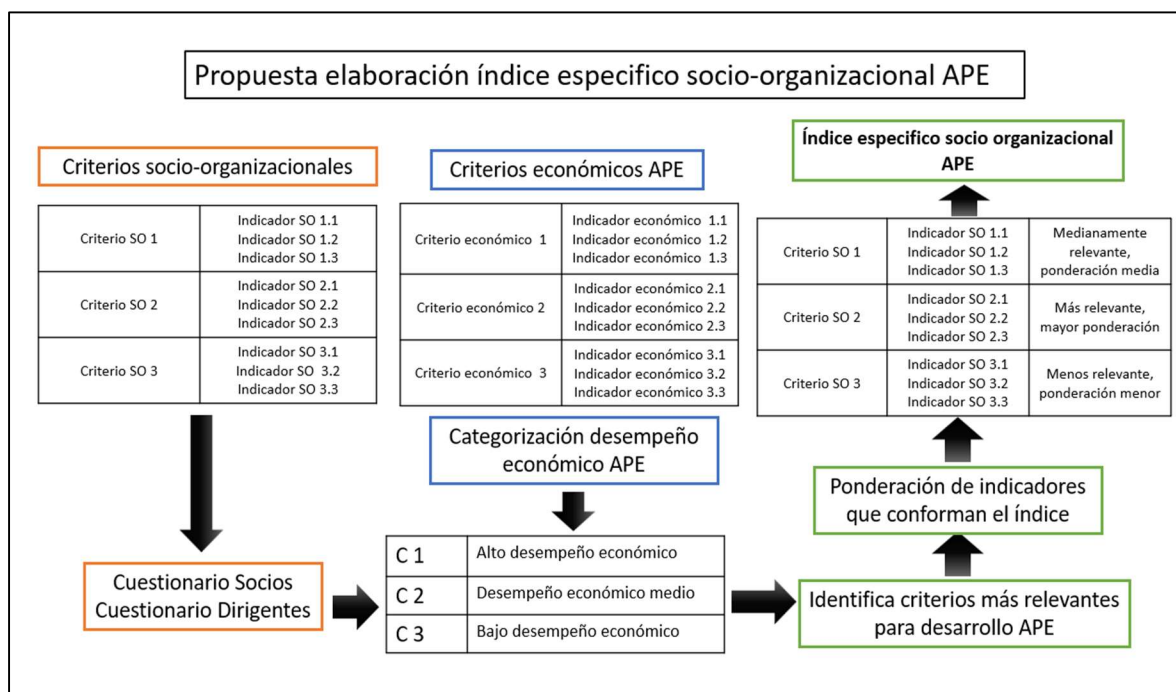


Figura 46. Diagrama de elaboración de índice específico socio organizacional para APE (Fuente: Elaboración propia).

Con la revisión de informes técnicos relacionados con APE descrito en la sección anterior y con los criterios mencionados en las entrevistas, se seleccionaron preliminarmente 6 criterios que pueden ser considerados como punto de partida para la elaboración del índice (IESA) (**Tabla 30**).



Tabla 30.

Selección preliminar de criterios e indicadores incluidos en la propuesta de incorporación de criterios socio-organizacionales para fondos de financiamiento APE.

Criterios	Indicadores	Referencia principal
Cultura organizacional	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de asociatividad • Accesibilidad Información • Frecuencia Reuniones • Recambio directivo • Nivel de conflictos Internos • Cumplimiento de la normativa interna 	Romero (2019) Cárcamo et al. (2021)
Competencias de los dirigentes	<ul style="list-style-type: none"> • Liderazgo • Comunicación • Poder de negociación • Manejo de conflicto 	Barriga et al. (2009)
Capital Humano	<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia Técnica (Apoyo) • Nivel experiencia APE • Grado de capacitación APE • Grado de satisfacción capacitaciones APE • Nivel de ocupación principal • Nivel de socios activos • Nivel escolarización dirigentes • Nivel escolarización socios 	Romero (2019)
Relación con el entorno	<ul style="list-style-type: none"> • Redes de colaboración • Beneficios e importancia colaboración • Participación en asociaciones • Beneficios asociaciones • Nivel de conflictos con el entorno 	Cárcamo et al. (2021)
Planificación y gestión	<ul style="list-style-type: none"> • Número de proyectos postulados • Número de proyectos otorgados • Número de trámites realizados • Autonomía en la postulación de proyectos • Existencia de plan de trabajo APE • Cumplimiento plan de trabajo APE 	Elaboración propia
Disposición a participar en iniciativas APE	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de socios a participar en APE • Disposición de dirigentes a participar en APE • Disposición a invertir con recursos propios 	Cárcamo et al. (2021)

Este índice, puede ser incorporado en los proyectos técnicos que deben ser presentados a la autoridad pertinente para la obtención de permisos APE. La incorporación del índice (IESA) permitiría a los evaluadores de fondos de financiamiento considerarlo en los criterios incluidos en las evaluaciones técnicas de los proyectos. En el caso de concursos en el cual se incluya el apoyo técnico en las iniciativas APE, este debiese incluir un plan de capacitaciones que permitan mejorar estos indicadores. Es importante señalar que este índice (IESA) puede variar en el tiempo dependiendo de la madurez organizacional de las OPA, y por lo tanto, debiese ser medido en las distintas etapas del proceso APE. En este sentido, sería necesario incorporarlo en seguimientos y evaluaciones *ex post* de los proyectos financiados (**Figura 47**).

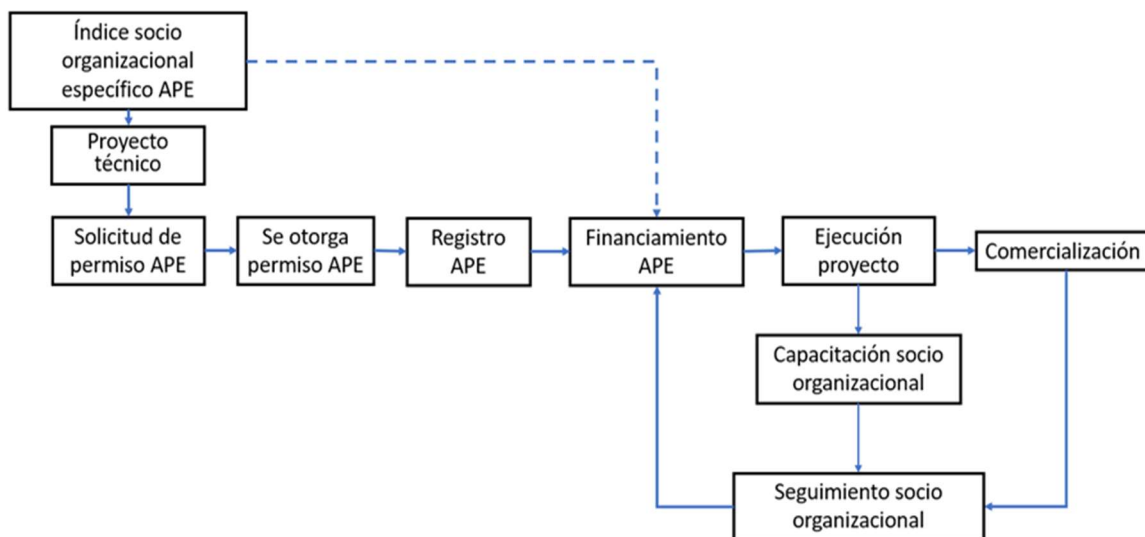


Figura 47. Representaci3n propuesta de incorporaci3n del Índice Específico Socio Organizacional APE (IESA) para financiamiento APE.

5.2.4. Validaci3n de propuesta de incorporaci3n de criterios socio organizacionales en fondos de financiamiento APE

La validaci3n de la propuesta se realiz3 mediante un taller de expertos cuyo objetivo general fue validar la propuesta de incorporaci3n de criterios socio-organizacionales en fondos de financiamiento APE. Para ello se discutieron los siguientes puntos:

- Los criterios socio-organizacionales incluidos en la propuesta
- Identificar fortalezas y debilidades de la propuesta
- Recopilar recomendaciones para mejora de la propuesta

Los asistentes al taller son profesionales del IFOP con experiencia en la implementaci3n y estudio APE. Las recomendaciones obtenidas en la discusi3n sobre la propuesta ya han sido incorporadas en la propuesta descrita anteriormente. Los verificadores de este taller se encuentran en el **Anexo 2** asociado a este informe.



5.3. Propuesta de acciones de fortalecimiento organizacional y administración para desarrollar APE

5.3.1. Antecedentes sobre estrategias y modelos de fortalecimiento organizacional

Un modelo organizacional es una estructura que acoge una organización y/o agrupación en términos de sus objetivos y metas incluyendo los niveles de comunicación, autoridad, tareas y asignación de recursos los cuales le otorgan un contexto y/o soporte para desarrollarse (Euroinnova International Education 2023).

Los modelos organizacionales facilitan la gestión y a menudo son estáticos, sin embargo, debido al dinamismo de sus organizaciones, por lo general, requieren de ajustes en el tiempo en función de los objetivos estratégicos que las organizaciones posean o a medida que éstas se van transformando (Villar 2009, Zamora 2018).

En el contexto APE, es necesario identificar estos objetivos estratégicos. que por lo general se encuentran relacionados con las políticas públicas que el país requiere desarrollar. En este aspecto se ha estudiado, a nivel nacional e internacional, que la APE requiere abordar, prioritariamente, problemas que dificultan que las organizaciones puedan gestionar exitosamente sus propios valores comunes antes de adoptar una estrategia de valoración exitosa (Saavedra & Macías 2016, Manlosa et al. 2023). Por lo tanto, una de las principales recomendaciones es invertir en capital social (Putnam 2000, Sepúlveda et al. 2019, Manlosa et al. 2023, Gallardo et al. 2024) para promover estrategias en temas tan variados como diversificación de especies, asociatividad, resolución de conflictos, valor agregado, comercialización, mercado, entre otras, especialmente, en las organizaciones que recién comienzan a desarrollar esta actividad.

La adopción de la APE se percibe como un proceso de transición gradual que requiere, además de capital social, diferentes tipos de conocimientos, debido, principalmente, a la falta de familiaridad con la gestión, aspectos administrativos, legales, comerciales y económicos de esta actividad de nuevos actores o grupos (Sepúlveda et al. 2019, Albers et al. 2021, Manlosa et al. 2023).

En Chile, se han reportado algunas experiencias exitosas y de crecimiento o fortalecimiento social, por ejemplo, relacionadas con el empoderamiento de las mujeres y su compromiso en el desarrollo de posibles ideas de innovación en la postproducción (valor agregado) y en el crecimiento de habilidades y competencias relacionadas a la comercialización y experiencias financieras (Salazar et al. 2023, Gallardo et al. 2024). Por lo tanto, las acciones de fortalecimiento socio-organizacional son favorables y deben ser bien programadas para la obtención de resultados positivos.

Por lo tanto, el desafío de una propuesta de acciones de fortalecimiento socio-organizacional y administrativo para desarrollar APE es planificar estrategias que se materialicen y lleven a cabo con éxito, por ejemplo, a través de los planes de desarrollo regionales que debiesen reconocer aspectos y particularidades territoriales (e.g., físicos, ambientales, sociales, culturales). Los Planes de Desarrollo Regional, son el instrumento principal u hoja de ruta para la gestión de las políticas públicas a escala regional. Y deberían incluir acciones, estrategias y recursos económicos con los que se podría contar para la planificación de corto y mediano plazo del desarrollo sustentable de la APE, sobretudo en regiones o territorios donde la APE es relevante como actividad productiva o tiene potencial de desarrollo. En este sentido, se sugiere evaluar mediante un instrumento (encuesta) el nivel de desarrollo organizacional que los diferentes grupos poseen, ya sean consolidados o recientemente



interesados en desarrollar APE. De esta forma, se puede medir el desarrollo socio-organizacional y facilitar la instauración de los cambios para consolidar al grupo de trabajo en su territorio (Zamora 2018). Estos cambios pueden ser a nivel estructural y/o de relacionamiento interno y externo (Wagner 1994, Nadler 2012).

Todo modelo de desarrollo organizacional debe contener cuatro elementos que constituyen las condiciones necesarias para su aplicación: 1) el convenio, entendido como un acuerdo voluntario con actitud de apertura al cambio que se establece entre la organización y el agente fortalecedor para poder llevar a cabo el proceso; 2) el seguimiento, que consiste en brindar apoyo continuo y respaldo a la organización para asimilar y aplicar los cambios; 3) el aprendizaje, que se refiere a la apertura para adquirir conocimientos y reforzar los conocimientos previos a lo largo del proceso de desarrollo; y 4) la evaluación, que se realiza de manera continua durante todo el transcurso del desarrollo organizacional y, el avance se evalúa en el logro de los objetivos planteados y la efectividad de los servicios del agente fortalecedor. La evaluación continua permite hacer modificaciones y mejoras durante el proceso (Zamora 2018).

El fortalecimiento socio-organizacional reconoce el desarrollo del recurso humano como una de sus áreas prioritarias, al considerar que la educación y la capacitación de las personas constituyen esfuerzos sin los cuales la implementación de estrategias de mejoramiento es ineficaz (Montoya & Boyero 2019). Es por este motivo que un modelo de desarrollo organizacional debe contener diferentes instancias de capacitación orientadas a las áreas que se necesiten fortalecer y debe estar en continua evaluación.

La medición del desempeño de una organización requiere de la aplicación de un modelo basado en los procesos de gestión y los resultados esperados a través de estrategias implementadas, es decir, el desempeño de las organizaciones se mide a partir de la manera en cómo llevan a cabo sus procesos y el logro de objetivos que se plantean (Clegg et al. 2006).

5.3.2. Antecedentes aportados por el programa APE

Por otro lado, es necesario considerar los resultados de las actividades desarrolladas en las etapas II, IV y VI de este Programa relacionadas a aspectos organizacionales.

Para consolidar a los grupos de trabajo que se dedican o deseen iniciar APE; es necesario comenzar evaluando el nivel de desarrollo que éstos poseen en términos organizacionales, educacionales, personales, económicos y administrativos, entre otros. Esta evaluación (encuesta de entrada) determinará el nivel de desarrollo organizacional que un grupo posee de acuerdo a sus particularidades. Se sugiere, para este fin, utilizar el instrumento de medición (**Anexo 3**) utilizado en la Etapa II del presente Programa (Cárcamo et al. 2019). Este instrumento fue capaz de evaluar las potencialidades organizacionales y biofísicas de 8 OPA (que administran 50 AMERBs y 3 CCAA) de la región de Los Lagos (3 territorios: costa expuesta, mar interior Chiloé y zona Estuario Reloncavi y Hualaihué), identificando una categorización de ellas. Los resultados señalan que cada grupo evaluado fue diferente y presentó diferentes grados de desarrollo. Esta diferencia permitió sugerir ciertas estrategias o líneas de acción de acuerdo a sus potencialidades o jerarquías. Estas acciones se consideran importantes para orientar de mejor manera los recursos que cada macrozona dispone; de tal manera de orientar las acciones y recursos en función de las necesidades de cada grupo, y no



de manera homogénea (pensando en que todas las organizaciones están igualmente habilitadas para implementar iniciativas APE).

La **Tabla 31** muestra el grado de desarrollo de los cuatro niveles o grupos identificados al analizar las encuestas y las líneas de acción sugeridas en la Etapa II. Dentro de estas últimas, se encuentra la vinculación directa con mesas público-privadas, el fortalecimiento organizacional, la adecuación de tecnologías de cultivo para sitios de alta energía y la evaluación de alternativas de diversificación productiva, entre otras.

Tabla 31

Líneas de acción propuestas de acuerdo al grado de desarrollo de las OPA (Elaboración propia en base a Cárcamo et al. 2019).

Grupo	Grado de desarrollo potencialidades organizacionales y biofísicas	Líneas de acción sugeridas
C1	Desarrollo sobre umbral tanto de potencialidades organizacionales y biofísicas	-Vinculación directa con mesas público- privadas. -Participación activa en instrumentos de financiamiento de proyectos APE.
C2	Desarrollo bajo umbral de potencialidades organizacionales Desarrollo sobre umbral de potencialidades biofísicas	-Fortalecimiento organizacional (e.g., coaching de pertenencia al grupo, talleres de fortalecimiento interno, gestión de proyectos).
C3	Desarrollo bajo umbral tanto de potencialidades organizacionales y biofísicas.	-Fortalecimiento organizacional (e.g., coaching de pertenencia al grupo, talleres de fortalecimiento interno, gestión de proyectos) -Adecuación de tecnologías de cultivo para sitios de alta energía. -Evaluar alternativas de diversificación productiva.
C4	Desarrollo sobre umbral de potencialidades organizacionales. Desarrollo bajo umbral de potencialidades biofísica	-Adecuación de tecnologías de cultivo para sitios de alta energía. -Evaluar alternativas de diversificación productiva

En términos generales, se sugiere que este tipo de evaluaciones, especialmente de tipo organizacional, sea realizada en forma sistemática antes o durante la implementación de políticas de fomento o diversificación de actividades productivas en comunidades costeras, a fin de poder orientar de manera efectiva la inversión y reducir incertidumbres en cuanto al impacto en la inversión de recursos que normalmente son limitantes.

En la etapa IV se realizó un diagnóstico de las dinámicas socio-organizacionales que determinan la adopción de prácticas APE por parte de las organizaciones de pescadores artesanales que administran AMERB o CCAA. Esta actividad permitió identificar y caracterizar los factores socio-organizacionales que determinan la factibilidad de adoptar prácticas de acuicultura de pequeña escala. En este sentido, se definieron 2 dimensiones (económica y social), 9 criterios y 30 variables; las cuales están asociadas jerárquicamente a los criterios definidos como: género, comercialización, valor agregado, dependencia de la pesca artesanal, disposición a invertir, colaboración, experiencia en acuicultura, normas y sanciones, y disposición a participar.

Los criterios y variables seleccionados, tanto del ámbito social como económico, permiten establecer una priorización de las OPA en relación a sus capacidades para implementar APE, pero también, estos



resultados pueden ser interpretados como áreas a abordar por parte del Estado, por ejemplo, financiamiento para abordar brechas tales como fortalecimiento, promoción y acompañamiento, entre otras.

En esta etapa del programa se reconoció la necesidad de recibir apoyo técnico y financiero, provenientes desde instituciones públicas como privadas, para solucionar las brechas que no permiten la implementación y continuidad de prácticas APE como una actividad económica consolidada.

Por otro lado, los resultados de la etapa VI permitieron, mediante el enfoque de vida sostenible, identificar los niveles de desarrollo en cinco capitales que presentan las diferentes OPA evaluadas, permitiendo, con este enfoque, guiar el trabajo desde el inicio de una actividad APE, potenciando los capitales que las organizaciones poseen más desarrolladas.

El enfoque de medios de vida sostenible centra su mirada en cinco dominios, denominados capitales (humano, social, ambiental, físico y financiero), que interactúan entre sí y a los que las comunidades recurren para generar estrategias diferenciadas ante procesos de cambios socio-ecológicos para mantener, adaptar o mejorar las condiciones de vida (Allison & Ellis 2001, Neely et al. 2004). Con este enfoque es posible comprender y organizar los factores que restringen o mejoran las oportunidades de desarrollo que se presentan en el contexto APE y permite mejorar las capacidades a cambios socio-ecológicos, tecnológicos, entre otros, como se ha planteado para comunidades agrícolas en Asia y África, donde ha fortalecido la disposición a la adaptación (Edwards 2000, Ahmed & Lorica 2002).

En el desarrollo del presente del programa, también se ha identificado que uno de los factores que restringen el desarrollo de la APE es la falta de un arreglo jurídico, en cuanto a la normativa y a los instrumentos de financiamiento, que permita a un subgrupo de personas que forman un colectivo (e.g., Sindicato, Asociación Gremial, Cooperativa) desarrollar de forma regulada actividades APE dentro de espacios como CCAA o AMERB. En general, para efectuar actividades APE se realiza un check-list de cumplimiento de documentos/administrativo, los cuales deben estar en sintonía con la normativa vigente. Es necesario flexibilizar los requisitos para realizar APE cuando amerite.

5.3.3. Desarrollo de propuesta

Con los antecedentes presentados, se sugiere de manera posterior, a la aplicación del instrumento para evaluar y categorizar a una organización, una propuesta para desarrollar las acciones, implementar un Programa de Asistencia Técnica (PAT).

Se propone considerar seis macrozonas geográficas, que permitirían ofrecer diferentes modelos de capacitación, gestión y/o producción asociados al nivel de desarrollo de las OPA. La separación geográfica obedece a las diferentes realidades en el desarrollo de la APE, realidades que se pueden conectar con las diferentes estrategias de desarrollo regional.

Las zonas geográficas fueron determinadas con anterioridad, para la ejecución del proyecto FIPA 2022-24: "Levantamiento de un plan estratégico de mediano y largo plazo para la acuicultura de pequeña escala en Chile" y, que está siendo ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero.

Con esta clasificación se espera un desarrollo APE por macrozonas y de acuerdo a las particularidades locales y regionales:

1. Macrozona 1-Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.



2. Macrozona 2-Regiones de Atacama y Coquimbo.
3. Macrozona 3-Regiones de Valparaíso, Libertador General Bernardo O'Higgins, del Maule, Del Ñuble.
4. Macrozona 4-Regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos.
5. Macrozona 5-Región de Los Lagos.
6. Macrozona 6-Regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, Magallanes y de la Antártica Chilena.

El PAT debería estar a cargo de profesionales con experiencia comprobable y certificados por alguna institución del Estado. Y deberá promover el desarrollo de competencias técnicas, sociales (organizacionales y personales), económicas y administrativas en los acuicultores. Por lo tanto, la asistencia técnica debe ser realizada con un enfoque multidisciplinario.

El PAT deberá ser diseñado, discutido y validado por los propios asociados y en general, tendrán por objetivo fortalecer los roles de representación de los asociados, niveles de asociatividad, de comunicación interna, de conocimiento y de retroalimentación entre los socios, agentes externos y otras organizaciones.

Como resultados esperables y en el contexto APE se espera avanzar en el manejo de un sistema administrativo propio, un plan de gestión productiva y comercial, además de la identificación y análisis de brechas para trabajar gradualmente en la superación de éstas.

El Programa que se propone tendrá 4 etapas, independientes de las características del territorio y del estado actual de la OPA en el desarrollo APE. Se deberán crear indicadores para cada una de las etapas específicas planteadas, de tal manera de contar con una evaluación de las acciones y financiamientos involucrados en el programa a desarrollar.

Etapa 1: Talleres de diagnóstico

Para determinar el estado inicial de la OPA para desarrollar APE, se aplicará la encuesta (**Anexo 3**) y un análisis FODA de manera participativa con los socios. El análisis FODA utiliza las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas como pilares que contextualizan la situación de la OPA. A nivel interno se valoran las fortalezas y debilidades; a nivel externo, se considera el posible impacto de las amenazas y oportunidades. Con estos antecedentes es posible realizar la identificación de las brechas de la organización.

Este trabajo, se debería realizar en 1-2 sesiones, asegurando la asistencia de la mayor cantidad de socios. El lugar debería ser la sede o equivalente de la OPA. Tanto la encuesta, el FODA y la identificación de brechas debe incluir al menos, los siguientes ámbitos:

- Organizacional: se realizará un diagnóstico para conocer el funcionamiento y tipos de brechas que la organización posee en su desempeño y, de esta manera poder generar los compromisos y planificación estratégica según los objetivos que ellos se propongan para mejorar o perfeccionar las falencias de funcionamiento y ser abordadas en una sesión próxima.
- Personal: se realizará un diagnóstico para conocer los tipos de liderazgo actuales y los necesarios en el contexto APE; posteriormente, y de acuerdo al resultado se podrán proponer capacitaciones



- en temas de liderazgo, herramientas de comunicación efectiva y trabajo en equipo para iniciar el desarrollo de sus propias capacidades personales para contribuir a la mejora de la organización.
- Técnico: se realizará un diagnóstico para conocer cuáles son las capacidades técnicas y humanas actuales para desarrollar APE. De acuerdo al resultado, se podrá proponer capacitaciones como por ejemplo en temas de técnicas de cultivo, diversificación de especies, etc.
 - Económico-comercial: diagnosticar a la organización para trabajar en un plan de desarrollo que permita promover una organización rentable y económicamente autosostenible. Apoyar a las OPA a generar sus propios proyectos de desarrollo aprovechando las oportunidades (financiamiento, investigación, producción, mercados) de sus territorios.
 - Administrativo: diagnosticar cuál es la situación administrativa (e.g., permisos, autorizaciones) del sitio de cultivo para desarrollar APE y de acuerdo a esto, ofrecer capacitaciones y acompañamiento en aspectos administrativos que los miembros de la OPA desconozcan.

Etapas 2: Definición del plan de trabajo de fortalecimiento organizacional y administrativo

Junto a la OPA se deberá definir un plan de trabajo orientado al fortalecimiento organizacional y administrativo en APE, identificando campo de acción, acciones, tiempos, metas, indicadores, financiamientos, compromisos, entre otros. Esta actividad debería ser realizada en una sesión de trabajo colaborativa. Independiente de la situación particular de cada OPA, se sugieren como actividades generales de fortalecimiento, capacitaciones en cuatro áreas estratégicas (socio-organizacional, técnica, económica y administrativa). Los beneficiarios tendrán que priorizar las temáticas en su plan de trabajo de acuerdo a su realidad y oportunidades. Esta etapa puede ser desarrollada en 1-2 sesiones de trabajo colaborativo con la OPA.

Etapas 3: Desarrollo del plan de trabajo

El plan propuesto y consensado deberá ser ejecutado a través de un PAT. La asesoría se llevará a cabo a partir del objetivo y/o meta establecida y tiempos que la organización se haya propuesto en el plan de trabajo definido en la Etapa 2 del PAT.

El progreso de la OPA se evalúa en el logro de los objetivos planteados y la efectividad de los servicios del agente capacitador. El acompañamiento continuo permite hacer modificaciones y mejoras durante el proceso de capacitación, por lo tanto, la idea es que la asesoría sea personalizada, por grupo beneficiario, para que se sientan apoyados en la nueva etapa asumida. Para los miembros de una OPA puede significar asumir nuevos retos, por eso, es necesario el acompañamiento para descubrir y superar dificultades en el cumplimiento de sus funciones. El apoyo debe ir disminuyendo paulatinamente. En la **Tabla 32** propone algunas capacitaciones o acciones por área estratégica o línea de acción y por nivel de desarrollo APE. En la **Tabla 33** se indican los alcances /objetivos de estas capacitaciones.



Tabla 32.
Propuesta de capacitaciones/acciones por área estratégica y nivel de desarrollo OPA.

Grupo	Socio-organizacional	Técnica	Económica	Administrativa
C1	Formulación y Gestión de Proyectos	Diversificación de especies, Implementación de Hatcheries	Comercialización y exportación	Aspectos Normativos (permisos, autorizaciones)
C2	Coaching, Asociatividad	Tecnologías de cultivo, Diversificación de especies.	Educación financiera	Aspectos Normativos (permisos, autorizaciones)
C3	Coaching, Asociatividad,	Tecnologías de cultivo, Diversificación de especies.	Formalización tributaria, Educación financiera	Aspectos Normativos (permisos, autorizaciones)
C4	Formulación y Gestión de proyectos, Innovación y emprendimiento	Tecnologías de cultivo, Diversificación de especies	Comercialización y valor agregado.	Aspectos Normativos (permisos, autorizaciones)

Tabla 33.
Objetivos de las propuestas de capacitaciones/acciones por área estratégica y nivel de desarrollo OPA.

Área estratégica	Capacitación	Objetivo	Grupo
Socio-organizacional	1. Formulación y gestión de Proyectos	Instruir a las organizaciones en las metodologías para formular, poner en marcha y gestionar un proyecto específico.	C1, C4
	2. Coaching	Involucrar a los líderes de las organizaciones para que desarrollen sus habilidades y conocimientos, y así sea capaz de sobrellevar y ejecutar su propio liderazgo de forma efectiva.	C2, C3
	3. Asociatividad	Formar facilitadores en asociatividad para promover e implementar modalidades asociativas como Consorcios, Cooperativas y Asociaciones.	C2, C3
	4. Innovación y emprendimiento	Entregar conocimientos y herramientas (e.g., diseños de nuevos productos, transformación digital) que les permita a las OPA innovar en sus proyectos para poder generar estrategias más competitivas.	C4
Técnica	1. Diversificación de especies	Entregar conocimientos de la biología y prácticas de producción de las especies pertenecientes a los grupos de moluscos, equinodermos, macroalgas y peces. La idea es que conozcan las prácticas de cultivo, incluida la acuicultura multitrófica integrada.	Todos
	2. Implementación de un Hatchery	Proporcionar los conocimientos básicos para la implementación de un hatchery multipropósito para la producción de semillas de diferentes recursos cultivables a pequeña escala.	C1



	3. Tecnologías de cultivo	Entregar a las organizaciones las tecnologías de cultivo a través de plataformas de aprendizaje con actividades teóricas y prácticas con la intención de identificar posibilidades de mejorar las técnicas que se emplean actualmente, así como implementar nuevas tecnologías.	C2, C3, C4
Económica	1. Comercialización y exportación	Conocer los mercados que existen actualmente para los diferentes productos cultivados y cómo posicionarlos en ellos. Además de cómo definir los productos que se pueden exportar y las metas a corto y mediano plazo que se deben conocer para atender al mercado de exportación. Además de conocer las leyes vigentes para la exportación de recursos hidrobiológicos.	C1
	2. Comercialización y valor agregado	Entregar conocimientos respecto de la comercialización y valor agregado de los productos APE, impartiendo conocimientos básicos sobre por ejemplo calidad e inocuidad de productos APE, para adquirir conocimientos en materia de buenas prácticas de manipulación de productos alimenticios provenientes de la acuicultura, agregación de valor, calidad e inocuidad de productos hidrobiológicos cultivados	C4
	3. Formalización tributaria	Otorgar conocimientos sobre orientación tributaria para incrementar la formalización de los acuicultores y de esta manera poder optar a nuevos mercados.	C3
	4. Educación financiera	Aprender a aplicar la gestión financiera en el ámbito empresarial de tal manera de poder tomar decisiones asertivas frente al manejo de los recursos económicos. Esta capacitación debe ofrecer conceptos básicos de economía tales como producción, consumo, ganancias.	C2, C3
Administrativa	1. Aspectos Normativos (permisos/ autorizaciones)	Entregar conocimientos sobre los principales aspectos normativos (permisos/autorizaciones para la implementación y producción de un centro de cultivo APE, bioseguridad, buenas prácticas acuícolas entre otras) que regulan a la APE.	Todos

Etapa 4. Seguimiento y evaluación del PAT

El PAT deberá ser evaluada anualmente por la entidad gubernamental responsable del Programa, para comprobar el crecimiento y/o progreso de la organización de acuerdo a sus indicadores. De esta manera, se podrá evaluar también la subvención que INDESPA u otras fuentes de financiamiento ofrece para el desarrollo de esta actividad en las diferentes zonas geográficas del país.

En términos generales, se sugiere que este tipo de evaluaciones, especialmente el de tipo organizacional sea realizada de manera sistemática, antes y/o durante la implementación de políticas públicas de fomento o diversificación de actividades productivas con el fin de poder orientar de manera efectiva la inversión (Proyectos de financiamiento) y reducir la incertidumbre en cuanto al impacto en la inversión de recursos que por lo general son limitados, y evitar de esta manera la duplicidad y reincidencia de iniciativas con el costo económico que eso significa.



Objetivo específico 2: *Desarrollar cultivos pilotos de pequeña escala en diferentes zonas geográficas del país.*

5.4. Obtención de semillas/plántulas de macroalgas e invertebrados para cultivos multi-especies

Para la realización de los cultivos multi-especies en la región de Los Lagos, la obtención de material vegetativo de chicorea de mar y pelillo se realizó mediante compra a Algas Chile SPA, en el sector de Metri, Puerto Montt. Semillas de ostra japonesa y ostión del norte en Fundación Chinquihue (Puerto Montt), chorito en el S.T.I.P.A. de Puntilla Quillón (Caleta el Manzano, Hualaihué) y choro zapato en Cultivos Cholche (Hueihue, Chiloé).

Para el cultivo en el sitio Chungungo, la obtención de semillas de ostra japonesa, se realizó mediante compra al hatchery de la empresa Cultivos NANAKU de la ciudad de Tongoy.

5.5. Implementación y seguimiento de cultivos pilotos de macroalgas y multi-especies en el norte y sur de Chile

5.5.1. Configuración de co-cultivos y cultivos multi-especies

En la **Tabla 34** se presenta la configuración final de los cultivos implementados durante el año 2023.

Tabla 34.
Configuraciones de co-cultivos y cultivos multi-especies según sitio de estudio.

Sitio Estudio	Tipo Cultivo	Macroalgas	Invertebrados
CCAA Hueihue*	-Multi-especies suspendido en plansa* - Multi-especies suspendido en linternas	Chicorea, pelillo	Chorito, choro zapato, ostión del norte, ostra japonesa
AMERB Chungungo	-Suspendido en long-lines		Ostra japonesa
CCAA río Pudeto	-Co-cultivo de fondo en sistema flipbag	Pelillo	Ostra japonesa, choro zapato
CCAA Quinchao*	-Multi-especies suspendido en linternas		Chorito, choro zapato, ostión del norte, ostra japonesa

* En ambos sitios se implementa un portafolio de especies



5.5.1.1. Sitio Chungungo

El sistema de cultivo en AMERB Chungungo B consiste en 2 long-lines independientes de 50 m (**Figura 48**), instalados en el pol3gono identificado en la Etapa 2 del Programa (**Tabla 35**). En esta etapa, solo se utiliz3 un long-line para el cultivo de ostras japonesas en linternas de 10 pisos como se representa en la **Figura 49**.

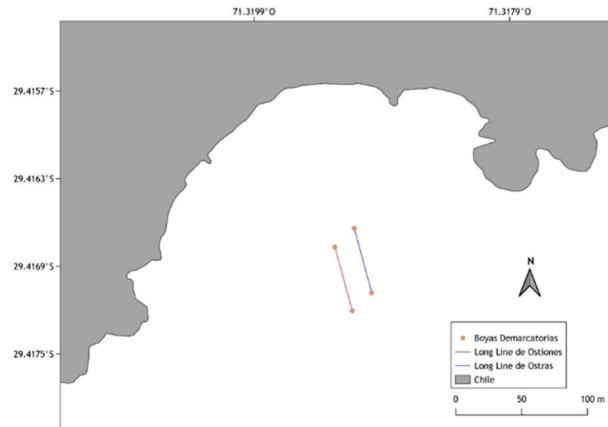


Figura 48. Ubicaci3n de la l3nea de cultivo instalada con linternas de ostras japonesas en AMERB Chungungo B.

Tabla 35.

V3rtices en WGS-84 del pol3gono solicitado para realizar Acuicultura en AMERB Chungungo B.

V3rtice	Latitud S	Longitud W
A	29°25'00,259" S	071°19'11,903"
B	29°25'03,156" S	071°19'10,888"
C	29°25'02,509" S	071°19'07,036"
D	29°24'59,558" S	071°19'07,963"

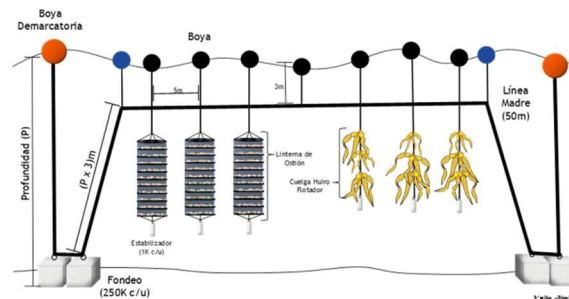


Figura 49. Representaci3n gr3fica de long-lines de cultivo multi-especies, considerar que para efectos pr3cticos no se incluyeron la totalidad de reinales y linternas solicitadas.



En esta etapa del programa se ejecutó un ciclo de cultivo de ostra japonesa (*C. gigas*) iniciando con mantenciones de la infraestructura. Se sembraron 12.000 semillas de ostras japonesas en enero del 2023. La cosecha se efectuó en marzo 2024. Lamentablemente el cultivo sufrió del robo sistemático de linternas de cultivo lo que mermó la producción final. A continuación, se detallan las actividades realizadas.

Mantenimiento de infraestructura de cultivo

Estas actividades tienen como objetivo la transferencia tecnológica de la mantención de la infraestructura de cultivo, la limpieza del área evitando pérdida de material y recuperación de materiales para su posterior reutilización (**Figura 50**). En estas actividades los socios de la organización participaron activamente, recolectando, trasladando y recuperando materiales como cabos, linternas y boyas. Estos materiales fueron limpiados y utilizados en la siembra.



Figura 50. Actividades de mantención de infraestructura de cultivo. A) Socios de la Organización Comunitaria Los Castillo recolectando de material de cultivo desde el AMERB Chungungo B. B) Material de cultivo en La Dársena de Chungungo. C) Socios de la organización apoyando el traslado del material y D) Material de cultivo recolectado de AMERB Chungungo B.



Siembra

El día 20 de enero del 2023, se sembraron 12.000 semillas de ostras japonesas de aproximadamente 1.5 cm de longitud. Estas semillas fueron adquiridas en El Centro de cultivo Nanaku de Tongoy y luego trasladadas a Chungungo, donde fueron sembradas inicialmente en linternas con apertura de malla de 4 mm debido al tamaño de la semilla (**Figura 51**). Estas linternas fueron trasladadas a las líneas de cultivo instaladas en el AMERB Chungungo B.



Figura 51. Siembra de ostras japonesas en AMERB Chungungo B. A) Semillas de ostras japonesas. B y C) Socios de la organización en armado de linterna y siembra de semillas de ostras japonesas.

Desdobles

Durante este periodo se realizaron 2 desdobles. El día 1 de junio se contabilizaron 4.400 ostras con un tamaño promedio de 33,6 ($\pm 5,9$) mm. Dispuestas en 5 linternas de 10 pisos (4 linternas con 1.000 y 1 con 400) (**Figura 52**). El segundo desdoble se realizó el día 27 de febrero del 2024 se contabilizaron 3.600 ostras japonesas con una longitud promedio de 88,7 ($\pm 12,1$) mm. Este desdoble tuvo como objetivo cambiar las ostras a linternas con apertura de malla superior para la engorda previa a la cosecha durante el mes de marzo (**Figura 53**).

Monitoreos

Los monitoreos dependieron de las condiciones meteorológicas y la disponibilidad de los socios de la organización, por lo tanto, no se obtuvieron monitoreos mensuales, sin embargo, se concretaron 8 monitoreos durante este ciclo de cultivo hasta el día 419 de cultivo (**Figura 54**).



Figura 52. Desdoble de ostras japonesas, 1 de junio 2023. A) Linternas, B) socios de la organizaci3n Los Castillo, realizando el desdoble y C) Socios cargando la embarcaci3n con las linternas para su posterior instalaci3n en el AMERB.

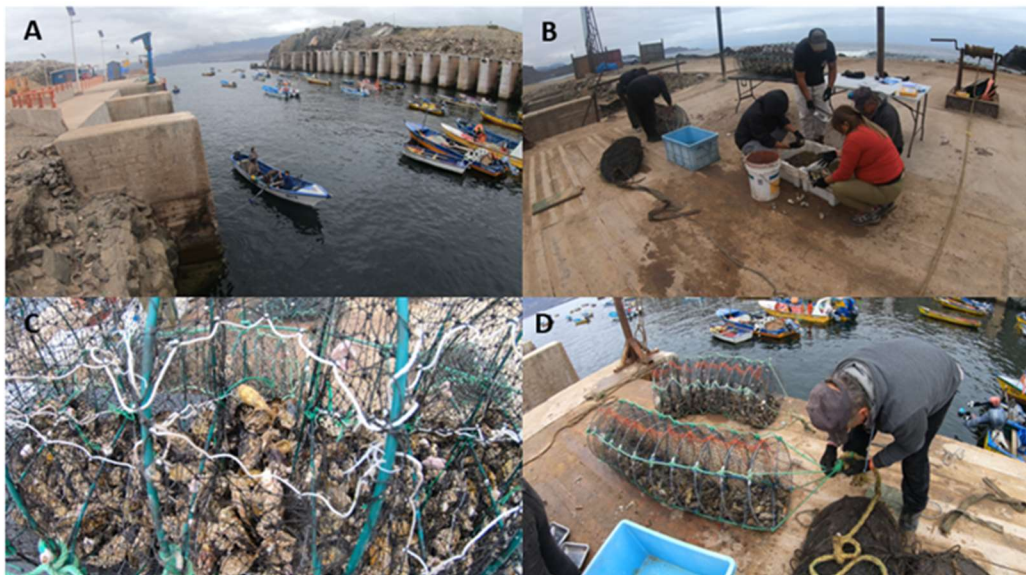


Figura 53. Desdoble de ostras japonesas, 27 de febrero. A) Traslado de linternas, B) socios de la organizaci3n Los Castillo, realizando el desdoble y C) Vista interior de linternas y D) Socio preparando linternas para el traslado e instalaci3n en Chungungo B.



Figura 54. Monitoreos del cultivo de ostra japonesa en AMERB Chungungo B. A) 29 de septiembre 2023, B) 22 de enero 2024, C) 29 de febrero 2024 y D) 15 de marzo 2024.

Cosecha

El d1a 15 de marzo del 2024 se realiz3 la cosecha de las ostras japonesas. Se realiz3 la venta de 1.900 individuos a la Sra. Devora Garc1a de la Cooperativa Acuipesca Tongoy Mujeres; 700 fueron de tama1o mediano (entre 7-8 cm de longitud) a \$150 pesos, y 1.200 fueron grandes con longitud entre 9 a 11 cm a \$350 pesos. El resto de las ostras fueron repartidas entre los socios de la organizaci3n ya que no alcanzaron el tama1o comercial (**Figura 55**). El total de la venta (\$525.000.-) ser1 destinado a la compra de semillas de osti3n del norte para una nueva siembra.



Figura 55. Cosecha y venta de ostras japonesas cultivadas en AMERB Chungungo B. A) Socios en cosecha en D1arsena de Chungungo. B) y C) clasificaci3n de tama1o para venta. En imagen: Sra. Flor Castillo, presidenta OPA Los Castillos y Sra. Devora Garc1a de la Cooperativa Acuipesca Tongoy Mujeres.



5.5.1.2. Sitio Quinchao

En la CCAA administrada por la Corporaci3n Municipal de Quinchao, se realiz3 el primer ciclo de cultivo multi-especies de bivalvos (Chorito, choro zapato, ostra japonesa, osti3n del norte). Durante julio del 2023, se instalaron 3 linternas de cultivo para cada uno de los recursos choro zapato, ostra japonesa y osti3n del norte (150 individuos por linterna distribuidos en los pisos, 450 individuos en total para cada recurso) y tres cuelgas de 4 metros aproximados con semillas de chorito (**Figura 56**). Adicionalmente, se instalaron los medidores continuos de par3metros ambientales. Mensualmente se cuantific3 el desempe1o productivo de los recursos instalados durante el periodo de cultivo.

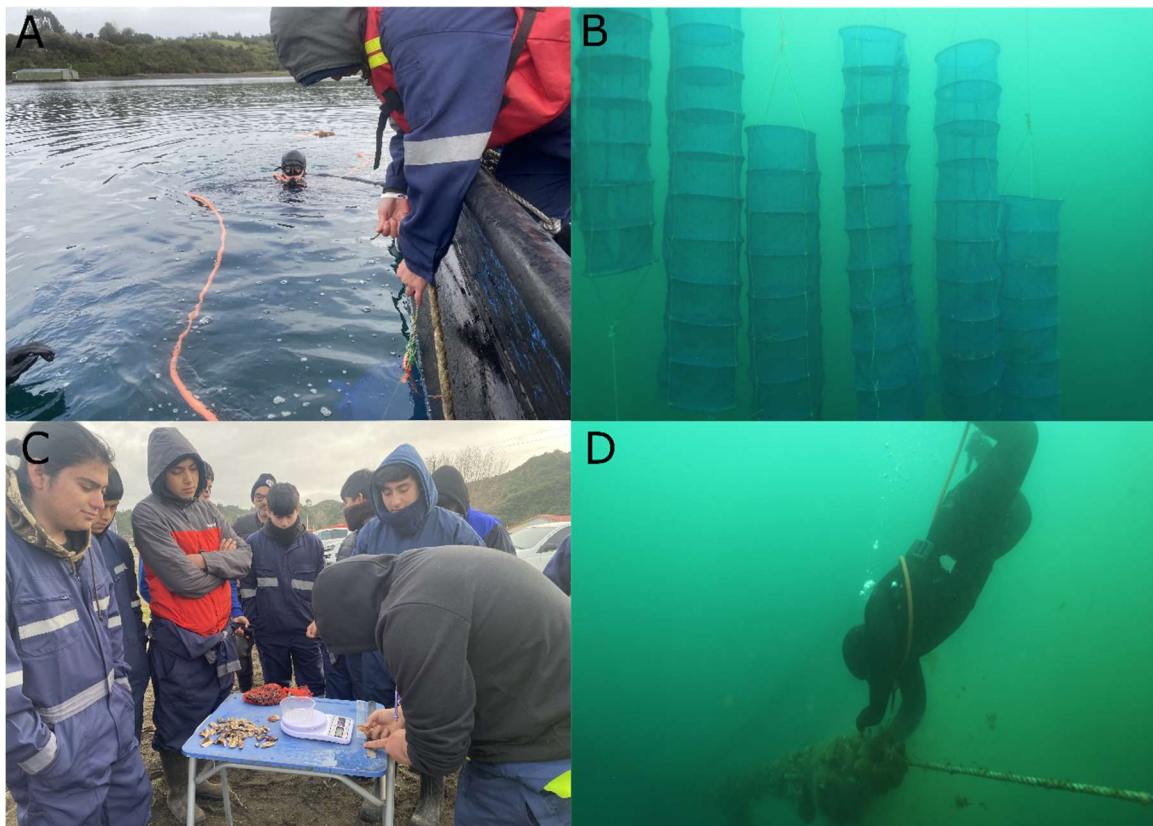


Figura 56. Sistema de cultivo en Quinchao. A y B) Instalaci3n de unidades experimentales de cultivo de bivalvos; C) Medici3n inicial de organismos con apoyo de estudiantes del Liceo Insular de Achao; y D) limpieza del sistema de cultivo.



5.5.1.3. Sitio Pudeto

En la CCAA del r3o Pudeto, se ejecutaron co-cultivos de ostra japonesa-pelillo y choro zapato-pelillo, utilizando arcos o travesa3os como m3dulos de cultivo (**Figura 57**). Los arcos son de aproximadamente 1 m de alto, 2.5 metros de ancho en los cuales se disponen las cuerdas con las unidades de cultivo. Para ambas especies, se dispuso en las l3neas entre los arcos, 6 bolsas de malla pl3stica (apertura de malla de 1-1.5 cm) conteniendo aproximadamente 100 semillas de 2 a 3 cm de longitud para ambos recursos bivalvos. Para los co-cultivos, se dispusieron cuerdas inoculadas con pelillo (6 cuerdas por arco de 2,5 m de largo). Se dispuso un cultivo control para pelillo en cuerdas (6 cuerdas) aproximadamente a 1 metro del fondo. Durante la segunda semana el mes de agosto 2023, se adecuaron las estructuras de cultivo y se sembraron las algas y bivalvos. Adicionalmente, se instalaron los medidores continuos de par3metros ambientales. De esta forma, se evaluar3n los siguientes tratamientos:

- Cultivo de ostra japonesa
- Cultivo de choro zapato
- Co-cultivo de ostra japonesa y pelillo
- Co-cultivo de choro zapato y pelillo



Figura 57. Cultivo en Pudeto. A) fabricaci3n de mallas para cultivo de recursos, B) arcos o travesa3os de cultivo para los recursos, C) sistema de cultivo flip-bag, y D) sistema de cultivo en marea baja.

El cultivo de macroalgas se mantuvo hasta enero 2024 y los cultivos de bivalvos se mantienen hasta la fecha para su posterior cosecha.



5.5.1.4. Sitio Hueihue

En la CCAA en bahía Hueihue, se ejecutó el tercer cultivo multi-especies de macroalgas (chicorea y pelillo) en sistema de planas dispuestos en un long-line. Durante la tercera semana del mes de agosto 2023, se instalaron 100 metros de cuerdas inoculadas para cada especie y en distintas densidades (chicorea: densidad alta 0.5 kg y baja:0.25 kg; pelillo: densidad alta 1 kg y baja 0.5 kg). Previamente, durante la cuarta semana del mes de julio 2023, se instalaron 3 linternas de cultivo para cada uno de los recursos: choro zapato, ostra japonesa y ostión del norte (150 individuos por linterna distribuidos en los pisos, 450 individuos en total para cada recurso) y tres cuelgas de 4 metros aproximados con semillas de chorito, similar a lo mencionado anteriormente para Quinchao (**Figura 58**). Mensualmente se cuantificó el desempeño productivo de todos los recursos y se evaluó el efecto de la realización de podas (2 meses desde el inicio del cultivo, 1 podas por ciclo) durante el periodo de cultivo. Adicionalmente, se instalaron los medidores continuos de parámetros ambientales.

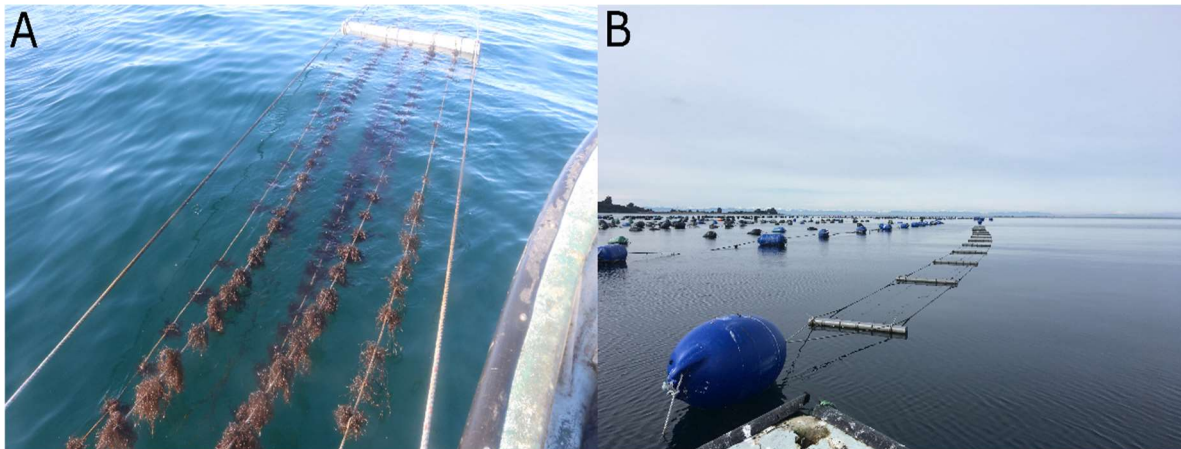


Figura 58. Sistema de cultivo en Hueihue. A) Instalación de macroalgas en sistema plana, B) vista superficial del cultivo plana.

5.5.2. Monitoreo del desempeño productivo y ambiental

5.5.2.1. Sitio Chungungo

Durante el periodo de cultivo la longitud promedio de la concha aumento un 478% con una tasa de crecimiento de $0,17 \text{ mm día}^{-1}$. En la siembra y primer monitoreo no se registró peso por piso. El peso por piso (kg) aumento hasta el día 403 y luego disminuyó en el día 419 a 3,39kg. Esta diferencia se debe a una disminución de la densidad por piso de 100 individuos a 50 en el desdoble realizado en febrero (**Tabla 36 y Figura 59**). Los valores más bajos registrados de SGR fue en enero de 2024, repuntando y llegando a su máximo registrado en marzo de 0,38 (**Tabla 36**).



Tabla 36.

Longitud de la concha y peso húmedo promedio por piso de ostra *C. gigas*, sitio Chungungo B. DS = Desviación estándar.

Fecha	Días de cultivo	Longitud concha (mm)		Peso piso (Kg)		
		Promedio	DS	Promedio	DS	SGR
20 enero 2023	0	15				
5 abril 2023	75	34,73	5,5			
01 junio 2023	132	33,60	5,9	0,52	0,03	0,09
12 julio 2023	173	40,96	5,6	0,63	0,03	0,13
29 septiembre 2023	252	64,23	8,1	1,60	0,08	0,07
19 enero 2024	364	79,34	16,0	4,35	0,12	0,05
27 febrero 2024	403	88,69	12,1	5,30	0,31	0,15
14 marzo 2024	419	86,88	11,4	3,39	0,23	0,38

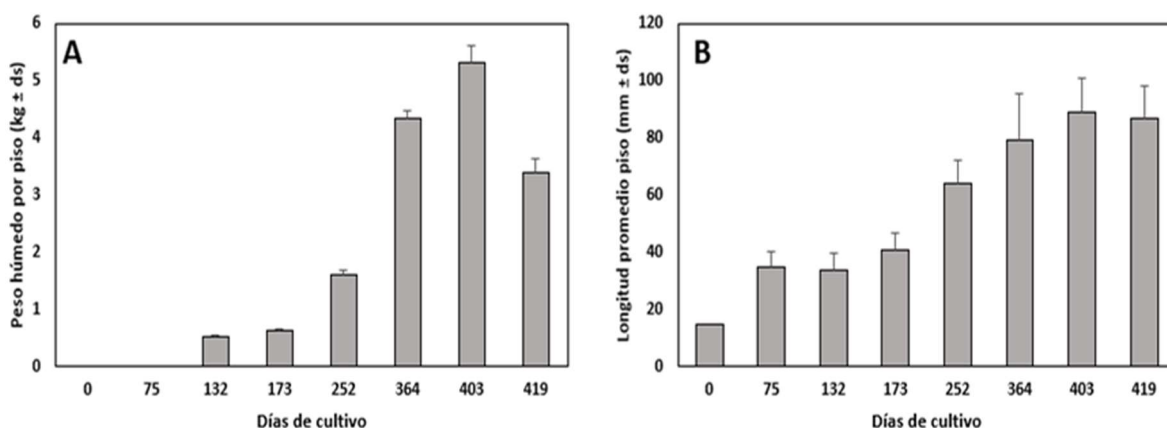


Figura 59. Resultados productivos del cultivo de *C. gigas* en sitio AMERB Chungungo B. A) Peso húmedo promedio (kg ± DS) por piso. B) Longitud promedio (mm ± DS).

En cuanto al índice de rendimiento (IRP) e índice de condición (IC) los valores fueron en aumento hasta el día 403 de cultivo, debido al aumento de 4,39 g en el peso de las valvas entre los días 403 y 419 de cultivo, aumento mucho mayor que el registrado por peso de la carne que aumento solo 0,62g en el mismo periodo de tiempo, afectando el valor de estos indicadores (**Figura 60**).

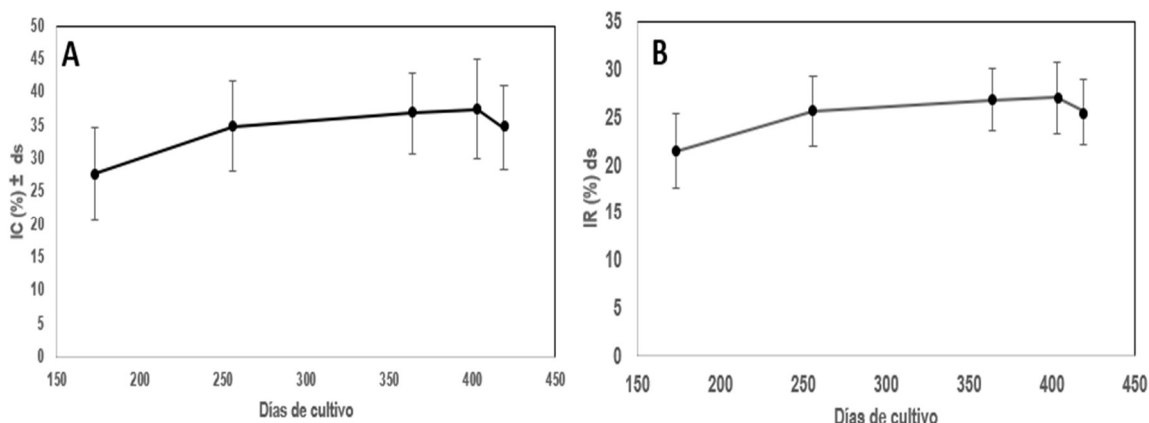


Figura 60. índices de rendimiento del cultivo de *C. gigas* en sitio AMERB Chungungo B. A) índice de condición (IC) (% ± DS), B) Índice de rendimiento productivo (IR) (% ± DS).

5.5.2.2. Sitio Quinchao

El cultivo se mantuvo por 213 días. Mensualmente, dependiendo de la condición climática, se cuantificó la longitud y el peso al momento de la extracción de las muestras desde las unidades de cultivo (i.e., linternas). En la **Tabla 37**, se presentan resultados de longitud y peso para cada uno de los recursos. Para el caso del ostión del norte no se obtuvieron datos en el sexto y séptimo monitoreo debido a la pérdida de las linternas de cultivo.

Tabla 37.

Longitud (cm) y peso (g) para cada uno de los recursos bivalvos (*M. chilensis*, *Ch. chorus*, *C. gigas* y *A. purpuratus*) en unidades de cultivo (linternas), en el sitio de cultivo Quinchao. DE = Desviación estándar, EE = Error estándar, SGR = Tasa de crecimiento estándar relativa.

Chorito - <i>Mytilus chilensis</i>									
	Fecha	Longitud (cm)	DE	EE	SGR	Peso (g)	DE	EE	SGR
Siembra	24-07-2023	2.90	0.58	0.18	0.00	2.48	1.26	0.40	0.00
1°Monitoreo	30-08-2023	2.98	0.46	0.15	0.08	2.83	1.18	0.37	0.36
2°Monitoreo	26-09-2023	2.89	0.37	0.12	-0.12	2.17	0.77	0.24	-0.98
3°Monitoreo	24-10-2023	4.10	0.54	0.17	1.25	6.32	1.90	0.60	3.82
4°Monitoreo	30-11-2023	3.45	0.45	0.16	-0.47	3.51	0.58	0.21	-1.59
5°Monitoreo	19-12-2023	3.41	0.54	0.17	-0.06	4.33	2.16	0.68	1.10
6°Monitoreo	18-01-2024	3.75	0.52	0.17	0.32	4.86	1.92	0.61	0.38
7°Monitoreo	22-02-2024	4.54	0.63	0.26	0.55	8.77	3.42	1.40	1.69
Choro zapato - <i>Choromytilus chorus</i>									
	Fecha	Longitud (cm)	DE	EE	SGR	Peso (g)	DE	EE	SGR
Siembra	24-07-2023	2.04	0.28	0.09	0.00	0.77	0.37	0.12	0.00
1°Monitoreo	30-08-2023	2.50	0.28	0.09	0.56	1.46	0.44	0.15	1.72
2°Monitoreo	26-09-2023	2.88	0.48	0.15	0.52	2.04	1.12	0.35	1.25



3° Monitoreo	24-10-2023	3.35	0.34	0.11	0.53	3.09	1.06	0.33	1.48
4° Monitoreo	30-11-2023	4.09	0.39	0.12	0.54	5.88	1.07	0.34	1.74
5° Monitoreo	19-12-2023	4.59	0.39	0.12	0.61	7.82	2.09	0.66	1.50
6° Monitoreo	18-01-2024	3.81	0.50	0.16	-0.62	5.29	2.06	0.65	-1.30
7° Monitoreo	22-02-2024	5.14	0.47	0.15	0.86	10.81	2.20	0.70	2.04
Ostra japonesa - <i>Crassostrea gigas</i>									
	Fecha	Longitud (cm)	DE	EE	SGR	Peso (g)	DE	EE	SGR
Siembra	24-07-2023	3.73	0.43	0.14	0.00	2.74	0.84	0.27	0.00
1° Monitoreo	30-08-2023	4.69	0.92	0.29	0.62	4.79	2.16	0.68	1.51
2° Monitoreo	26-09-2023	4.90	0.91	0.29	0.16	6.65	2.56	0.81	1.22
3° Monitoreo	24-10-2023	5.45	0.70	0.22	0.38	10.68	3.53	1.11	1.69
4° Monitoreo	30-11-2023	5.26	1.27	0.40	-0.09	11.41	6.69	2.12	0.18
5° Monitoreo	19-12-2023	6.22	1.08	0.34	0.88	20.02	8.23	2.60	2.96
6° Monitoreo	18-01-2024	7.25	1.14	0.36	0.51	29.37	9.83	3.11	1.28
7° Monitoreo	22-02-2024	8.40	1.33	0.42	0.42	44.51	14.32	4.53	1.19
Ostión del norte - <i>Argopecten purpuratus</i>									
	Fecha	Longitud (cm)	DE	EE	SGR	Peso (g)	DE	EE	SGR
Siembra	24-07-2023	2.76	0.13	0.04	0.00	4.84	0.95	0.30	0.00
1° Monitoreo	30-08-2023	3.45	0.23	0.07	0.60	6.27	1.48	0.47	0.70
2° Monitoreo	26-09-2023	3.34	0.31	0.14	-0.11	5.68	1.81	0.81	-0.37
3° Monitoreo	24-10-2023	3.31	0.58	0.22	-0.03	7.66	3.26	1.23	1.07
4° Monitoreo	30-11-2023	3.65	0.26	0.08	0.26	7.41	3.68	1.16	-0.09
5° Monitoreo	19-12-2023	3.40	0.44	0.14	-0.36	6.35	5.07	1.60	-0.81

Para el caso del chorito se sembraron individuos con una talla y peso promedio de 2.90 cm \pm 0.58 y 2.48 g \pm 1.26 respectivamente, los que presentaron un crecimiento en talla y peso sostenido hasta el último monitoreo. Se observa una disminución en la talla y peso a los 64 y 129 días de cultivo, lo que se puede deber a la obtención de organismos aleatorios que pueden haber presentado tallas y pesos mayores. Esto también se ve reflejado en tasa de crecimiento relativa la cual disminuye durante esos monitoreos. Al último monitoreo la talla y peso promedio de los organismos alcanzo los 4.54 cm \pm 0.63 y 8.77 g \pm 3.24 respectivamente (**Figura 61A y B**).

Para choro zapato, se sembraron individuos con una talla y peso promedio de 2.04 cm \pm 0.28 y 0.77 g \pm 0.37 respectivamente, los que presentaron un crecimiento en talla y peso sostenido hasta el último monitoreo. Se observa una disminución en la talla y peso a los 178 días de cultivo. Esto también se ve reflejado en tasa de crecimiento relativa la cual disminuye durante el sexto monitoreo. Al último monitoreo la talla y peso promedio de los organismos alcanzo los 5.14 cm \pm 0.47 y 10.81 g \pm 2.20 respectivamente (**Figura 62A y B**).

Para ostra japonesa se sembraron individuos con una talla y peso promedio de 3.73 cm \pm 0.43 y 2.74 g \pm 0.84 respectivamente, los que presentaron un crecimiento en talla y peso sostenido hasta el último monitoreo. Se observa una disminución en la talla a los 129 días de cultivo. Esto también se ve reflejado en tasa de crecimiento relativa en talla, la cual disminuye durante el cuarto monitoreo. Al último monitoreo la talla y peso promedio de los organismos alcanzo los 8.40 cm \pm 1.33 y 44.51g \pm 14.32 respectivamente (**Figura 63A y B**).

Para ostión del norte, se sembraron individuos con una talla y peso promedio de 2.76 cm \pm 0.13 y 4.84 g \pm 0.95 respectivamente, los que presentaron un crecimiento en talla y peso fluctuante hasta el último monitoreo. Se observa una disminución en la talla a los 64, 92 y 148 días de cultivo. Esto también se



ve reflejado en tasa de crecimiento relativa en talla y peso, la cual disminuye durante estos monitoreos. Al 3ltimo monitoreo la talla y peso promedio de los organismos alcanzo los 3.40 cm \pm 0.44 y 6.35 g \pm 5.07 respectivamente (**Figura 64A y B**).

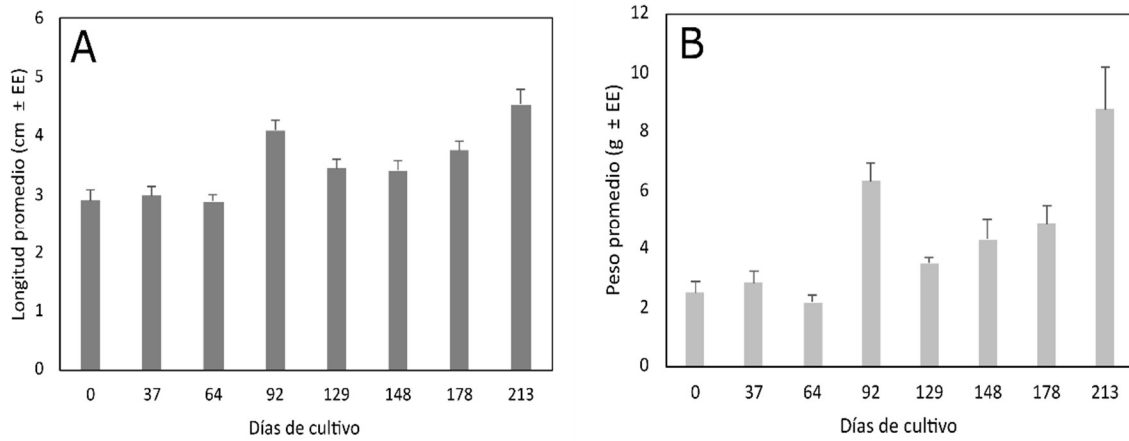


Figura 61. Crecimiento promedio (\pm EE) en longitud (A) y peso (B) para choro (*Mytilus chilensis*) cultivado en cuelgas en sitio Quinchao.

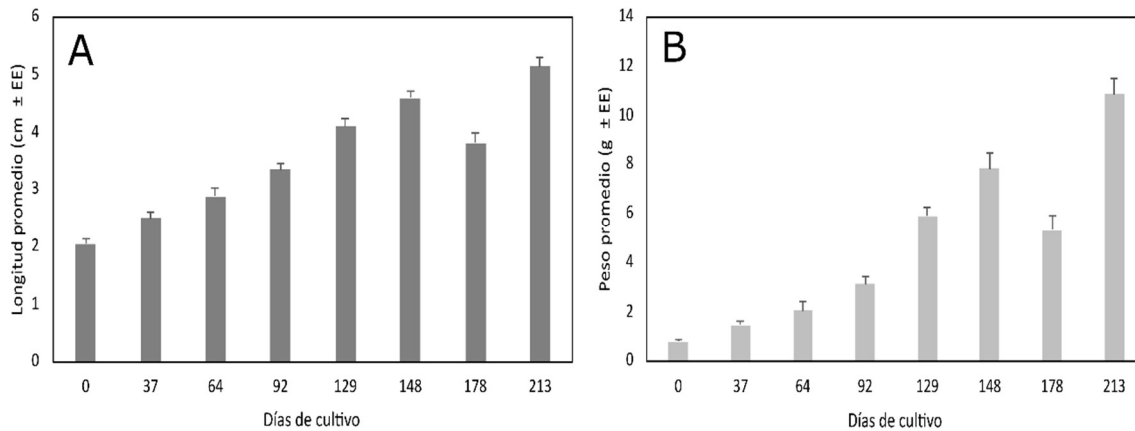


Figura 62. Crecimiento promedio (\pm EE) en longitud (A) y peso (B) para choro zapato (*Choromytilus chorus*) cultivado en linternas en sitio Quinchao.

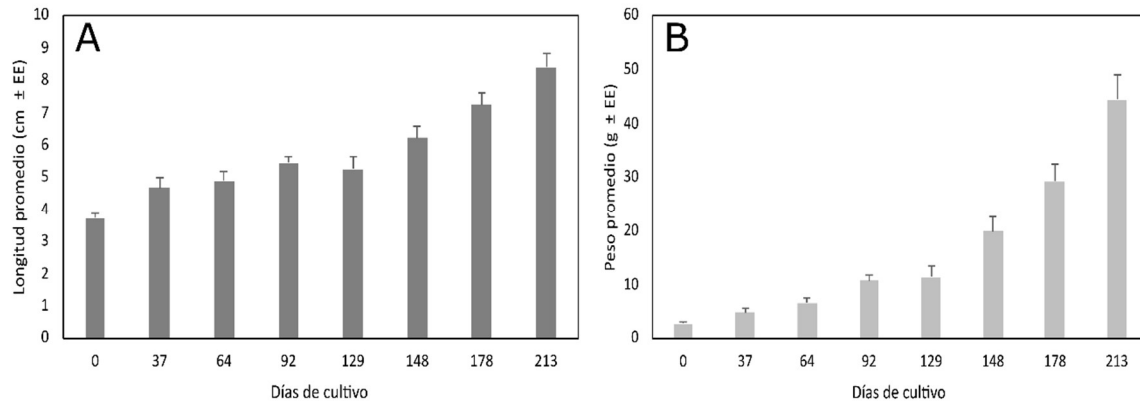


Figura 63. Crecimiento promedio (\pm EE) en longitud (A) y peso (B) para ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) cultivado en linternas en sitio Quinchao.

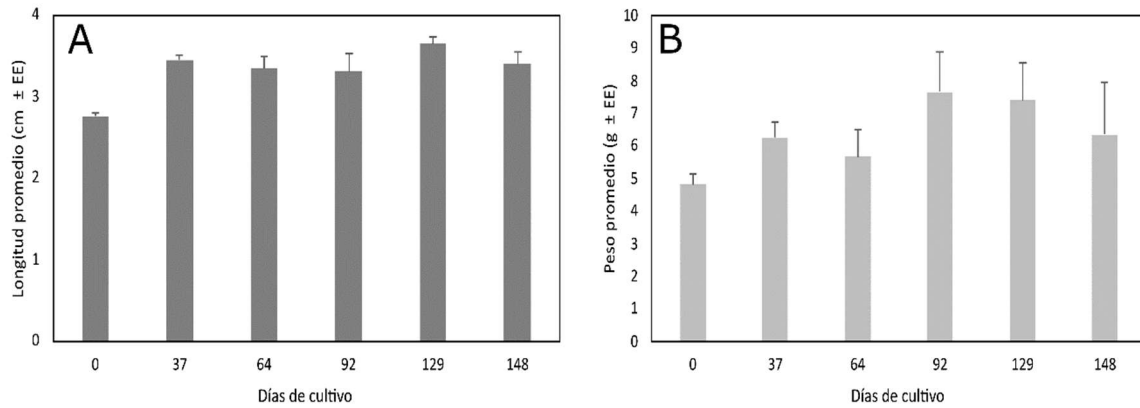


Figura 64. Crecimiento promedio (\pm EE) en longitud (A) y peso (B) para ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) cultivado en linternas en sitio Quinchao.

5.5.2.3. Sitio Pudeto

Pelillo (*G. chilensis*)

El cultivo se mantuvo por 161 días. Mensualmente, se cuantificó el peso húmedo del alga para cada uno de los tratamientos y el peso de los epibiontes presentes al momento de la extracción de las muestras (i.e., segmentos de 2,5 metros) en las camillas de cultivo. En la **Tabla 38**, se presentan resultados de biomasa húmeda en 2,5 metros, para tratamiento solo algas, co-cultivo con ostras, y co-cultivo con choro zapato. No se observó la aparición de organismos epibiontes durante el ciclo de cultivo, exceptuando la aparición de diatomeas no cuantificables al final del cultivo.



Tabla 38.

Peso húmedo promedio de *G. chilensis* en 2,5 metros lineales (N= 4 segmentos), en camillas solo con algas, co-cultivo con ostras y co-cultivo con choro zapato y peso húmedo promedio de epibiontes en 2,5 metros lineales para cada uno de los tratamientos, sitio Pudeto. PC = solo algas (control), P+O = co-cultivo con ostras, P+Ch = co-cultivo con choro zapato, DS = Desviación estándar, EE = Error estándar, SGR = Tasa de crecimiento estándar relativa.

	Fecha	Pelillo				Pelillo + Ostra				Pelillo + Choro			
		PC (kg / 2.5m)	DS	EE	SGR	P+O (kg / 2.5m)	DS	EE	SGR	P+Ch (kg / 2.5m)	DS	EE	SGR
Siembra	09-08-2023	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
1° Monitoreo	01-09-2023	0.67	0.13	0.06	1.24	0.51	0.10	0.05	0.07	0.57	0.03	0.02	0.55
2° Monitoreo	28-09-2023	1.32	0.17	0.08	2.48	0.58	0.08	0.04	0.51	0.81	0.13	0.07	1.28
3° Monitoreo	26-10-2023	5.06	0.86	0.43	4.80	1.90	0.30	0.15	4.21	3.35	0.72	0.36	5.08
4° Monitoreo	28-11-2023	6.34	3.12	1.56	0.69	4.07	0.45	0.26	2.31	6.06	2.74	1.37	1.80
5° Monitoreo	21-12-2023	5.10	2.14	1.07	-0.94	2.26	1.33	0.66	-2.55	6.25	2.20	1.10	0.14
6° Monitoreo	16-01-2024	7.36	2.25	1.13	1.41	0.47	0.20	0.11	-6.07	3.95	0.41	0.20	-1.76

La acumulación mayor de biomasa en el tratamiento control (solo algas), se registró durante enero 2024, alcanzando 7.36 Kg. En los tratamientos de co-cultivo con ostras y choro zapato, la acumulación de mayor biomasa ocurrió durante noviembre 2023 y diciembre 2023, alcanzando 4.07 Kg y 6.25 Kg, respectivamente. Los valores de SGR para el tratamiento control disminuye solo en el quinto monitoreo (diciembre). Los tratamientos de co-cultivo de ostra y choro zapato, comienzan a disminuir desde el quinto y sexto monitoreo (diciembre-enero), respectivamente (SGR P+O = -2.55; P+Ch = -1.76). Al comparar la varianza de la biomasa máxima luego de los 196 días de cultivo, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($F=44.843$; $g.l.=2$; $p > 0.01$) (**Figura 65**).

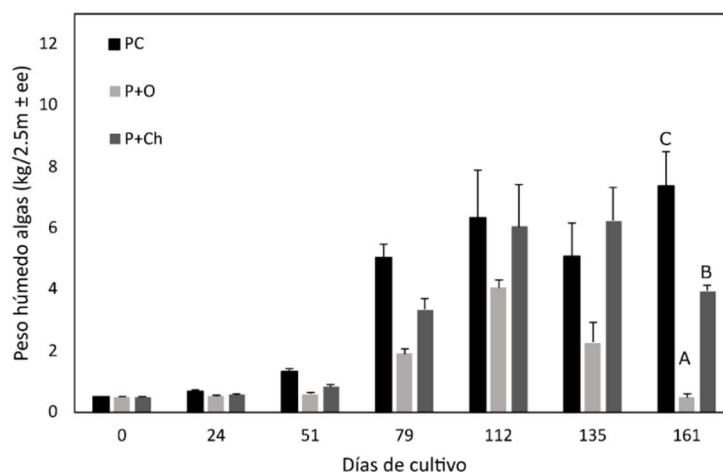


Figura 65. Crecimiento promedio en peso húmedo (kg / 2,5m ± EE) en unidades de línea (N= 4 tratamientos y controles, en segmentos de 2,5 metros) de cultivo de pelillo (*G. chilensis*), sitio Pudeto. PC = solo algas control, P+O = co-cultivo con ostras, P+Ch = co-cultivo con choro zapato. A, B, C = subgrupos derivados del análisis estadístico.



Ostras (*C. gigas*)

El cultivo se monitoreó por 196 días, hasta febrero 2024. Mensualmente, se cuantificó el peso húmedo de las mallas. En la **Tabla 39**, se presentan resultados de biomasa húmeda para los tratamientos solo ostras y co-cultivo algas y ostras (N= 6 mallas para ambos tratamientos). La densidad inicial de siembra fue de 100 individuos por malla de cultivo (6 mallas por estructura de cultivo).

Se observa un crecimiento sostenido para el tratamiento solo ostra durante el cultivo. Para el tratamiento ostra + pelillo se observa un crecimiento sostenido hasta el día 112 de cultivo, el que luego disminuye levemente en el monitoreo posterior, para luego volver a aumentar hasta el monitoreo final (**Figura 66**). Los valores de SGR muestran que para el caso del tratamiento ostra más pelillo durante el quinto monitoreo el valor obtenido es negativo (**Tabla 39**). Luego de 196 días de cultivo, el tratamiento solo ostra, obtuvo un valor mayor (3.74 kg) en comparación al tratamiento ostra más pelillo (3.16 kg), aunque no fue estadísticamente significativo ($t = 1.767$; $p = 0.114$). Se observó la aparición de organismos epibiontes en las mallas de cultivo, al final del ciclo pero que no generaron inconvenientes en el crecimiento de los recursos.

Tabla 39.

Peso húmedo promedio de las mallas (N=6) de ostra *C. gigas*, sitio Pudeto. DS = Desviación estándar, EE = Error estándar, SGR = Tasa de crecimiento estándar relativa.

	Fecha	Ostra				Ostra + Pelillo			
		Peso húmedo (kg)	DS	EE	SGR	Peso húmedo (kg)	DS	EE	SGR
Siembra	09-08-2023	0.29	0.09	0.04	0	0.24	0.11	0.04	0
1° Monitoreo	01-09-2023	0.29	0.06	0.02	0.05	0.30	0.05	0.02	0.91
2° Monitoreo	28-09-2023	0.51	0.16	0.07	2.02	0.47	0.14	0.06	1.69
3° Monitoreo	26-10-2023	0.87	0.21	0.09	1.95	0.78	0.14	0.06	1.84
4° Monitoreo	28-11-2023	1.68	0.26	0.11	1.98	1.82	0.26	0.11	2.57
5° Monitoreo	21-12-2023	1.71	0.21	0.09	0.07	1.64	0.06	0.03	-0.44
6° Monitoreo	16-01-2024	2.75	0.33	0.13	1.83	2.91	0.24	0.11	2.20
7° Monitoreo	20-02-2024	3.74	0.68	0.28	0.88	3.16	0.40	0.18	0.23

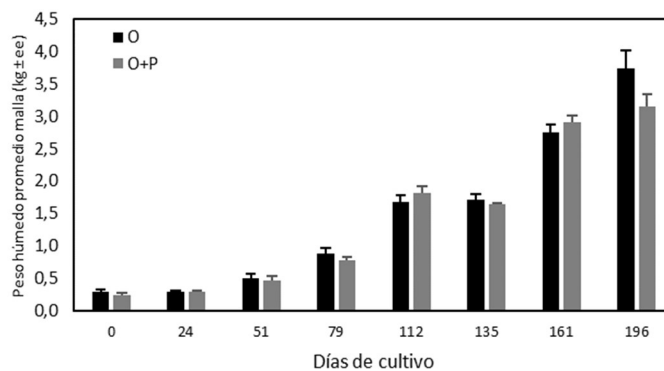


Figura 66. Crecimiento promedio en peso húmedo ($\text{kg} \pm \text{EE}$) para ostra *C. gigas* cultivadas en mallas (N=6), sitio Pudeto. O= solo ostras, O+P= co-cultivo con pelillo.



Índice de condición e índice de rendimiento productivo.

En la **Tabla 40**, se presentan resultados de rendimiento productivo de ostra *C. gigas* para los tratamientos solo ostras y ostra + alga. En la **Figura 67** se presentan los resultados de índice de condición (IC) y para el índice de rendimiento productivo (IRP) en ambos tratamientos. Ambos índices están asociados a la reproducción y alimentación de los organismos, permitiendo observar si éstos se encuentran en una condición de alta o baja calidad.

El índice de condición (IC) del tratamiento solo ostra, presentó una tendencia a la disminución de los valores, donde solo se observa un aumento al tercer monitoreo. Se observaron valores mayores de IC para el tratamiento solo ostra en el primer, tercer y sexto monitoreo (24, 80 y 203 días respectivamente) respecto a ostra + alga. En los demás monitoreos los valores observados fueron menores. El tratamiento ostra + alga presentó una tendencia al aumento hasta el cuarto monitoreo para luego disminuir (**Figura 67A**). Para el IRP, la línea de tendencia fue similar a la del IC en ambos tratamientos (**Figura 67B**). Al comparar los pesos húmedos totales (N=10 individuos) para cada tratamiento, al día 203 de cultivo, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos (t=0.636; p=0.533).

Tabla 40.

Rendimiento productivo para ostra *C. gigas* (N=10) cultivadas en mallas, sitio Pudeto. IC = índice de condición, IRP = índice de rendimiento productivo; EE = error estándar.

	Fecha	Ostra			Ostra + Pelillo				
		IC%	EE	IRP%	EE	IC%	EE	IRP%	EE
1° Monitoreo	01-09-2023	66.70	18.91	40.01	10.69	44.51	15.52	30.80	9.44
2° Monitoreo	28-09-2023	51.99	24.70	34.20	12.26	61.10	19.30	37.93	11.35
3° Monitoreo	26-10-2023	76.31	22.31	43.28	11.61	66.13	15.07	39.80	9.85
4° Monitoreo	28-11-2023	56.11	14.99	35.94	9.47	76.68	16.39	43.40	9.63
5° Monitoreo	16-01-2024	45.30	12.68	31.18	8.66	48.10	13.05	32.48	8.53
6° Monitoreo	26-02-2024	32.27	10.65	24.39	7.66	28.72	7.98	22.31	6.15

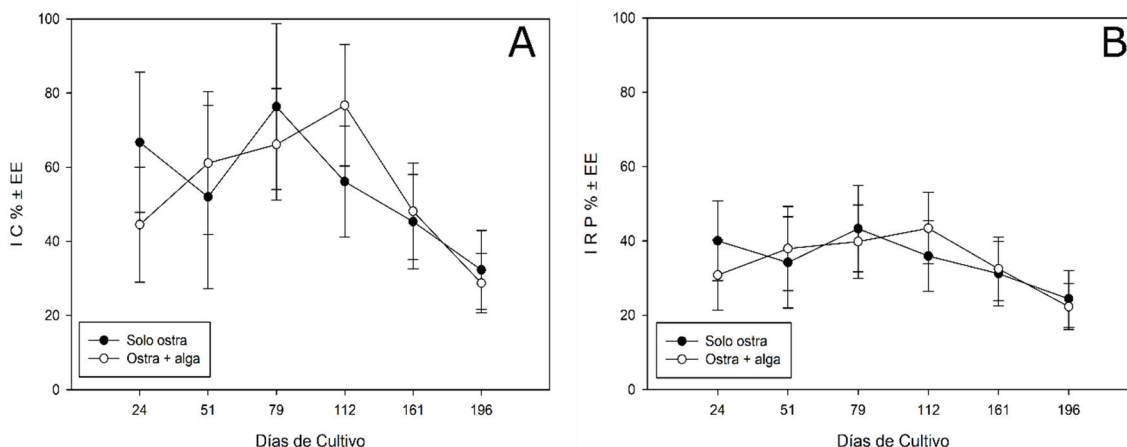


Figura 67. Rendimiento productivo promedio (% ± EE) para ostra *C. gigas* (N=10) cultivadas en mallas, sitio Pudeto. A) Índice de condición, B) Índice de rendimiento productivo.



Choro zapato (*C. chorus*)

El cultivo se monitoreó por 196 días, hasta febrero 2024. Mensualmente, se cuantificó el peso húmedo de las mallas. En la **Tabla 41**, se presentan resultados de biomasa húmeda para los tratamientos solo choro zapato y choro zapato + algas (N= 6 mallas para ambos tratamientos). La densidad inicial de siembra fue de 100 individuos por malla de cultivo (6 mallas por estructura de cultivo).

Se observa un crecimiento sostenido para el tratamiento solo choro zapato, con una leve disminución en el peso húmedo promedio durante el último monitoreo. Para el tratamiento choro zapato + pelillo se observa un crecimiento sostenido hasta el día 79 de cultivo, el que luego disminuye levemente a los 112 y 196 días respectivamente (**Figura 68**). Valores de SGR negativo se muestran para ambos tratamientos durante el cuarto y séptimo monitoreo (**Tabla 41**). Luego de 196 días de cultivo, el tratamiento solo choro zapato, obtuvo un valor mayor (1.53 kg) en comparación al tratamiento choro zapato + pelillo (1.03 kg) ($t= 3.215$; $p= 0.015$).

Tabla 41.

Peso húmedo promedio de las mallas (N=6) de choro zapato *C. chorus*, sitio Pudeto. DS = Desviación estándar, EE = Error estándar, SGR = Tasa de crecimiento estándar relativa.

	Fecha	Choro zapato				Choro zapato + pelillo			
		Peso húmedo (kg)	DS	EE	SGR	Peso húmedo (kg)	DS	EE	SGR
Siembra	09-08-2023	0.10	0.01	0.01	0	0.09	0.01	0.01	0
1° Monitoreo	01-09-2023	0.16	0.02	0.01	2.05	0.14	0.03	0.01	1.76
2° Monitoreo	28-09-2023	0.38	0.07	0.03	3.24	0.22	0.05	0.02	1.74
3° Monitoreo	26-10-2023	0.77	0.17	0.07	2.51	0.72	0.35	0.16	4.30
4° Monitoreo	28-11-2023	0.76	0.23	0.10	-0.04	0.56	0.30	0.13	-0.77
5° Monitoreo	21-12-2023	1.01	0.15	0.06	1.24	0.73	0.24	0.12	1.13
6° Monitoreo	16-01-2024	1.61	0.09	0.04	1.79	1.34	0.16	0.08	2.34
7° Monitoreo	20-02-2024	1.53	0.25	0.10	-0.14	1.03	0.24	0.12	-0.76

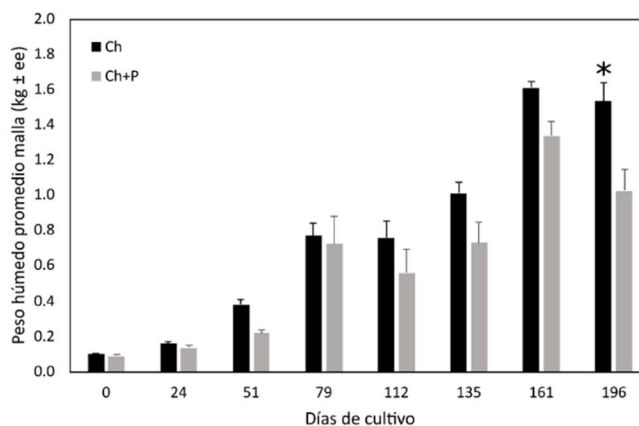


Figura 68. Crecimiento promedio en peso húmedo (kg ± EE) para choro zapato *C. chorus* en mallas, sitio Pudeto. Ch= solo choro zapato, Ch+P= co-cultivo con pelillo. * = diferencia entre tratamientos.



Índice de condición e índice de rendimiento productivo.

En la **Tabla 42**, se presentan resultados de rendimiento productivo de choro zapato *C. chorus* para los tratamientos solo choro zapato y choro zapato + algas. En la **Figura 69** se presentan los resultados de índice de condición (IC) y para el índice de rendimiento productivo (IRP) en ambos tratamientos. El índice de condición (IC) del tratamiento solo choro zapato presentó una tendencia al alza de los valores, con disminuciones en el tercer y quinto monitoreo. Se observaron valores mayores de IC para el tratamiento solo choro zapato que choro zapato + pelillo. El tratamiento choro zapato + pelillo presentó una tendencia al aumento, con una disminución en el tercer y quinto monitoreo (**Figura 69A**). Para el IRP, la línea de tendencia fue similar a la del IC en ambos tratamientos (**Figura 69B**). Al comparar los pesos húmedos totales (N= 10 individuos) al día 203 de cultivo, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($t = -1.858$; $p = 0.080$).

Tabla 42.

Rendimiento productivo para choro zapato *C. chorus* (N=10) cultivadas en mallas, sitio Pudeto. IC = índice de condición, IRP = índice de rendimiento productivo; EE = error estándar.

	Fecha	choro zapato				choro zapato + pelillo			
		IC%	EE	IRP%	EE	IC%	EE	IRP%	EE
1° Monitoreo	01-09-2023	36.20	18.56	18.30	9.57	26.58	13.01	15.47	8.01
2° Monitoreo	28-09-2023	36.60	15.10	29.78	25.29	26.79	14.86	22.95	15.75
3° Monitoreo	26-10-2023	12.23	7.51	54.62	32.32	10.90	6.60	35.33	29.69
4° Monitoreo	28-11-2023	63.88	27.72	27.39	8.67	38.98	14.48	21.50	7.73
5° Monitoreo	16-01-2024	36.54	4.47	73.94	15.89	26.76	3.93	42.51	10.37
6° Monitoreo	26-02-2024	64.89	23.80	71.46	29.82	39.35	12.23	41.68	13.31

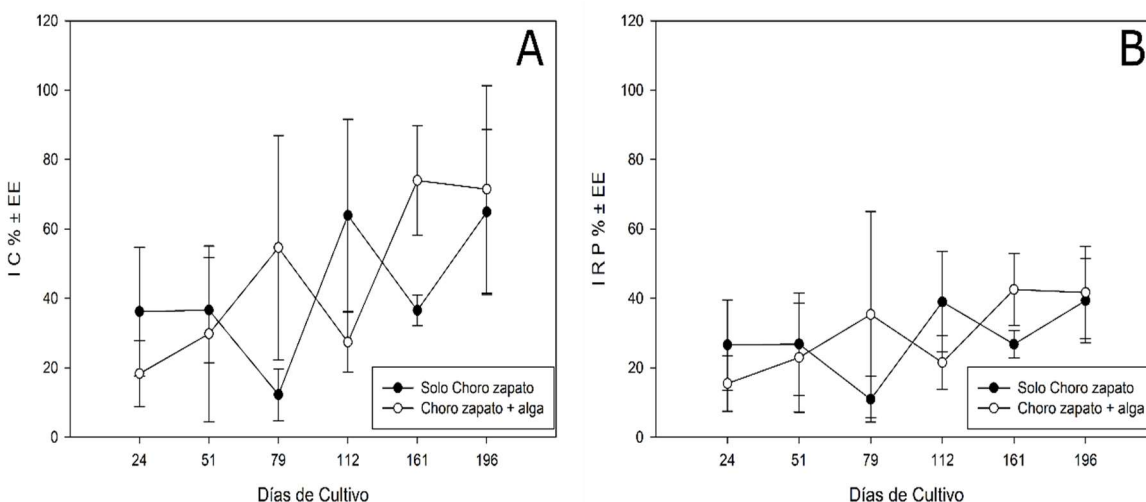


Figura 69. Rendimiento productivo promedio (% ± EE) para choro zapato *C. chorus* (N=10) cultivados en mallas, sitio Pudeto. A) Índice de condición, B) Índice de rendimiento productivo.



5.5.2.3. Sitio Hueihue

Chicorea (*C. chamissoi*)

El cultivo se mantuvo por 126 días. Mensualmente, se cuantificó el peso húmedo del alga y de los epibiontes presentes al momento de la extracción de las muestras desde las unidades de plansa (i.e., segmentos de 5 metros). En la **Tabla 43**, se presentan resultados de biomasa húmeda en 5 metros (alta y baja densidad) junto con los resultados de los controles en 5 metros (alta y baja densidad), y en la **Tabla 44**, el peso húmedo de los epibiontes (alta y baja densidad) junto con los epibiontes de los controles (alta y baja densidad), respectivamente.

Tabla 43.

Peso húmedo promedio del alga chicorea *C. chamissoi* en unidades de plansa (N= 10 segmentos de 5 metros), alta y baja densidad y controles (N=5 segmentos de 5 metros), en el sitio de cultivo Hueihue. AA = Peso húmedo alga alta densidad, AB = Peso húmedo alga baja densidad, CA = Peso húmedo control alta densidad, CB = Peso húmedo control baja densidad, DS = Desviación estándar, EE = Error estándar, SGR = Tasa de crecimiento estándar relativa.

Peso húmedo alga chicorea									
	Fecha	AA (kg/5m)	DE	EE	SGR	AB (kg/5m)	DE	EE	SGR
Siembra	17-08-2023	0.50	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00
1°Monitoreo	04-09-2023	0.81	0.25	0.11	2.51	0.67	0.12	0.05	5.17
2°Monitoreo	28-09-2023	1.38	0.73	0.32	1.25	0.94	0.20	0.09	0.78
3°Monitoreo	25-10-2023	0.54	0.15	0.07	-1.34	0.58	0.005	0.004	-0.68
4°Monitoreo	29-11-2023	0.47	0.14	0.07	-0.13	0.62	0.19	0.14	0.05
5°Monitoreo	20-12-2023	0.53	0.18	0.09	0.10	0.57	0.14	0.10	-0.06
Peso húmedo alga control									
	Fecha	CA (kg/5m)	DE	EE	SGR	CB (kg/5m)	DE	EE	SGR
Siembra	17-08-2023	0.50	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00
1°Monitoreo	04-09-2023	0.66	0.18	0.08	1.42	0.70	0.11	0.05	5.38
2°Monitoreo	28-09-2023	1.18	0.23	0.12	1.36	1.19	0.17	0.07	1.25
3°Monitoreo	25-10-2023	0.41	0.00	0.00	-1.51	0.87	0.27	0.12	-0.45
4°Monitoreo	29-11-2023	0.22	0.00	0.00	-0.61	0.61	0.22	0.10	-0.33
5°Monitoreo	20-12-2023	0.37	0.00	0.00	0.43	0.56	0.29	0.13	-0.08



Tabla 44.

Peso húmedo promedio de los epibiontes en chicorea *C. chamissoi* en unidades de plansa (N= 10 segmentos de 5 metros), alta y baja densidad y controles (N=5 segmentos de 5 metros), en el sitio de cultivo Hueihue. EA = Peso húmedo epibiontes alta densidad, EB = Peso húmedo epibiontes baja densidad, ECA = Peso húmedo epibiontes control alta densidad, ECB = Peso húmedo epibiontes control baja densidad, DS = Desviación estándar, EE = Error estándar.

Peso húmedo epibiontes							
	Fecha	EA (kg/5m)	DE	EE	EB (kg/5m)	DE	EE
Siembra	17-08-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1°Monitoreo	04-09-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2°Monitoreo	28-09-2023	0.20	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00
3°Monitoreo	25-10-2023	0.50	0.49	0.34	0.37	0.11	0.08
4°Monitoreo	29-11-2023	0.40	0.24	0.12	0.60	0.39	0.19
5°Monitoreo	20-12-2023	0.53	0.34	0.17	0.57	0.24	0.12
Peso húmedo epibiontes control							
	Fecha	ECA (kg/5m)	DE	EE	ECB (kg/5m)	DE	EE
Siembra	17-08-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1°Monitoreo	04-09-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2°Monitoreo	28-09-2023	0.20	0.00	0.00	0.25	0.07	0.04
3°Monitoreo	25-10-2023	0.50	0.00	0.00	0.44	0.16	0.11
4°Monitoreo	29-11-2023	0.61	0.00	0.00	0.51	0.19	0.10
5°Monitoreo	21-12-2022	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

La mayor acumulación de biomasa se obtuvo luego de 43 días de cultivo, durante el mes de septiembre del 2023, alcanzando sobre los 1.38 Kg para el cultivo con alta densidad y sobre los 0.94 Kg para baja densidad. Para los controles, la mayor acumulación de biomasa se registró durante el mes de septiembre de 2023, alcanzando sobre 1.18 Kg para alta densidad y 1.19 Kg para baja densidad, las que luego de estos monitoreos presentaron una disminución de biomasa (**Figura 70A**). La aparición de epifitos se observó desde el día 43, los que se mantuvieron en valores similares hasta el final del ciclo de cultivo (**Figura 70B**).

Los valores de SGR muestran que desde el mes de octubre 2023 el crecimiento para ambos tratamientos comienza a disminuir.

Se realizó la poda en los tratamientos de alta y baja densidad, durante el mes de octubre 2023 correspondiente al tercer monitoreo, obteniendo como biomasa total 1.265 kg de alga húmeda.

Al comparar la biomasa final obtenida al último monitoreo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos y controles ($F=0.187$; g.l.=3; $p=0.902$).

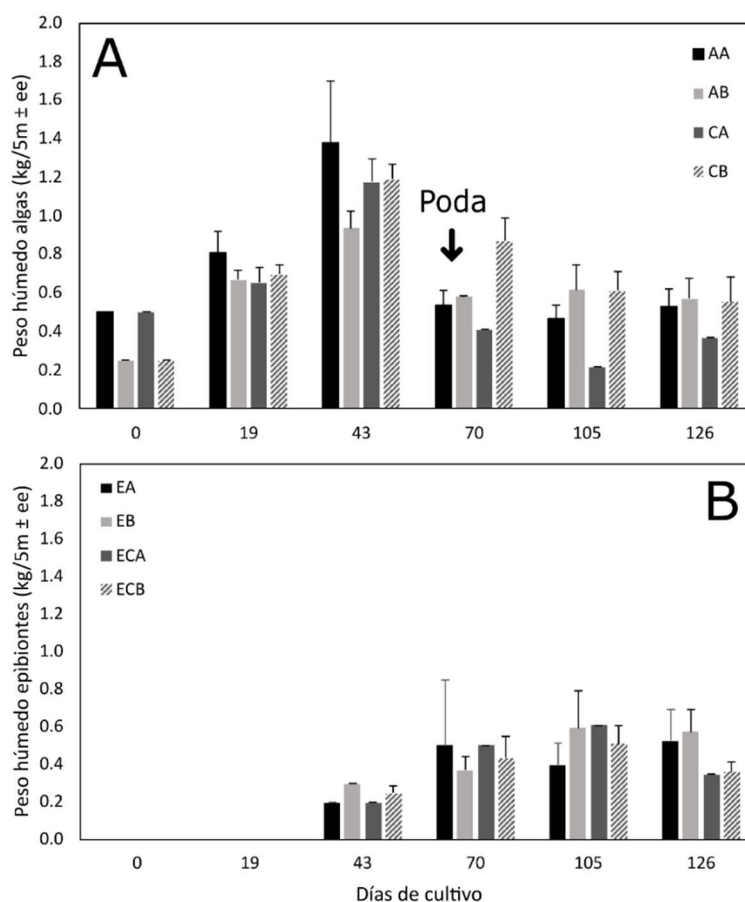


Figura 70. Crecimiento promedio en peso húmedo (kg / 5m \pm EE) de cultivo de chicorea (*C. chamissoi*) en unidades de planza (N= 10 segmentos de 5 metros en alta y baja densidad) y controles (N=5 segmentos de 5 metros en alta y baja densidad), en el sitio de cultivo Hueihue. A) Algas en alta y baja densidad y respectivos controles. (AA = Peso húmedo alga alta densidad, AB = Peso húmedo alga baja densidad, CA = Peso húmedo control alta densidad, CB = Peso húmedo control baja densidad). B) Epibiontes en alta y baja densidad y respectivos controles. (EA = Peso húmedo epibiontes alta densidad, EB = Peso húmedo epibiontes baja densidad, ECA = Peso húmedo epibiontes control alta densidad, ECB = Peso húmedo epibiontes control baja densidad).

Pelillo (*G. chilensis*)

El cultivo se mantuvo por 126 días. Mensualmente, se cuantificó el peso húmedo del alga y de los epibiontes presentes al momento de la extracción de las muestras desde las unidades de planza (i.e., segmentos de 5 metros). En la **Tabla 45**, se presentan resultados de biomasa húmeda en 5 metros (alta y baja densidad) junto con los resultados de los controles en 5 metros (alta y baja densidad), y en la **Tabla 46**, el peso húmedo de los epibiontes (alta y baja densidad) junto con los epibiontes de los controles (alta y baja densidad), respectivamente.



Tabla 45.

Peso húmedo promedio del alga pelillo *G. chilensis* en unidades de plansa (N= 10 segmentos de 5 metros), alta y baja densidad y controles (N=5 segmentos de 5 metros) alta y baja densidad, en el sitio de cultivo Hueihue. AA = Peso húmedo alga alta densidad, AB = Peso húmedo alga baja densidad, CA = Peso húmedo control alta densidad, CB = Peso húmedo control baja densidad, DS = Desviación estándar, EE = Error estándar, SGR = Tasa de crecimiento estándar relativa.

Peso húmedo alga pelillo									
	Fecha	AA (kg/5m)	DE	EE	SGR	AB (kg/5m)	DE	EE	SGR
Siembra	17-08-2023	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
1°Monitoreo	04-09-2023	1.87	0.88	0.39	3.28	1.72	0.90	0.40	6.51
2°Monitoreo	28-09-2023	3.41	1.08	0.48	1.40	3.44	1.41	0.63	1.61
3°Monitoreo	25-10-2023	2.84	0.02	0.01	-0.27	4.81	3.33	1.92	0.48
4°Monitoreo	29-11-2023	1.53	0.93	0.66	-0.59	2.95	2.41	1.39	-0.47
5°Monitoreo	20-12-2023	2.97	0.10	0.07	0.53	1.35	0.10	0.07	-0.62
Peso húmedo alga control									
	Fecha	CA (kg/5m)	DE	EE	SGR	CB (kg/5m)	DE	EE	SGR
Siembra	17-08-2023	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
1°Monitoreo	04-09-2023	1.58	0.52	0.23	2.40	1.55	0.83	0.37	5.97
2°Monitoreo	28-09-2023	3.19	1.05	0.47	1.63	3.17	1.71	0.77	1.66
3°Monitoreo	25-10-2023	3.28	3.42	2.42	0.04	2.84	0.02	0.01	-0.16
4°Monitoreo	29-11-2023	3.65	0.00	0.00	0.10	4.95	0.00	0.00	0.53
5°Monitoreo	20-12-2023	4.21	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 46.

Peso húmedo promedio de los epibiontes en alga pelillo *G. chilensis* en unidades de plansa (N= 10 segmentos de 5 metros), alta y baja densidad y controles (N=5 segmentos de 5 metros) alta y baja densidad, en el sitio de cultivo Hueihue. EA = Peso húmedo epibiontes alta densidad, EB = Peso húmedo epibiontes baja densidad, ECA = Peso húmedo epibiontes control alta densidad, ECB = Peso húmedo epibiontes control baja densidad, DS = Desviación estándar, EE = Error estándar.

Peso húmedo epibiontes							
	Fecha	EA (kg/5m)	DE	EE	EB (kg/5m)	DE	EE
Siembra	17-08-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1°Monitoreo	04-09-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2°Monitoreo	28-09-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3°Monitoreo	25-10-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4°Monitoreo	29-11-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5°Monitoreo	20-12-2023	0.16	0.08	0.06	0.23	0.07	0.05
Peso húmedo epibiontes control							
	Fecha	ECA (kg/5m)	DE	EE	ECB (kg/5m)	DE	EE
Siembra	17-08-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1°Monitoreo	04-09-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2°Monitoreo	28-09-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3°Monitoreo	25-10-2023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4°Monitoreo	29-11-2023	0.37	0.11	0.06	0.00	0.00	0.00
5°Monitoreo	20-12-2023	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

La mayor acumulación de biomasa se obtuvo luego de 43 días de cultivo, durante el mes de septiembre del 2023, alcanzando sobre los 3.41 Kg para el cultivo con alta densidad y luego de 70



días de cultivo, durante el mes de octubre del 2023 sobre los 4.81 Kg para baja densidad. Para los controles, la mayor acumulación de biomasa se registró durante el mes de diciembre de 2023, alcanzando sobre 4.21 Kg para alta densidad y durante el mes de noviembre de 2023, alcanzando 4.95 Kg para baja densidad (**Figura 71A**). La aparición de epifitos se observó desde el día 105 en los controles de alta densidad y en el posterior monitoreo en las algas de alta y baja densidad. solo los controles de baja densidad no presentaran la aparición de epifitos (**Figura 71B**). Los valores de SGR muestran que desde el mes de octubre 2023 para alta densidad y noviembre 2023 para baja densidad, el crecimiento comienza a disminuir. Se realizó la poda en los tratamientos de alta y baja densidad, durante el mes de octubre 2023 correspondiente al tercer monitoreo, obteniendo como biomasa total 19.59 kg de alga húmeda. Al comparar la biomasa final obtenida en noviembre 2023, momento en que se encontraban todos los tratamientos en cultivo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($F=0.681$; $g.l.=3$; $p=0.620$).

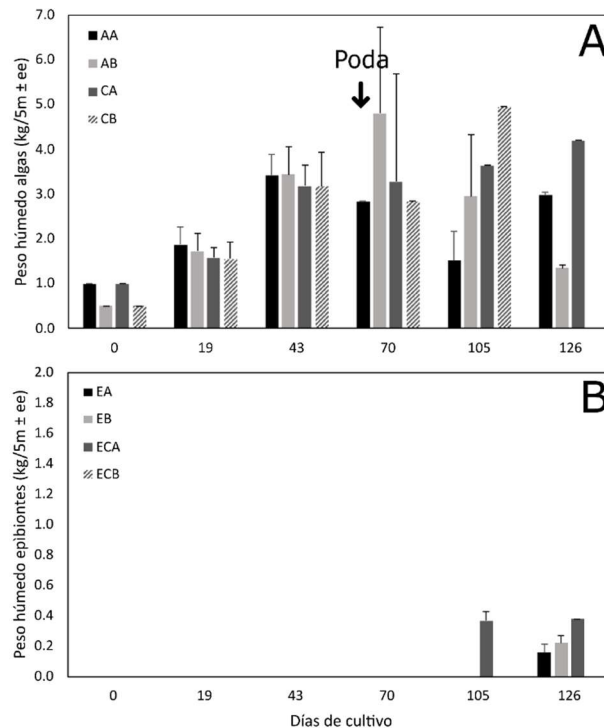


Figura 71. Crecimiento promedio en peso húmedo (kg / 5m ± EE) de cultivo de pelillo (*G. chilensis*) en unidades de plansa (N= 10 segmentos de 5 metros en alta y baja densidad) y controles (N=5 segmentos de 5 metros en alta y baja densidad), en el sitio de cultivo Hueihue. A) Algas en alta y baja densidad y respectivos controles. (AA = Peso húmedo alga alta densidad, AB = Peso húmedo alga baja densidad, CA = Peso húmedo control alta densidad, CB = Peso húmedo control baja densidad). B) Epibiontes en alta y baja densidad y respectivos controles. (EA = Peso húmedo epibiontes alta densidad, EB = Peso húmedo epibiontes baja densidad, ECA = Peso húmedo epibiontes control alta densidad, ECB = Peso húmedo epibiontes control baja densidad).



Cultivo portafolio multi-especies.

El cultivo se mantuvo por 210 días. Mensualmente, dependiendo de la condición climática, se cuantificó la longitud y el peso al momento de la extracción de las muestras desde las unidades de cultivo (i.e., linternas). En la **Tabla 47**, se presentan resultados de longitud y peso para cada uno de los recursos bivalvos.

Tabla 47.

Longitud (cm) y peso (g) para cada uno de los recursos bivalvos (*M. chilensis*, *Ch. chorus*, *C. gigas* y *A. purpuratus*) en unidades de cultivo (linternas), en el sitio de cultivo Hueihue. De = Desviación estándar, EE = Error estándar, SGR = Tasa de crecimiento estándar relativa.

Chorito - <i>Mytilus chilensis</i>									
	Fecha	Longitud (cm)	DE	EE	SGR	Peso (g)	DE	EE	SGR
Siembra	26-07-2023	2.90	0.58	0.18	0.00	2.48	1.26	0.40	0.00
1° Monitoreo	05-09-2023	2.99	0.56	0.18	0.07	2.08	1.29	0.41	-0.43
2° Monitoreo	28-09-2023	3.06	0.56	0.18	0.11	2.72	1.16	0.37	1.17
3° Monitoreo	25-10-2023	3.35	1.05	0.33	0.34	4.05	3.33	1.05	1.47
4° Monitoreo	29-11-2023	4.01	0.27	0.09	0.51	5.56	1.43	0.45	0.91
5° Monitoreo	20-12-2023	4.20	0.31	0.10	0.22	6.71	1.42	0.45	0.90
6° Monitoreo	24-01-2024	4.23	0.29	0.09	0.02	3.33	0.97	0.31	-2.00
7° Monitoreo	21-02-2024	4.96	1.03	0.33	0.57	11.04	3.83	1.21	4.28
Choro zapato - <i>Choromytilus chorus</i>									
	Fecha	Longitud (cm)	DE	EE	SGR	Peso (g)	DE	EE	SGR
Siembra	26-07-2023	2.04	0.28	0.09	0.00	0.77	0.37	0.12	0.00
1° Monitoreo	05-09-2023	2.49	0.48	0.15	0.49	1.16	0.60	0.19	1.00
2° Monitoreo	28-09-2023	2.58	0.28	0.09	0.17	1.52	0.29	0.09	1.18
3° Monitoreo	25-10-2023	3.43	0.38	0.12	1.05	3.60	1.00	0.32	3.19
4° Monitoreo	29-11-2023	4.17	0.35	0.11	0.56	5.70	1.02	0.32	1.31
5° Monitoreo	20-12-2023	4.42	0.63	0.20	0.28	7.86	3.11	0.98	1.53
6° Monitoreo	24-01-2024	4.79	0.47	0.15	0.23	4.65	1.31	0.42	-1.50
7° Monitoreo	21-02-2024	4.91	0.61	0.19	0.09	9.77	3.82	1.21	2.65
Ostra japonesa - <i>Crassostrea gigas</i>									
	Fecha	Longitud (cm)	DE	EE	SGR	Peso (g)	DE	EE	SGR
Siembra	26-07-2023	3.73	0.43	0.14	0.00	2.74	0.84	0.27	0.00
1° Monitoreo	05-09-2023	5.03	0.98	0.31	0.73	5.42	2.35	0.74	1.66
2° Monitoreo	28-09-2023	4.46	0.70	0.22	-0.52	7.04	2.44	0.77	1.14
3° Monitoreo	25-10-2023	5.51	0.83	0.26	0.78	14.22	5.46	1.73	2.60
4° Monitoreo	29-11-2023	6.63	0.72	0.23	0.53	21.01	7.25	2.29	1.12
5° Monitoreo	20-12-2023	6.50	1.35	0.43	-0.09	20.38	6.56	2.07	-0.14
6° Monitoreo	24-01-2024	7.05	1.26	0.40	0.23	14.92	7.45	2.36	-0.89
7° Monitoreo	21-02-2024	7.95	1.10	0.35	0.43	39.09	12.85	4.06	3.44
Ostión del norte - <i>Argopecten purpuratus</i>									
	Fecha	Longitud (cm)	DE	EE	SGR	Peso (g)	DE	EE	SGR
Siembra	26-07-2023	2.76	0.13	0.04	0.00	4.84	0.95	0.30	0.00
1° Monitoreo	05-09-2023	3.92	0.30	0.09	0.86	9.22	1.83	0.58	1.57
2° Monitoreo	28-09-2023	3.56	0.36	0.11	-0.42	8.44	2.47	0.78	-0.38
3° Monitoreo	25-10-2023	4.08	0.74	0.23	0.50	12.74	6.95	2.20	1.53
4° Monitoreo	29-11-2023	4.27	0.70	0.22	0.13	15.37	5.98	1.89	0.54
5° Monitoreo	20-12-2023	4.39	0.42	0.13	0.13	13.64	2.39	0.75	-0.57
6° Monitoreo	24-01-2024	4.58	1.21	0.38	0.12	15.81	4.69	1.48	0.42
7° Monitoreo	21-02-2024	4.94	1.04	0.33	0.27	23.77	14.15	4.48	1.46



Para el caso del chorito se sembraron individuos con una talla y peso promedio de $2.90 \text{ cm} \pm 0.58$ y $2.48 \text{ g} \pm 1.26$ respectivamente, los que presentaron un crecimiento en talla y peso sostenido hasta el último monitoreo. Se observa una disminución en peso a los 41 y 182 días de cultivo, lo que se puede deber a la obtención de organismos aleatorios que pueden haber presentado pesos mayores. Esto también se ve reflejado en tasa de crecimiento relativa la cual disminuye durante esos monitoreos. Al último monitoreo la talla y peso promedio de los organismos alcanzo los $4.96 \text{ cm} \pm 1.03$ y $11.04 \text{ g} \pm 3.83$ respectivamente (**Figura 72A y B**).

Para choro zapato se sembraron individuos con una talla y peso promedio de $2.04 \text{ cm} \pm 0.28$ y $0.77 \text{ g} \pm 0.37$ respectivamente, los que presentaron un crecimiento en talla y peso sostenido hasta el último monitoreo. Se observa una disminución en peso a los 182 días de cultivo. Esto también se ve reflejado en tasa de crecimiento relativa la cual disminuye durante el sexto monitoreo. Al último monitoreo la talla y peso promedio de los organismos alcanzo los $4.91 \text{ cm} \pm 0.61$ y $9.77 \text{ g} \pm 3.82$ respectivamente (**Figura 73A y B**).

Para ostra japonesa se sembraron individuos con una talla y peso promedio de $3.73 \text{ cm} \pm 0.43$ y $2.74 \text{ g} \pm 0.84$ respectivamente, los que presentaron un crecimiento en talla y peso sostenido hasta el último monitoreo. Se observa una disminución en la talla a los 64 y 147 días de cultivo, y en el peso a los 147 y 182 días de cultivo. Esto también se ve reflejado en tasa de crecimiento relativa en talla y peso, la cual disminuye durante en esos monitoreos. Al último monitoreo la talla y peso promedio de los organismos alcanzo los $7.95 \text{ cm} \pm 1.10$ y $39.09 \text{ g} \pm 12.85$ respectivamente (**Figura 74A y B**).

Para ostión del norte se sembraron individuos con una talla y peso promedio de $2.76 \text{ cm} \pm 0.13$ y $4.84 \text{ g} \pm 0.95$ respectivamente, los que presentaron un crecimiento en talla y peso sostenido hasta el último monitoreo. Se observa una disminución en la talla a los 64 días de cultivo y en peso a los 64 y 182 días de cultivo. Esto también se ve reflejado en tasa de crecimiento relativa en talla y peso, la cual disminuye durante estos monitoreos. Al último monitoreo la talla y peso promedio de los organismos alcanzo los $4.94 \text{ cm} \pm 1.04$ y $23.77 \text{ g} \pm 14.15$ respectivamente (**Figura 75A y B**).

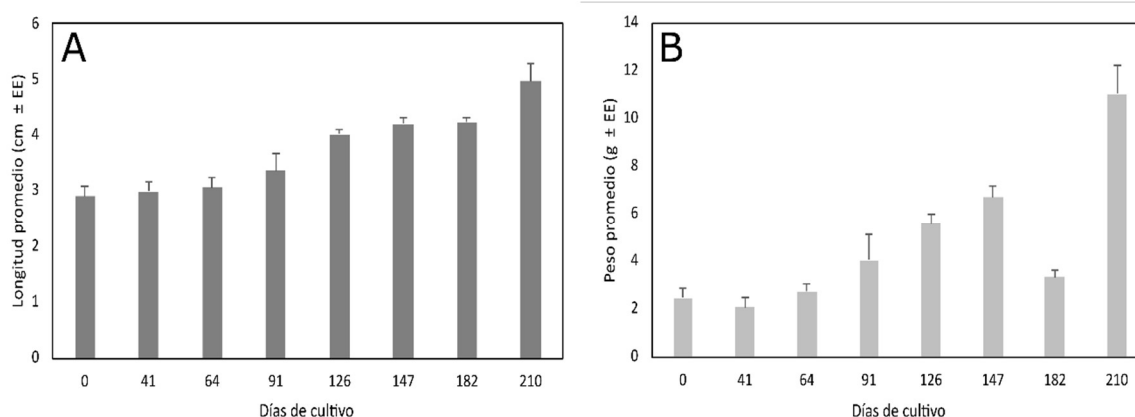


Figura 72. Crecimiento promedio (\pm EE) en longitud (A) y peso (B) para chorito (*Mytilus chilensis*) cultivado en cuelgas en sitio Hueihue.

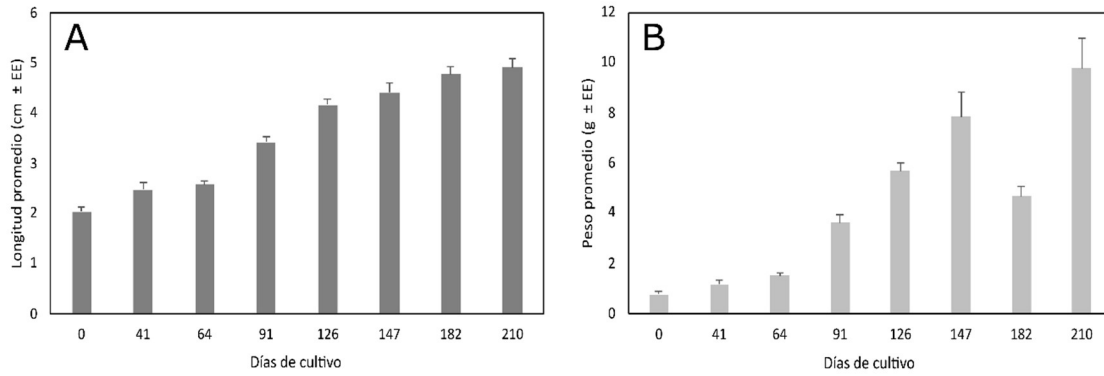


Figura 73. Crecimiento promedio (\pm EE) en longitud (A) y peso (B) para choro zapato (*Choromytilus chorus*) cultivado en linternas en sitio Hueihue.

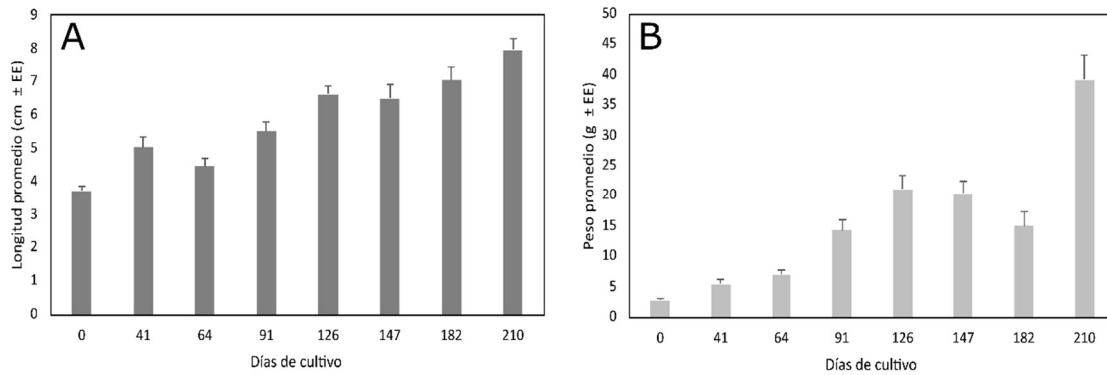


Figura 74. Crecimiento promedio (\pm EE) en longitud (A) y peso (B) para ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) cultivado en linternas en sitio Hueihue.

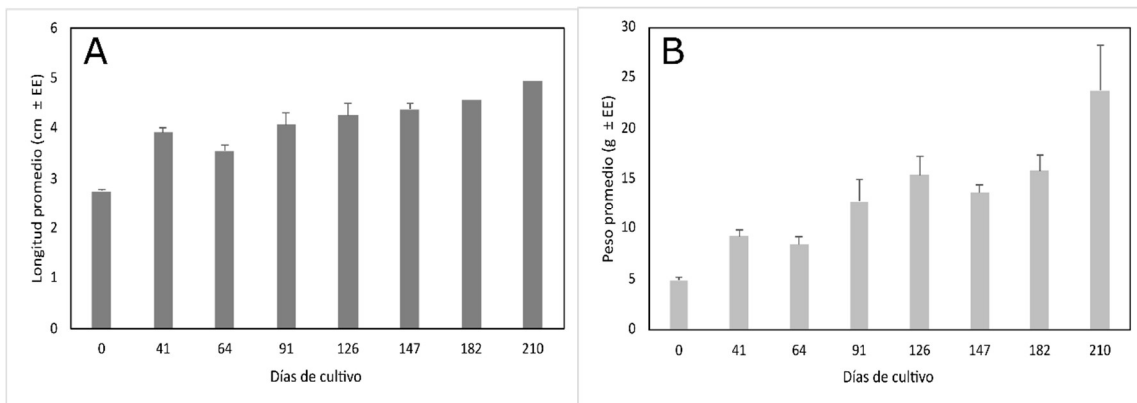


Figura 75. Crecimiento promedio (\pm EE) en longitud (A) y peso (B) para osti3n del norte (*Argopecten purpuratus*) cultivado en linternas en sitio Hueihue.



5.5.3. Monitoreo ambiental cultivos. Variables físicas

5.5.3.1. Sitio Chungungo

Para la variable temperatura (°C) del agua de mar, se registró un rango entre 12,6 °C el segundo semestre del año 2023 a 19,5 °C en el mes de enero de 2024. La temperatura promedio registrada fue de 15,4 °C. En tanto, salinidad máxima registrada fue de 32,8 ppm. La concentración de oxígeno disuelto muestra una fluctuación durante el periodo registrado, con un promedio de 8,5 (mg/L), un valor máximo de 18,3 (mg/L) y un mínimo de 0,2 (mg/L) (**Figura 76**).

5.5.3.2. Sitio Quinchao

La variable temperatura (°C) del agua de mar a 2.5 metros de profundidad, presentó una tendencia al aumento durante el periodo de cultivo. Se observan algunos aumentos marcados desde el mes de diciembre 2023 hasta el febrero 2024. El rango de esta variable estuvo entre los 8.7 a 29.1 °C (**Figura 77A**).

La intensidad lumínica (lux) muestra una tendencia a valores bajos los 40.000 lux desde agosto a noviembre 2023. Desde diciembre 2023 a febrero 2024 se observan aumento en los valores. El rango de esta variable estuvo entre los 21.5 a 88.000 lux (**Figura 77B**).

La salinidad (ppm) muestra una tendencia a la baja desde el inicio del cultivo hasta octubre 2023, donde existe una pérdida de datos debidos a problemas en el registrador, los que se solucionan nuevamente en enero 2024 hasta el final del ciclo. El rango de esta variable estuvo entre los 20.3 a 26.3 ppm (**Figura 77C**).

Para el oxígeno disuelto (mg/l) la tendencia de esta variable se observó fluctuante durante todo el ciclo de cultivo, con algunos vacíos de datos debidos posiblemente a la aparición de organismos epibiontes en el registrador. Se observó una disminución en los valores en desde enero 2024 al final del ciclo. El rango de esta variable estuvo entre los 7.6 a 17.7 mg/l (**Figura 77D**).

Cabe destacar que la aparición de organismos epibiontes en los medidores continuos, junto con algas que flotan a la deriva y se enredan en las líneas de cultivo, puede influenciar la obtención de los datos, lo que puede generar vacíos de información o datos fuera de lugar para determinados periodos.

5.5.3.3. Sitio Pudeto

La variable temperatura (°C) del agua de mar a 2.5 metros de profundidad presento una tendencia al aumento en la temperatura desde el inicio al final del cultivo, con fluctuaciones debidas a la influencia de marea en el lugar. El rango de esta variable estuvo entre los 7.2 a 24.8 °C (**Figura 78A**).

La intensidad lumínica (lux), entre le inicio del cultivo hasta octubre, presentó valores menores a los 60.000 lux. Posterior a esto se comienzan a observar aumentos marcados en la intensidad lumínica llegando algunos sobre los 88.000 lux. El rango de esta variable estuvo entre los 64.5 a 88.170 lux (**Figura 78B**).

La salinidad (ppm) presentó una tendencia marcada con fluctuaciones desde julio a mediados de septiembre 2023. Desde mediados de septiembre hasta inicio de noviembre se evidencia una disminución de los valores y una menor fluctuación. Desde mediados de noviembre los valores se



estabilizan, debido a la baja influencia del escorrentías o descargas del río Pudeto. El rango de esta variable estuvo entre los 1.9 a 31.1 ppm (**Figura 78C**).

La tendencia del oxígeno disuelto (mg/L) durante los primeros meses de cultivo se mantuvo estable hasta fines del mes de octubre 2023. A comienzos del mes de octubre hasta mediados de diciembre 2023 se observa una disminución en valores. Se observa un vacío en los datos continuos que vuelven a aparecer a mediados de enero, desde donde comienzan a disminuir hasta el final del ciclo. El rango de esta variable estuvo entre los 1.35 a los 16.4 mg/L (**Figura 78D**).

5.5.3.4. Sitio Hueihue

La variable temperatura (°C) del agua de mar a 2.5 metros de profundidad, tuvo un comportamiento sostenido desde el inicio del cultivo inicios de octubre 2023, con valores bajo los 12 °C. Posterior a esto se comienza a observar el incremento en la temperatura con oscilaciones hasta el final del ciclo de cultivo. El rango de esta variable estuvo entre los 9.9 a 26 °C (**Figura 79A**).

La intensidad lumínica (lux) presentó valores bajo los 20.000 lux, desde el inicio del cultivo hasta mediados de septiembre 2023, los que luego comienzan a aumentar hasta enero 2024, donde disminuyen nuevamente. El rango de esta variable estuvo entre los 21.5 a 82.600 lux (**Figura 79B**).

La salinidad (ppm) presentó una tendencia a la disminución desde el mes de agosto hasta el final del ciclo de cultivo. El rango de esta variable estuvo entre los 28.1 a 31.9 ppm (**Figura 79C**).

La tendencia del oxígeno disuelto (mg/L) presentó valores con una tendencia a la disminución en sus valores desde el inicio del cultivo hasta el termino de este. Se observa una caída en los valores a mediados de enero 2024, los que luego vuelven a su fluctuación normal. El rango de esta variable estuvo entre los 0.5 a los 16.6 mg/l (**Figura 79D**).

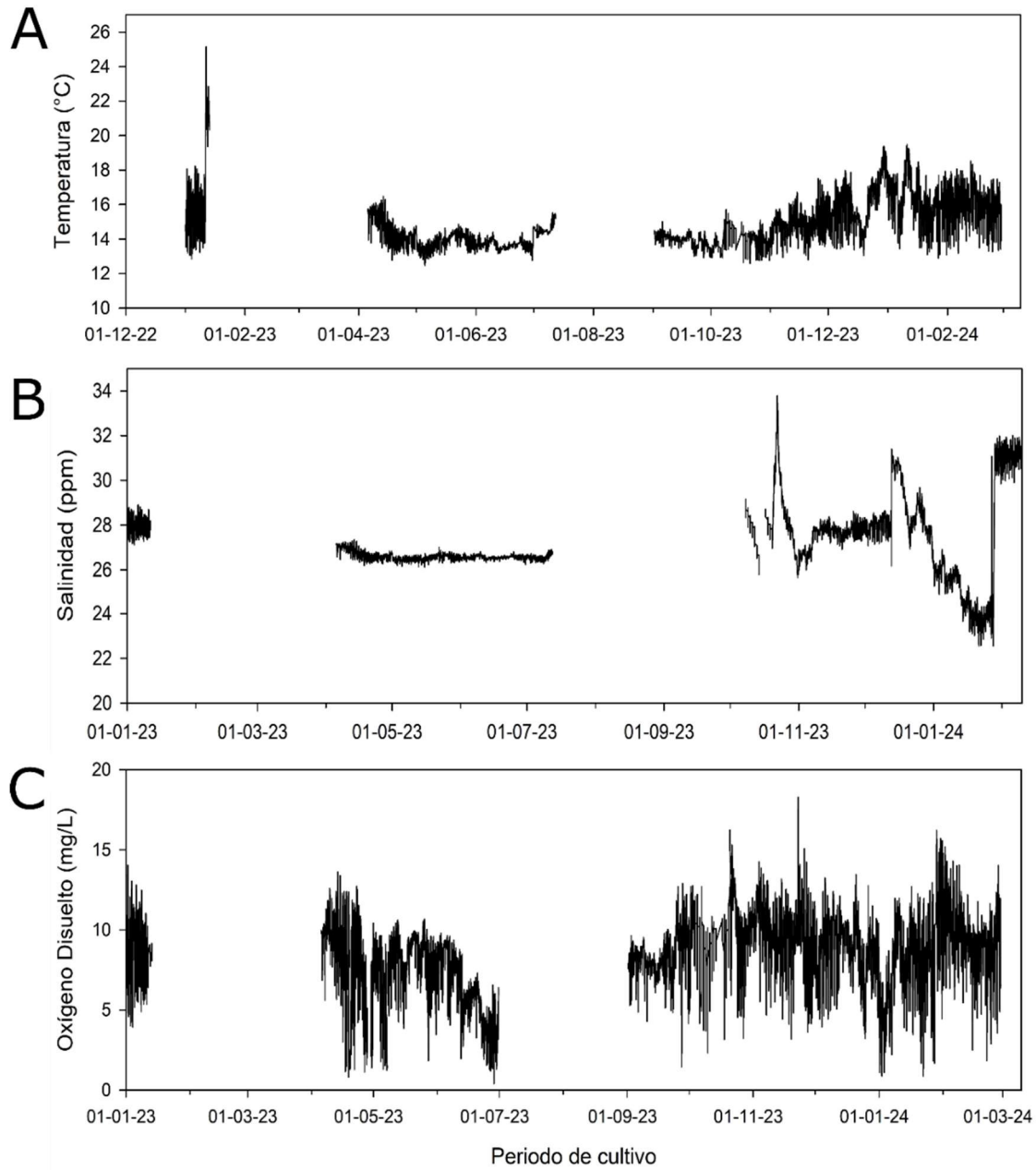


Figura 76. Gráfico de A) Temperatura (°C), B) Salinidad (ppm) y C) Oxígeno disuelto (mg/L) en sitio de cultivo Chungungo B. Los periodos sin registro corresponden a la mantención de equipos.

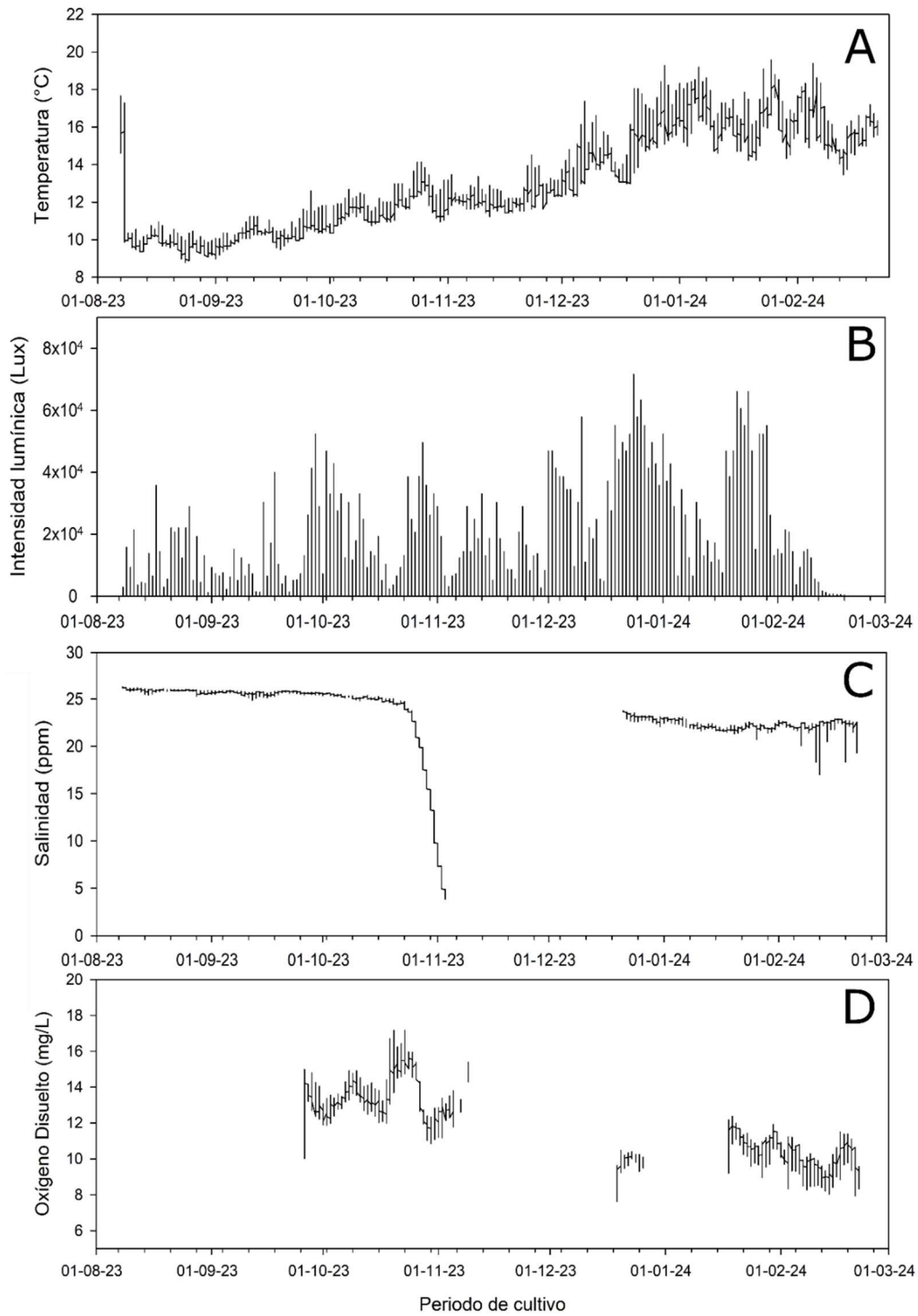


Figura 77. Gráfico de A) Temperatura (°C), B) Intensidad lumínica (Lux), C) Salinidad (ppm) y D) Oxígeno disuelto (mg/L) en sitio de cultivo Quinchao.

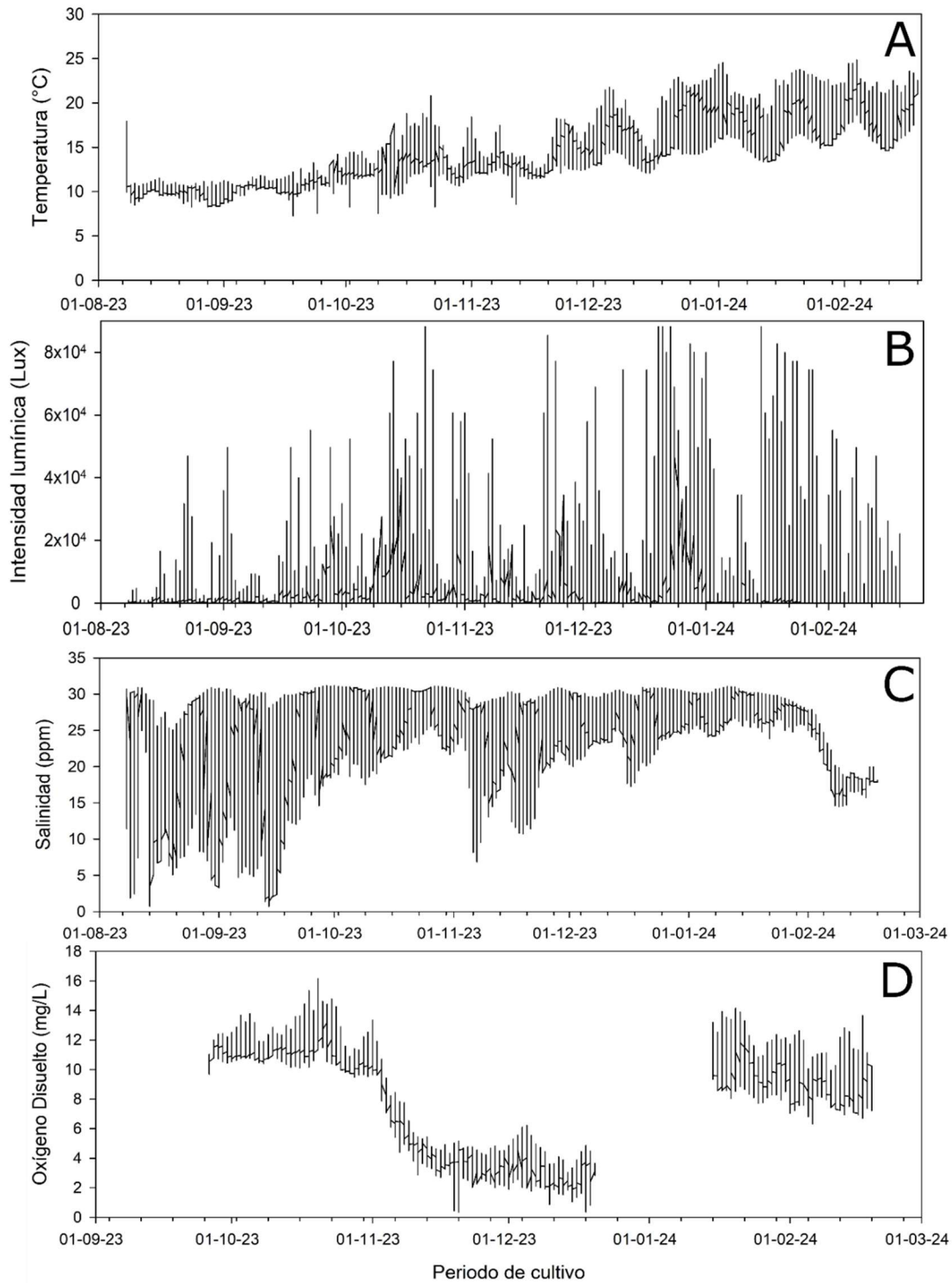


Figura 78. Gráfico de A) Temperatura (°C), B) Intensidad lumínica (Lux), C) Salinidad (ppm) y D) Oxígeno disuelto (mg/L), en sitio de cultivo Pudeto.

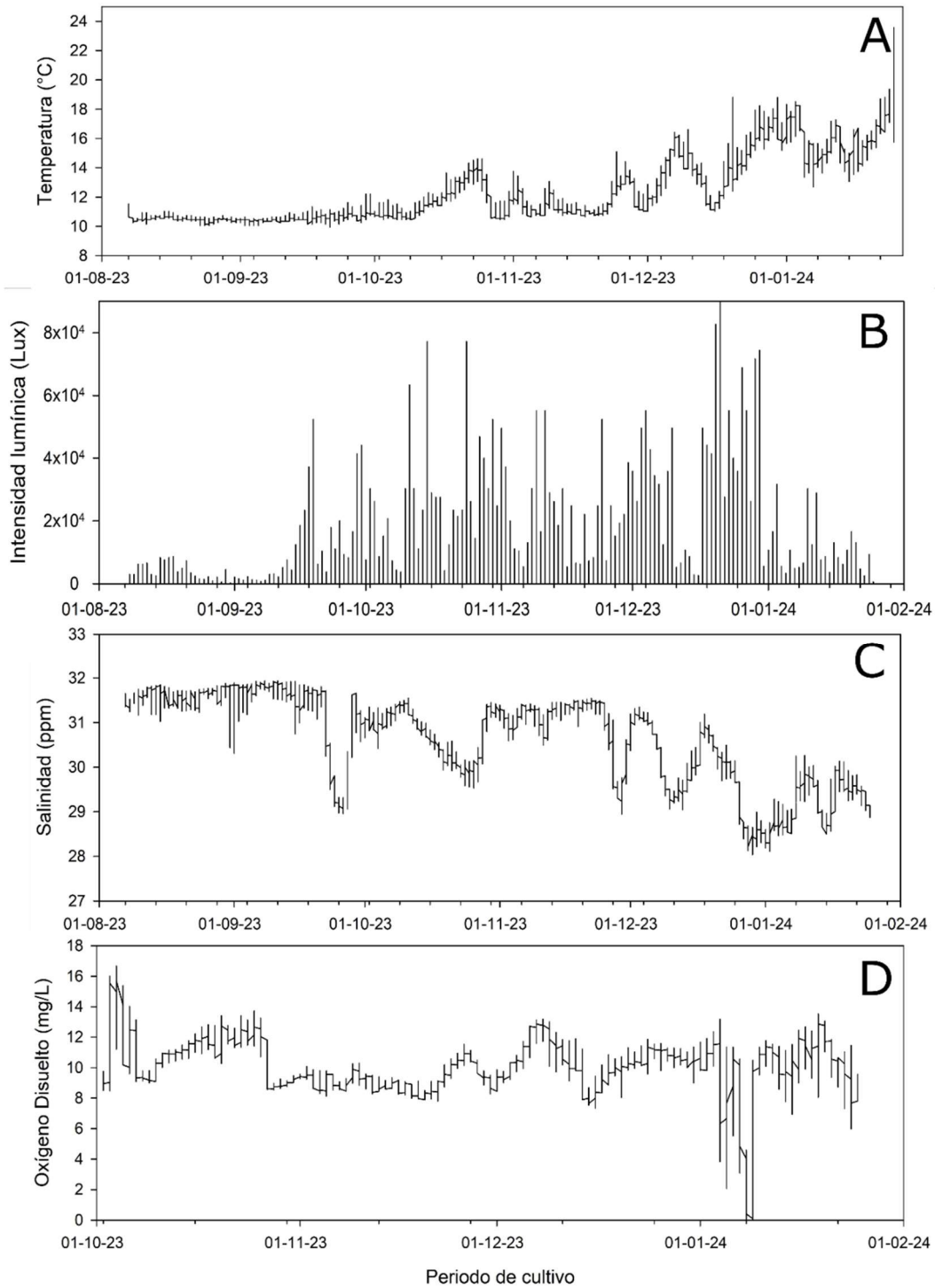


Figura 79. Gráfico de A) Temperatura (°C), B) Intensidad lumínica (Lux), C) Salinidad (ppm) y D) Oxígeno disuelto (mg/L), en sitio de cultivo Hueihue.



5.5.4. Monitoreo ambiental cultivos. Nutrientes

La concentraci3n promedio de nitratos totales ($\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$) se mantuvo entre los 0.09 a 0.26 mg L^{-1} . Para Quinchao los valores comenzaron cercanos a los 0.25 mg L^{-1} , para aumentar en el monitoreo siguiente y luego disminuir hasta octubre 2023. Luego de este monitoreo comienzan a aumentar nuevamente a hasta enero 2024 y en febrero 2024 se observa una nueva disminuci3n.

En Pudeto los valores observados comenzaron sobre 0.20 mg L^{-1} para disminuir hasta el mes de octubre 2023 cerca de los 0.08 mg L^{-1} . Luego de esto comienzan a aumentar nuevamente hasta enero 2024, para volver a disminuir al 3ltimo monitoreo.

Para el caso de Hueihue, los valores observados comenzaron el ciclo sobre los 0.20 mg L^{-1} , para luego disminuir a fines de septiembre 2023. Durante el mes de noviembre 2023 se observ3 un alza, para luego volver a disminuir (**Figura 80**).

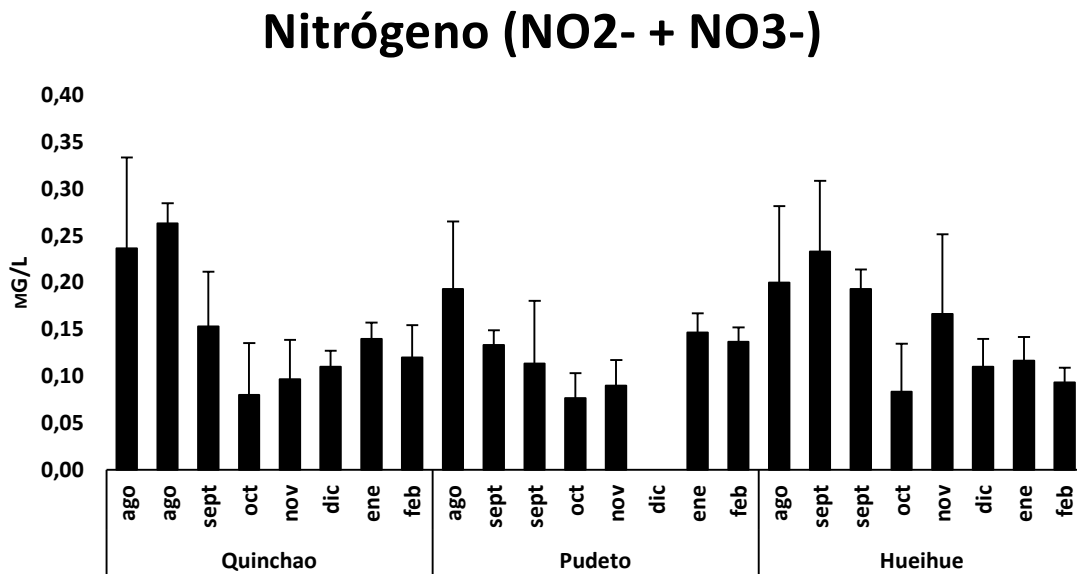


Figura 80. Concentraci3n de nitratos totales (Media \pm DE) en el agua durante el per3odo de cultivo para cada sitio de estudio.

La concentraci3n promedio de fosfatos (PO_4^-) se mantuvo entre los 0.01 a 0.37 mg L^{-1} . Para el sitio de cultivo Quinchao, se observ3 un comienzo marcado con valores mayores entre los 0.40 y 0.20 mg L^{-1} . En los monitoreos posteriores hasta octubre 2023 los valores disminuyen. Desde noviembre 2023 se observa un aumento menor hasta el final del ciclo de cultivo. En Pudeto solo se observ3 un valor promedio m3ximo al resto durante de inicios de septiembre 2023 (0.28 mg L^{-1}). Durante los dem3s monitoreos se observaron valores bajo los 0.15 mg L^{-1} .

En el sitio de cultivo Hueihue, solo se observaron valores sobre los 0.20 mg L^{-1} al inicio del cultivo, los que disminuyen hasta octubre 2023. Se observa una peque1a alza desde noviembre a diciembre 2023, para luego volver a disminuir (**Figura 81**).



Fosfato (PO₄⁻)

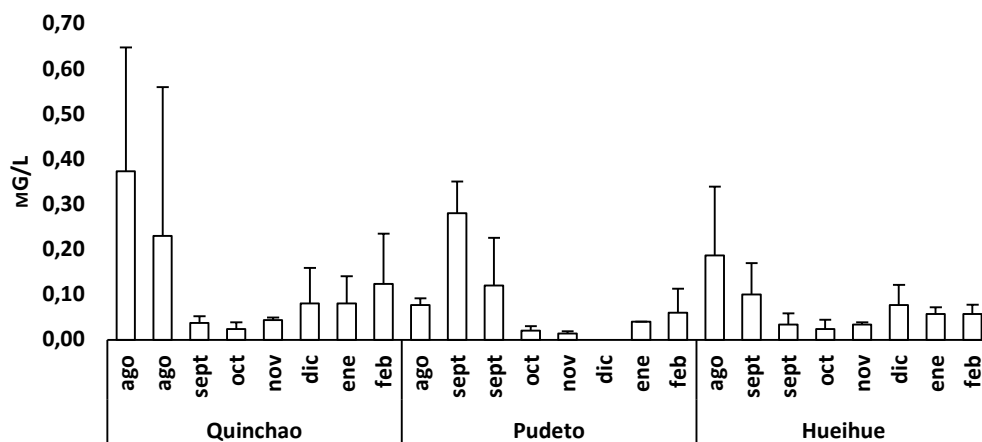


Figura 81. Concentración de fosfato total (Media \pm DE) en el agua durante el período de cultivo para cada sitio de estudio.

5.5.5. Monitoreo productivo y ambiental cultivos. Análisis multivariado

El modelo lineal basado en distancia (DISTLM), indicó que el crecimiento de las especies presenta fuertes efectos sitio-específicos de las variables ambientales, las cuales con excepción de la salinidad (ppm) y la intensidad lumínica (lux) mostraron una relación significativa con las tendencias de crecimiento promedio en cada sitio de cultivo. La prueba DISTLM (**Tabla 48**) encontró que la T° ($p < 0,05$), el oxígeno disuelto (O₂) ($p = 0.03$) y los nutrientes (NO₂, NO₃ y PO₄) fueron predictores significativos del crecimiento entre sitios de cultivo (test marginal, **Tabla 48**). El oxígeno disuelto fue el predictor que explicó la mayor parte de la variabilidad del modelo con un 47%, mientras que, lo demás predictores explicaron una porción más reducida (< 5% respectivamente). Los dos primeros ejes del gráfico de redundancia basado en distancia multivariada (dbRDA, **Figura 82**) explicaron el 94% de la variabilidad total. La separación entre sitios de cultivo muestra que el fosfato fue particularmente importante para los cultivos del sitio Quinchao, los nutrientes nitrogenados explicaron de mejor manera el crecimiento de pelillo y chicorea de mar en el sitio Hueihue (**Figura 82**) y las variaciones de T° explicaron de mejor manera el crecimiento en el sitio Pudeto. El modelo sólo explicó un 94 % de la variabilidad total ($R^2 = 0,948$).



Tabla 48.

Resultados de las pruebas marginal y secuencial del modelo lineal de redundancia basado en distancia (DistLM) del crecimiento promedio de crecimiento de bivalvos y macroalgas en mono y policultivos y variables ambientales: T°= temperatura del agua, O₂ = oxígeno disuelto, PSU = salinidad, Lux = intensidad lumínica, NO₂ = Nitrito, NO₃ = Nitratos, PO₄ = Fosfato en el agua.

Test marginal					Test secuencial				
Variables Ambientales	SS	Pseudo-F	p-value	Variación explicada (%)	R ²	SS	Pseudo-F	p-value	Variación explicada (%)
T°	11622	6,3	0,001	0,41	0,41252	11622	6,3198	0,004	0,4
O ₂	7823,5	3,4	0,03	0,27	0,46022	1343,7	0,70689	0,558	4,7
PSU	5816,6	2,3	0,07	0,2	0,67359	6011	4,5759	0,02	0,21
Lux	4974,4	1,9	0,06	0,17	0,88861	6057,3	11,581	0,005	0,21
NO ₂	6514,3	2,7	0,038	0,23	0,94899	1701,2	5,9192	0,01	0,06
NO ₃	13951	8,8	0,004	0,49	0,94899	0,001	---	---	0
PO ₄	9247,4	4,3	0,032	0,32	0,94899	000,1	---	---	0

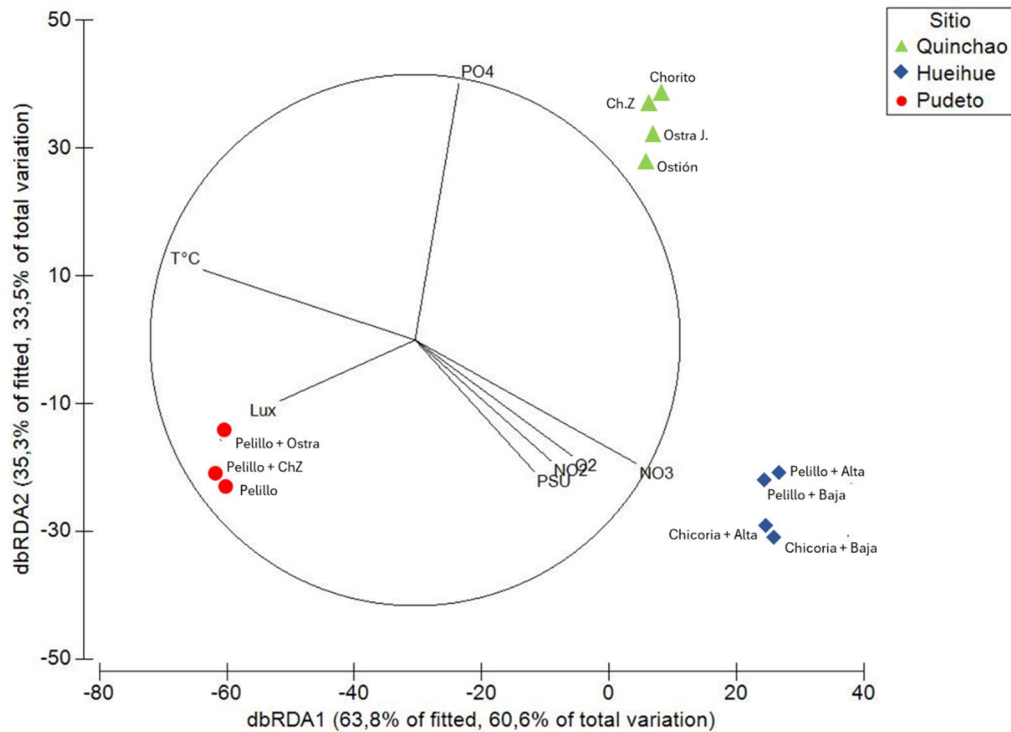


Figura 82. Análisis gráfico de redundancia basado en distancia multivariada (dbRDA) que muestra la relación entre el crecimiento promedio máximo alcanzado por bivalvos y macroalgas comerciales y variables ambientales en tres sitios de cultivo en Chiloé durante el 2023. Vectores indican correlaciones (r Spearman $> 0,5$) de las variables ambientales y el crecimiento promedio máximo. El círculo indica una correlación $r = 1$.



5.6. Validación de modelo de gestión y productivo para APE en base a portafolio multi-especies propuesto para la zona sur (Fase 3)

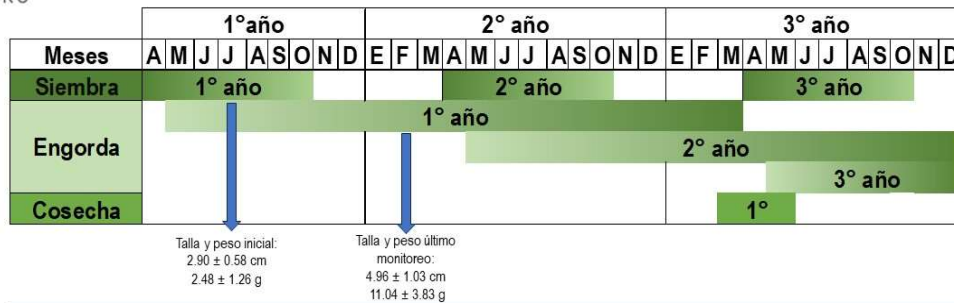
La validación del modelo productivo tipo portafolio multi-especies propuesto en la etapa V del Programa (Cárcamo et al. 2022) fue validado, principalmente, a través de 3 fuentes de información:

1. Experimentos de cultivo en sitio Hueihue (Etapas V, VI y VII) de las especies seleccionadas con la obtención de resultados de desempeño productivo.
2. Revisión de información bibliográfica de simbras y desempeño productivo de las especies propuestas.
3. Opinión de expertos APE, que corresponden a actores claves y con experiencia en cultivo de las especies propuestas en la región de Los Lagos⁴.

A continuación, se presentan los modelos que se materializan a través de calendarios de cultivo para los distintos recursos que comprenden el portafolio. Los bivalvos chorito (**Figura 83**), choro zapato (**Figura 84**), ostión del norte (**Figura 85**) y ostra japonesa (**Figura 86**) y una especie de alga, representada por pelillo (**Figura 87**).



Chorito o Mejillón chileno (*Mytilus chilensis*)



Consideraciones:

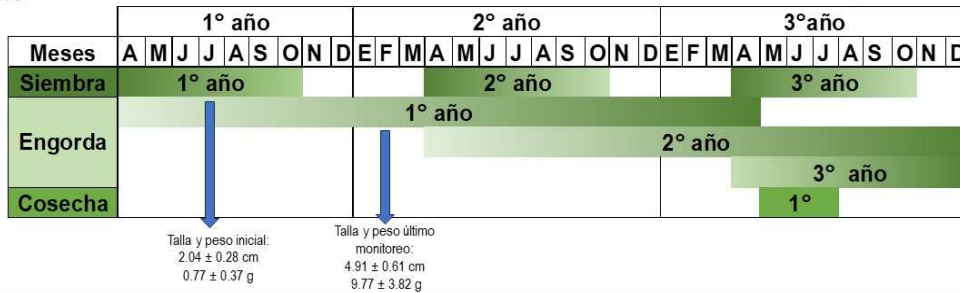
- Semilla obtenida desde captación natural.
- Siembra en línea continua o líneas de 8 metros de profundidad.
- 2 meses de instalación en el proceso de siembra.
- Desde 1 a 2 años hasta la cosecha, dependiendo del sitio de cultivo y de las necesidades de venta.
- 2 meses proceso de cosecha.
- Comercialización en mercados internacionales y nacional.

Figura 83. Calendario de cultivo para portafolio multi-especies. Chorito.

⁴ Se mantuvieron conversaciones con los acuicultores Justo García, Francisco Dubreuil y Carlos Muñoz



Choro zapato (*Choromytilus chorus*)



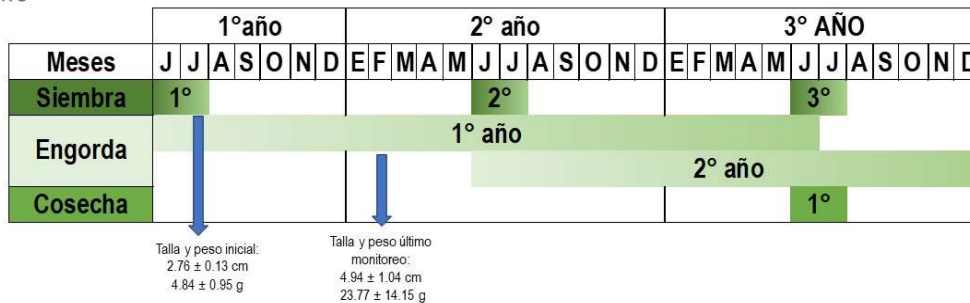
Consideraciones:

- Semilla obtenida desde captaci3n natural.
- Siembra en lnea continua o lneas de 8 metros.
- 2 meses de instalaci3n en el proceso de siembra.
- Desde 1 a 2 a~os hasta la cosecha, dependiendo del sitio de cultivo y de las necesidades de venta.
- 2 meses proceso de cosecha.
- Comercializaci3n en mercado nacional.

Figura 84. Calendario de cultivo para portafolio multi-especies. Choro zapato.



Ostion del norte (*Argopecten purpuratus*)



Consideraciones:

- Obtenci3n de semillas desde hatchery.
- Periodo de incubaci3n en hatchery.
- Siembra en linternas o con aretes.
- 2 a~os de engorda hasta tama~o comercial, con posibilidades de venta a menor tama~o.

Figura 85. Calendario de cultivo para portafolio multi-especies. Ostion del norte.



Para una mejor visualización y planificación de los períodos de siembra, engorda y cosecha, se presentan dos calendarios que comprenden todas las especies y ciclos de cultivo (**Tablas 49 y 50**).

Tabla 49.

Calendario para portafolio multi-especies, para tres años o ciclos de cultivo agrupados por especie y periodo del cultivo en el tiempo.

Especie	Meses	1° año					2° año					3° año																				
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Chorito	Siembra	1° año					2° año					3° año																				
	Engorda						1° año					2° año					3° año															
	Cosecha											1°																				
Choro zapato	Siembra	1° año					2° año					3° año																				
	Engorda						1° año					2° año					3° año															
	Cosecha																1°															
Ostion del norte	Siembra	1°									2°					3°																
	Engorda		1° año									2° año					3° año															
	Cosecha																1°															
Ostra japonesa	Siembra	1°									2°					3°																
	Engorda		1° año									2° año					3° año															
	Cosecha															1°																
Pelillo	Siembra	1°									2°					3°																
	Cultivo		1°					2°					3°					3°														
	Cosecha		1°	1°					2°	2°					3°	3°																

Tabla 50.

Calendario para portafolio multi-especies, para tres años o ciclos de cultivo agrupados por periodo de cultivo.

Especie	Meses	1° año					2° año					3° año																				
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Chorito	Siembra	1° año					2° año					3° año																				
Choro zapato		1° año					2° año					3° año																				
Ostion del norte		1°									2°					3°																
Ostra japonesa		1°									2°					3°																
Pelillo		1°									2°					3°																
Engorda						1° año					2° año					3° año																
						1° año					2° año					3° año																
						1° año					2° año					3° año																
						1° año					2° año					3° año																
						1° año					2° año					3° año																
Cosecha																1°																
																	1°															
																		1°		2°												



Objetivo específico 3: *Implementar la producción de semillas de bivalvos en hatchery para apoyar el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala. Etapa 1. Acondicionamiento de reproductores.*

5.7. Adecuación de infraestructura y equipamiento para la producción de semillas de bivalvos en hatchery

Un hatchery se define como el lugar donde se realiza la reproducción y cría de la especie en condiciones controladas de laboratorio. En el hatchery ocurre el proceso completo de cultivo desde el mantenimiento de un stock de reproductores hasta la obtención de individuos juveniles. Para esto se requiere una zona de acondicionamiento de reproductores, sector para crías de larvas/juveniles y un laboratorio para el cultivo de microalgas. Además, es necesario contar con equipamiento tecnológico para controlar los factores abióticos que regulan el crecimiento de los organismos en cultivo.

Considerando lo anterior, esta actividad fue indispensable para obtener un ambiente controlado y equipado con la tecnología necesaria para la producción de semillas de bivalvos en hatchery. El hatchery implementado está compuesto por seis estanques de 500 L para el cultivo de larvas, dos estanques de 2000 L para la acumulación de agua de mar, un estanque de 1000 L para el acondicionamiento de reproductores y uno de 200 L para la inducción al desove (**Figura 88A**).

Para poder controlar y mantener una temperatura adecuada para el acondicionamiento, desove y cultivo de larvas, se instaló un equipo de aire acondicionado en la sala de trabajo del hatchery (**Figura 88B**). Además, se adquirió un microscopio invertido (**Figura 88C**) para el conteo y control de etapas microscópicas de bivalvos (huevos, espermatozoides, larvas), a través de financiamiento de CORFO. También se realizaron mejoras en el sistema de filtración de agua de mar, sistema de agua dulce para limpieza de materiales de laboratorio, sistema eléctrico (enchufes e iluminación) con el fin de mejorar el trabajo en el hatchery. Otro aspecto importante en un hatchery de bivalvos, es la disponibilidad y calidad de las microalgas usadas para alimentar a los bivalvos. Para cumplir con esto, se instaló un equipo de aire acondicionado en la sala de cultivo de microalgas (**Figura 89A**), se renovó el área de cultivo inicial (iluminación y estantería; **Figura 89B**), y se mejoró el sistema eléctrico. También se adecuó una sala para la manipulación de las cepas de microalgas, en donde se instaló una cámara de flujo laminar, requerida para el mantenimiento axénico de cepas y la preparación de medio de cultivo.

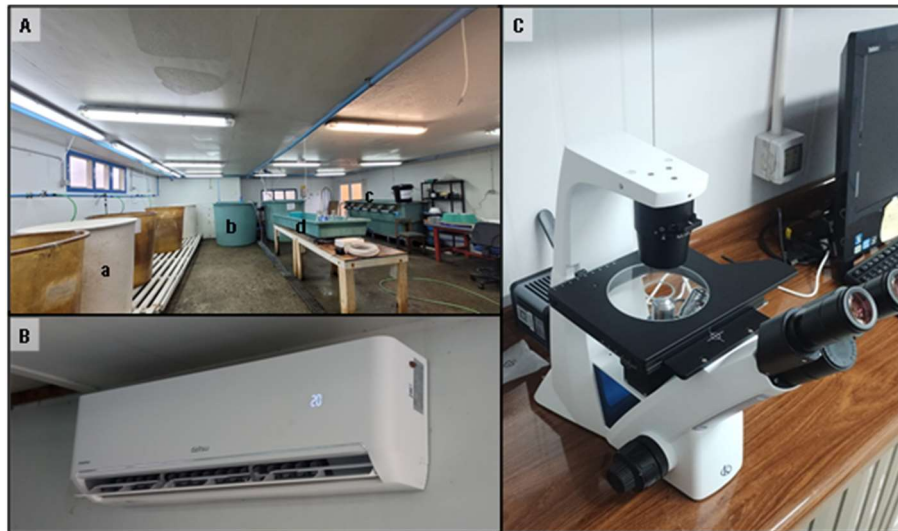


Figura 88. Imágenes detallando el (A) estado del hatchery para el cultivo de bivalvos, formado por seis estanques de 500 L (a), dos estanques de 2000 L para acumulaci3n de agua de mar (b), un estanque de 1000 L para acondicionamiento de reproductores (c) y uno de 200 L para inducci3n al desove (d). Tambi3n se muestra (B) el equipo de aire acondicionado instalado en el hatchery y (C) el microscopio invertido.



Figura 89. Mejoras en la sala de cultivo de microalgas para alimentar bivalvos, incluyendo (A) la instalaci3n de un equipo de aire acondicionado y (B) la renovaci3n de sistema de iluminaci3n y estantería.



5.8. Acondicionamiento de reproductores de al menos dos especies de bivalvos relevantes para la APE

5.8.1. Ajuste metodol3gico

5.8.1.1. Cultivo de microalgas

Las especies de microalgas cultivadas para alimentar a los bivalvos fueron *Isochrysis galbana* y *Tetraselmis* sp. (**Figura 90**). El cultivo se inici3 desde cultivos mantenidos en tubos de ensayo de 20 mL, del cual se tom3 una al3cuota de 1 mL que fue inoculada en un bal3n de cultivo de 2 L (**Figura 90A**). Luego de alcanzar una concentraci3n de 200.000 cel mL⁻¹ (alrededor de 3 d3as), el contenido del bal3n fue transferido a un cilindro de cultivo de 200 L (**Figura 90B**) para aumentar su volumen y ser usado como alimento de los bivalvos en acondicionamiento. Los cultivos de microalgas fueron mantenidos a 20°C con una intensidad de luz de 120 $\mu\text{mol fot3n m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y un fotoperiodo de 12:12 h d3a:noche. Para el cultivo de microalgas, se utiliz3 el medio de cultivo Walne, usando el agua y el material esterilizado seg3n el procedimiento descrito por Andersen et al. (2005). Cada 15 d3as, se inici3 un nuevo cultivo de cada especie de microalga.

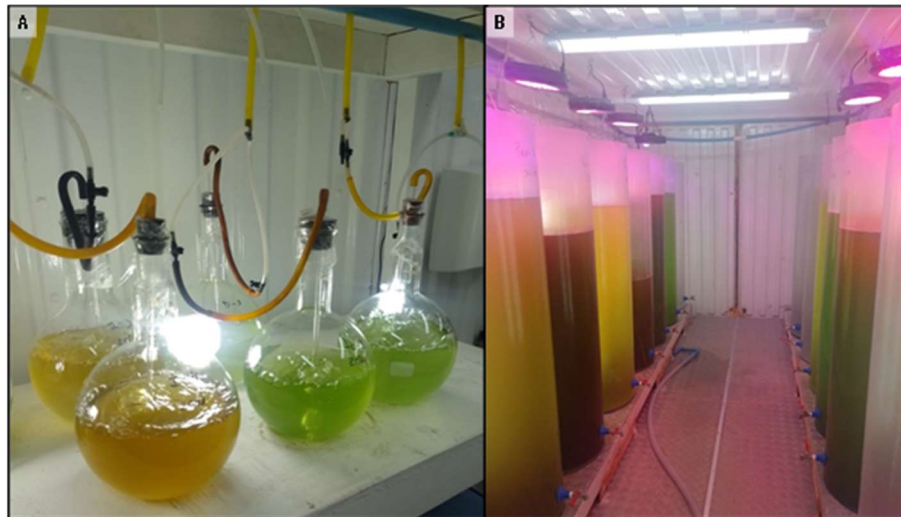


Figura 90. Cultivo de microalgas para alimentaci3n de bivalvos en (A) balones de 2 L y en (B) cilindros de 200 L.

5.8.1.2. Obtenci3n de reproductores

Los reproductores de *Ch. chorus* (choro zapato), *A. purpuratus* (osti3n del norte) y *M. gigas* (ostra japonesa) fueron adquiridos de Cultivos Cholche, ubicado en Hueihue. Cerca de 30 – 50 individuos de cada especie fueron adquiridos en distintas fechas (**Tabla 51**), trasladados al hatchery (dentro de 60 min.) y limpiados de epibiontes. Los reproductores de cada especie fueron puestos en estanques de 1.000 L con flujo de agua de mar abierto para su aclimataci3n previa al acondicionamiento.



5.8.1.3. Procedimiento de acondicionamiento

Se sigui3 un procedimiento general de acondicionamiento para los reproductores de las tres especies de bivalvos (Helm et al. 2006). Los individuos reproductores fueron colocados en estanques de 500 L con aireaci3n constante. Dentro del estanque, los reproductores fueron dispuestos en bandejas para recolecci3n de frutas adaptadas para flotar (*Ch. chorus* y *A. purpuratus*) y en linternas de cultivo (*M. gigas*) para evitar el contacto con los desechos org3nicos que se acumulan en el fondo (**Figura 91**). El agua de mar previamente filtrada (5 y 1 μm) fue mantenida a 25° C para los ostiones y a 22° C para choro zapato y ostra japonesa, y renovada cada 2 d3as, removiendo los desechos del fondo con un sif3n manual. La temperatura del agua de mar fue controlada usando calefactores de acuario. La alimentaci3n consisti3 en una mezcla (1:1) de las microalgas *I. galbana* y *Tetraselmis* sp. La raci3n de alimento fue de 40.000 – 50.000 c3lulas mL⁻¹ dos veces al d3a.

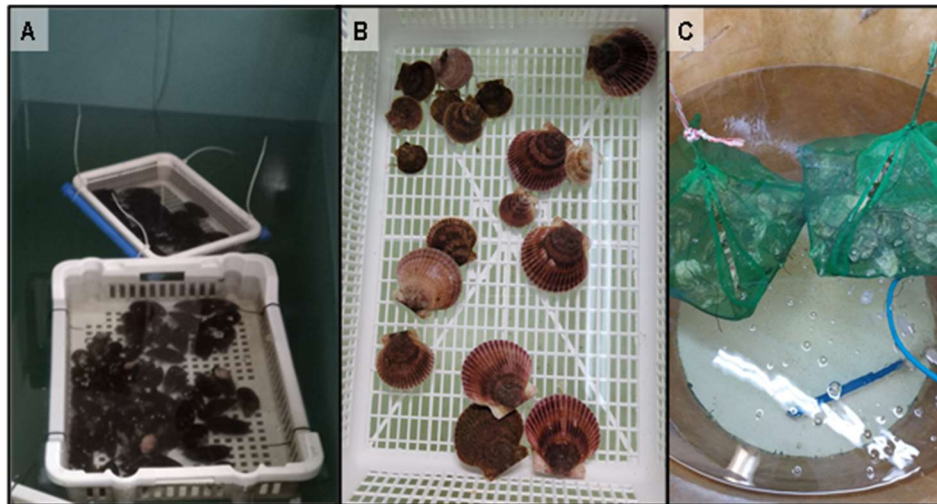


Figura 91. Disposici3n de reproductores para acondicionamiento de bandejas para recolecci3n de frutas adaptadas para flotar en el caso de (A) *Ch. chorus* y (B) *A. purpuratus*, y en linternas de cultivo para *M. gigas*.

5.8.1.4. Procedimiento de inducci3n al desove

El desove fue inducido mediante tratamiento t3rmico, ya que asegura una mayor viabilidad de los gametos en comparaci3n a procedimientos qu3micos (Bermudez 2006, Helm et al. 2006, Kasmini & Batubara 2022). Los bivalvos reproductores fueron retirados de los estanques de acondicionamiento y limpiados de epibiontes. Luego, se dejaron fuera del agua durante 1 hora para generar estr3s por desecaci3n antes de inducir el desove. Cada individuo reproductor fue puesto en un contenedor de 500 mL dentro de un estanque de 100 L con agua de mar filtrada (**Figura 92**) a 25° C para ostiones y a 22° C para choro zapato y la ostra japonesa. Luego de 30 min, el agua de cada contenedor a temperatura alta (22 – 25° C) fue remplazada por agua de mar fr3a (~15° C). Pasado 30 min, el agua de mar fr3a se sustituy3 por agua de mar a temperatura alta. La temperatura del agua de mar fue



controlada usando calefactores de acuario. Este cambio de temperatura del agua de mar se repetía hasta que los reproductores inicien el desove.

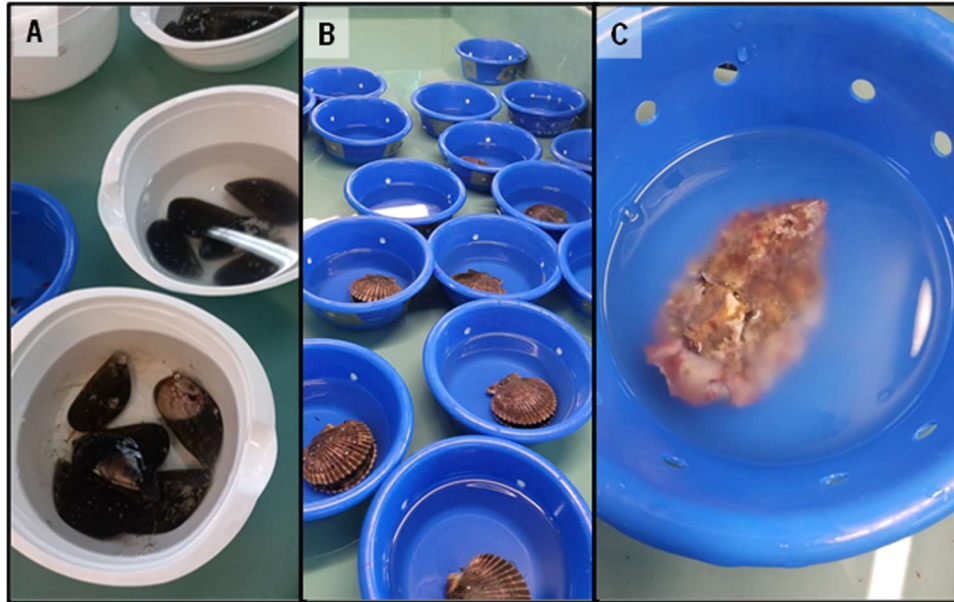


Figura 92. Disposici3n de reproductores dentro de contenedores de 500 mL durante inducci3n al desove de (A) *Ch. chorus*, (B) *A. purpuratus* y (C) *M. gigas*.

5.8.1.5. Procedimiento de determinaci3n de fecundidad

Todos los individuos reproductores fueron marcados con un n3mero para ser identificados durante el desove. Al termino de cada desove, los individuos fueron retirados de los contenedores para homogeneizar la suspensi3n de gametos. Para determinar la concentraci3n de gametos desovados, las muestras tomadas de cada pocillo fueron fijadas con lugol al 2%. Los huevos fueron contados usando una c3mara Sedgwick-Rafter y los espermios con una c3mara Neubauer. Adem3s, se registr3 el peso de cada reproductor pre- y post-desove para determinar la reducci3n en peso durante el desove.

5.8.1.6. An3lisis estadísticos

Las diferencias estadísticas en fecundidad (desove de huevos y espermios) y p3rdida de peso post-desove para *Ch. chorus* y *A. purpuratus* fueron analizadas usando la prueba t de Student ($P < 0,05$). En el caso de *M. gigas*, no se realizaron an3lisis estadísticos debido a que no desovaron suficientes individuos.



Tabla 51.

Acondicionamiento e inducción al desove de las tres especies de bivalvos estudiadas, indicando fechas cantidad de individuos, temperatura, cantidad de intentos y duración de desoves realizados durante el periodo de 2023 – 2024.

Especie	Acondicionamiento			Inducción al desove					
	Fecha de inicio	Cantidad de reproductores	Temperatura (°C)	Fecha	Intento (n°)	Temperatura (°C)	Duración (h)	Individuos desovados	Desove exitoso
<i>Argopecten purpuratus</i>	23-12-2022	20	25	27-01-2023	1	25	4	0	No
	30-05-2023	15	25	30-06-2023	2	25	5	0	No
	30-10-2023	20	25	29-11-2023	3	25	7	1	No
	01-11-2023	25	25	06-12-2023	4	27	6	5	Sí
<i>Choromytilus chorus</i>	01-12-2022	20	22	04-01-2023	1	22	3	0	No
	03-07-2023	30	22	03-08-2023	2	25	4	12	Sí
<i>Magallana (ex-Crassostrea) gigas</i>	30-05-2023	30	22	30-06-2023	1	25	8	0	No
	04-12-2023	80	22	07-01-2024	2	25	10	0	No
	04-12-2023	60	22	08-01-2024	3	27	12	0	No
	04-12-2023	40	22	09-01-2024	4	27	16	5	Sí



5.8.2. Resultados del acondicionamiento

Las condiciones de cultivo en hatchery para el acondicionamiento de reproductores fueron adecuadas para las tres especies en estudio (**Tabla 51**). Se realizaron un total de 10 acondicionamientos con las tres especies (**Tabla 51**), en donde los reproductores fueron mantenidos, por lo menos, 30 días pre-desove, con una mortalidad de individuos menor a 5 individuos por vez.

5.8.2.1. Inducción al desove

Aproximadamente un mes después de cada acondicionamiento se realizaron las inducciones al desove (**Tabla 51**). En diferentes fechas, se llevaron a cabo 4 inducciones al desove con *A. purpuratus*, 2 con *Ch. chorus* y 4 con *M. gigas*. Para cada especie, sólo una inducción resultó exitosa (**Tabla 51**), con gametos femeninos y masculinos desovados. Independiente de la especie, el desove duró entre 30 y 90 min.

5.8.2.2. Fecundidad por especie

Choromytilus chorus

6 reproductores hembra y 6 machos desovaron gametos durante el segundo intento de inducción al desove (**Tabla 51**). El desove de huevos varió entre 0,12 y 1,14 cel mL⁻¹ g⁻¹ con un promedio de 0,37 cel mL⁻¹ g⁻¹ (**Figura 93A**), mientras que el desove de espermios varió entre 1.172 y 3.321 cel mL⁻¹ g⁻¹ con un promedio de 2.152 cel mL⁻¹ g⁻¹ (**Figura 93B**). El desove de espermios fue significativamente mayor que el de huevos (prueba t de Student, $P = 0,002$).

El peso post-desove en hembras se redujo entre 9,41 y 18,39% con un promedio de 14,08%, mientras que, en machos, la reducción fue entre 10,68 y 19,44% con un promedio de 15,93% (**Figura 93C**). No se detectaron diferencias significativas en el peso post-desove entre reproductores hembras y machos (prueba t de Student, $P = 0,366$).

Argopecten purpuratus

5 reproductores hermafroditas desovaron gametos durante el cuarto intento de inducción al desove (**Tabla 51**). El desove de huevos varió entre 0,02 y 0,20 cel mL⁻¹ g⁻¹ con un promedio de 0,10 cel mL⁻¹ g⁻¹ (**Figura 94A**), mientras que el desove de espermios varió entre 46,12 y 181,39 cel mL⁻¹ g⁻¹ con un promedio de 102,03 cel mL⁻¹ g⁻¹ (**Figura 94B**). El desove de espermios fue significativamente mayor que el de huevos (prueba t de Student, $P = 0,008$).

El peso post-desove en hembras se redujo entre 9,41 y 18,39% con un promedio de 13,67%, mientras que, en machos, la reducción fue entre 3,10 y 9,02% con un promedio de 5,37% (**Figura 94C**). La reducción de peso post-desove fue significativamente mayor en hembras que en machos (prueba t de Student, $P = 0,004$).



Magallana gigas

1 reproductor hembra y 4 machos desovaron gametos durante el cuarto intento de inducci3n al desove (**Tabla 51**). El desove de huevos de la 3nica hembra fue de $0,08 \text{ cel mL}^{-1} \text{ g}^{-1}$, mientras que el desove de espermios vari3 entre $0,02$ y $0,08 \text{ cel mL}^{-1} \text{ g}^{-1}$ con un promedio de $0,05 \text{ cel mL}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (**Figura 95A**). El peso post-desove en la 3nica hembra fue de $3,49\%$, mientras que, en machos, la reducci3n fue entre $0,13$ y $16,75\%$ con un promedio de $6,83\%$ (**Figura 95B**).

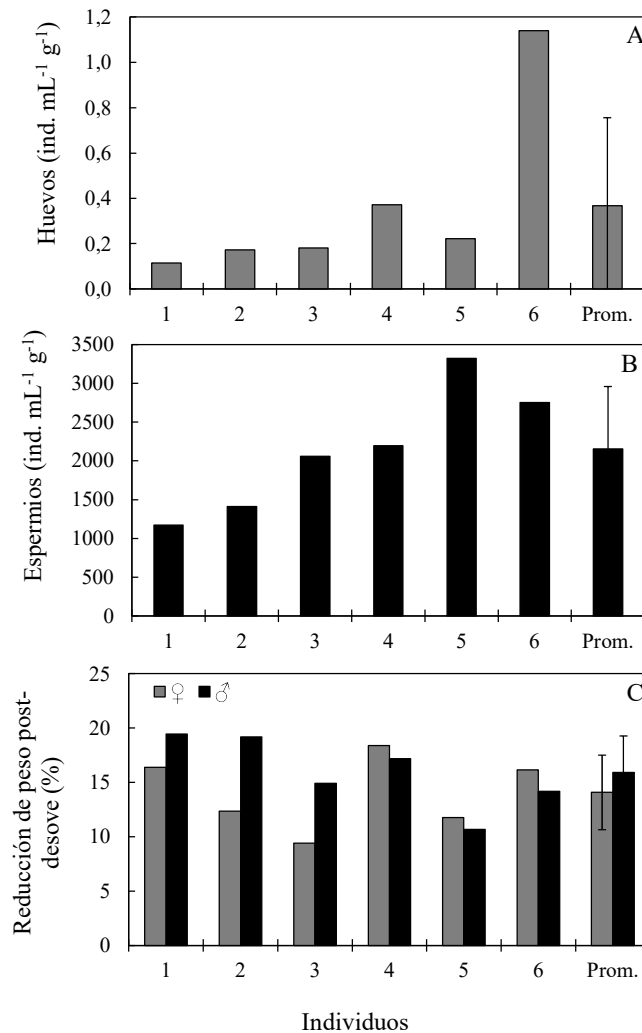


Figura 93. Liberaci3n de (A) huevos, (B) espermios y (C) reducci3n de peso post-desove de individuos hembra y macho de *Ch. chorus*, y el respectivo promedio ($n = 6$).

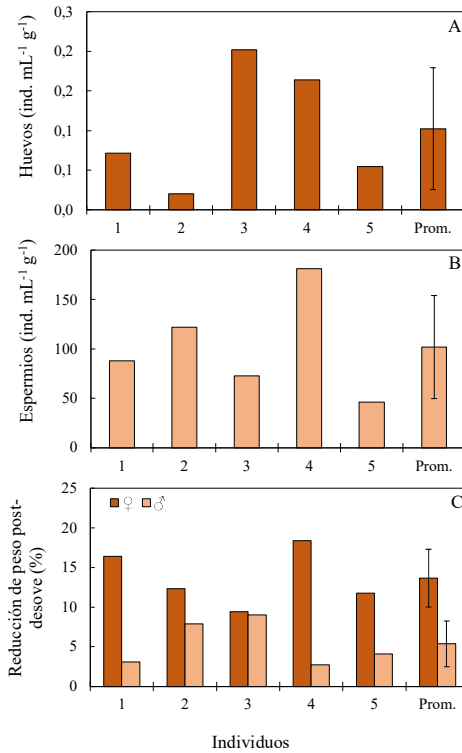


Figura 94. Liberaci3n de (A) huevos, (B) espermios y (C) reducci3n de peso post-desove de individuos hermafroditas de *A. purpuratus*, y el respectivo promedio (n = 6).

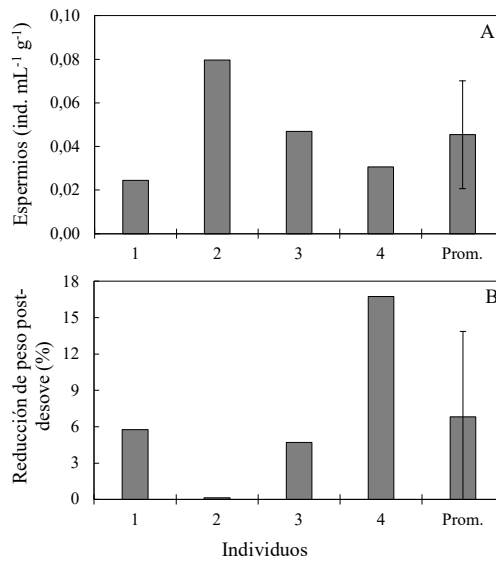


Figura 95. Liberaci3n de (A) espermios y (B) reducci3n de peso post-desove de individuos macho de *M. gigas*, y el respectivo promedio (n = 4).



Objetivo específico 4: *Evaluar interacciones ambientales de la acuicultura de pequeña escala.*

5.9. Selección de AMERB que desarrollan APE

Para la identificación de las AMERB se solicitó información a SUBPESCA respecto a las áreas que reportan actividad APE (**Tabla 52**). Durante el mes de marzo y abril del 2023 se visitaron las AMERB que presentaban los requisitos para el estudio, para así conocer sus condiciones bio-físicas, y productivas, y además se mantuvieron entrevistas con los dirigentes respectivos para conocer su disposición de participar. Finalmente se seleccionaron las AMERB de Isla Quenu, del archipiélago de Calbuco, Este Puntilla Pichicolo y Caleta Isla el Manzano, ambas ubicadas en Hualaihué (**Figura 96**), previo acuerdo de colaboración con los representantes de los sindicatos, Sr. Francisco González (Isla Quenu), el Sr. Víctor Hueicha (Pichicolo) y el Sr. Celso Subiabre (Caleta Isla el Manzano).

Tabla 52.

AMERB que reportan o han reportado actividad APE en las regiones de Los Ríos y Los Lagos (Elaboración Propia en base a datos SUBPESCA).

AMERB	Comuna	Región	Tipo de cultivo	Apta para el estudio
Auchac sector c	Quellón	Los Lagos	No realiza	No
Río Colún sector b	Corral	Los Ríos	Engorda de mitílicos	Si
Cholgo sector a	Hualaihué	Los Lagos	Captación de semillas	Si
<u>Isla Quenu sector b</u>	Calbuco	Los Lagos	Engorda de mitílicos	Si
<u>Isla Manzano</u>	Hualaihué	Los Lagos	Captación de semillas	Si
<u>Este Puntilla Pichicolo</u>	Hualaihué	Los Lagos	Captación de semillas	Si
Baltazar	Hualaihué	Los Lagos	Captación de semillas	Si
Isla Maillén	Puerto Montt	Los Lagos	No realiza	No
Chauman	Ancud	Los Lagos	No realiza	No
Alto Lamecura	Ancud	Los Lagos	No realiza	No
Punta Corona	Ancud	Los Lagos	Sin información	No
Bahía Pulelo	Ancud	Los Lagos	No realiza	No
Tenaún sector a	Dalcahue	Los Lagos	No realiza	No
Chana sector b	Chaitén	Los Lagos	Sin información	No
Punta Ñumpulli	Valdivia	Los Ríos	Sin información	No
Niebla	Valdivia	Los Ríos	Sin información	No
Caleta La Arena	Puerto Montt	Los Lagos	Sin información	No
Isla Manzano	Hualaihué	Los Lagos	Captación de semillas	Si
San Pedro el Manzano	Hualaihué	Los Lagos	Captación de semillas	Si

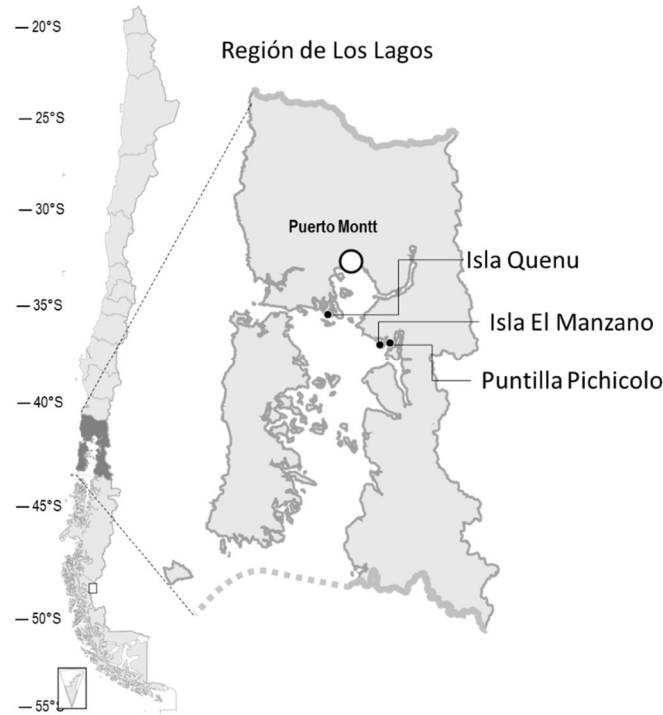


Figura 96. Ubicación de las concesiones de cultivo de pequeña escala en áreas de manejo (AMERB) en la región de Los Lagos monitoreadas en este estudio

5.10. Monitoreo del efecto de la APE sobre comunidades bentónicas en AMERB

Los muestreos se llevaron a cabo entre mayo-junio y noviembre del 2023 en las tres AMERB seleccionadas que actualmente se encuentran con operaciones APE. La AMERB de Isla Quenu representa una operación de APE de engorda de *M. chilensis* con una producción de alrededor de 100 ton año⁻¹, mientras que las AMERB en Hualaihué representan operaciones de captación de “semillas” de *M. chilensis*. Los sitios corresponden a ambientes de costa insular (Isla Quenu) y ambientes costeros de fiordo (Hualaihué). La profundidad del lecho marino de los sitios muestreados alcanzó los 12 m en Isla Quenu, 17 m en Pichicolo y 14 m en Caleta el Manzano.

Se siguieron protocolos de muestreo idénticos a los usados para la caracterización del impacto de la acuicultura en concesiones con tres volúmenes de cultivo contrastantes (Según métodos descritos, anteriormente, para el Monitoreo del efecto de la APE sobre comunidades bentónicas). Por lo tanto, se registraron 30 foto-cuadrantes divididos sobre 6 transectos de 30 m, distribuíos aleatoriamente directamente bajo cada cultivo y en sitio de referencia aledaños (Sitios de referencia ~ 200 m de sitios de cultivo) evaluando: (1) la comunidad emergente de mitílidos, (2) la comunidad de megafauna epibentónica y (3) la comunidad de Infauna asociada. Junto a cada registro comunitario de cada sitio, se tomaron muestras para evaluar, *in situ*, potencial Redox y pH del sedimento (n = 5), y en laboratorio, el porcentaje de Materia orgánica (n = 5).



En todos los sitios bajo granjas de cultivo se observó una mayor frecuencia de aglomeraciones de mitílidos (**Figura 97A, C y E**), lo cual contrasta visualmente con los sitios de referencia (**Figura 97B, D y F**). Destaca la ausencia de especies estructuradoras en sitios de referencia, lo cual sugiere diferencias comunitarias parciales entre los sitios de cultivo y referencia y entre localidades.

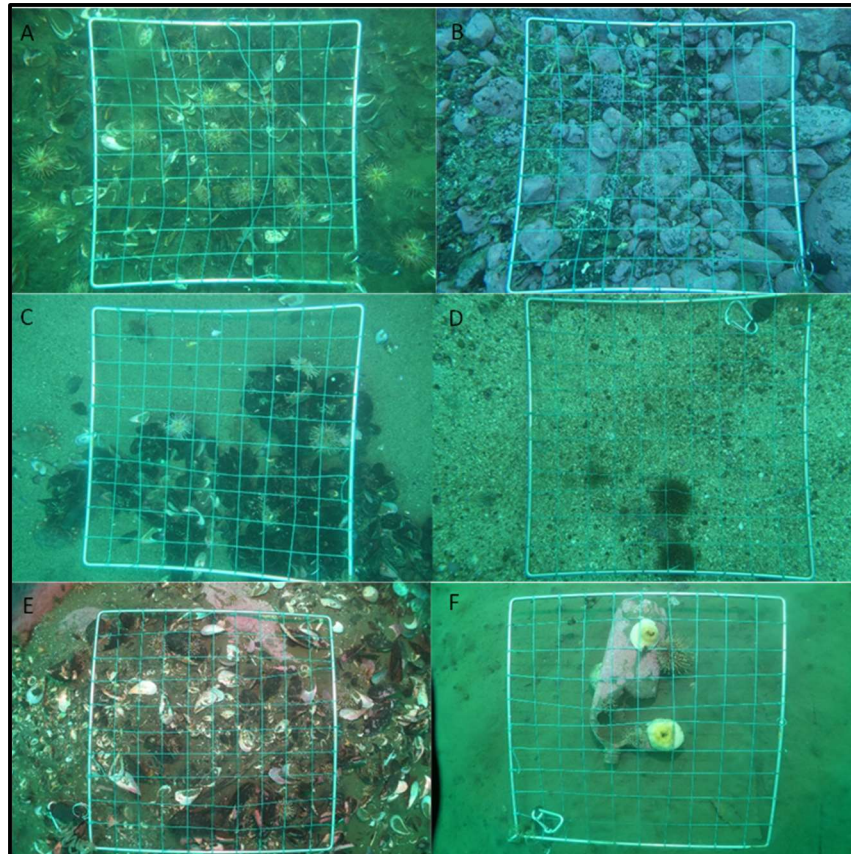


Figura 97. Foto-cuadrantes bajo sitios de cultivo y respectivos sitios de referencia para el estudio de efectos de la APE de mitílidos en la comunidad bentónica AMERB. Pichicolo cultivo (A) y referencia (B); Isla Quenu Cultivo (C) y referencia (D); Caleta isla el Manzano cultivo (E) y referencia (F).

5.10.1. Abundancia de sustrato biogénico

La abundancia de agregaciones de mitílidos, representado como el porcentaje promedio (\pm D.E.) de cobertura de bivalvos del orden Mytilidae (i.e., *Mytilus chilensis*, *Aulacomya atra* y/o *Choromytilus chorus*), fue significativamente mayor bajo los cultivos, contrastando con su baja presencia en los ambientes de referencia (**Figura 98**). El ambiente bentónico en los sitios de referencia de El Manzano y Quenu, estuvieron compuestos de sustratos areno-fangosos con coberturas cercanas al 100%, siendo Pichicolo el único ambiente de referencia con un sustrato mixto donde predominaron bolones, guijarros y restos calcáreos de gastrópodos (“Conchilla”). En otoño, las agregaciones de mitílidos bajo los cultivos alcanzaron un promedio de 20.6 % (\pm 23.13) en El Manzano, 12 % (\pm 11) en Pichicolo y



18% (± 18.9) en Isla Quenu (**Figura 98**). En primavera, la abundancia de bivalvos bajo los cultivos fue similar, alcanzando un promedio de 27.9 % (± 26.11) en el cultivo de El Manzano, un 38% (± 28.9) en Pichicolo, pero sólo un 3 % (± 12.5) en Quenu. La cobertura promedio de bivalvos en los ambientes de referencia en ambos muestreos no superó el 5% (**Figura 98**).

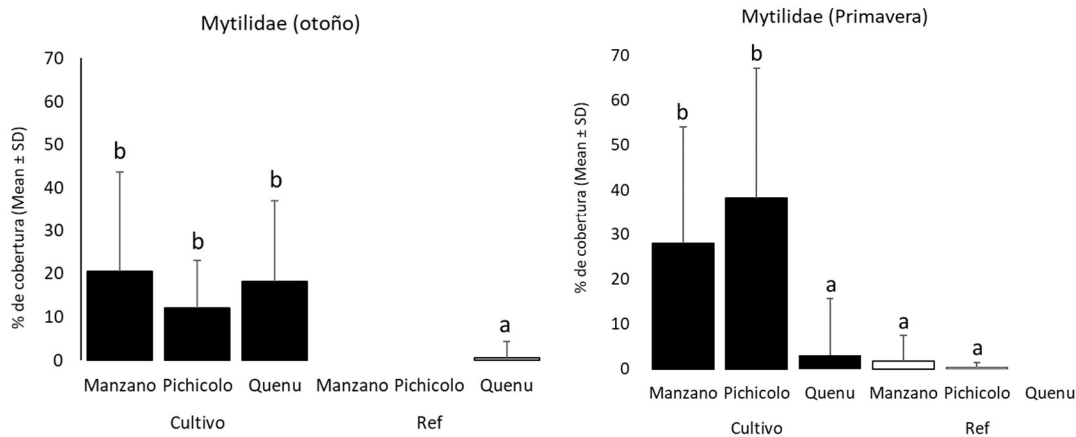


Figura 98. Porcentaje promedio (\pm DE) de la cobertura de fondo compuesto por especies de mitílicos bajo cultivos de pequeña escala (Barras negras) y sus respectivos sitios de referencia (Barras blancas) en tres AMERB: cultivo de engorda en Isla Quenu, (Calbuco) y captación de semillas en el Manzano y Pichicolo, (Hualaihué) en otoño y primavera del 2023.

5.10.2. Riqueza y diversidad de la comunidad de invertebrados bajo sitios de cultivo APE

5.10.2.1. Invertebrados epibentónicos

En otoño, la riqueza total promedio de especies (\pm DE) fue significativamente mayor en ambientes bajo los cultivos en comparación con los ambientes de referencia (Otoño: g.l. = 1; $F = 70.3$; $p < 0,01$), existiendo diferencias sitio-específicas (Otoño: g.l. = 4; $F = 58$; $p < 0,01$). En primavera, sólo existieron diferencias significativas sitio-específicas (g.l. = 1; $F = 0.37$; $p = 0,53$; g.l. = 4; $F = 9.24$; $p < 0,01$). Las diferencias entre sitios estuvieron dadas por la mayor riqueza bajo el cultivo de El Manzano (7.63 ± 1.75) comparada con su referencia (2 ± 1.2), la menor riqueza bajo el cultivo de Pichicolo (4.1 ± 1.06) comparada con su referencia (5.1 ± 1.3), mientras que la riqueza en isla Quenu no mostró diferencias entre cultivo y referencia (Cultivo: 4.9 ± 1.1 ; Ref.: 4.8 ± 0.95) (**Figura 99**). En primavera, la riqueza promedio mostró ser relativamente homogénea entre sitios de cultivo (El Manzano: 5.7 ± 1.8 , Pichicolo: 4.6 ± 1.1 , Quenu: 5.2 ± 1.3) y similar a la observada en los sitios de referencia (El Manzano: $4,7 \pm 1.79$, Pichicolo: 4.0 ± 1.2 ; Quenu: 6.2 ± 1.9), donde las diferencias promedio estuvieron dadas por una riqueza levemente mayor bajo los cultivos.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el cual indica la heterogeneidad de una comunidad basándose en su riqueza (Especies presentes) y la abundancia relativa de cada especie, mostró diferencias entre la condición de cultivo y referencia sólo en otoño (Otoño: g.l. = 1; $F = 120.8$; $p < 0,01$; Primavera: g.l. = 1; $F = 2,19$; $p = 0,14$), pero en ambos casos existieron diferencias sitio-específicas



(Otoño: g.l. = 4; F = 49.8; $p < 0,01$; Primavera: g.l. = 4; F = 13,5; $p < 0,01$). Un resumen del modelo estadístico (ANOVA jerárquico anidado) se presenta en la **Tabla 53**.

En otoño, la diversidad promedio en El Manzano (1.55 ± 0.33) fue cinco veces más alta que su ambiente de referencia (0.31 ± 0.35), mientras que en Pichicolo se observaron valores similares (Cultivo: 0.88 ± 0.27; Ref.: 1.0 ± 0.23), mientras que la diversidad en Quenu fue un 30% mayor en el ambiente bajo el cultivo (0.97 ± 0.27) que en el de referencia (0.64 ± 0.18) (**Figura 99**).

En primavera, El Manzano tuvo una diversidad alrededor de un 20% mayor en el ambiente bajo el cultivo (1.1 ± 0.42) que en el de referencia (0.84 ± 0.38), en Pichicolo se observó una diversidad aproximadamente 40% más alta bajo el cultivo (Cultivo: 0.91 ± 0.37; Ref.: 0.56 ± 0.27), siendo Quenu el único ambiente donde la diversidad fue significativamente mayor, en un 34%, en el sitio de referencia (Cultivo: 0.73 ± 0.33; Ref.: 1.12 ± 0.32) (**Figura 99**).

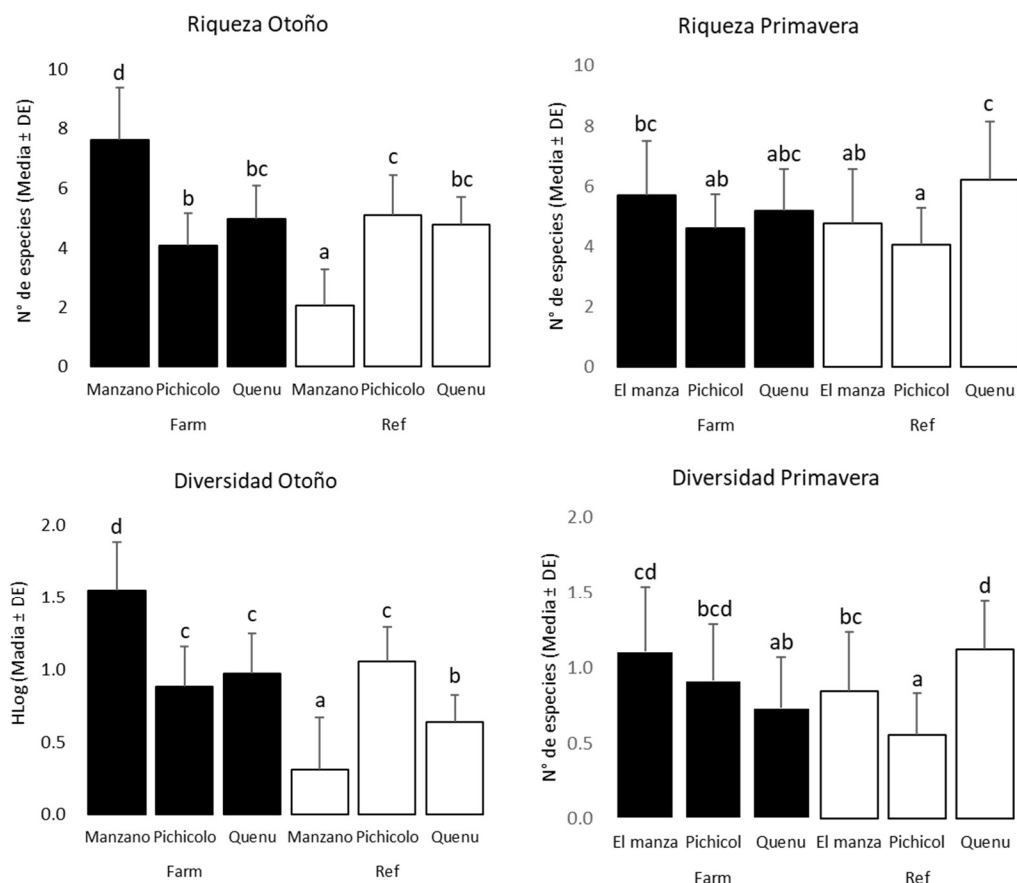


Figura 99. Riqueza y Diversidad (H'Log) promedio (± DE) de invertebrados bentónicos de ambientes bentónicos bajo cultivos de pequeña escala (Barras negras) y respectivos sitios de referencia (Barras blancas) en tres AMERB: cultivo de engorda en Isla Quenu, (Calbuco) y captación de semillas en el Manzano y Pichicolo, (Hualaihué) en otoño y primavera del 2023. Letras indican diferencias significativas entre medias (HSD Tukey $d > c > b > a$).



Tabla 53.

Resumen análisis de ANOVA jerárquico (Condición: Cultivo vs. Referencia y Sitio (Cultivo)) de la riqueza y la diversidad de especies (Shannon H') en comunidades de invertebrados epibentónicos bajo cultivos APE de mitílidos y sitios de referencia en otoño y primavera del 2023.

Indicadores		Otoño 2023			Primavera 2023			
		g.l.	F	p	g.l.	F	p	
Fauna epibentónica	Riqueza	Condición	1	70,3	< 0,01	1	0,37	0,53
		Sitio (Condición)	4	58	< 0,01	4	9,24	< 0,01
Diversidad (H')		Condición	1	120,8	< 0,01	1	2,19	0,14
		Sitio (Condición)	4	49,8	< 0,01	4	13,52	< 0,01

5.10.2.2. Estructura comunitaria de la comunidad de invertebrados epibentónicos

La estructura comunitaria total de invertebrados móviles en ambientes bajo la condición de cultivo, no mostró diferencias significativas con la estructura comunitaria que representó a los ambientes de referencia. Sin embargo, existieron sitios donde esta diferencia fue significativa, en ambas temporadas (**Tabla 54**). La comparación pareada entre sitios de cultivo y de referencia en otoño (PERMDISP, **Tabla 55**), muestra que la estructura comunitaria bajo el cultivo de Isla Quenu no fue diferente de la registrada en el sitio de referencia. Mientras que en los ambientes bajo los cultivos de El Manzano y Pichicolo mostraron diferencias significativas. Estas diferencias estuvieron moduladas por la mayor abundancia del erizo generalista *Arbacia dufresnii* en las comunidades bajo los cultivos, mientras que la separación de los sitios de referencia estuvo correlacionada con especies de carnívoros suspensívoros tales como poliquetos del orden Sabellidae y la anémona *Boloceroopsis* sp. (**Figura 100A y B**). El modelo de ordenación de componentes principales (PCO), en otoño explicó el 52% de la variación total (**Figura 100A y B**), lo cual indica una representación aceptable de la variación comunitaria (Clarke et al. 2014).

En primavera, las diferencias sitio-específicas entre las estructuras comunitarias de los ambientes bajo los cultivos de El Manzano y Pichicolo (PERMDISP, **Tabla 55**) estuvieron asociadas a la abundancia de *A. dufresnii*, mientras que diferencias marginales entre ambientes de referencia y ambientes de cultivo fueron suspensívoros como *Heterocucumis godeffroyi*, y la anémona carnívora *Anthothoe chilensis* y el detritívoro carroñero *Munida gregaria* con mayor preponderancia en el ambiente de referencia de Isla Quenu (**Figura 100D**). El modelo PCO explicó un 51% de la variación total de la abundancia de especies.

Arbacia dufresnii fue la especie más abundante en todos los sitios y su abundancia siempre representó más del 50% de la abundancia total de especies, particularmente en sitios de cultivo, alcanzando incluso más del 90% de la abundancia total bajo el cultivo de Pichicolo en otoño (**Tabla 56**). El langostino de los canales (*Munida gregaria*) fue otra especie abundante en sitios de cultivo. El erizo comercial *Loxechinus albus* fue encontrado sólo bajo sitios de cultivo y en primavera, alcanzando abundancias entre el 10% (Quenu) y el 37 % (Pichicolo) de la abundancia total de especies. Jaibas depredadoras como *Metacarcinus edwardsii* estuvo presente bajo los cultivos, pero en muy baja abundancia. En ambientes de referencia junto con *A. dufresnii* y *M. gregaria*, las especies más abundantes fueron anélidos del orden Sabellidae (~35%), así como el poliqueto tubícola *Chaetopterus*



variopedatus representando en algunos casos hasta el 30% de la abundancia total de especies (Tabla 56). La anémona invasora *Metridium senile* (Häussermann et al. 2022), fue observada únicamente en el ambiente de referencia de El Manzano representando ~ del 20 % de la abundancia total.

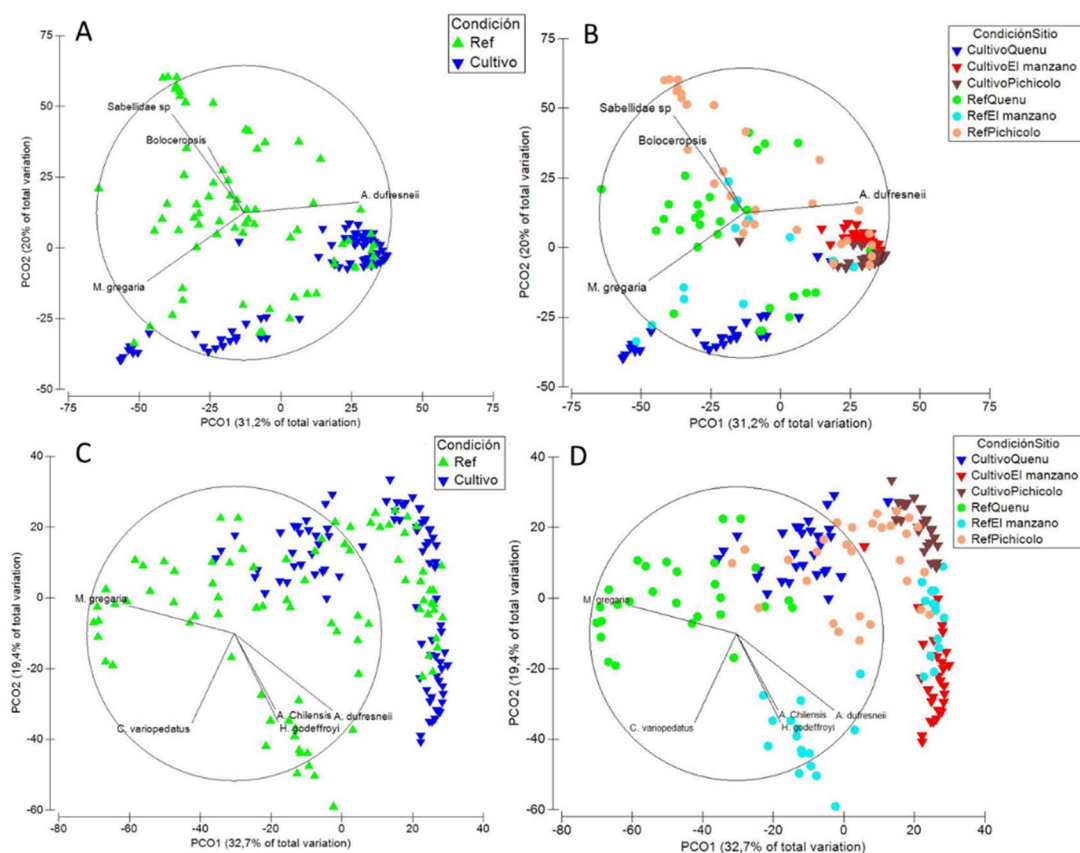


Figura 100. Análisis de ordenación de componentes principales (PCO) del ensamble de invertebrados epibentónicos que contribuyeron con la mayor disimilaridad entre sitios de cultivo (▲) y sus respectivos sitios de referencia (○). Bi-plots muestran el efecto total de la condición (cultivo vs. ambientes de referencia) y la condición*sitio. A) y B) otoño; C) y D) primavera del 2023. Vectores indican correlaciones de Spearman ($r > 0,5$). El círculo indica una correlación $r = 1$.

Tabla 54.

Análisis permutacional de varianza multivariada (PERMANOVA) de la comunidad de invertebrados epibentónica bajo cultivos APE de mitílidos y sitios de referencia en otoño y primavera del 2023.

Fuente	Otoño 2023			Primavera 2023		
	df	Pseudo-F	P(perm)	df	Pseudo-F	P(perm)
Condición (Cultivo vs. Ref.)	1	1,1	0,3	1	1,06	0,5
Sitio (Condición)	4	20,8	< 0,01	4	33,6	< 0,01
Residual	157			17	1178,6	
Total	162			179		



Tabla 55.

Comparación pareada de la dispersión multivariada (PERMDISP) de la abundancia de la comunidad de invertebrados epibentónica bajo cultivos APE de mitílidos y sitios de referencia en otoño y primavera del 2023.

Comparación pareada (PERMDISP) Cultivo vs. Referencia	Otoño 2023		Primavera 2023	
	t	P(perm)	t	P(perm)
Cultivo Quenu – Ref. Quenu	0,7	0,5	5,1	< 0,01
Cultivo El Manzano – Ref. El Manzano	9,15	< 0,01	6,1	< 0,01
Cultivo Pichicolo – Ref. Pichicolo	7,8	< 0,01	6,8	< 0,01
Entre ambientes de cultivo				
Cultivo Quenu – Cultivo Pichicolo	0,99	0,4	1,9	0,08
Cultivo Quenu – Cultivo El Manzano	1,66	0,1	0,8	0,5
Cultivo El Manzano – Cultivo Pichicolo	2,9	< 0,01	2,4	0,02
Entre ambientes de referencia				
Ref. Quenu – Ref. El Manzano	6,6	< 0,01	1,1	0,2
Ref. Quenu – Ref. Pichicolo	6,1	< 0,01	0,39	0,7
Ref. El Manzano – Ref. Pichicolo	1,59	0,16	0,6	0,5

Tabla 56.

Análisis del porcentaje de similaridad (SIMPER) de la abundancia de la fauna de invertebrados móviles en sitios de cultivo y de referencia en otoño y primavera del 2023. Abund. \bar{x} = abundancia multivariada promedio, DE Sim. = desviación estándar de la abundancia promedio multivariada, Contr. % = porcentaje de contribución a la abundancia total, Acum. % = porcentaje de contribución acumulada.

Sitio	Otoño 2023					Primavera 2023				
	Especies	Abund. \bar{x}	DE Sim.	Contr. %	Acum.%	Especies	Abund. \bar{x}	DE Sim.	Contr. %	Acum. %
Cultivo Quenu	<i>M. gregaria</i>	2,56	2,10	75,26	75,26	<i>A. dufresnii</i>	2,29	4,08	50,27	50,27
	<i>A. dufresnii</i>	1,08	0,90	22,84	98,10	<i>M. gregaria</i>	1,86	1,99	33,37	83,63
						<i>L. albus</i>	0,73	0,85	10,63	94,27
						<i>C. variopedatus</i>	0,62	0,37	4,39	98,66
Referencia Quenu	<i>Sabellidae sp.</i>	2,60	0,91	36,48	36,48	<i>M. gregaria</i>	1,81	1,21	44,43	44,43
	<i>A. dufresnii</i>	1,81	1,76	34,84	71,32	<i>C. variopedatus</i>	1,61	0,96	30,38	74,81
	<i>M. gregaria</i>	1,50	1,19	23,24	94,56	<i>A. dufresnii</i>	0,75	0,62	12,76	87,57
Cultivo El Manzano	<i>A. dufresnii</i>	3,65	3,59	72,95	72,95	<i>A. dufresnii</i>	4,31	3,27	67,05	67,05
	<i>A. chilensis</i>	1,84	0,58	14,78	87,73	<i>H. godeffroyi</i>	1,56	0,99	15,72	82,77
	<i>N. gayii</i>	1,09	0,33	4,55	92,27	<i>A. chilensis</i>	1,80	0,91	14,32	97,09
Referencia El Manzano	<i>A. dufresnii</i>	0,29	0,22	46,15	46,15	<i>A. dufresnii</i>	3,27	1,57	59,24	59,24
	<i>Metridium sp.</i>	0,52	0,16	21,57	67,72	<i>C. variopedatus</i>	6,48	0,57	31,76	91,00
	<i>M. gregaria</i>	0,19	0,15	17,02	84,75	<i>P. magellanicus</i>	0,88	0,44	5,34	96,34
	<i>Antholoba sp.</i>	0,15	0,09	4,70	89,45					
Cultivo Pichicolo	<i>P. Magellanicus</i>	0,09	0,05	3,64	93,09					
	<i>A. dufresnii</i>	2,19	1,83	94,89	94,89	<i>A. dufresnii</i>	2,17	3,67	61,73	61,73
Referencia Pichicolo	<i>L. albus</i>	1,76	1,81	37,37	99,10	<i>L. albus</i>	1,76	1,81	37,37	99,10
	<i>Sabellidae sp.</i>	1,86	0,56	37,65	37,65	<i>A. dufresnii</i>	1,73	1,93	82,06	82,06
	<i>A. dufresnii</i>	1,35	0,57	34,09	71,75	<i>Boloceroopsis sp.</i>	0,40	0,29	6,66	88,72
	<i>Boloceroopsis sp.</i>	0,94	0,43	15,73	87,48	<i>C. variopedatus</i>	0,40	0,29	4,17	92,89
	<i>C. lurida</i>	0,28	0,26	4,15	91,63	<i>A. chilensis</i>	0,36	0,22	3,43	96,32



5.10.2.3. Riqueza y diversidad de la comunidad de infauna

Tanto la riqueza como la diversidad (H' Log) de la comunidad de infauna bajo los cultivos no mostró efectos estadísticos respecto a los ambientes de referencia ni diferencias entre sitios (**Tabla 57**) en ambas temporadas (**Figura 101**). Esto significa que la riqueza y diversidad fue similar entre sitios de cultivo y referencia y, además, que tales parámetros mostraron una tendencia similar entre todos los sitios evaluados.

Los resultados de otoño muestran que la riqueza en El Manzano alcanzó un promedio similar tanto en el ambiente de referencia ($2,2 \pm 1,48$) como bajo el cultivo ($2,2 \pm 0,83$). En Pichicolo la riqueza promedio en el ambiente de referencia fue de $1,6 (\pm 0,89)$ mientras que bajo el cultivo alcanzó un promedio de $1,2 (\pm 1,3)$, mientras que Isla Quenu mostró los mayores valores de riqueza alcanzando un promedio de $2,6 (\pm 0,54)$ en el ambiente de referencia y $3,0 (\pm 1,22)$ bajo el cultivo (**Figura 101**). Durante primavera la respuesta fue similar, aunque la riqueza fue levemente mayor. En el Manzano el promedio en sitios de referencia alcanzó $3,2 (\pm 1,9)$ y $3,8 (\pm 2,7)$ bajo el cultivo. En Pichicolo, la riqueza alcanzó un promedio de $2,4$ tanto en el ambiente de referencia ($\pm 0,54$) como bajo el cultivo ($\pm 1,14$), al igual que en isla Quenu donde se observó el mismo valor en ambientes de referencia ($2,8 \pm 0,83$) y de cultivo ($2,8 \pm 0,44$). La diversidad de Shannon en El Manzano alcanzó un valor promedio de $0,67 (\pm 0,41)$ bajo el cultivo y $0,74 (\pm 0,49)$ en ambientes de referencia, en Pichicolo la diversidad en ambientes de referencia mostró un promedio de $0,53 (\pm 0,29)$ y de $0,35 (\pm 0,51)$ bajo el cultivo, mientras que en isla Quenu la diversidad promedio alcanzó $0,9 (\pm 0,23)$ en el ambiente de referencia y $0,85 (\pm 0,28)$ bajo el cultivo (**Figura 101**).

Tabla 57.

Resumen análisis de ANOVA jerárquico (Condición: Cultivo vs. Referencia y Sitio (Cultivo) de la riqueza y la diversidad de especies (Shannon H') en comunidades de infauna bajo sitios de cultivos APE y sitios de referencia en otoño y primavera del 2023.

Indicadores		Otoño 2023			Primavera 2023		
		g.l.	F	p	g.l.	F	p
Infauna	Condición	1	0,01	1,0	1	0,12	0,7
	Sitio (Condición)	4	2,2	0,97	4	0,73	0,57
Diversidad (H')	Condición	1	0,45	0,50	1	0,84	0,36
	Sitio (Condición)	4	1,63	0,97	4	0,88	0,48

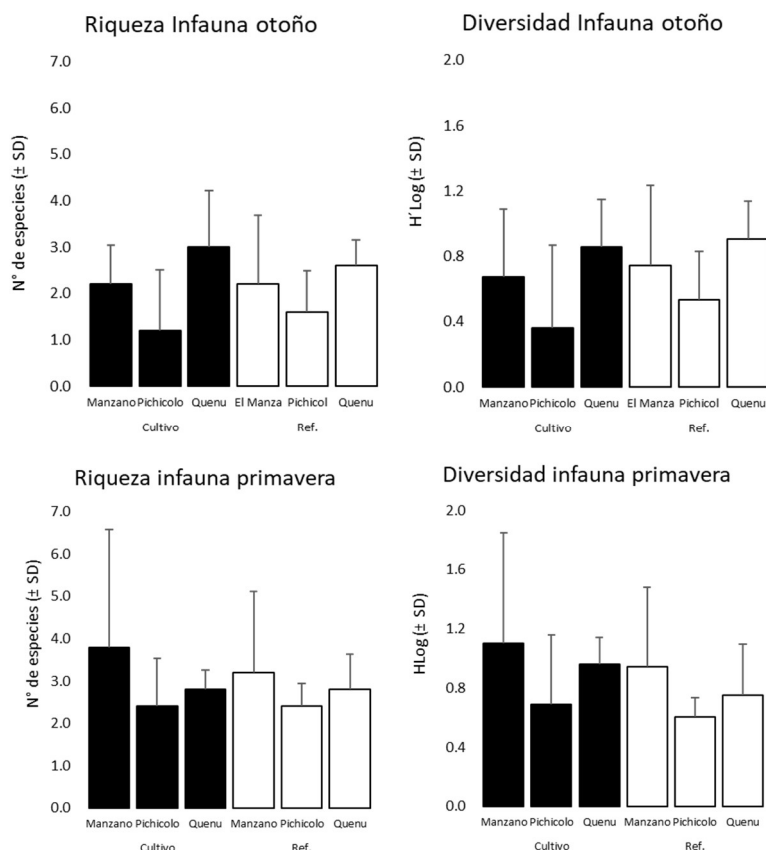


Figura 101. Riqueza (N° de especies) y Diversidad de Shannon-Weiner (H' Log) promedio (\pm DE) de la comunidad de infauna en ambientes bentónicos bajo cultivos de pequeña escala (Barras negras) y respectivos sitios de referencia (Barras blancas) en tres AMERB: cultivo de engorda en Isla Quenu, (Calbuco) y captación de semillas en el Manzano y Pichicolo, (Hualaihué) en otoño y primavera del 2023.

5.10.2.4. Estructura comunitaria de la comunidad de infauna

Las variaciones en la estructura comunitaria de la comunidad de infauna mostró que el efecto total de la condición de cultivo no fue significativo en otoño, aunque, existieron diferencias sitios-específicas (Tabla 58), mediadas por variaciones entre la abundancia del poliqueto *Polygordius* sp. y juveniles de *M. chilensis*, abundantes, principalmente en Pichicolo y la abundancia de *Lumbrineris* sp. en El Manzano (PERMDISP, Tabla 59). En primavera, el efecto total del cultivo fue significativo (PERMANOVA, Tabla 58), y estas diferencias estuvieron mediadas por la baja similitud entre la comunidad de infauna bajo los cultivos de Isla Quenu y Pichicolo, y sus sitios de referencias (PERMDISP, Tabla 59). Las especies que contribuyeron a estas diferencias fueron *Lumbrineris* sp. y el anfípodo *Heterophoxus* sp. En términos generales, los modelos multivariados (PCO, Figura 102) mostraron una relación poco clara entre la comunidad de infauna para discriminar efectos significativos



del cultivo. El modelo de otoño explic3 alrededor del 46 % de la variaci3n total de las abundancias, mientras que el modelo de primavera explic3 el 41% (Figura 102).

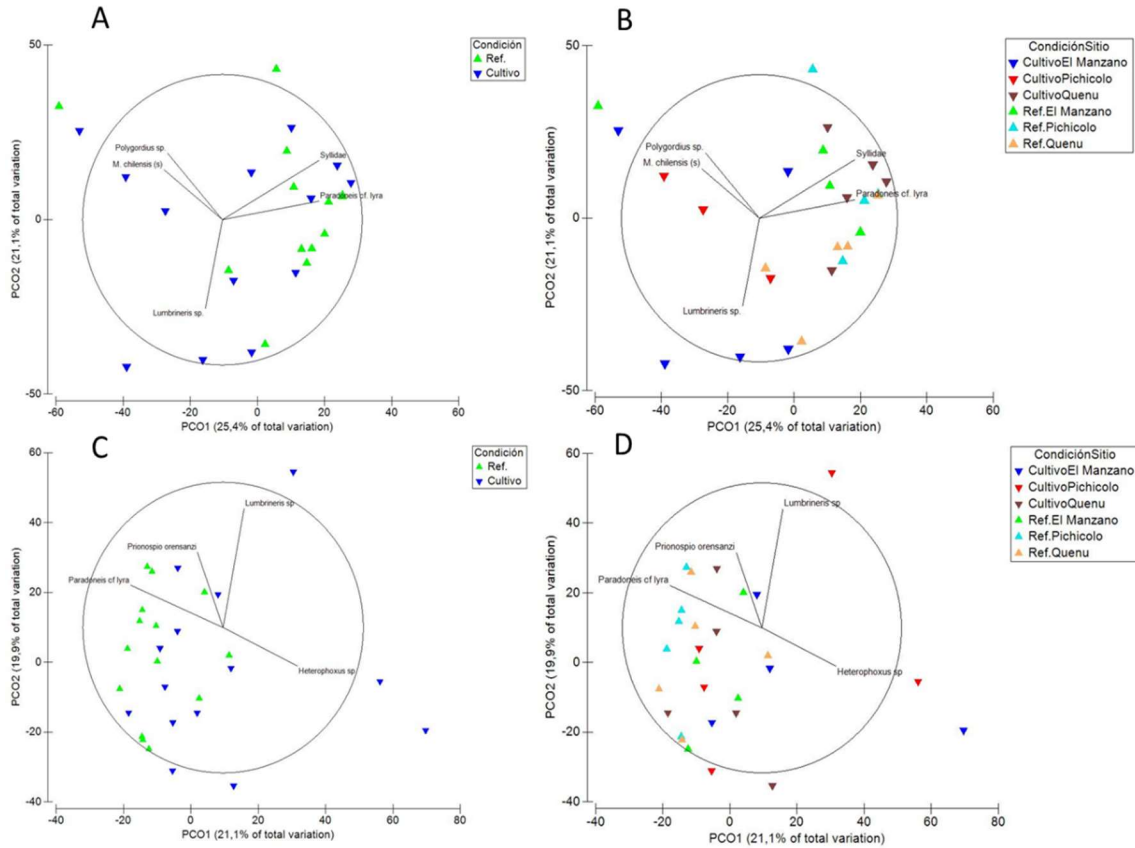


Figura 102. Análisis de ordenaci3n de componentes principales (PCO) de la estructura comunitaria de la infauna bajo tres sitios de cultivo (Quenu, El Manzano y Pichicolo) (▲) y sus respectivos sitios de referencia (○) durante otoño (A y B) y primavera (C y D) del 2023. Vectores indican correlaciones de Spearman ($r > 0,5$) de las especies. El círculo indica una correlaci3n $r = 1$.

Tabla 58.

Análisis permutacional de varianza multivariada (PERMANOVA) de la comunidad de infauna bajo cultivos APE y sitios de referencia en otoño y primavera del 2023.

Fuente	Otoño 2023			Primavera 2023		
	df	Pseudo-F	P(perm)	df	Pseudo-F	P(perm)
Condici3n (Cultivo vs. Ref.)	1	0,87	0,53	1	2,11	0,04
Sitio (Condici3n)	4	2,57	< 0,01	4	1,13	0,28
Residual	157			22		
Total	162			27		



Tabla 59.

Comparación pareada de la dispersión multivariada (PERMDISP) de la abundancia de la comunidad infauna bajo cultivos APE y sitios de referencia en otoño y primavera del 2023.

Comparación pareada Cultivo vs. Referencia	Otoño 2023		Primavera 2023	
	t	P(perm)	t	P(perm)
Cultivo Quenu – Ref. Quenu	0,68	0,52	2,11	0,031
Cultivo El Manzano – Ref. El Manzano	0,65	0,66	1,36	0,36
Cultivo Pichicolo – Ref. Pichicolo	0,49	0,71	2,64	0,049
Entre ambientes de cultivo				
Cultivo Quenu – Cultivo Pichicolo	1,52	0,31	1,5	0,31
Cultivo Quenu – Cultivo El Manzano	2,4	0,11	1,0	0,44
Cultivo El Manzano – Cultivo Pichicolo	3,14	0,036	0,51	0,72
Entre ambientes de referencia				
Ref. Quenu – Ref. El Manzano	0,4	0,74	0,5	0,67
Ref. Quenu – Ref. Pichicolo	0,54	0,6	1,2	0,38
Ref. El Manzano – Ref. Pichicolo	0,66	0,72	1,33	0,31

5.10.3. Análisis de Indicadores de Enriquecimiento Orgánico (IEO)

En otoño, el contenido promedio (\pm DE) de materia orgánica total (MOT) fue similar, tanto en ambientes de referencia como de cultivo, evidenciando un efecto poco significativo de la acumulación (**Tabla 60**). Bajo el cultivo de Pichicolo se encontró el mayor contenido promedio ($4,4 \pm 4,1$ %), sin embargo, existió amplia variación dentro del sitio no observándose diferencias significativas con el respectivo sitio de referencia (**Tabla 61**). En primavera, existió amplia variación entre sitios. En el cultivo en Pichicolo, se registraron los valores de materia orgánica más altos ($3,1 \pm 1,8$ %), los cuales fueron similares a lo observado en el sitio de referencia ($2,7 \pm 1,3$ %). Para el resto de los sitios el contenido de materia orgánica se mantuvo alrededor del 1% en ambas temporadas de muestreo. En general, los datos sugieren, con estos tamaños de cultivo, el aporte de materia orgánica al fondo es bajo y, por otro lado, que existe una relación sitio-específica con la dinámica de transporte y acumulación de materia orgánica dentro de cada sitio de cultivo.

El potencial Redox mostró efectos significativos del cultivo sobre el fondo en ambas temporadas (**Tabla 60**). Los ambientes de cultivo en El Manzano y Pichicolo alcanzaron los valores máximos negativos (**Tabla 61**), registrándose un promedio de $-146,1$ mV (± 107) en El Manzano y $-218,6$ mV ($\pm 87,5$) en Pichicolo, los cuales contrastaron con los valores registrados en los respectivos sitios de referencia (El Manzano: $-57,3 \pm 25,4$ mV; Pichicolo: $68,1 \pm 19$ mV). Mientras que el Redox en los ambientes de cultivo y referencia en isla Quenu mostraron ser estadísticamente similares ($150,3 \pm 52,5$; $83,8 \pm 27,4$, respectivamente), pero, exhibiendo diferencias entre sitios (**Tabla 60**). En primavera, se observó una dinámica similar, donde El Manzano y Pichicolo alcanzaron valores negativos ($-88,75 \pm 70,5$ mV; -153 ± 70 mV, respectivamente), mientras que valores sustancialmente más bajos y positivos ($5,7 \pm 0,3$ mV; $6 \pm 0,6$ mV, respectivamente) fueron registrado en los sitios de referencia.

El pH del sedimento no mostró diferencias significativas atribuibles a efectos del cultivo en ambas temporadas (**Tabla 61**). Sin embargo, se observó diferencias entre sitios, donde isla Quenu mostró los valores más bajos ($\pm 4,7$), particularmente, en primavera (**Tabla 61**).



Tabla 60.

ANOVA Jerárquico en IEO (Materia Orgánica Total - MOT, Potencial Redox y pH del sedimento) en ambientes bentónicos bajo cultivos APE de mitílidos y sitios de referencia en otoño y primavera del 2023.

Indicadores Enriquecimiento Orgánico		Otoño 2023			Primavera 2023		
		g.l.	F	p	g.l.	F	p
MOT (%)	Condición	1	17,59	< 0,01	1	3,5	0,07
	Sitio (Condición)	4	8,63	< 0,01	4	1,7	0,17
Redox (µV)	Condición	1	9,6	<0,01	1	20,1	<0,01
	Sitio (Condición)	4	4,66	<0,01	4	27,8	<0,01
pH	Condición	1	0,73	0,38	1	0,9	0,32
	Sitio (Condición)	4	2,14	0,08	4	1,1	0,36

Tabla 61.

Valores promedio de IEO (Materia Orgánica Total - MOT, Potencial Redox y pH del sedimento) en ambientes bentónicos bajo cultivos APE de mitílidos y sitios de referencia en otoño y primavera del 2023. Letras indican diferencias significativas entre media (HSD Tukey; d > c > b > a).

	Ambiente	Sitio	MOT (%)	Redox (mV)	pH
Otoño 2023	Cultivo	El Manzano	1,3 ± 0,57	-146,1 ± 107 ^{ab}	7,4 ± 0,22
		Pichicolo	4,11 ± 4,09	-218,6 ± 87,5 ^a	7,2 ± 0,1
		Isla Quenu	1,27 ± 0,7	150,3 ± 52,5 ^c	7,5 ± 0,07
	Referencia	El Manzano	1,2 ± 0,7	-57,3 ± 25,4 ^b	7,4 ± 0,1
		Pichicolo	0,88 ± 0,1	68,1 ± 19 ^c	7,5 ± 0,01
		Isla Quenu	1,1 ± 0,15	83,8 ± 27,4 ^c	7,4 ± 0,24
Primavera 2023	Cultivo	El Manzano	0,3 ± 0,27 ^a	-88,75 ± 70,5 ^{ab}	6 ± 0,42 ^b
		Pichicolo	3,1 ± 1,8 ^b	-153 ± 70 ^a	6,4 ± 0,54 ^b
		Isla Quenu	1,1 ± 0,96 ^{ab}	15,5 ± 38,36 ^c	4,7 ± 0,09 ^a
	Referencia	El Manzano	0,25 ± 0,2 ^a	-3,7 ± 56,8 ^{ab}	5,7 ± 0,3 ^b
		Pichicolo	2,7 ± 1,29 ^b	18,3 ± 18,3 ^c	6 ± 0,6 ^b
		Isla Quenu	0,06 ± 0,05 ^a	58,3 ± 25,6 ^c	4,9 ± 0,1 ^a

5.10.4. Relación entre la comunidad de infauna e IEO

El modelo lineal basado en distancia (DistLM), indicó que la presencia de cultivo APE tuvo un efecto leve sobre la estructura comunitaria de la infauna, evidenciado por una relación débil con los IEO, a su vez, indicando un efecto moderado o bajo de la acumulación orgánica sobre el bentos.

En otoño, la prueba DistLM (**Tabla 62**) encontró que sólo la T° intersticial del sedimento ($p = 0,03$) y el potencial Redox ($p = 0,01$) fueron predictores significativos de la abundancia de la infauna en sitios de cultivo y referencia. Los dos primeros ejes del gráfico de redundancia basado en distancia multivariada (dbRDA, **Figura 103**) explicaron el 21 % de la variabilidad total, en donde, la separación entre la comunidad de infauna de isla Quenu y El Manzano está determinada con las diferencias entre el Redox y la T° intersticial observada (**Figura 103A**). El modelo sólo explicó un 28 % de la variabilidad total ($R^2 = 0,28$).



En primavera, la prueba DistLM (**Tabla 62**) indicó que el pH ($p < 0,01$), la T° ($p < 0,01$) y la MOT ($p < 0,01$) fueron predictores significativos de la abundancia de la infauna. El Redox no fue un predictor significativo ($p = 0,12$). El pH explicó un 14 % de las variaciones comunitarias. Mientras que la T° explicó un 9%, y la MOT, un 10% de la separación entre comunidades bajo cultivo y referencia. El modelo explicó una porción importante de la variabilidad total ($r^2 = 0,3976$) que alcanzó alrededor del 40 %. Mientras que los primeros dos ejes de los diagramas dbRDA (**Figura 103B**) explicaron el 9,4 % y el 17 % de la variación total de la comunidad de infauna respectivamente. Tanto el pH como la MOT tienden a separar a los ambientes de referencia de Pichicolo y Quenu con sus respectivos ambientes de cultivo (**Figura 103B**).

Tabla 62.

Resultados de las pruebas marginal y secuencial del modelo lineal de redundancia basado en distancia (DistLM) de la comunidad de infauna y los IEO del sedimento: pH, T° intersticial, potencial Redox y contenido de materia orgánica total (% MOT) bajo cultivos APE de mitilidos y sitios de referencia en otoño y primavera del 2023.

Test marginal					Test secuencial				
Otoño 2023									
IEO	SS	Pseudo-F	p-value	Variación explicada (%)	R ²	SS	Pseudo-F	p-value	Variación explicada (%)
pH	3701,4	1,56	0,15	6,1	0,06	3701,4	1,5652	0,17	6,1
T°	4914,4	2,1	0,04	8,1	0,14	4884,6	2,166	0,04	8
Redox	8511,2	3,9	0,01	14,0	0,23	5893,6	2,8202	0,008	9,7
% MOT	3782,5	1,6	0,18	6,2	0,28	2604,3	1,261	0,27	4,3
Primavera 2023									
IEO	SS (trace)	Pseudo-F	p-value	Variación explicada (%)	R ²	SS (trace)	Pseudo-F	p-value	Variación explicada (%)
pH	8558,1	4,4	0,001	14,6	0,14	8558,1	4,4	0,001	14,6
T°	5663,2	2,7	0,019	9,6	0,23	5450,4	3,0	0,006	9,3
Redox	3621,2	1,7	0,1	6,2	0,29	3132,2	1,8	0,12	5,3
% MOT	7713,7	3,9	0,003	13,2	0,39	6113,6	3,9	0,001	10,4

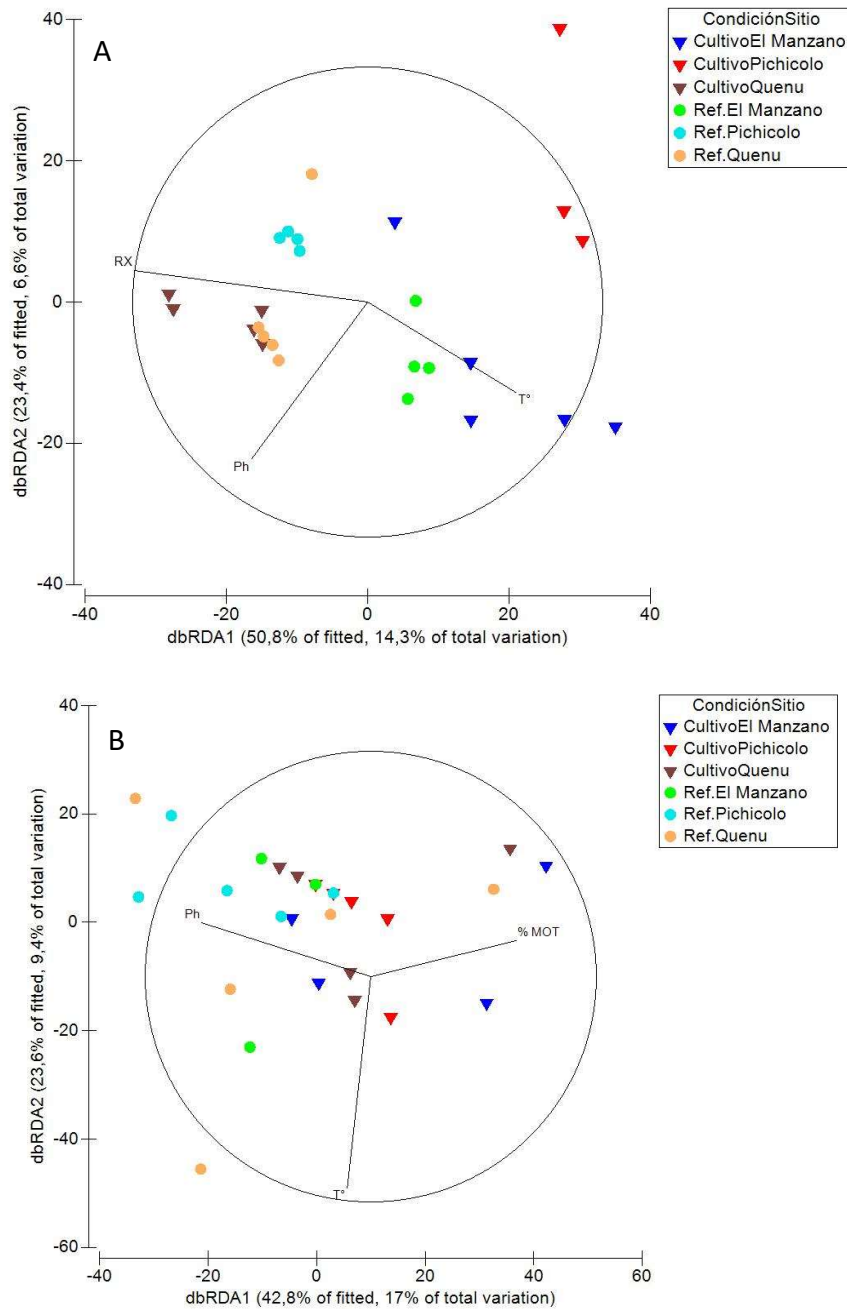


Figura 103. Análisis de redundancia basado en distancia multivariada (dbRDA) que muestra la relación entre la comunidad de infauna y los IEO bajo cultivos APE de mitílidos y sitios de referencia. A) otoño, B) primavera del 2023. Vectores indican correlaciones (r Spearman $> 0,5$) de los IEO y el ensamble de especies bajo sitios de cultivo y ambientes de referencia. El círculo indica una correlación $r = 1$.



Objetivo específico 5: *Implementar un banco de germoplasma de macroalgas para apoyar el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala.*

5.11. Evaluación de técnicas de preservación en tres especies de macroalgas de interés APE

5.11.1. Recolección de tejido reproductivo

El tejido reproductivo de *Macrocystis pyrifera* (n = 10) y *Sarcopeltis skottsbergii*, (n = 5), así como el tejido reproductivo y vegetativo de *Gracilaria chilensis* (n = 10) fueron obtenidos de distintas localidades y en diferentes fechas durante marea baja (**Tabla 63**). En el lugar de muestreo, el tejido reproductivo de cada especie fue colocado en bandejas plásticas y limpiado de epibiontes utilizando un cepillo y agua de mar filtrada (0,2 μm) y esterilizada. Posteriormente, el material reproductivo fue envuelto en papel absorbente, cubierto con papel aluminio y colocado en bolsas plásticas selladas (Redmond et al. 2014, Leal & Roleda 2018, Le et al. 2022a). Las muestras fueron transportadas al laboratorio en un lapso de 1 – 2 h. El material reproductivo se mantuvo refrigerado a 4° C por 12 – 16 h hasta la inducción de esporulación (Leal & Roleda 2018).

5.11.2. Liberación de esporas

Para inducir la liberación de esporas, se siguió el protocolo descrito para macroalgas pardas en el caso de *M. pyrifera* (Redmond et al. 2014, Camus & Buschmann 2017, Leal & Roleda 2018) y para macroalgas rojas en el caso de *G. chilensis* y *S. skottsbergii* (Mantri et al. 2009, Hughes et al. 2014, 2020, Redmond et al. 2014, Freitas et al. 2021, López-Campos et al. 2022). Como medio de cultivo para esporas y/o tejido vegetativo se usó agua de mar filtrada (0,2 μm), esterilizada y enriquecida con Provasoli (Andersen 2005).

Macrocystis pyrifera

El tejido fértil (soro) presente en las esporofilas (**Figura 104A**) fue cortado y depositado en un matraz al que se le agregó 600 mL de agua de mar filtrada (0,2 μm) y esterilizada. Después de 15 – 30 min., se retiró el tejido reproductivo del matraz y se procedió a tamizar (poros de 30 y 10 μm) la suspensión de zoosporas para eliminar detritos y otras impurezas. Posteriormente, la concentración de zoosporas en suspensión se determinó usando una cámara de Neubauer bajo microscopio invertido (Guillard & Sieracki 2005). Se sembró una concentración final de 10.000 zoosporas mL^{-1} (volumen final de 8 mL) en cuatro placas multipocillo de 6 pocillos cada una. El asentamiento de las zoosporas se observó luego de 24 h (**Figura 104B**) y fueron mantenidas en cultivo hasta la formación de gametofitos hembra y macho (día 12, **Figura 104C**) en medio de cultivo renovado cada 3 – 4 días, a 12° C, con una intensidad de luz de 30 – 50 $\text{mol fotón m}^{-2} \text{s}^{-1}$, con un fotoperiodo de 12:12 horas luz:oscuridad. En el día 12 post-esporulación se realizó el aislamiento de gametofitos hembra y macho para ser mantenidos en germoplasma (**Figura 105**).

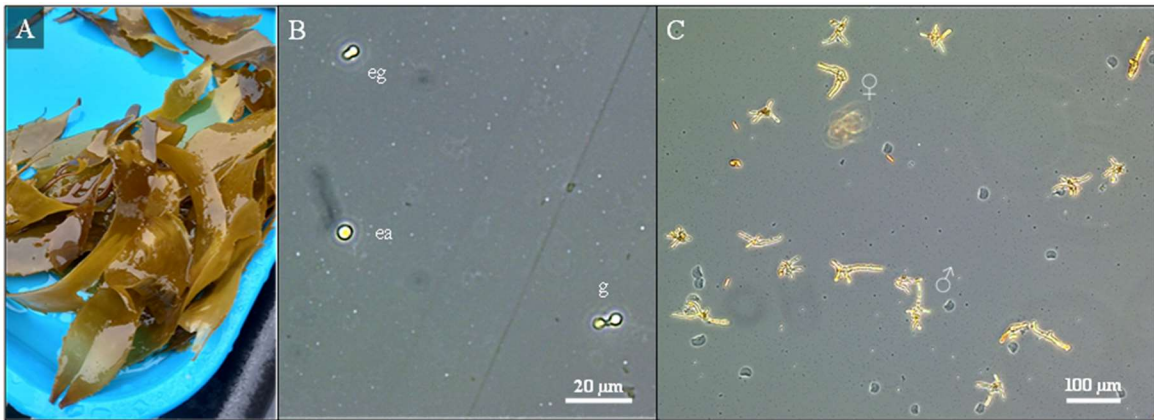


Figura 104. Imágenes de (A) esporofilas fértiles, (B) espора asentada (ea), en proceso de germinación (eg) y germinada (g), y (C) y gametofitos femeninos (♀) y masculinos (♂) de *Macrocyctis pyrifera*. La imagen A corresponde a esporofilas en proceso de limpieza previa a traslado al laboratorio, imagen B a cultivo de esporas luego de 24 h, y la C al mismo cultivo luego de 2 d.

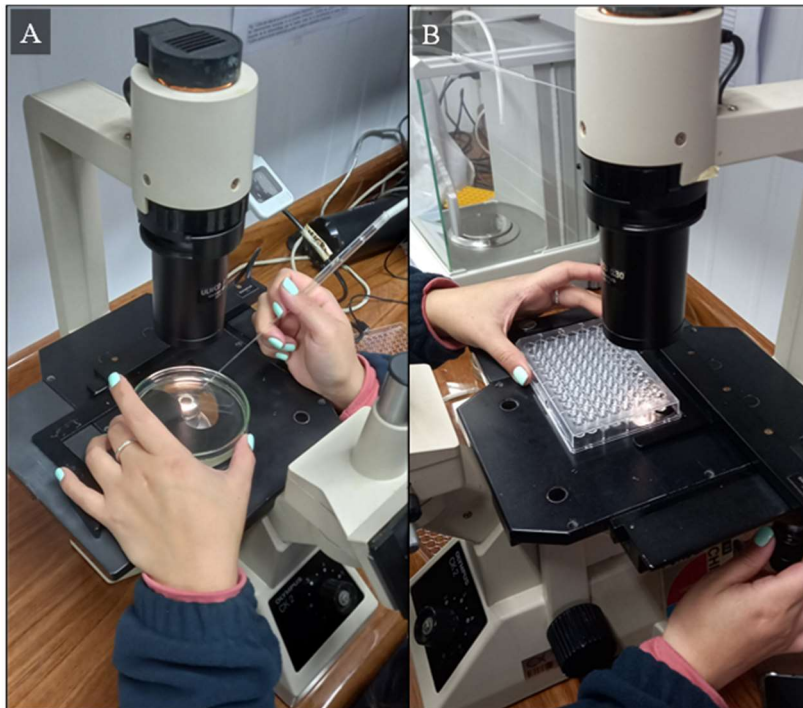


Figura 105. Aislamiento de material biológico de macroalgas para germoplasma. Gametofitos de *M. pyrifera*, y carposporas de *G. chilensis* y *S. skottsbergii* fueron aisladas desde cultivos (A) y traspasadas individualmente a pocillos de placas multipocillos (B) para su posterior mantenimiento en condiciones de germoplasma.



Tabla 63.
Información de cepas de macroalgas en condiciones de germoplasma.

Tipo cepa	Especie	Código de identificación	Información de muestreo			Tipo tejido	Tipo	Institución
			Origen	Coordenadas	Fecha			
Espora	<i>Macrocystis pyrifera</i>	MP-MBR-0001	Mar Brava	41°52'0,9" S; 74°01'4,9" O	01-06-2023	Reproductivo	Gametofitos	IFOP
		SEPA-1147	Achao	-	08-08-2023	Reproductivo	Gametofitos	Centro i~mar
		SEPA-1088	Queilen	-	08-08-2023	Reproductivo	Gametofitos	Centro i~mar
	<i>Gracilaria chilensis</i>	GCH-PUT-0001	Putemún	42°27'19,8" S; 73°44'55,7" O	08-08-2023	Reproductivo	Carposporas	IFOP
	<i>Sarcopeltis skottsbergii</i>	SS-MET-0001	Estuario Río Metrenquen	41°58'21,2" S; 73°30'43,5" O	23-11-2023	Reproductivo	Carposporas	IFOP
Tejido vegetativo	<i>Gracilaria chilensis</i>	GCHv-PUD-0002	Pudeto	41°53'15,8" S; 73°46'36,4" O		Vegetativo	Filamento	IFOP
		GCHv-PUT-0003	Putemún	42°27'19,8" S; 73°44'55,7" O		Vegetativo	Filamento	IFOP
		SEPA-3360	Lenca	-	08-08-2023	Vegetativo	Filamento	PUC
		SEPA-3383	Lenca	-	08-08-2023	Vegetativo	Filamento	PUC
		SEPA-3475	Quetalmahue	-	08-08-2023	Vegetativo	Filamento	PUC



Gracilaria chilensis* y *Sarcopeltis skottsbergii

El tejido reproductivo consistió en hembras adultas con cistocarpos (de *G. chilensis*, **Figura 106A**, y *S. skottsbergii*, **Figura 106B**), que liberan carposporas. El tejido cistocárpico fue cortado y colocado en agua de mar filtrada (0,2 µm) y esterilizada dentro de matraces de 1 L con aireaci3n constante por 2 h. Luego, se retir3 el tejido cistocárpico y se procedió a tamizar (poros de 30 y 10 µm) la suspensi3n de carposporas para eliminar detritos y otras impurezas. Posteriormente, la concentraci3n de carposporas en suspensi3n se determin3 usando una c3mara Sedgewick-Rafter bajo microscopio invertido (Guillard & Sieracki 2005). Se sembr3 una concentraci3n final de 10.000 carposporas mL⁻¹ (volumen final de 10 mL) en cuatro placas Petri para su posterior aislamiento (**Figura 105**).

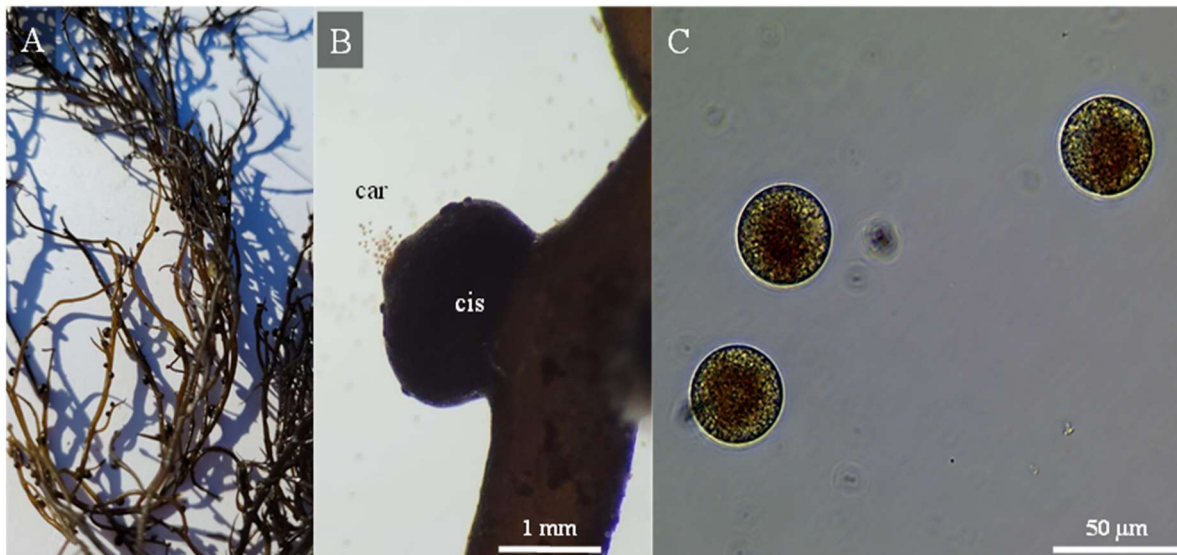


Figura 106. Im3genes de (A) adulto f3rtil de *Gracilaria chilensis* con cistocarpos visibles, (B) detalle de cistocarpio (cis) liberando carposporas (car) y (C) carposporas luego de 30 min. post-liberaci3n.

5.11.3. Aislamiento de individuos para germoplasma

En el caso de *M. pyrifera*, gametofitos se aislaron gametofitos femeninos y masculinos por separado durante el día 12 post-esporulaci3n (**Figura 104C**). Para *G. chilensis* y *S. skottsbergii*, las carposporas se aislaron el mismo día de la esporulaci3n para cada especie (**Figura 106**). Para las tres especies se sigui3 el mismo procedimiento de aislaci3n de individuos (Redmond et al. 2014).

Desde los respectivos cultivos, se seleccionaron individualmente gametofitos femeninos y masculinos y carposporas utilizando una pipeta Pasteur previamente adelgazada en calor. Cada individuo seleccionado se transfiri3 a un pocillo de placas multipocillo de 96 pocillos (**Figura 105**). Bajo microscopio, se verific3 que solo se hubiera transferido un individuo. Luego, se agregaron 150 µL agua de medio de cultivo. Una vez completada la placa multipocillo con los aislados, los cultivos se mantuvieron a 10° C en oscuridad para mantener a los gametofitos y carposporas en estado de



dormancia. El medio de cultivo de cada placa multipocillo se renovó una vez por semana durante el primer mes, luego una vez al mes los primeros seis meses y después cada seis meses.

Los gametofitos y las carposporas de las especies en estudio fueron monitoreados y fotografiados regularmente para verificar que no se produjera desarrollo y que se mantuvieran en estado de dormancia. Información de los cultivos en germoplasma para cada especie (origen, fecha de inicio, cantidad de placas multipocillo, código de rotulación, etc.) está detallada en la **Tabla 63**.

Adicionalmente, tejido vegetativo apical (n = 4) de *G. chilensis* obtenida en Putemún fue limpiado y colocado en medio de cultivo dentro de tubos de centrifuga de 50 mL y mantenido en las mismas condiciones de germoplasma que las carposporas (**Figura 107**).

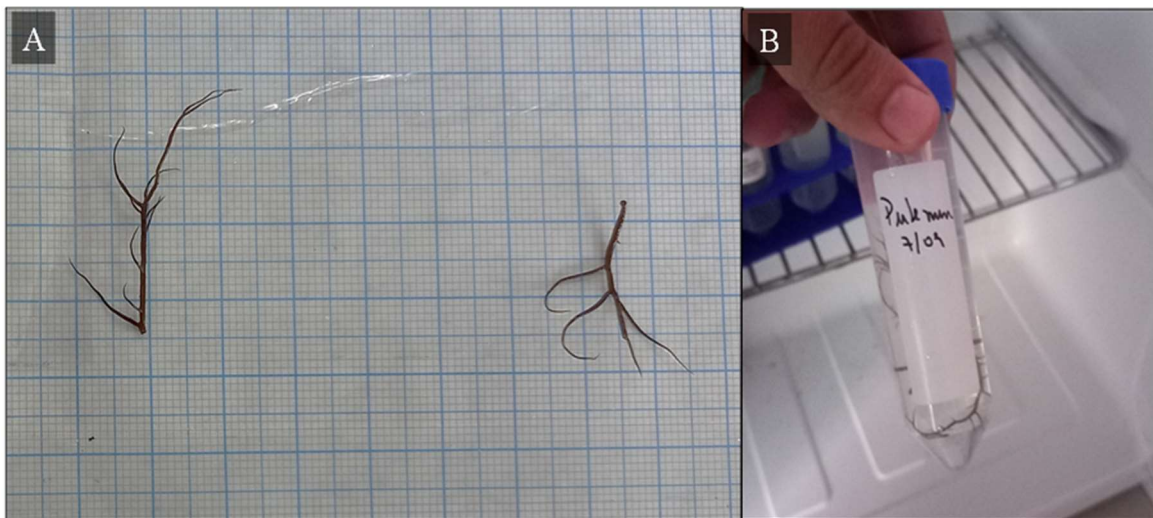


Figura 107. Aislamiento de tejido vegetativo (A) de *G. chilensis* para ser mantenido en condiciones de germoplasma (B).

5.11.4. Colaboración con otras instituciones

Para el desarrollo de este objetivo, nos contactamos con investigadoras(es) de instituciones nacionales que poseen sus propios germoplasmas de macroalga. Como resultado de estas conversaciones, Camila Martínez y la Dra. Carolina Camus, del Centro i-mar, nos entregaron cepas de *M. pyrifera* (gametofitos femeninos y masculinos), y Jessica Beltrán y el Dr. Sylvain Faugeron, de la Pontificia Universidad Católica, compartieron cepas de *G. chilensis* (tejido vegetativo) para ser mantenidas en nuestro germoplasma. Los detalles de estas cepas están en la **Tabla 63**.



5.12 Evaluación a nivel piloto del desempeño productivo en tres especies de macroalgas mantenidas en el banco inicial de germoplasma

5.12.1. Procedimiento de reactivación

Macrocystis pyrifera

Para aumentar la biomasa de cultivo y las probabilidades de fecundación, gametofitos masculinos y femeninos de la cepa del centro i-mar fueron fragmentados usando un homogeneizador de vidrio (Redmond et al. 2014, Le et al. 2022a) y mezclados en medio de cultivo dentro de matraz de 1 L. Al observarse la aparición de esporofito (< 5 mm), se inició el cambio a contenedores más grandes dependiendo de la densidad del cultivo. Cada dos semanas, se aumentó el volumen y contenedores de cultivo a 2 L, 5 L, 20 L, 40 L, y 200 L. El tamaño inicial de los esporofitos fue de 5 mm. Luego de 75 días en free-floating, los esporofitos fueron trasladados a 3 bateas de 6.000 L y mantenidos por un mes hasta el proceso de encordado y traslado a cultivo en mar. 24 cuelgas con 10 esporofitos m lineal (400 esporofitos en total) fueron cultivadas en líneas de cultivo instaladas en Hueihue (**Figura 108**).

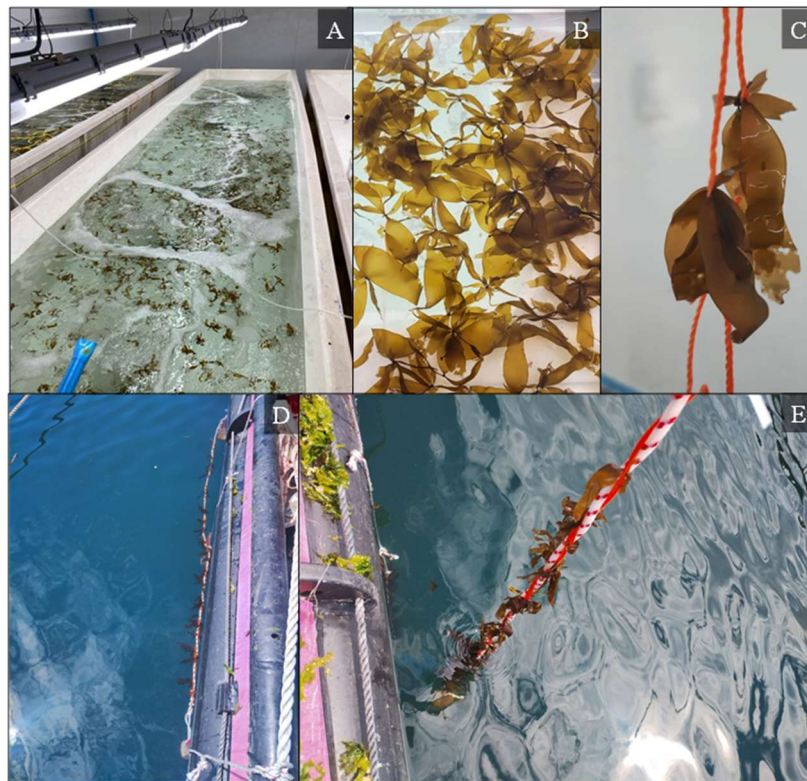


Figura 108. Individuos de *M. pyrifera* reactivados en sistema free floating en (A) estanque de 6.000 L, (B) antes y (C) después de encordado, y su traslado a cultivo experimental en mar en (D) disposición horizontal y (E) vertical.



Gracilaria chilensis

Trozos de tejido vegetativo (n = 4) de dos cepas, una natural (Putemún) y otra obtenida desde germoplasma (Lenca), fueron cultivadas en medio de cultivo con una semana de desfase. El peso y tamaño inicial para cada cepa, así como la fecha de inicio de los cultivos, se detallan en la **Tabla 64**.

Tabla 64.

Condiciones iniciales de *G. chilensis* de Putemún y Lenca en experimento de reactivación de cepas.

Lugar de origen	Tipo	Fecha	Condición inicial				
			Peso (g)		Longitud		
Putemún	Natural	31-08-2023	0,04 ±	0,01	7,84 ±	1,44	
Lenca	Germoplasma	07-09-2023	0,02 ±	0,01	3,89 ±	1,27	

5.12.2. Tasa de crecimiento

Semanalmente, se registró el peso fresco (g) y la longitud (cm) de *G. chilensis* (n = 4) y la longitud de *M. pyrifera* (n = 30), y se renovó el medio de cultivo. El tejido de *G. chilensis* se secó con papel absorbente para remover el exceso de agua. La tasa de crecimiento se calculó de acuerdo a la ecuación recomendada por Yong et al. (Yong et al. 2013):

$$\text{Tasa de crecimiento (\% día}^{-1}\text{)} = \left[\left(\frac{W_t}{W_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] \times 100$$

Donde W_0 es el valor inicial y W_t el valor final del peso (g) o longitud (cm) según corresponda, y t es el último día de cultivo.

5.12.3. Análisis estadísticos

Las diferencias estadísticas en crecimiento en peso y longitud, y de tasas de crecimiento de *G. chilensis* proveniente de pradera natural (Putemún) y de germoplasma fueron evaluadas usando ANOVA de dos vías. Estos datos fueron previamente transformados a rangos (Potvin & Roff 1993) ya que no cumplieron con los criterios de normalidad ni homogeneidad de varianzas. Cuando se observaron diferencias estadísticas, se usó la prueba *a posteriori* de Tukey ($P > 0,05$). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software Sigmaplot 11.0.

5.12.4. Cultivo de esporas en germoplasma

Macrocystis pyrifera

Después de 10 meses en condiciones de germoplasma, gametofitos femeninos y masculinos no mostraron indicios de desarrollo ni crecimiento (**Figura 109**).

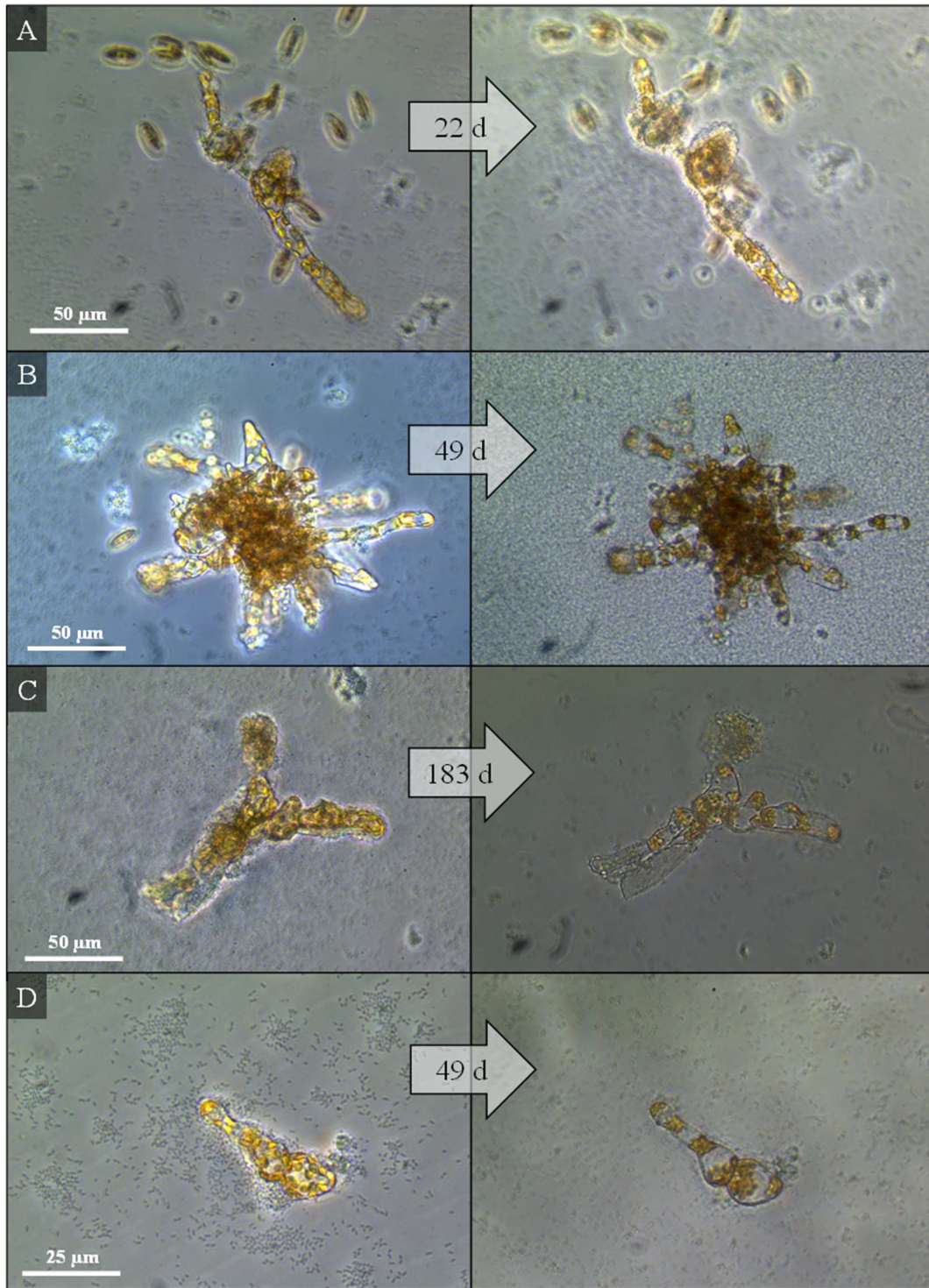


Figura 109. Gametofitos de *M. pyrifera* mantenidos en condiciones de germoplasma al inicio (imágenes de la izquierda) y después de varios días de cultivo (imágenes de la derecha).



Gracilaria chilensis

Luego de 2 h post-esporulación, la división celular comenzó en las carposporas aisladas, pero no mostraron desarrollo ni crecimiento más avanzado después de 7 meses en condiciones de germoplasma (**Figura 110**).

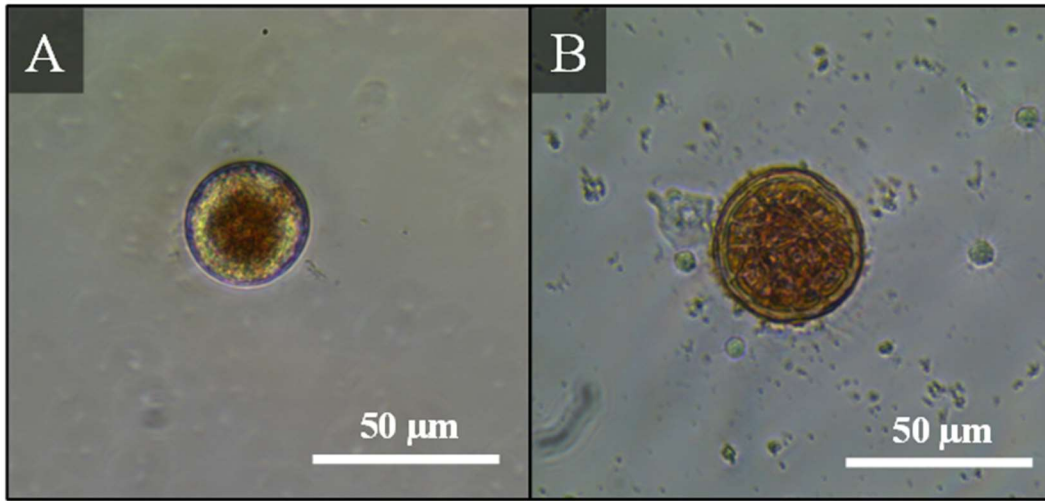


Figura 110. Carpospora de *G. chilensis* en condiciones de germoplasma al inicio (A) y después de 80 días (B) de cultivo.

Sarcopeltis skottsbergii

Luego de 2 h post-esporulación, la división celular comenzó en las carposporas aisladas, pero no mostraron desarrollo ni crecimiento más avanzado después de 2 meses en condiciones de germoplasma. Sin embargo, la mortalidad de carposporas fue de un 100%.

5.12.5. Mantenición de tejido vegetativo en germoplasma

El tejido vegetativo de las cepas de *G. chilensis* listadas en la **Tabla 63** no mostraron crecimiento ni mortalidad durante el periodo de cultivo en condiciones de germoplasma.

5.12.6. Resultados de reactivación

Macrocystis pyrifera

Los esporofitos fueron mantenidos por 75 días en cultivo free-floating, período en el cual alcanzaron un tamaño de lámina de $6,3 \pm 2,9$ cm (**Figura 111**). La tasa de crecimiento, calculada al día 75, fue de $2,5 \pm 0,6$ % d⁻¹. La mortalidad fue de 47 %, iniciando con 750 esporofitos y llegando con 400 antes del proceso de encordado.

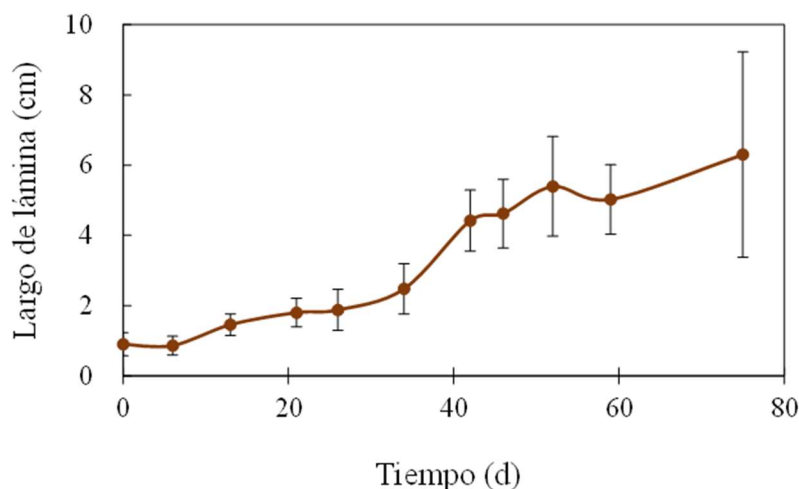


Figura 111. Crecimiento de esporofitos de *M. pyrifera* en sistema free-floating por 75 días de cultivo. Círculos representan promedio \pm desviación estándar ($n = 30$).

Gracilaria chilensis

Los individuos de *G. chilensis* fueron mantenidos por 118 días en cultivo free-floating, alcanzando una biomasa de $3,5 \pm 4,4$ g y una longitud de $22,8 \pm 12,7$ cm para los individuos de origen natural (Putemún), y una biomasa de $2,0 \pm 1,5$ g y una longitud de $25,1 \pm 7,5$ cm para los individuos de germoplasma (Lenca) (**Figura 112**). El tamaño en peso y en longitud mostraron diferencias significativas entre origen natural y germoplasma durante los primeros 63 días de cultivo. El tamaño final no mostró diferencias estadísticas entre individuos de *G. chilensis* provenientes de pradera natural y germoplasma (**Tabla 64**; Tukey $P > 0,05$).

Luego de 118 días, la tasa de crecimiento para *G. chilensis* de origen natural (Putemún) fue de $3,2 \pm 1,4$ % d^{-1} en biomasa y de $0,8 \pm 0,3$ % d^{-1} en biomasa en longitud, mientras que para los de germoplasma (Lenca), las tasas de crecimiento fueron de $3,8 \pm 0,9$ % d^{-1} en biomasa y de $1,6 \pm 0,4$ % d^{-1} en biomasa en longitud (**Figura 113**). La tasa de crecimiento en peso fue significativamente mayor que la de longitud y se observaron diferencias estadísticas entre individuos de origen natural y germoplasma en la tasa de crecimiento en longitud (**Tabla 64**, Tukey, $P > 0,05$).

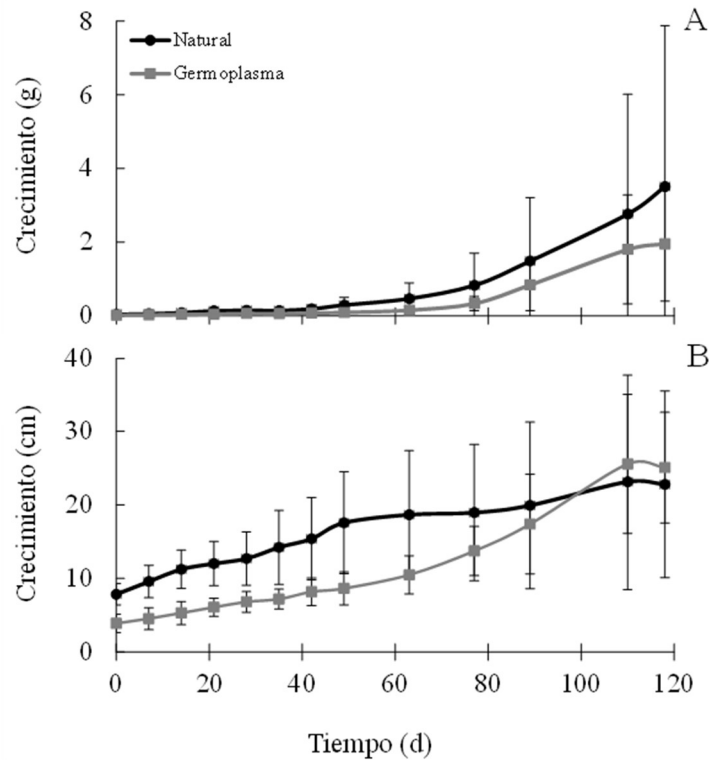


Figura 112. Crecimiento en peso (A) y en longitud (B) de individuos de *G. chilensis* provenientes de Putem3n (poblaci3n natural) y de Lenca (cepa mantenida en germoplasma) en sistema free-floating por 119 d3as de cultivo. C3rculos y cuadrados representan promedio \pm desviaci3n est3andar ($n = 4$).

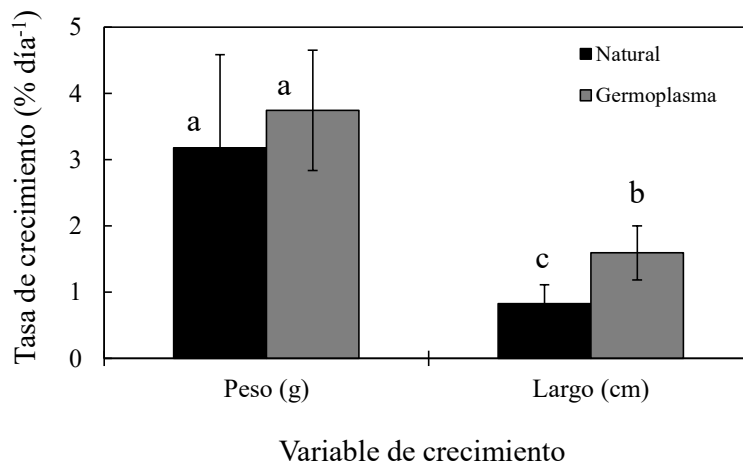


Figura 113. Tasa de crecimiento en peso y longitud de individuos de *G. chilensis* provenientes de Putem3n (poblaci3n natural) y de Lenca (cepa mantenida en germoplasma) en sistema free-floating por 119 d3as de cultivo. Barras representan promedio \pm desviaci3n est3andar ($n = 4$). Letras min3sculas indican sub grupos estad3sticos (Tukey, $P < 0,05$; $a > b > c$).



Tabla 64.

Resultados de ANOVA de dos vías para el crecimiento en peso y longitud y tasa de crecimiento para *G. chilensis* de origen natural (Putemún) y de germoplasma (Lenca).

Variable	Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P
Peso	Origen	1	6371,115	6371,115	57,912	< 0,001
	Tiempo	12	74934,5	6244,542	56,762	< 0,001
	Origen × Tiempo	12	3843,385	320,282	2,911	0,002
	Residual	78	8581	110,013		
	Total	103	93730	910		
Longitud	Origen	1	15072,154	15072,154	53,224	< 0,001
	Tiempo	12	48198	4016,5	14,183	< 0,001
	Origen × Tiempo	12	8371,346	697,612	2,463	0,009
	Residual	78	22088,5	283,186		
	Total	103	93730	910		
Tasa de crecimiento en peso	Origen	1	36	36	6,171	0,029
	Tipo de crecimiento	1	225	225	38,571	< 0,001
	Origen × Tipo de crecimiento	1	9	9	1,543	0,238
	Residual	12	70	5,833		
	Total	15	340	22,667		



Objetivo específico 6: *Realizar acciones de difusión y transferencia para apoyar el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala.*

5.13. Mantenimiento y actualización de página web APE y RRSS

Durante esta etapa, se mantuvo y actualizó permanentemente el sitio web www.sembradoelmar.cl, diseñado e implementado en la etapa IV del Programa. Este sitio contiene información multidimensional (e.g., legal, económica, productiva, científica) y multimedia (e.g., videos, ilustraciones, publicaciones, manuales, fotografías, links de utilidad) de apoyo al cultivador y/o emprendedor en el ámbito de la acuicultura de pequeña escala (APE) en Chile. Además, permite almacenar y difundir a la comunidad nacional e internacional, de manera digital, toda la información de las actividades de investigación desarrolladas en el marco del Programa y otras relativas a APE.

El análisis del funcionamiento del sitio web se realizó con la herramienta Google Analytics. Esta herramienta es la más utilizada en el mundo y permite el análisis y seguimiento de las páginas web; con ella es posible monitorear el número de visitantes, países, páginas más visitadas y otros datos.

El análisis del funcionamiento del sitio web durante los últimos 7 meses (21 de julio del 2023 al 07 de marzo del 2024) permitió identificar un total de 1.104 usuarios⁵ (**Figura 114**), de los cuales 1.071 corresponden a nuevos visitantes con un tiempo de interacción medio de 1 minuto y 35 segundos. El nivel más alto de visitas se observa el día 22 de noviembre con 21 usuarios y se realizaron 443 descargas de contenido.

La **Figura 115** señala la dispersión demográfica de consulta del sitio web; destacando como principales usuarios Chile, Estados Unidos y China con un total de 860, 60 y 57 usuarios respectivamente. En cuanto al contenido, en los últimos 230 días, se obtienen 2568 visitas de 1.071 usuarios en total (**Figura 116**); las secciones que obtienen mayores visualizaciones son:

1. Inicio de página web APE con un total de 683 visitas y 484 usuarios
2. Pestaña APE, con un total de 615 visitas y 400 usuarios.
3. Pestaña Publicaciones, 276 visitas y 160 usuarios.

Este sitio web también se encuentra vinculado a las redes sociales Instagram (@re poblacion_y_cultivo_ifop) y Twitter (@arm_labDRC) (**Figura 117**) lo que permite una difusión aún más rápida de los contenidos y actividades del Programa, como también de las últimas publicaciones (e.g., científicas, normativa, económicas, manuales, videos) en el ámbito nacional referente a la APE. Instagram posee 138 publicaciones y 1.073 seguidores mientras que Twitter contiene 86 tweets y 43 seguidores. Entre los usuarios de estas redes sociales se encuentran personas naturales, investigadores e instituciones de investigación nacional e internacional. Instagram ha sido la plataforma digital con mayor popularidad en la comunidad.

Las plataformas digitales utilizadas han permitido la posibilidad de comunicación e intercambio de información con diferentes personas e instituciones que han colaborado en la divulgación de las actividades y productos originados durante el Programa; lo cual permite promover la APE que se desarrolla en Chile.

⁵ Cantidad mayor a un período de 8 meses de la etapa anterior que correspondió a 917 usuarios.



Figura 114. Número de usuarios y tiempo de interacción media del sitio web www.sembrandoelmar.cl durante los últimos 7 meses (21 de julio 2023 al 07 de marzo 2024).



Figura 115. Dispersión demográfica de consulta del sitio web www.sembrandoelmar.cl durante los últimos 7 meses (21 de julio 2023 al 07 de marzo 2024).

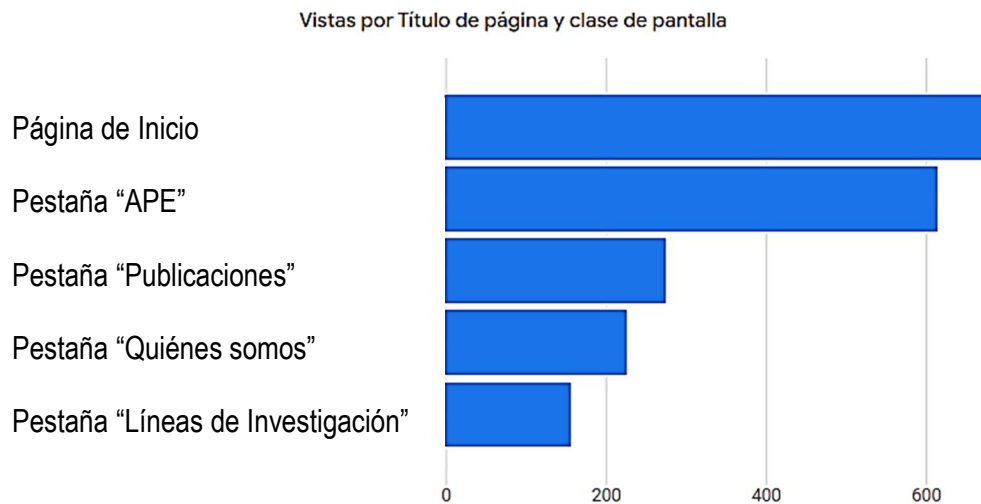


Figura 116. Contenidos más visitados del sitio web www.sembrandoelmar.cl durante los últimos 7 meses (21 de julio 2023 al 07 de marzo 2024).

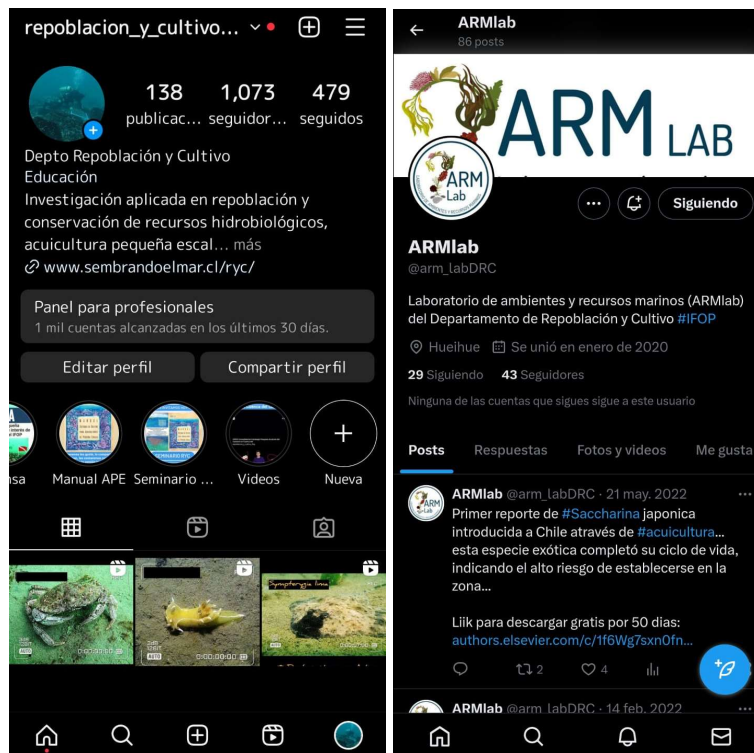


Figura 117. Redes sociales Instagram (@re poblacion_y_cultivo_ifop) y Twitter (@arm_labDRC) vinculadas a la página web www.sembrandoelmar.cl.



5.14. Producci3n de bolet3n de difusi3n de actividades y resultados del Programa APE

Se produjo el primer bolet3n de difusi3n de actividades y resultados del Programa. Este bolet3n digital consta de 16 p3ginas y 6 secciones:

1. Presentaci3n
2. APE de bivalvos y efectos en el ecosistema de soporte
3. Co-cultivos como alternativa de diversificaci3n APE
4. AMERB como espacio para el desarrollo APE
5. Conociendo a nuestros acuicultores APE
6. Link de inter3s APE

En la **Figura 118**, se muestra la portada del bolet3n y en **Anexo 4** y p3gina web www.sembrandoelmar.cl se presenta en extenso.

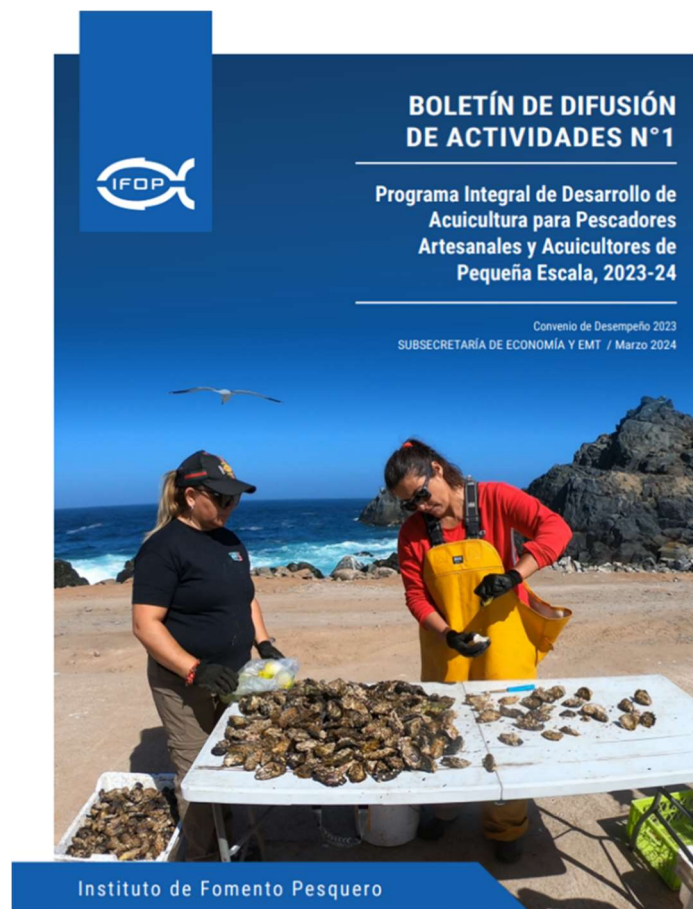


Figura 118. Portada Bolet3n Difusi3n APE N3 1.



5.15. Asistencia técnica a la OPA de Chungungo

Para iniciar estas actividades, se realizó la primera reunión con los socios de la organización (**Figura 119**), donde se expusieron los resultados de las actividades realizadas desde el año 2018. Además, se expuso la planificación de actividades para el año 2023 que incluye la actualización de permiso de acuicultura en AMERB, preparación de portafolio para postulación de proyectos, identificación de brechas para la ejecución de actividades APE y coordinación de capacitaciones. Además, se hizo entrega vía e-mail de informe con los resultados de los cultivos realizados en AMERB.



Figura 119. Actividades con socios de la organización comunitaria Los Castillo. A) Presentación de las actividades y resultados del cultivo multiespecie del AMERB Chungungo B. B) Planificación del trabajo a realizar durante la presente etapa del programa.

5.15.1. Actualización de permiso APE

Para la continuación de la actividad APE en AMERB Chungungo B, es necesario obtener el permiso de acuicultura en AMERB según el reglamento APE (DS 45-2021). En el Artículo 45 de este reglamento se establecen los requisitos formales para la solicitud de este permiso. Entre los documentos que se solicitan:

- Documentos que permitan individualizar la organización solicitante y el AMERB.
- Indicarse domicilio, teléfono y correo electrónico.
- Deberá ser firmado por su representante legal, acompañado por documentos que acrediten dicha representación.
- Acta de la asamblea que aprueba la ejecución de actividades de cultivo en el AMERB.
- Proyecto técnico.
- Certificado de la Capitanía de Puerto que indique que el proyecto no interfiere con la libre navegación, accesibilidad de trampas, muelles, atracaderos, lugares de fondeo, varadero de embarcaciones o puertos de fondeo. Para esto, al momento de solicitarlo se debe entregar: el número de la organización en el registro de pescador artesanal que lleva SERNAPESCA. Indicar las coordenadas geográficas del área de manejo y del polígono que se está solicitando y adjuntar copia de la resolución que aprueba el convenio de uso entre la organización y SERNAPESCA.



En el Artículo 46 del documento se detallan los requisitos del proyecto técnico. Los que son:

- a) Indicar claramente las especies que se pretenden cultivar con su nombre común, científico y procedencia de los ejemplares a utilizar.
- b) Indicar la superficie del área en hectáreas.
- c) Describir las acciones a realizar, presentar cronograma de actividades y programa de producción e indicar las características, número y dimensiones de los artefactos, elementos y estructuras que se pretenden utilizar.

Además, se realizaron las gestiones para presentar la Evaluación Ambiental Sectorial (EAS)⁶ que incluye:

- a) Informe oxígeno disuelto en la columna de agua, expresado tanto en concentración como en porcentaje de saturación del oxígeno; temperatura y salinidad en la columna de agua.
- b) Carta del profesional que elabora el informe, en formato disponible en los sitios de dominio electrónico de la Subsecretaría y del Servicio
- c) Plano con información ambiental del sector solicitado u otorgado, conteniendo las coordenadas (geográficas y UTM) de los vértices, la propuesta de ubicación de los módulos de cultivo, las isóbatas de acuerdo con la pendiente del lecho subacuático (un mínimo de 3 dentro del polígono) y la ubicación de las estaciones de medición. Este plano puede ser presentado en papel o formato digital, a escala 1.1000 ó 1.5000. Si se cuenta con un plano de batimetría que cumpla con tener el mínimo 3 isóbatas dentro del polígono, podrá ocupar éste para incorporarle los demás elementos que este literal requiere.
- d) Acta de levantamiento de información en terreno, en formato disponible en los sitios de dominio electrónico de la Subsecretaría y del Servicio
- e) Informe técnico EAS

5.15.2. Proyecto técnico para AMERB Chungungo B

Con las experiencias obtenidas en los cultivos experimentales en los años anteriores y el requerimiento de los socios, se ha determinado lo siguiente para la postulación del proyecto.

a) Especies y procedencia

Estas especies fueron consensuadas con la organización, sin embargo, puede estar sujeta a modificaciones previo a la solicitud del permiso (**Tabla 65**).

⁶ Reglamento APE (DS 45-2021). Artículo 23. Evaluación ambiental sectorial. Los proyectos de acuicultura en sectores de agua y fondo, o sus modificaciones, que no deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, deberán proporcionar la información relativa a parámetros y variables ambientales contenidas en la resolución a que se refiere el artículo 21 del presente reglamento, para obtener el pronunciamiento ambiental sectorial.

**Tabla 65.**

Especies, nombre científico y procedencia para cultivo en AMERB Chungungo B.

Especies	Nombre científico	Procedencia
Ostra Japonesa	<i>Crassostrea gigas</i>	Hatchery
Ostión del Norte	<i>Argopecten purpuratus</i>	Hatchery
Piure	<i>Pyura chilensis</i>	Colectores
Huiro	<i>Macrocystis pyrifera</i>	Hatchery

b) Indicar superficie del área en hectáreas.

Dada las hectáreas con las que cuenta el AMERB (6,25 há), la solicitud contempla solo una hectárea (**Tabla 66**). Debido a que es un área menor a 6 Há, no debe someterse a evaluación ambiental (Ley N°19.300 de Bases del Medio Ambiente), pero debe someterse a una caracterización preliminar de sitio. Este debe ser realizado por una empresa certificada para tan efecto (Res. Ex. N°3612-2009).

Tabla 66.

Vértices en WGS-84 del polígono solicitado para realizar Acuicultura en AMERB Chungungo B.

Vértice	Latitud S	Longitud W
A	29°25'00,259" S	071°19'11,903"
B	29°25'03,156" S	071°19'10,888"
C	29°25'02,509" S	071°19'07,036"
D	29°24'59,558" S	071°19'07,963"

c) Describir las acciones a realizar, presentar cronograma de actividades y programa de producción e indicar las características, número y dimensiones de los artefactos, elementos y estructuras que se pretenden utilizar

Se solicitará la instalación de 4 líneas de cultivo de 50 m, puesto que es la capacidad de la hectárea solicitada. Cada línea estará construida como se detalla en la **Figura 120**. Cada línea tiene la capacidad de instalar 25 linternas de 10 pisos cada una. Por cada línea de cultivo se sembrará una especie de las solicitadas en el permiso. Según lo experimentado, una densidad adecuada de cultivo para los bivalvos es de 100 semillas por piso, lo que da un total de 25.000 individuos. En el caso del cultivo de huiro, se solicitará la siembra de 100 m de cabo encordado dispuesto en reinales de 2 m cada uno, esto puede facilitar el trabajo de mantención y cosecha. Además, puede aumentar la biomasa sembrada. En el caso del piure, se solicitará la instalación de colectores confeccionados con mallas anchoveteras en desuso.

La producción máxima proyectada para el cultivo se resume en **Tabla 67**.

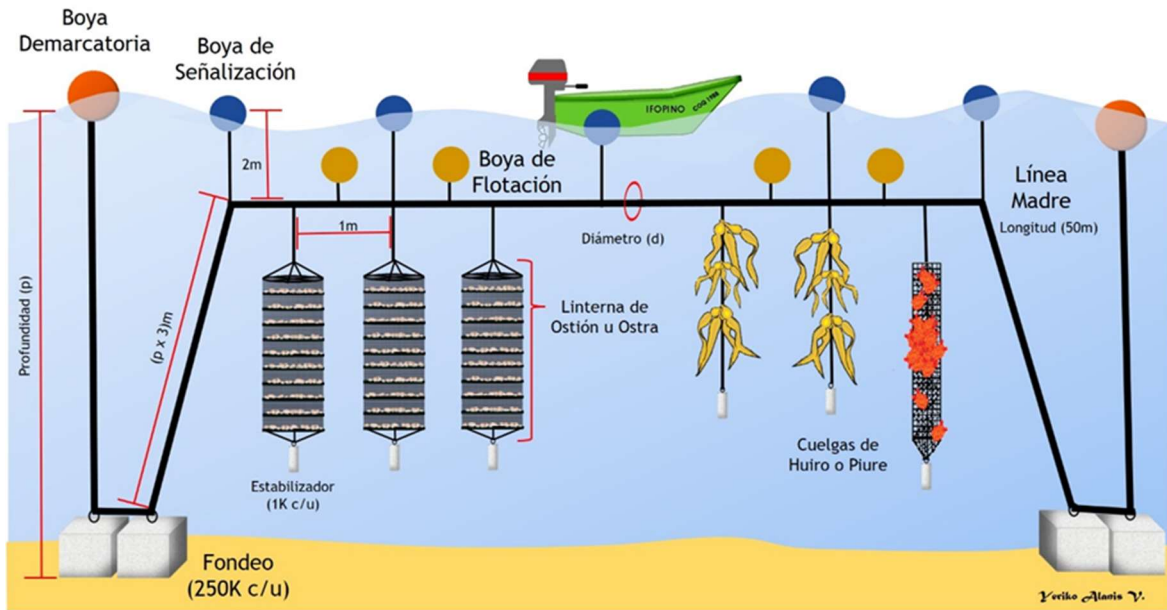


Figura 120. Representación gráfica de long-lines de cultivo multi-especies, considerar que para efectos prácticos no se incluyeron la totalidad de reinales y linternas solicitadas. Línea con linternas de ostión y reinales con plántulas de huiro.

Tabla 67.
Producción máxima proyectada para cultivo en AMERB Chungungo B.

Especies	Producción máxima (kg).
<i>Crassostrea gigas</i>	7.500
<i>Argopecten purpuratus</i>	7.500
<i>Pyura chilensis</i>	5.000
<i>Macrocystis pyrifera</i>	4.000

Plan de trabajo

El plan de trabajo se resume en la siguiente carta Gantt (**Tabla 68**). Cabe señalar que este plan de trabajo depende de la disponibilidad de semillas, tamaño de semilla en la siembra, las condiciones meteorológicas, captación natural de piure y precios de los recursos, pudiendo concentrar los esfuerzos de cultivo en los recursos más rentables en el momento. Para la elaboración de este plan se consideró la experiencia previa en el área.



Tabla 68.
Carta Gantt plan de trabajo en cultivo multiespecie en AMERB Chungungo B.

Actividades	Descripción	Meses													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Adquirir materiales para la instalación de infraestructura de cultivo	Compra de materiales para mantención e instalación de infraestructura de cultivo como: Fondeos, linternas, cabos y boyas entre otros	■													
Mantención y acondicionamiento líneas de cultivo	Acondicionar las líneas de cultivo ya instaladas, cambiando boyas o cabos que requieran mantención. E instalando las líneas faltantes	■													
Vigilancia del cultivo	Debido a pérdidas por robos, la vigilancia debe realizarse de forma permanente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Siembra de Ostra japonesa y ostión del Norte	siembra en linternas de 10 pisos semillas de ostras japonesas y ostión del norte	■	■												
<i>Mantención linternas</i>	Revisar las linternas y limpiarlas de ser necesario.			■		■		■		■		■			
<i>Desdobles</i>	Cambio de linternas con un poro mayor y disminución de densidad de individuos por piso					■					■				
<i>Cosechas</i>	Cosecha de las linternas para venta														■
Instalación de colectores para cultivo de piure	Instalación de estructuras de que permitan la captación natural de piure en AMERB	■													
<i>Mantención de colectores</i>	Revisar colectores para monitorear captación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Cosecha</i>	Retiro de colectores para cosecha de Piure						■							■	
Instalación plántulas encordadas de huiro	Instalación de cuelgas con plántulas de huiro	■					■					■			
<i>Mantención de cuelgas</i>	Revisión de presencia de epifitos y/o biofouling en la estructura de cultivo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Cosecha</i>	Retiro de cuelgas de huiro						■					■			

Debido a que hubo un cambio en el reglamento del EAS, las gestiones respecto a las consultorías para realizar los estudios correspondientes comenzaron en noviembre, finalizando en marzo de 2024. Esto significó un retraso en las actividades relacionadas con la regularización del permiso AAMERB. Actualmente se está gestionando la presentación del proyecto técnico a la asamblea para presentar la documentación pertinente en SUBPESCA. No obstante, aquello, en el **Anexo 5**, se adjunta los informes y documentos que se presentarán para la tramitación antes señalada.

Capacitaciones

La actividad de capacitación realizada nace de la necesidad de la venta de ostras japonesas a Cooperativa Acuípesca Tongoy Mujeres. Se gestionó una reunión virtual con el Sr. Manuel Alvarado de SERNAPESCA, quien realizó una capacitación de registro de estadísticas de cosecha a la presidenta de la OPA, Sra. Flor Castillo y la socia Sra. Joyce Bascur (**Figura 121**). Respecto a capacitaciones de fondos concursables, se les entregó la información sobre concursos INDESPA APE zona norte, desarrollada en extenso en el Objetivo 1 de este informe. Cabe señalar que en estos



momentos la OPA cuenta con un consultor externo con quien ya han postulado a concursos INDESPA, adjudicándose una embarcación para la OPA en el año 2023.

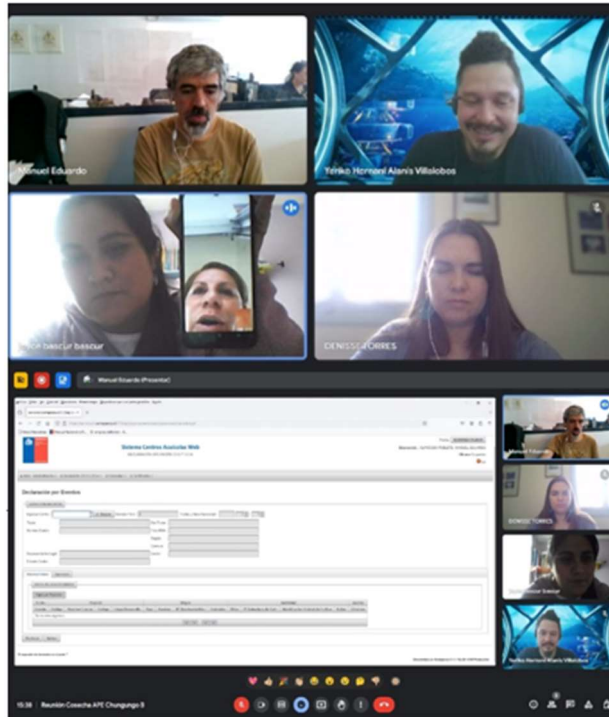


Figura 121. Imágenes capacitación de registro de estadística de cosecha del Sr. Manuel Alvarado, SERNAPESCA Coquimbo.

Difusión de resultados

Producto del retraso señalado anteriormente. La ceremonia comprometida para entrega de resultados se realizará durante el mes de abril 2024, esperando una mayor convocatoria y el ingreso de solicitud de permiso AAMERB en SUBPESCA. Cabe señalar que la asistencia técnica realizada con OPA Los Castillo se remonta desde el año 2018 y seguirá hasta la obtención del permiso, en un compromiso con los socios. Las gestiones realizadas por la directiva de la OPA como la asociación con consultores externos para la obtención de fondos de financiamiento, otras OPA (venta de ostras japonesas) y gestiones con empresas privadas como CAP, son señales de empoderamiento y competencias que contribuyen a la mantención de la APE en el AMERB.



5.16. Diseño y ejecución de un programa de educación y transferencia de APE para Liceo con especialidad en acuicultura

5.16.1. Antecedentes curriculares de la especialidad acuicultura en Liceo Insular de Achao

Con el propósito de contribuir al desarrollo integral de los estudiantes, el Ministerio de Educación entrega una serie de Programas de estudio a los establecimientos educacionales de formación diferenciada técnico-profesional de la Educación Media de Chile. Estos Programas son una propuesta pedagógica y didáctica que apoya a las instituciones educativas y a sus docentes en la articulación y generación de experiencias de aprendizajes. Se encuentran establecidos en las Bases Curriculares (Decreto Supremo de Educación N°452/2013) y fueron aprobados por el Consejo Nacional de Educación, para entrar en vigencia en el 2016.

Los Programas de Estudio desagregan los Objetivos de aprendizaje de las Bases Curriculares, tanto de la especialidad como los genéricos de la Formación Técnico-Profesional, en Aprendizajes Esperados y Criterios de Evaluación. Estos se agrupan en módulos, entendidos como bloques unitarios de aprendizaje que integran habilidades, actitudes y conocimientos requeridos para el desempeño efectivo en un área de competencia, y cuyo desarrollo se basa en experiencias y tareas complejas que provienen del trabajo en un contexto real, cuya duración, combinación y secuencia son variables (Programa de estudio formación diferenciada Técnico-Profesional III y IV Medio, Ministerio de Educación, Chile).

Cada módulo especifica los siguientes componentes:

- a. Introducción del módulo
- b. Aprendizajes esperados y criterios de evaluación
- c. Ejemplos de actividades de aprendizaje como un modelo didáctico para los docentes
- d. Ejemplos de actividades de evaluación
- e. Bibliografía y sitios web recomendados.

La introducción del módulo debe entregar la información general, que incluye los objetivos de aprendizaje de la especialidad y genéricos de la Educación Media Técnico Profesional (EMTP) a los cuales responde el módulo, además de la duración sugerida y algunas orientaciones globales para su implementación.

Los aprendizajes esperados y criterios de evaluación, definen lo que se espera que logren los estudiantes y los aprendizajes esperados se desprenden de los perfiles de egreso. Cada uno de ellos se complementa con un conjunto de criterios de evaluación que permite al cuerpo docente clarificar el aprendizaje esperado, conocer su alcance, profundidad y monitorear su logro. Estos criterios de evaluación tienen la forma de desempeños, acciones concretas, precisas y ejecutables en el ambiente educativo. En ellos quedan integrados los objetivos de aprendizajes genéricos de la EMTP (**Tabla 69**), que básicamente son las competencias de carácter general para el mundo laboral.

**Tabla 69.**

Objetivos de Aprendizajes Genéricos (OAG) propuestos por el Ministerio de Educación para evaluar las actividades de los módulos de la Educación Media Técnico Profesional (EMTP).

Aprendizaje Genérico	Sigla	Objetivos de Aprendizajes Genéricos
A	AOA	Comunicarse oralmente y por escrito con claridad, utilizando registros de habla y de escritura pertinentes a la situación laboral y a la relación con los interlocutores.
B	AOB	Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas, legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral.
C	AOC	Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.
D	AOD	Trabajar eficazmente en equipo, coordinando acciones con otros, <i>in situ</i> o a distancia, solicitando y prestando cooperación para el buen cumplimiento de sus tareas habituales o emergentes.
E	AOE	Tratar con respeto a subordinados, superiores, colegas, clientes, personas con discapacidades, sin hacer distinciones de género, de clase social, de etnias u otras.
F	AOF	Respetar y solicitar respeto de deberes y derechos laborales establecidos, así como de aquellas normas culturales internas de la organización que influyen positivamente en el sentido de pertenencia y en la motivación laboral.
G	AOG	Participar en diversas situaciones de aprendizaje, formales e informales, y calificarse para desarrollar mejor su trabajo actual o bien para asumir nuevas tareas o puestos de trabajo, en una perspectiva de formación permanente
H	AOH	Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como para comunicar resultados, instrucciones e ideas.
I	AOI	Utilizar eficientemente los insumos para los procesos productivos y disponer cuidadosamente los desechos, en una perspectiva de eficiencia energética y cuidado ambiental.
J	AOJ	Emprender iniciativas útiles en los lugares de trabajo y/o proyectos propios, aplicando principios básicos de gestión financiera y administración para generarles viabilidad.
K	AOK	Prevenir situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales, evaluando las condiciones del entorno del trabajo y utilizando los elementos de protección personal según la normativa correspondiente.

En cuanto al tercer componente, ejemplos de las actividades de aprendizaje; el diseño de las actividades se ha orientado a la coherencia con el enfoque de competencias laborales y el contexto de estudiantes de la EMTP. Estas actividades se presentan a modo de ejemplos y se asocian a metodologías didácticas apropiadas que describen las acciones de preparación, ejecución y cierre que desarrollan tanto los docentes como los estudiantes; identificando los recursos involucrados. Al igual que las actividades de aprendizaje, el ejemplo de actividades de evaluación, sirve como un modelo didáctico para quienes imparten docencia. Estas actividades detallan la reflexión que deben realizar los docentes para seleccionar tanto el medio como el instrumento de evaluación. Finalmente, la bibliografía y sitios web recomendados reúnen todos los recursos de apoyo que sustentan la elaboración del módulo.



El plan de estudios de formación diferenciada para III y IV medio de la Especialidad de Acuicultura (**Tabla 70**), a nivel nacional, pone énfasis en el manejo de reproductores, engorda y cosecha de especies hidrobiológicas, operación de sistemas, equipos y maquinarias y, además trabajos subacuáticos; esto representado por la mayor dedicación (N° horas) a estos módulos de aprendizaje.

Tabla 70.
Plan de estudios general de la especialidad de Acuicultura, para III y IV medio.

Nombre del módulo	III medio Duración (horas/anual)	IV medio Duración (horas/anual)
Manejo de reproductores, desove y crías de larvas de especies hidrobiológicas.	228	
Engorda de especies acuícolas	228	
Operación de sistemas, equipos y maquinarias	228	
Seguridad, prevención de riesgos y cuidado del medio ambiente	152	
Cosecha de especies acuícolas		228
Captación de semillas		152
Trabajos subacuáticos en acuicultura		228
Manejo de información acuícola		152
Emprendimiento y empleabilidad		76
TOTAL	836	836

Normalmente, las prácticas formativas y actividades de aprendizaje durante los dos años de formación promueven la participación activa del sector productivo predominante en la zona en que se encuentre el establecimiento educacional. El campo laboral de esta especialidad lo constituyen principalmente empresas con centros de cultivo en mar y en tierra para diferentes especies hidrobiológicas, centros de manejo de reproductores, centros de engorda, criaderos de incubación (hatcheries), laboratorios de certificación, centros de investigación, entre otros. En la región de Los Lagos, el campo laboral se encuentra establecido principalmente en los centros de cultivos de la industria salmonicultora.

En este contexto, y para conocer el Programa de estudios de un centro de educación de formación técnica del área de la acuicultura del sur de Chile, se solicitó la malla curricular del Liceo Insular de Achao ubicado en Chiloé para proponer actividades, relacionadas con APE, convenidas con los docentes del establecimiento, que complementarán sus módulos de aprendizaje. La creación de nuevos módulos de aprendizaje es una situación que debe ser abordada en conjunto con el Ministerio de Educación.

5.16.2. Propuesta de actividades como complemento de los módulos de aprendizajes

Para conocer el Programa de estudio del Liceo Insular de Achao y, de acuerdo a esto, definir con los docentes del establecimiento las actividades a desarrollar en el marco del objetivo del Programa ejecutado por IFOP, se realizaron dos reuniones (Actas en **Anexo 6**).

Se corroboró que el Programa de estudio de este Liceo (**Tabla 71**) se ajusta a la propuesta que hace el Ministerio de Educación; la mayor dedicación se encuentra en el manejo de reproductores, engorda y cosecha de especies hidrobiológicas y en los trabajos subacuáticos.

**Tabla 71.**

Módulos del Plan de estudio del Liceo Bicentenario Insular de Achao, especialidad de Acuicultura para III y IV medio.

Módulos	III medio Duración (horas/semana)	IV medio Duración (horas/semana)
Manejo de reproductores, desove y cría de larvas de especies hidrobiológicas	7	
Engorda de especies acuícolas	6	
Operación de sistemas, equipos y maquinaria	5	
Seguridad, prevención de riesgos y cuidado del medio ambiente	4	
Navegación y Meteorología (*)	4	
Cosecha de especies acuícolas		6
Captación de semillas		4
Trabajos subacuáticos en acuicultura		6
Manejo de la información acuícola		4
Recirculación en acuicultura (*)		2
Salud y Peces (*)		2
Emprendimiento y empleabilidad		2
TOTAL	26	26

(*) Módulos que el liceo incorpora al Programa de estudios propuesto a nivel nacional.

Además, adiciona 3 módulos diferentes de acuerdo a la experiencia de sus docentes y de la infraestructura y equipo disponible en el establecimiento. Estos módulos son: Navegación y Meteorología, impartido en III medio, Recirculación en Acuicultura, en IV medio y, Salud y Peces, en IV medio.

Navegación y Meteorología

En este módulo se busca que los estudiantes desarrollen una serie de conocimientos teóricos sobre los fundamentos de la meteorología que les permitirán llevar la embarcación y su tripulación en forma segura desde el puerto base hasta la zona de pesca y retornar.

Los temas claves de este módulo son: planificación de la navegación de una embarcación pesquera; gobierno de una embarcación de pesca de acuerdo a los cálculos de estima, los instrumentos de navegación y las disposiciones y regulaciones marítimas; y realización de operaciones de pesca con la embarcación. Los objetivos de aprendizaje genérico (OAG), aprendizajes esperados y criterios de evaluación de este módulo se presentan en la **Tabla 72**.



Tabla 72.

OAG, aprendizajes esperados y criterios de evaluación del módulo Navegación y Meteorología.

Aprendizajes Esperados	Criterios de Evaluación	OAG
<p>1.- Planifica la navegación de una embarcación pesquera de acuerdo a los principios de la navegación por estima.</p>	<p>1.1 Seleccionan la carta de navegación del lugar en que se encuentra la embarcación, de acuerdo a escala de la nave, del catálogo de cartas de navegación. 1.2 Ubican un faro o una baliza de señalización marítima para realizar una demarcación, de acuerdo a sus características a partir de la lista de faros y balizas. 1.3 Planifican la derrota (rumbo) y las recaladas de la nave, a partir de la información de lugares específicos de la costa, puertos y caletas señaladas en las cartas. 1.4 Trazan el rumbo en una carta náutica a partir de demarcaciones en ella, empleando el instrumental necesario (compás de punta seca, rosa náutica, reglas paralelas), de acuerdo a los principios de trazados de derrota. 1.5 Calculan la distancia a navegar para llegar a un lugar determinado, utilizando la carta de navegación, el instrumental requerido (compás de punta seca, reglas paralelas) y las fórmulas de estima. 1.6 Calculan la velocidad de navegación promedio al desplazarse de un lugar a otro, en función de las características de propulsión de la nave y la distancia a recorrer. 1.7 Determinan el tiempo estimado de navegación y la hora estimada de arribo, de acuerdo a la velocidad de navegación y correcciones por resbalamiento de la embarcación. 1.8 Efectúan pronósticos de altura de marea, horario de pleamar y bajamar, predicciones de corrientes de flujo y/o reflujo para un lugar y fecha indicados, utilizando la tabla de marea y un software de predicción de mareas.</p>	<p>B-C-K</p>
<p>2.- gobierna una embarcación de pesca de acuerdo a los cálculos de estima, los instrumentos de navegación, las disposiciones marítimas y los criterios de seguridad de la nave.</p>	<p>2.1 Determinan el rumbo de la nave, empleando el compás magnético de navegación y girocompás. 2.2 Calculan el rumbo verdadero de la embarcación, empleando la tabla de desvíos y el registro de rumbo del compás magnético. 2.3 Mantienen el rumbo de la embarcación, realizando los giros necesarios de la rueda de gobierno, determinando el ángulo de inclinación del timón, a partir de la información entregada por el axiómetro. 2.4 Adoptan las precauciones en el gobierno de la embarcación, ante señales visuales y acústicas de alertas diurnas y nocturnas, según las reglas de rumbo y gobierno de una nave (reglamento internacional para prevenir los abordajes).</p>	<p>B-C-K</p>
<p>3.-Realiza operaciones de pesca con la embarcación utilizando el instrumental de navegación y de ayuda a la pesca disponible en el puente de gobierno de una embarcación.</p>	<p>3.1 Establecen las demarcaciones y distancias útiles para realizar y controlar la navegación de la embarcación y ubicar las balizas de los sistemas de pesca calados, a partir de la información entregada por el radar. 3.2 Determinan la profundidad del lugar en que se encuentra la embarcación e interpretan la información para determinar caladeros de pesca, a partir de la información entregada por el ecosonda. 3.3 Evalúan la existencia de cardúmenes en el lugar en que se encuentra la embarcación, para determinar caladeros de pesca, de acuerdo a la información entregada por el sonar. 3.4 Extraen información útil para navegar y ubicar posición de caladeros de pesca, a través de la información entregada por el sistema de posicionamiento electrónico GPS. 3.5 Determinan puntos de zarpe y recalada de la embarcación, a partir de la información entregada por las cartas electrónicas del sector.</p>	<p>B-C-K</p>



Recirculación en Acuicultura

La idea de este módulo es que el estudiante obtenga conocimientos técnicos suficientes para entender el funcionamiento de este tipo de pisciculturas y poder desempeñarse a un buen nivel técnico. Los OAG, aprendizajes esperados y criterios de evaluación de este módulo se presentan en la **Tabla 73**.

Tabla 73.

OAG, aprendizajes esperados y criterios de evaluación del módulo de Recirculación en Acuicultura.

Aprendizajes Esperados	Criterios de Evaluación	OAG
1. Manejo del concepto de Recirculación y su diferencia con sistemas de Flujo Abierto.	1.1. Entiende el concepto de recirculación y su importancia. 1.2. Es capaz de diferenciar entre un sistema y otro. 1.3. Reconoce fácilmente virtudes y defectos entre los dos sistemas.	B
2. Conceptos de Calidad de Agua.	2.1. Identifica cuales son los parámetros de calidad de agua requeridos en los sistemas de recirculación. 2.2. Sabe cómo evaluar y medir dichos parámetros 2.3. Identifica los requerimientos de calidad de agua de diferentes especies en cultivo.	B-C C C-I
3. Desechos Nitrogenados: Producción y Remoción	3.1. Entiende la importancia de eliminar los desechos nitrogenados de un sistema de recirculación. 3.2. Conoce el efecto de los desechos nitrogenados sobre el performance de los peces. 3.3. Entiende el concepto de biofiltro y su importancia. 3.4. Identifica diferentes tipos de biofiltros, sus bondades y defectos.	C-I H-I C B
4. Gases disueltos y su relación con pH.	4.1. Identificar gases disueltos que afectan los sistemas de cultivo y su efecto sobre los peces. 4.2. Entender la relación entre los diferentes gases disueltos. 4.3. Conocer metodologías para medir gases disueltos. 4.4. Entender la importancia del pH en la relación con los gases disueltos.	B-C C B-C
5. Desinfección	5.1. Identificar patógenos de importancia en los sistemas de recirculación. 5.2. Es capaz de diferenciar entre limpiar, sanitizar y desinfectar. 5.3. Conoce sistemas de desinfección de pisciculturas tanto para agua como para superficies.	B-C C B-C
6. Automatización y Control	6.1. Entiende y maneja los conceptos de automatización y control. 6.2. Conoce las variables más relevantes para incluir en sistemas de automatización y control.	B-C B-C
7. Diseño de sistemas de recirculación.	7.1. Debe ser capaz de realizar un diseño simple de una unidad de recirculación identificando las etapas más relevantes.	A-B

Salud y Peces

Este módulo tiene como objetivo principal que los estudiantes desarrollen habilidades y competencias necesarias de asistente de salud del sector acuícola, con actividades que permitan controlar la salud de los peces en cultivo en el proceso de producción de salmonídeos en piscicultura o engorda en agua



de mar, según corresponda. Los OAG, aprendizajes esperados y criterios de evaluación de este módulo se presentan en la **Tabla 74**.

Tabla 74.

Objetivos de aprendizaje genérico, aprendizajes esperados y criterios de evaluación del módulo Salud y Peces.

Aprendizajes Esperados	Criterios de Evaluación	OAG
1. Mantiene el estado de salud de los peces	1.1. Monitorea el estado de salud de los peces, distingue anomalías del comportamiento y morfología externa de los peces de acuerdo a los parámetros establecidos para peces en condiciones de salud normales. 1.2. Mantiene actualizadas las bitácoras de mortalidad del centro, de acuerdo a la normativa vigente. 1.3. Realiza clasificación de mortalidad por causa. 1.4. Informa de situaciones anormales, según corresponda, de acuerdo a los procedimientos de higiene y salud de la empresa y la normativa vigente. 1.5. Mantiene el registro de eventos y hallazgos anormales del centro. 1.6. Asiste en procedimientos de muestreos para pesquisar enfermedades en los peces en cultivo de acuerdo a los protocolos establecidos.	B-C A-H C-D A A-H C-D
2. Ejecuta necropsias y realiza diagnóstico presuntivos	2.1. Conoce los procedimientos y protocolos para realizar la inspección de los peces en cultivo en sus distintas etapas. 2.2. Conoce los procedimientos para disponer de la mortalidad y sus desechos en forma biosegura. 2.3. Prepara mesón y materiales para la ejecución de la necropsia, de acuerdo a los procedimientos de higiene y salud y normativa vigente. 2.4. Realiza la necropsia, de acuerdo a procedimientos de higiene y salud y normativa vigente. 2.5. Toma muestras dirigidas cuando corresponde, de acuerdo a los procedimientos y la normativa vigente. salud de peces	B B I C B-C
3. Conoce procedimiento de ensilaje de la mortalidad del centro	3.1. Conoce vestimenta y equipamiento necesario para realizar ensilaje de forma segura. 3.2. Recepción y pesa la mortalidad de acuerdo a los procedimientos y la normativa vigente. 3.3. Registra la información necesaria en la bitácora de ensilaje, de acuerdo a los procedimientos y normativa vigente.	C-K B H
4. Cuantifica la presencia de Cáligus	4.1. Ejecuta el muestreo de jaulas, de acuerdo a los procedimientos y la normativa vigente. 4.2. Cuantifica la presencia de Cáligus en los peces, de acuerdo a los procedimientos y la normativa vigente. 4.3. Clasifica los individuos por estado de desarrollo y sexo, de acuerdo a los procedimientos y la normativa vigente. 4.4. Mantiene el registro en la bitácora e informa el resultado al encargado del programa de salud del centro, de acuerdo a los procedimientos de y la normativa vigente	B C-I C-I A-H



5. Apoya la aplicación de tratamientos preventivos y curativos de peces.	<p>5.1. Verifica la documentación pertinente de la empresa que realiza el tratamiento, de acuerdo a los procedimientos.</p> <p>5.2. Verifica el estado de los materiales y los insumos a utilizar en el tratamiento, de acuerdo a los procedimientos.</p> <p>5.3. Prepara la unidad de cultivo para aplicación de tratamientos de acuerdo a procedimientos sanitarios.</p> <p>5.4. Mide los parámetros abióticos de las unidades de cultivo de acuerdo a los valores referenciales para la especie y el estado de desarrollo.</p> <p>5.5. Asiste en la aplicación de los tratamientos preventivos y curativos de acuerdo a los procedimientos médicos.</p> <p>5.6. Observa el comportamiento de los peces durante y después de aplicado el tratamiento, de acuerdo a parámetros establecido para peces en condiciones de salud normales.</p> <p>5.7. Registra información en las planillas de tratamiento e informa los resultados del procedimiento al encargado del programa de salud del centro, de acuerdo a los procedimientos y normativa vigente</p>	<p>B</p> <p>I</p> <p>C-I</p> <p>C-I</p> <p>C-K</p> <p>C</p> <p>H</p>
6. Conoce enfermedades en ovas, alevines y adultos	<p>6.1 Elimina reproductores sacrificados luego del desove, utilizando técnicas y procedimientos de operación y bioseguridad.</p> <p>6.2. Asiste y conoce tratamientos preventivos para el control de enfermedades (respetando dosis y tiempos), en consideración con los programas de producción.</p> <p>6.3. Conoce enfermedades comunes de las diferentes etapas productivas (ovas, alevinaje, esmoltificación, engorda, reproductores).</p> <p>6.4. Comprueba el estado de salud de los peces, observando su alimentación, comportamiento y distribución dentro del estanque o jaula.</p> <p>6.5. Comprueba que los peces muertos sean retirados de las unidades de cultivo y eliminados, utilizando técnicas y procedimientos de operación y bioseguridad.</p>	<p>C-K</p> <p>C</p> <p>B-C</p> <p>B</p> <p>C-K</p>
7. Mide parámetros ambientales en los diferentes sistemas de cultivo.	<p>7.1. Selecciona el instrumento o equipo a utilizar, de acuerdo a los parámetros abióticos a medir y el sistema de cultivo.</p> <p>7.2. Utiliza los instrumentos y equipos para medir los parámetros abióticos de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada equipo o instrumento.</p> <p>7.3. Registra las mediciones de los factores abióticos de acuerdo al programa establecido.</p>	<p>C</p> <p>C-I</p> <p>H</p>

El plan de estudios del Liceo Insular de Achao posee 988 horas anuales de clases repartidas en 38 semanas, tanto para III como para IV medio. El número de horas que imparte este liceo es mayor a la cantidad de horas propuestas por el Ministerio de Educación, debido a los tres módulos que el liceo incorpora de manera adicional a la malla curricular.

Con los docentes del Liceo de Achao se acordó reforzar algunos contenidos del módulo Manejo de información acuícola, orientado a la diversificación de especies, entregando herramientas para la evaluación de datos de crecimiento de especies en cultivo de pequeña escala para realizar proyecciones productivas y, desde el punto de vista práctico, se propuso complementar el módulo Emprendimiento y empleabilidad, integrando la experiencia para la creación e implementación de una Granja Marina en el contexto APE, para lo cual se propuso una visita guiada al Centro Experimental Hueihue (IFOP) y a una Granja Marina (Cultivos Cholche) dedicada al policultivo en el sector Hueihue,



comuna de Ancud, Chiloé. Las **Tablas 75 y 76** entrega las actividades propuestas presentadas como módulos de un Programa educacional.

Tabla 75.

Módulo 1: Análisis de datos productivos APE.

Objetivos	<p>Objetivos de Aprendizaje (OA): Entregar herramientas para la evaluación del crecimiento de especies de cultivo a pequeña escala y realizar proyecciones productivas.</p> <p>Objetivos de Aprendizajes Genéricos: AOA, AOC, AOD, AOE, AOG, AOH (Tabla 69).</p>
Metodología	<p>Este objetivo de aprendizaje puede ser incorporado en IV medio, en el módulo 4 “Manejo de información acuícola” que el Liceo Insular de Achao posee en su malla curricular.</p> <p>Para el logro de este objetivo de aprendizaje, se sugiere utilizar metodología presencial con demostración guiada y con la utilización de datos obtenidos en terreno con los mismos estudiantes.</p> <p>Se espera que los estudiantes desarrollen competencias para efectuar el entendimiento de datos de crecimiento (APE) y proyectar resultados en el tiempo.</p>
Aprendizajes esperados	<ol style="list-style-type: none">1.- Conocer herramientas de análisis (Excel) para evaluar el crecimiento productivo de las especies cultivadas a pequeña escala.2.- Comprender cómo se pueden interpretar resultados productivos obtenidos (Datos en Excel) para proyectar un cultivo APE.3.-Entender la interacción de los cultivos con el ambiente; de tal manera que comprendan que la variación de los resultados productivos está estrechamente vinculados a las condiciones ambientales particulares del sitio de cultivo.
Criterios de Evaluación (En relación a los aprendizajes esperados)	<ol style="list-style-type: none">1.1 Conoce estadística básica descriptiva (e.g., media, desviación estándar, tasa de crecimiento estándar) que les permitirá recopilar y analizar un set de datos productivos.1.2 Realiza gráficos para presentar e interpretar un set de datos productivos de una manera específica.1.3 Compara resultados productivos de diferentes periodos de tiempo.2.1 Analiza e interpreta los resultados, evaluando la proyección del cultivo en el tiempo.3.1 Relaciona resultados productivos con información ambiental del sitio de cultivo, para entender la interacción del cultivo con el ambiente.
Bibliografía	<p>Cárcamo, F., Henríquez, L., Galleguillos, F., Saavedra, S., Torres, D., Cook, S., Leal, P. & Alanis, Y. (2023). Programa Integral de Desarrollo de Acuicultura para Pescadores Artesanales y Acuicultores de Pequeña Escala. Etapa VI. Convenio IFOP -SUBECON.</p> <p>Ministerio de Educación, 2015. Recuperado de https://bibliotecadigital.mineduc.cl/handle/20.500.12365/336</p>



Tabla 76.

Módulo 2: Implementación, cultivo y manejo de especies de una Granja Marina APE.

Objetivos	Objetivos de Aprendizaje (OA): Integrar el conocimiento de los procesos prácticos para la creación e implementación de una Granja Marina en el contexto APE. Objetivos de Aprendizajes Genéricos: AOA, AOB, AOC, AOD, AOE, AOG, AOH, AOJ (Tabla 69).
Metodología	Este objetivo de aprendizaje puede ser incorporado en IV medio, en el módulo 7 “Emprendimiento y empleabilidad” que el Liceo Insular de Achao posee en su malla curricular. Para implementar este módulo se sugiere utilizar metodología presencial; en particular, realizar una visita guiada al Centro Experimental Hueihue (IFOP) y a una Granja Marina (Cultivos Cholche) dedicada al policultivo en Hueihue, Chiloé. Se espera que los estudiantes, en su visita, conozcan el funcionamiento de un Centro Experimental dedicado a la investigación de recursos hidrobiológicos y el funcionamiento de una Granja Marina dedicada a la comercialización de recursos cultivados a pequeña escala. Durante la visita, los estudiantes junto a sus profesores estarán a cargo de los profesionales del Centro IFOP quienes les explicarán las actividades que el centro realiza. Complementariamente, los estudiantes tendrán la oportunidad de conocer al Sr. Justo García (acuicultor APE, Cultivos Cholche) quien mediante una charla y posterior visita a sus instalaciones les transmitirá su experiencia de más de 20 años dedicados a la acuicultura y comercialización de recursos a pequeña escala.
Aprendizajes esperados	A partir del contacto con el medio se espera que los estudiantes: 1.-Conozcan experiencias de cultivo (APE) y manejo, con enfoque ecosistémico, realizados en un centro dedicado a la investigación y de una Granja Marina destinada a la comercialización de recursos. 2.-Entiendan los procesos de administración y producción de una Granja Marina de pequeña escala de Chiloé. 3.- Comprendan el valor de la innovación productiva (valor agregado y asociatividad) dentro del proceso de cadena de comercialización de una granja marina. 4.- Familiarización con el mercado de los productos originados en una Granja Marina.
Criterios de Evaluación (En relación a los aprendizajes esperados)	1.1 Conoce experiencias de cultivo (APE) desde el punto de vista de la investigación y de la comercialización de productos. 1.2 Conoce experiencias de manejo de recursos hidrobiológicos desde el punto de vista de la investigación y de la comercialización de productos. 2.1 Observa y entiende los procesos de administración y producción de una granja marina en Chiloé. 3.1 Reconoce la importancia de la innovación productiva dentro de la cadena de comercialización. 4.1 Comprende las oportunidades de mercado que tiene la APE en la región.
Bibliografía	Cárcamo, F., Henríquez, L., Galleguillos, F., Saavedra, S., Torres, D., Cook, S., Leal, P. & Alanis, Y. (2023). Programa Integral de Desarrollo de Acuicultura para Pescadores Artesanales y Acuicultores de Pequeña Escala. Etapa VI. Convenio IFOP -SUBECON. Ministerio de Educación, 2015. Recuperado de https://bibliotecadigital.mineduc.cl/handle/20.500.12365/336



5.16.3. Desarrollo de actividades propuestas como complemento de los módulos de aprendizajes

Módulo 1: Análisis de datos productivos en APE

Esta actividad fue desarrollada en cuatro secciones: instalación de linternas para el cultivo de ostras y ostiones (**Figura 122**), colecta de datos productivos (**Figura 123**), análisis y discusión de datos productivos (**Figura 124**) y curso de fotografía submarina (**Figura 125**).

La instalación de linternas para el cultivo de ostras y ostiones, se realizó el día 24 de julio del 2023 con la participación de alumnos y docentes del liceo. Se instalaron tres linternas por especie (ostras y ostiones) con un objetivo demostrativo. Luego, mensualmente se realizaron muestreos de crecimiento reforzando el tópico de colecta de datos biométricos (talla y peso). Además, se realizó una jornada participativa de análisis de los datos obtenidos, reforzando el uso de estadística básica (e.g., media, desviación estándar, tasa de crecimiento estándar), confección e interpretación de gráficos, comparación y proyección de resultados productivos, entre otros.

Además, se realizó una capacitación básica en fotografía submarina con la finalidad de presentar a los estudiantes una disciplina muy utilizada en buceo científico. En esta actividad, se les dio la posibilidad de conocer y manipular los equipos fotográficos (e.g., cámara fotográfica, carcasa, sistema de iluminación) como también tuvieron la oportunidad de realizar fotografías y videos. La fotografía submarina puede ser una opción de especialización para los estudiantes.

El director del establecimiento educacional emitió un certificado (**Anexo 6**) indicando que esta actividad fue desarrollada conforme a los objetivos propuestos.

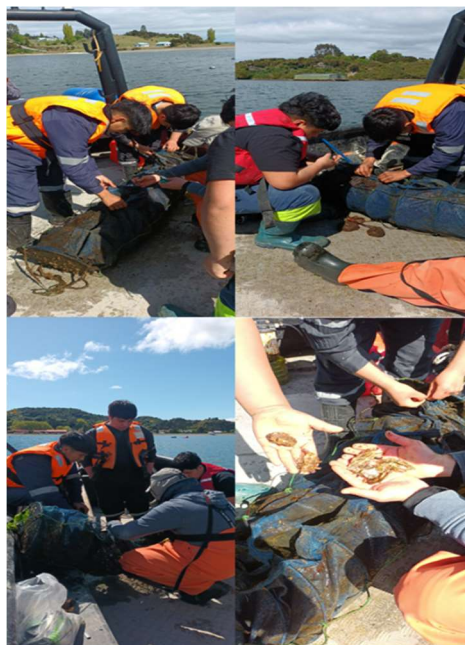


Figura 122. Instalación de linternas para el cultivo de ostras y ostiones en CCAA del Liceo Insular de Achao, Chiloé.



Figura 123. Colecta de datos productivos de recursos hidrobiol3gicos cultivados en CCAA del Liceo Insular de Achao, Chilo3.



Figura 124. An3lisis y discusi3n de datos productivos tomados en actividades pr3cticas de cultivo.



Figura 125. Curso de fotografía submarina a alumnos de Liceo Insular de Achao, Chiloé.



Módulo 2: Implementación, cultivo y manejo de especies de una granja APE

Esta actividad fue desarrollada el día 12 de octubre del 2023. Los alumnos y docentes fueron trasladados desde y hacia el Liceo de Achao en un furgón contratado especialmente para este fin. Participaron 15 alumnos de III medio y dos docentes.

El encuentro consistió en una visita técnica guiada al Centro Experimental Hueihue (IFOP) dedicado a la investigación (**Figura 126**) y también a la Granja Marina (Cultivos Cholche) dedicada a la APE (policultivo) (**Figura 127**), ambos centros ubicados en la localidad de Hueihue, comuna de Ancud, Chiloé.

En el Centro Experimental de IFOP, conocieron las experiencias desarrolladas, orientadas principalmente a la investigación científica, en el Laboratorio para el Estudio de Ambientes y Recursos Marinos (ARMLab). Los estudiantes pudieron conocer experiencias relacionadas con la investigación de los efectos de las condiciones ambientales sobre el desarrollo y crecimiento de especies marinas (macroalgas y bivalvos) de importancia ecológica y económica (**Figura 128**). Por otro lado, en la Granja marina “Cultivos Cholche” la visita estuvo orientada a conocer el funcionamiento de un centro de cultivo dedicado a la producción y comercialización de recursos cultivados a pequeña escala; además, tuvieron la oportunidad de compartir con el Sr. Justo García quien expuso su experiencia de más de 20 años dedicados a la acuicultura (**Figura 129**). En ambos centros los alumnos y profesores pudieron aclarar dudas y compartir experiencias.

El director del establecimiento educacional emitió un certificado (**Anexo 6**) indicando que esta actividad fue desarrollada conforme a los objetivos propuestos.



Figura 126. Visita del Liceo insular de Achao a las instalaciones del Centro Experimental Hueihue (IFOP) en Chiloé.



Figura 127. Visita del Liceo insular de Achao a las instalaciones de la Granja Marina “Cultivos Cholche” en la localidad de Hueihue, Chiloé.



Figura 128. Actividades realizadas por estudiantes y profesores en Centro Experimental Hueihue, IFOP, Chiloé.



Figura 129. Actividades realizadas por estudiantes y profesores en Granja marina “Cultivos Cholche”, Chiloé.



5.17. Actividades generales

5.17.1. Reuniones de Coordinaci3n

Durante el a1o 2023, se mantuvo contacto frecuente con la contraparte t3cnica, v3a mail, tel3fono, videoconferencia y WhatsApp, para informar del desarrollo de las actividades del Programa. Entre otros temas se trataron:

- Estado de Avance de actividades Programa APE 2023
- Organizaci3n Talleres APE
- T3rminos T3cnicos de Referencia y Propuesta T3cnica Programa APE a1o 2025

5.17.2. Difusi3n de Resultados del Programa

El Taller de Difusi3n del Informe Final: "Programa Integral de Desarrollo de Acuicultura para Pescadores Artesanales y Acuicultores de Peque1a Escala. Etapa VII", se realiz3 el d3a jueves 28 de marzo del 2024 en modalidad on-line v3a Google Meet. Se presentaron 7 ponencias y cont3 con una audiencia entre 90-105 personas. El programa, invitaci3n y las respectivas presentaciones se adjuntan en el **Anexo 4**. Una captura de pantalla de las presentaciones se muestra en la **Figura 130**.

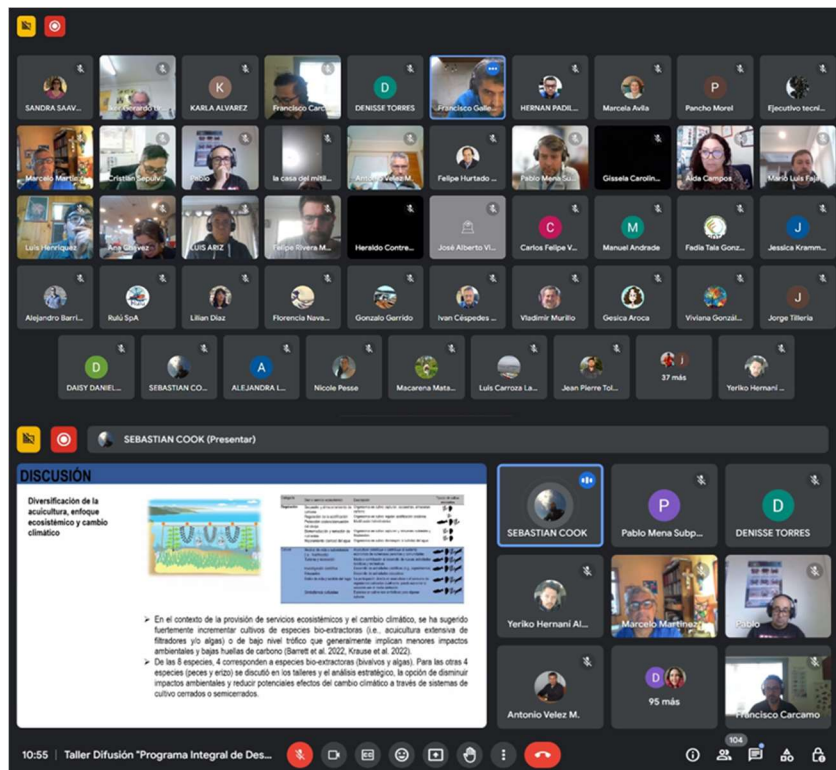


Figura 130. Capturas de pantalla de audiencia y presentaciones realizadas durante el Taller Difusi3n del Informe Final.



5.17.3. Actividades de difusión de resultados

Durante el primer semestre del año 2023, se han realizado otras acciones de difusión y divulgación de contenidos y resultados del Programa APE, entre ellas:

1. Participación en la segunda sesión de la Mesa Nacional de Acuicultura de Pequeña Escala convocada por SUBPESCA (Dr. Francisco Cárcamo).
2. Participación en organización del seminario “Impulsando la diversificación en la acuicultura. Experiencias, oportunidades y regulaciones para pequeños productores (28 de junio, online). Organizaron: PER Mitilidos, CORFO, INDESPA; SUBPESCA; Fundación Chiquihue e IFOP.
3. Participación en seminario “Desafíos de la mitilicultura en la comuna de Cochamó” (28 de junio).
4. En el marco del XLII Congreso de Ciencias del Mar, realizado entre el 22 y 26 de mayo del 2023 en la ciudad de Puerto Montt, el Departamento de Repoblación y Cultivo organizó dos simposios y presentó 4 ponencias en modalidad oral. Uno de ellos fue el Simposio “Estado actual de ecosistemas acuáticos de la Región de Los Lagos: Efectos antrópicos presentes y cambio climático futuro”, coordinado por el Dr. Luis Henríquez, y en el cual el Dr. Pablo Leal, presentó la siguiente ponencia: “Rol y efectos ecosistémicos de la acuicultura multiespecífica de pequeña escala: Hacia una acuicultura de alto nivel ambiental”.
5. Gran parte del equipo del presente programa es parte del equipo ejecutor del Proyecto FIPA 2022-24 “Levantamiento de un Plan Estratégico de mediano y largo plazo para la Acuicultura de Pequeña Escala (APE) en Chile”, iniciativa adjudicada al Instituto de Fomento Pesquero, y financiada por el Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA). Este proyecto forma parte de los objetivos estratégicos de la gestión de SUBPESCA en materias de planificación y posicionamiento de la APE en Chile. Junto con el Reglamento de Acuicultura de Pequeña Escala (D.S. N°. 45/2021) y el establecimiento de una Mesa Nacional de APE, el desarrollo de este proyecto permitirá configurar una hoja de ruta con acciones a implementar y objetivos a cumplir, que permitan relevar a la APE como un sector de la acuicultura nacional.
6. “Desafíos de la mitilicultura en la comuna de Cochamó” (28 de junio). DRC participa con stand sobre APE.
7. Primer encuentro “Desafíos de la Mitilicultura: Desafíos y soluciones circulares de la mitilicultura (1 de septiembre) desde un enfoque territorial” desarrollado en Hornopirén, Comuna de Hualaihué, carretera Austral en la región de Los Lagos. DRC participa con stand sobre APE.
8. Segunda versión de la Feria Náutica Valdivia, en el Parque Saval de esta ciudad (24 al 26 de noviembre). DRC participa con stand sobre APE.
9. Segundo Festival de la Ostra, organizada por Cultivos Cholche entre el 16 y 17 de marzo del 2024. DRC participa con stand sobre APE.



6. DISCUSIÓN

6.1. Brechas y desafíos de comercialización de productos APE

Según los resultados de este estudio la motivación más frecuente para iniciar APE es la mejora de ingresos individuales y aprovechar la oportunidad de negocio. En un estudio realizado en la región de Los Lagos (Albers et al. 2021), los autores señalan que la principal motivación para la adopción de APE por parte de organizaciones, es la percepción de que los recursos marinos se han vuelto escasos y que proporcionan menos retorno que otros usos de su tiempo de trabajo. En este contexto, el APE aparece como una alternativa, sin embargo, la percepción de rentabilidad se ve limitada por la falta de familiaridad con los aspectos administrativos, legales y económicos de la producción acuícola. Esto puede verse reflejado en los resultados respecto a la percepción de dificultad en la tramitación de permisos. Si bien los resultados muestran que instituciones como SERNAPESCA y SII, no presentan mayores niveles de dificultad, otras como SUBPESCA, Armada, Servicio de salud y SEA, parecen ser aún difíciles de abordar por algunos acuicultores.

En cuanto a los datos obtenidos en este estudio queda en evidencia las diferencias en la comercialización que existen dependiendo del tipo de recursos y región del país. En la región de Coquimbo, en donde se cultiva mayormente ostión del norte, ostra japonesa y piure, se observa un mayor desarrollo del proceso de comercialización, reflejado en la incorporación de valor agregado a través del desconche, el formato de venta (fresco y congelado) y la mayor diversidad de formas de promoción de los productos incluyendo asistencias a ferias o eventos. Sin embargo, las brechas para la comercialización están dadas por la falta de un modelo de negocio o plan de venta, la falta de disponibilidad de servicios específicos como transporte frigorífico para mantener la cadena de frío y no contar con formalización contable o financiera. Los consultados en esta región, señalan que para mejorar la comercialización se debe aumentar el encadenamiento productivo, adquirir maquinaria para facilitar la producción (maquila), mejorando el manejo del negocio y aumentar la promoción de los productos.

En la región de Los Lagos se concentra el mayor porcentaje de acuicultores APE del país y la mayor diversidad de recursos cultivados. Según los resultados obtenidos, se observan diferencias en dos grupos de recursos, un grupo conformado por recurso pelillo y mitílicos, y otro constituido por ostra japonesa, ostión del norte y algas (a excepción de pelillo). Respecto a los recursos pelillo y choritos, la percepción de la demanda es baja a media. La percepción de la relación costo/beneficio es de baja a media en choritos, debido al aumento en el costo de los insumos, además se observa una alta frecuencia de productores que venden a un solo cliente y los medios principales de promoción en estos dos recursos son el “boca a boca” y “los clientes llegan solos”. Por otro lado, aspectos a destacar en este grupo son la diversidad de medios de comunicación con los clientes, la calificación positiva del transporte debido a que la compra se realiza en el desembarque y la inquietud de dar valor agregado al pelillo a través de secado, a pesar de la alta inversión que esto significaría. Las principales dificultades que han señalado los consultados de estos recursos en la región son no cumplir con la cantidad requerida por los compradores y no contar con asesoría contable o financiera. Entre las



medidas para mejorar la comercialización, los productores de choritos señalan que se requiere una regulación de precios y la obtención de certificación PSMB, entre otras. En el caso de pelillo, los productores señalan se debe mejorar la promoción para la incorporación de nuevos clientes, mejorar el precio de venta y la calidad del producto.

Según estos resultados, la comercialización de los recursos ostra japonesa, ostión del norte y algas (a excepción de pelillo) de la región de Los Lagos, parece más desarrollada. Estos recursos están asociados en general a cultivos multiespecies o policultivos. La producción de recursos algales presenta en general más de un comprador, una percepción de que la demanda es alta, una percepción de que el costo de producción es medio y venden a más de un cliente. En algunos casos se agrega valor por el encordado de plántulas. En el caso de ostión del norte y ostra japonesa, la situación es similar, sin embargo, señalan que el transporte es calificado como regular y la percepción del costo de producción es alto. Además, se añade valor a través de desconche. En general las brechas detectadas en la comercialización en este grupo de recursos de la región de Los Lagos fueron no contar con la cantidad requerida por el comprador y no contar con asesoría financiera. En tanto, los consultados señalan que para mejorar la comercialización es necesario una mayor definición del modelo de negocio y mejorar el marketing de los productos.

Respecto a la comercialización en la región de Los Lagos, Albers et al. (2021) señala que algunas de las brechas se deben a una falta de opciones y contactos con intermediarios y otros compradores que les permitan acceder a los mercados nacionales e internacionales. Esto genera una desventaja en las negociaciones de contratos, como la falta de información sobre los precios. La incertidumbre y la variabilidad en la producción han creado problemas contractuales que conducen a precios bajos. El cumplimiento de estándares de calidad, salud y ambientales que afectan su capacidad de vender en los mercados nacionales e internacionales. Además, en el estudio informan de varios tipos de obstáculos (especialmente el acceso a la cadena de suministro y los requisitos del mercado) para la comercialización de productos marinos, que pueden influir en su voluntad o capacidad para aumentar la producción de dichos recursos. En cuanto al encadenamiento, Barrientos (2009) señala que es una forma para favorecer la implementación de la actividad de Acuicultura en AMERB en la región de Los Lagos, sería la creación de un encadenamiento productivo en donde se relacione el sector privado con el sector pesquero artesanal. Sobre esto, Wurmman-Gotfrit (2008) señala que la actividad APE en Chile debe explorar y desarrollar las posibilidades asociativas entre pequeños y grandes productores. De manera tal que los grandes productores incorporen espacios laborales sustentables a los pequeños, como, por ejemplo, convocándolos a venderle sus producciones en condiciones equitativas, y ofreciéndoles directamente asistencia técnica y financiera. Respecto a la dificultad en el cumplimiento de la cantidad requerida por los compradores, Albers et al. (2021) señala que, en el caso de los productores de algas, dicen no cumplir con los estándares de calidad necesarios para acceder a los mercados internacionales. Igualmente, los productores de choritos y ostras enfrentan requisitos de tamaño mínimo para acceder al mercado. Sin regulaciones claras y conocimiento de los productores, los productores de recursos marinos también enfrentan preocupaciones sobre el cumplimiento de los requisitos ambientales y de salud en la producción y venta de sus productos (Albers et al. 2021). Esto se refleja en las mejoras propuestas por los encuestados en este estudio, que indican la importancia de la calidad en algunos recursos como pelillo para mejorar la



comercialización. Además, se señala en el mismo apartado la necesidad de abrirse a otros mercados tanto nacionales como internacionales.

A pesar de que el desarrollo de APE se concentra en las regiones de Coquimbo y Los Lagos, existen experiencias en otras regiones. En este estudio, se incluyeron consultados de la región de Antofagasta, O'Higgins, Biobío y Araucanía. La región de Antofagasta está asociada a cultivos multiespecies de ostra japonesa y ostión del norte. La comercialización de la producción se ve dificultada por la falta de servicios específicos, además de la necesidad de una planta de proceso y acopio que permitiría mejoras en la comercialización e incorporación de valor agregado. La región de O'Higgins en tanto, desarrolla cultivo de ostra japonesa cuya producción se percibe como de alta demanda, un costo de producción medio y se vende a 2 o más clientes, sin embargo, no se encadena con otros emprendimientos y no ha podido cumplir con la cantidad requerida por los compradores. El caso de la región del Biobío, se desarrolla un cultivo multiespecies de ostra japonesa y choro zapato que comercializa el producto fresco por venta directa. La calificación del transporte en esta región es regular y la percepción del costo de producción es alto. Las brechas de comercialización para esta región fueron no poder cumplir con la cantidad requerida por los compradores y la falta de servicios específicos. Según la consultante la comercialización mejoraría con un punto de venta en la caleta. Por otra parte, la región de la Araucanía está representada por el cultivo de truchas, cuyo costo de producción es considerado medio alto, pero que se percibe como altamente demandado. Las dificultades de comercialización declaradas en este caso fueron carecer de modelo de negocio, no poder cumplir con la cantidad requerido por comprador y la brecha digital, al no contar con acceso a internet. El acceso al mercado de alimento gourmet es considerado como una mejora en la comercialización del recurso. En general, la dificultad más frecuente en estas regiones es la falta de disponibilidad de servicios específicos, esto debido a la distancia geográfica con regiones con mayor desarrollo en APE, en donde se concentran empresas de insumos y servicios específicos para la acuicultura. Por ello, el desafío en estas regiones es de proporcionar servicios e insumos necesarios para la producción y mejorar las condiciones de almacenamiento y transporte de los productos.

En general, las brechas y desafíos en la comercialización de los productos de la APE varían por región y recurso. Sin embargo, la dificultad más señalada en este estudio, es la incapacidad de cumplir con la cantidad de producción requerida por los compradores. El desafío entonces es mejorar el rendimiento productivo para poder cumplir con la cantidad y/o calidad requerida por la demanda y mejorando los precios a través de la incorporación de valor agregado. Una alternativa es la asociatividad entre productores APE para cumplir con los volúmenes demandados.

Por otra parte, la definición de un plan de negocio y el apoyo contable o financiero también aparece como una brecha importante a considerar. En este sentido, el desafío es la vinculación de productores con las iniciativas públicas que están orientadas a capacitar y apoyar la formulación y formalización de negocios.



6.2. Incorporación de criterios de madurez o fortaleza socio-organizacional en la medición y selección de grupos o individuos beneficiarios de financiamiento para desarrollar APE

En cualquier proyecto de desarrollo comunitario se aspira a crear organizaciones productivas que cuenten con una adecuada participación en el mercado, que produzcan y comercialicen eficientemente, obtengan rentabilidad y sean sostenibles (Bedregal 2014). La adopción, transición, desarrollo y/o consolidación de la APE (e.g., desde la pesca artesanal), eventualmente implicaría dinámicas y aspectos diferenciados respecto a otros rubros productivos (Albers et al. 2021, Baquedano et al. 2023, Manlosa et al. 2023). Lo que incluye no solo aspectos técnicos-tecnológicos-logísticos-operativos, sino también aspectos socio-organizacionales (Sepúlveda et al. 2019). A fin de maximizar los potenciales beneficios para las comunidades locales, las dinámicas socio-económicas deben convertirse en un componente central del desarrollo de la acuicultura (Diedrich et al. 2019). Cuando se implementan proyectos de acuicultura “estándar” o de “talla única”, sin una adecuada consideración de la complejidad de los contextos socio-económicos y organizacionales en los cuales las tecnologías son insertadas, la introducción de prácticas de acuicultura resulta por debajo de lo óptimo, conduciendo potencialmente a una distribución desigual de beneficios y una desconexión entre los beneficios y las necesidades (Cárcamo et al. 2019). En términos generales, se sugiere que este tipo de evaluaciones, especialmente de tipo socio-organizacional, sea realizada en forma sistemática antes o durante la implementación de políticas de fomento o diversificación de actividades productivas en comunidades costeras, a fin de poder orientar de manera efectiva la inversión y reducir incertidumbres en cuanto al impacto en la inversión de recursos que normalmente son limitantes (Cárcamo et al. 2019).

En este informe se presenta una propuesta de incorporación de criterios socio-organizacionales a través de un índice específico socio-organizacional de APE (IESA). Esta propuesta intenta recopilar criterios e indicadores de informes técnicos y la visión de profesionales de instituciones que otorgan financiamiento para el desarrollo de iniciativas APE, sobre este ámbito. Dentro de los criterios propuestos incorpora criterios e indicadores específicos para APE. Esto se refleja en los indicadores de capital de trabajo, en la cual es deseable que exista capacitación, experiencias y apoyo técnico específico para APE. Por otro lado, la disposición a participar en proyectos APE tanto por parte de la dirigencia como de los socios es relevante al momento de desarrollar esta actividad. En Sepúlveda et al. (2019) señalan que los componentes clave del capital social, cooperación y resolución de conflictos, son determinantes en la implementación de los sistemas de acuicultura en AMERB de la región de Coquimbo. En Cárcamo et al. (2021), se señala que el fortalecimiento organizacional requiere promover el establecimiento de mecanismos que permitan asegurar el cumplimiento de las reglas, y en caso contrario, establecer sanciones que permitan prevenir los incumplimientos en el futuro. En el mismo estudio se señala además que las redes de colaboración y pertenencia a asociaciones y federaciones de pesca son consideradas como un atributo importante para el capital social, siendo este un elemento crítico para el fortalecimiento organizacional y la implementación de proyectos de acuicultura.



En tanto, las competencias de los dirigentes, específicamente el liderazgo, pareciera ser particularmente relevante en el desarrollo de este tipo de actividades (Gutiérrez et al. 2011, Manlosa et al. 2023). Según Barriga *et al* (2009), señalan que el éxito que puede tener una organización depende, en gran medida, del desempeño ejercido por sus dirigentes. Ya que son lo llamados a administrar elementos comunes de la organización. Además, señalan que “las capacidades de liderazgo, política y la escolaridad de los dirigentes son indispensables para lograr un mayor Desarrollo Organizacional”. Según Espinoza & Gómez (2018), el liderazgo es uno de los factores que conducen a los miembros de una organización, a lograr mayores niveles de competitividad. El grupo debe entender el rol que cumple el líder, ya que éste tiene clara la visión institucional y se encuentra motivado emprendiendo aquel proyecto colectivo.

Como vemos existe una multiplicidad de elementos que pueden ser evaluados para determinar la importancia relativa de cada uno en el desempeño productivo de las iniciativas APE. Por esto es necesaria una evaluación y elaboración de un instrumento que permita la incorporación de los más relevantes.

La aplicación de este índice requiere de una evaluación frecuente dentro del proceso incorporación de actividades APE en una OPA. Además, requiere de un acompañamiento y plan de capacitación para la mejora continua de los indicadores. Por otra parte, las OPA pueden presentar distintos niveles de desarrollo o madurez en cuanto a la actividad APE, lo que implicaría también, diferenciación en los aspectos socio-organizacionales. Por lo tanto, este índice debería relacionarse con instrumentos de financiamiento APE diferenciados. Todo esto se traduce en la implementación de sistemas de evaluación *ex post* de los fondos de financiamiento que permita un seguimiento de las iniciativas, no solo desde una perspectiva productiva-técnica, sino que incorpore una perspectiva socio organizacional. La retroalimentación de estos seguimientos podría conducir a la actualización de este índice de manera constante. La implementación de esta propuesta entonces requiere de una articulación institucional y recursos de forma permanente. Cárcamo *et al.* (2019) sugiere que las evaluaciones de tipo organizacional, sea realizada en forma sistemática antes o durante la implementación de políticas de fomento o diversificación de actividades productivas en comunidades costeras, a fin de poder orientar de manera efectiva la inversión y reducir incertidumbres en cuanto al impacto en la inversión de recursos que normalmente son limitantes (Cárcamo *et al.* 2019).

6.3. Fortalecimiento organizacional para desarrollar APE

En general, para avanzar en el desarrollo de la APE es necesario fortalecer los conocimientos de áreas estratégicas (e.g., socio-organizacional, técnica, económica y administrativa). El área socio-organizacional no siempre es abordado y es primordial para lograr la transición que las OPA requieren para vincularse con esta actividad económica que se les presenta como complementaria o alternativa a la pesca (Sepúlveda et al. 2019, Albers et al. 2021). La transición, a nivel organizacional, implica desafíos importantes debido a la necesidad de acuerdos y luchas con posibles resistencias al cambio Albers et al. (2021), sin embargo, la percepción (al cambio y transición hacia la APE) que las OPA mostraron en este estudio fue positiva. Diversos estudios han incluido estrategias de trabajo participativas en el fortalecimiento organizacional de comunidades u organizaciones, considerando



elementos del conocimiento ecológico local y centrado principalmente en lo humano, lo cual permitiría adaptar el modelo APE a cada realidad particular logrando con esto el interés y la apropiabilidad (Albers et al. 2021, Brugere et al. 2023, Manlosa et al. 2023, Rámirez-Ambríz et al. 2023).

En la actualidad, el contexto socio-organizacional en OPA, se ha abordado principalmente en el marco de proyectos APE en diferentes zonas geográficas del país, que han desarrollado trabajo participativo con los interesados como una manera de realizar transferencia. Se rescatan iniciativas realizadas para entregar ideas nuevas (valor agregado) a la post producción de materia prima, como también a las habilidades relacionadas con la comercialización de productos. De esta manera, se hace necesario reforzar constantemente a las OPA con capacitaciones programadas para generar su crecimiento en todos los ejes o áreas temáticas (económico-productivo, ambiental y socio-organizacional). En definitiva, para abordar el crecimiento desde un punto de vista integral es importante desarrollar planificadamente un PAT que apunte a evaluar cada OPA y posteriormente, en conjunto con ella, elaborar un sistema de capacitaciones en los diferentes ejes o en donde se encuentren sus deficiencias. La idea es alinear a las diferentes fuentes de financiamiento que existen (e.g., INDESPA, CORFO) para abordar eficientemente la inversión de recursos que por lo general son limitados y con la finalidad de fortalecer el desarrollo y consolidación de la APE.

6.4. Implementación y seguimiento de cultivos pilotos de macroalgas y multi-especies en el norte y sur de Chile

6.4.1. Monitoreo del desempeño productivo y ambiental cultivos

6.4.1.1. Cultivos macroalgas, sitios Pudeto y Hueihue

Para el caso de pelillo en el sitio de cultivo Pudeto, se obtuvieron rendimientos menores a los obtenidos en el ciclo de cultivo anterior (año 2022), en donde el tratamiento solo alga obtuvo al final del ciclo aproximadamente 7.36 kg, en comparación al tratamiento pelillo + ostra (0.47 kg) y pelillo + choro zapato (3.95). Esto sigue evidenciando una variación anual de los cultivos, ya que es posible que, debido a la manipulación de los sistemas de cultivo, junto con eventos climáticos asociados al lugar, el desempeño productivo de este recurso no fue tan eficiente como en ciclos anteriores.

En el sitio de cultivo Hueihue, el desempeño fue menor al ciclo de cultivo anterior obteniendo valores no mayores a los 5 kg en promedio por tratamiento (alta y baja densidad). Se observó un incremento solo en el caso de algas de baja densidad durante el mes de octubre alcanzando 4.8 kg. Para el final del ciclo en todos los tratamientos los valores fueron menores a los reportados en el ciclo anterior. Al momento de la realización de la poda (octubre 2023) se logró obtener 19.5 kg totales extraídos de los tratamientos alta y baja densidad, lo que evidencia que es posible para el recurso pelillo la realización de podas luego de dos a tres meses de cultivo para la obtención de biomasa cosechable antes del final del ciclo de cultivo.

Para chicorea de mar, los valores promedio en los tratamientos alta y baja densidad no sobrepasaron los 1.5 kg, lo que demuestra un bajo desempeño productivo para este ciclo de cultivo. Al momento de la realización de la poda durante el mes de octubre se obtuvieron 1.2 kg totales de cosecha, lo cual es



un valor bajo para la obtención de biomasa cosechable. Se evidencia nuevamente que el manejo y el sitio de cultivo influyen de forma directa el desempeño productivo de esos recursos.

6.4.1.2. *Co- cultivo macroalgas-bivalvos, sitio Pudeto*

En el caso de los co-cultivos realizados en el sitio de cultivo Pudeto, para ostra + pelillo y choro zapato + pelillo, el crecimiento observado para ambos recursos fue incrementando durante el ciclo de cultivo. Para el caso de las ostras los valores obtenidos fueron 3.7 kg para el tratamiento solo ostra en comparación a los 3.1 kg del tratamiento ostra + pelillo. En el caso de choro zapato, el tratamiento solo choro zapato obtuvo 1.5 kg en comparación al tratamiento choro zapato + pelillo que obtuvo 1.0 kg de peso promedio. Esto evidencia que la incorporación de filtradores a los recursos cultivables, sobre todo el recurso ostra japonesa, es una buena oportunidad de desarrollo que mejoraría el actual escenario de cultivo del estuario, donde el principal recurso a cultivar es el pelillo, el que ha presentado algunos problemas productivos y de calidad del producto debido a la aparición de epifitos en parte de su ciclo de cultivo.

6.4.1.3. *Cultivos multi especies de bivalvos, sitio Quinchao y Hueihue*

Para los cultivos multi especies realizados durante el ciclo de cultivo año 2023-24, se observó un crecimiento sostenido para cada uno de los recursos, siendo levemente mayores los obtenidos en la experiencia de cultivo en Quinchao comparado con el sitio Hueihue. Un factor importante durante el cultivo de estos organismos es el manejo y limpieza de las estructuras de cultivo, las cuales, durante este ciclo, se observaron cargadas de organismos epibiontes, los que por un lado aumentan el peso de las estructuras y también impiden el paso de fitoplancton para la alimentación de los organismos cultivables. En general el desempeño de los recursos en ambos sitios de cultivo fue bueno, lo que permitirá incorporar mayor información para la realización de experiencias de cultivo de bivalvos.

6.4.1.4. *Cultivo ostra japonesa, sitio Chungungo*

En este segundo ciclo de cultivo se registró un crecimiento diario de $0,17 \text{ mm día}^{-1}$ hasta el día 419 de cultivo. En el caso de la biomasa (peso total por individuo), se registró $0,22 \text{ g día}^{-1}$, calculado desde el día 132 de cultivo al 419. En tanto, el primer ciclo de cultivo mostró una tasa de crecimiento promedio de $0,18 \text{ mm día}^{-1}$ y un aumento de biomasa de $0,09 \text{ g día}^{-1}$. La diferencia en el aumento de la biomasa se debió a que, en el primer ciclo de cultivo, las semillas de ostras tenían una longitud promedio de 49,52 mm al momento de la siembra, llegando a los 100,85 mm a los 287 días de cultivo entre abril de 2021 a enero 2022. Esta diferencia se debió principalmente a que en el primer ciclo de cultivo la siembra fue de individuos de mayor tamaño, por lo tanto, la tasa de aumento de biomasa fue menor. Por otro lado, la tasa de crecimiento diario fue similar en ambos casos. Otra hipótesis es la mayor disponibilidad de alimento durante el segundo ciclo. En el primer ciclo el cultivo se vio afectado por un asentamiento anormal de cirripedios sobre las valvas y sistemas de cultivo. El biofouling no solo produce daños importantes en la infraestructura de sistemas de cultivo, sino que también tiene efectos como la reducción del flujo de agua a través del sistema, que afectan el comportamiento de los



organismos (Fitrige et al. 2012, Bannister et al. 2019). Bannister et al. (2019) señalan que uno de los impactos más importantes de la bioincrustación en la acuicultura de mariscos es la reducción de la aptitud de los mariscos (i.e., supervivencia, crecimiento, condición y peso). Estas reducciones generalmente se atribuyen a la competencia directa por alimentos, oxígeno y otros recursos, o indirectamente, a través de la asfixia o la interferencia con el funcionamiento adecuado de las válvulas (Lodeiros & Himmelman 1996, Pit & Southgate 2003, Woods et al. 2012).

Si bien el ciclo de cultivo se logró concretar, cabe señalar que se sufrió del robo sistemático de linternas, inclusive con corte de línea de cultivo. Estos hechos delictuales han ocasionado un desincentivo por parte de la organización que ha sufrido de desgaste en la vigilancia y búsqueda de las linternas sustraídas. Es necesario implementar un sistema de seguridad que permita resguardar el cultivo en el área y, en el caso de ocurrencia de un hecho de estas características, poder realizar las denuncias correspondientes.

6.4.1.5. Monitoreo ambiental. Nutrientes

Para el caso del monitoreo ambiental de nutrientes, estos se mantienen dentro de los rangos reportados para los sitios de estudio, siendo similares a los reportados en informes anteriores realizados por IFOP (Cárcamo et al 2021, Cárcamo et al 2022, Cárcamo et al 2023).

6.5. Modelo de gestión y productivo para APE en base a portafolio multi-especies propuesto para la zona sur

La implementación de un cultivo en base a portafolio multi-especies corresponde a un policultivo (o cultivo multi-especie) pero con una lógica orientada a lograr un uso eficiente del espacio y temporalidad de sitio. Lo anterior permitiría también diversificar y/o distribuir productos, comercialización, ingresos económicos, tiempos de siembra y cosecha, carga laboral durante el año para un acuicultor APE. También corresponde a una herramienta de diversificación de especies, estrategia considerada como clave para el desarrollo de una acuicultura sostenible a nivel mundial (Thomas et al. 2021, Cai et al. 2022) y fuertemente promovida en el actual Reglamento y políticas APE. Relevante en el escenario actual, donde la matriz de acuicultura nacional es poco diversificada (Cai et al. 2022). En el contexto de la provisión de servicios ecosistémicos y el cambio climático, se ha sugerido fuertemente incrementar cultivos de especies bio-extractoras (i.e., acuicultura extensiva de filtradores y/o algas) o de bajo nivel trófico, los que generalmente implican menores impactos ambientales y bajas huellas de carbono (Barrett et al. 2022, Krause et al. 2022).

Los resultados experimentales logrados a la fecha (de más de 2 años de cultivo) para la validación del modelo en base a portafolio, dan señales positivas en cuanto a la viabilidad de esta propuesta. La que empíricamente también es validada por policultivadores APE (e.g., Cultivos Cholche) que luego de años de desarrollo, comienzan a mostrar viabilidad económica y técnica.

Todos los recursos cultivados en sistemas suspendidos mostraron factibilidad de cultivo y rendimientos productivos satisfactorios y/o similares a los reportados en literatura u opinión de expertos.



Bajo el esquema propuesto y una planificación ordenada, permitirían a los pequeños acuicultores disponer de dos o más especies para su venta durante varios periodos del año. La planificación del espacio y sistemas de cultivo disponibles, permitirá a los acuicultores disponer de espacio para cada una de las especies cultivables, ya que durante ciclos de cultivo más largos (e.g., ostión del norte, choro zapato) se pueden obtener cosechas de los demás recursos como macroalgas (e.g., pelillo, chicorea) y bivalvos con ciclos de crecimiento menor (e.g., chorito, ostra japonesa). La disponibilidad de venta de los organismos también es variable ya que no es necesaria una talla mínima de para la venta dependiendo del mercado al cual el acuicultor quiera acceder o comercializar sus productos.

El manejo por parte de los acuicultores es otro punto importante para el crecimiento de los recursos cultivados, considerando las particularidades de los distintos del recurso, por ejemplo, mayor esfuerzo de manejo en especies como ostión del norte y ostra japonesa (e.g., desdobles). También, la revisión periódica de las estructuras de cultivo, influyen de forma directa el crecimiento de los organismos (Fitridge et al. 2012, Bannister et al. 2019). La aparición de fouling u organismos epibiontes durante el ciclo de cultivo de las especies es habitual para la zona sur, por lo que es de suma importancia la revisión de estructuras y limpieza para asegurar un buen desempeño productivo.

Respecto a la logística y operación del cultivo, las dificultades de manejar varias especies en el mismo cultivo son menores, dado que el sistema basal de cultivo, el long-line, es aplicable a todas las especies, por tanto, se puede hacer uso común de infraestructura y equipos (e.g., bote, huinche, plataformas).

Un punto que merece atención (brecha) es la provisión de semillas, en el caso de las especies que dependen total o parcialmente de producción en hatchery, como ostión del norte y ostra japonesa. En este sentido, en la actualidad este suministro no es claro en cuanto a una oferta de semillas que permita promover la expansión de policultivos.

6.6. Acondicionamiento de reproductores en hatchery

Los hatcheries de bivalvos son fundamentales para el desarrollo de la APE de bivalvos en Chile por razones económicas, productivas y ecológicas. En términos productivos, los hatcheries permiten controlar las condiciones de reproducción y cultivo, independientemente de las fluctuaciones naturales del medio ambiente (Helm et al. 2006, Uriarte 2008, Uriarte et al. 2008). Esto es especialmente importante en Chile, donde los cambios estacionales y la variabilidad climática pueden afectar la disponibilidad y calidad de las semillas de bivalvos (Uriarte et al. 2008). Además, los hatcheries tienen la capacidad de producir semillas de bivalvos de alta calidad y saludables, lo que garantiza una mayor tasa de supervivencia y crecimiento de los juveniles en comparación con la recolección de semillas silvestres. Esto es crucial para asegurar la rentabilidad y sostenibilidad de las operaciones acuícolas a largo plazo (Cavero Cerrato & Rodríguez Pinto 2008, Uriarte 2008).

En el ámbito socioeconómico, la instalación y operación de hatcheries de bivalvos pueden generar empleo y fomentar el desarrollo económico en comunidades costeras (Cavero Cerrato & Rodríguez Pinto 2008, Uriarte et al. 2008, Wurmman-Gotfrid 2008), especialmente en áreas donde la APE es una actividad importante. Además, alentar la participación de pequeños productores en la acuicultura



puede contribuir a reducir la desigualdad económica y promover la inclusión social. La disponibilidad de semillas de bivalvos de calidad a través de los hatcheries puede fomentar la diversificación de la producción acuícola en Chile, permitiendo a los productores cultivar una variedad de especies de bivalvos adaptadas a diferentes condiciones locales y preferencias del mercado (Uriarte et al. 2008).

Finalmente, la APE de bivalvos puede ayudar a reducir la presión sobre las poblaciones naturales de bivalvos al proporcionar una fuente alternativa de semillas cultivadas en lugar de depender únicamente de la recolección de semillas silvestres (Uriarte et al. 2008, Wurmman-Gotfrit 2008). Esto contribuye a la conservación de los recursos marinos y a la gestión sostenible de los ecosistemas costeros.

En esta etapa del programa, se describen los resultados del acondicionamiento de reproductores y la inducción al desove de tres especies de bivalvos: *Ch. chorus*, *A. purpuratus* y *M. gigas*. En general, el acondicionamiento de reproductores de bivalvos fue exitoso, pero con mucha incertidumbre en los desoves. De los 10 acondicionamientos realizados entre diciembre de 2022 y diciembre de 2023, sólo un desove fue exitoso para cada especie de bivalvos estudiadas. Una posible explicación es que los bivalvos requieren un periodo de 4 a 8 semanas para alcanzar la madurez (Helm et al. 2006), y en este estudio los reproductores se mantuvieron alrededor de 4 semanas en acondicionamiento. Por lo tanto, una extensión del periodo de acondicionamiento podría resultar en una mayor cantidad de desoves exitosos. Otra explicación podría ser que la mezcla de microalgas usada como alimento (*I. galbana* y *Tetraselmis* sp.) no fue suficientemente nutritiva para los bivalvos. Los bivalvos (larvas y adultos) requieren de ácidos grasos insaturados (HUFA, por su sigla en inglés) para su desarrollo y maduración (Helm et al. 2006), así que incluyendo otras especies de microalgas en la dieta se podría mejorar este aspecto. Por ejemplo, diatomeas de alto valor nutritivo como *Chaetoceros* spp. y *Thalassiosira* spp. y flagelados como *Pavlova lutherii* y *I. galbana*, son ricas en contenido de HUFA.

A pesar de la incertidumbre, fue posible obtener desoves exitosos, con altas producciones de gametos femeninos y masculinos. Por lo tanto, esta primera experiencia en hatchery de bivalvos nos permitirá mejorar protocolos con el fin de disminuir la incertidumbre en el proceso de desove de los reproductores acondicionados. Esto es importante, ya que el éxito de un hatchery está relacionado con la experiencia de los profesionales a cargo de los cultivos y de la calidad de la infraestructura y equipamiento disponibles (Helm et al. 2006). No hay una metodología estándar para asegurar el éxito de producción en hatchery, pero sí existen aspectos comunes relacionados con la necesidad de cumplir con los requisitos biológicos de las distintas especies de bivalvos durante las primeras fases de desarrollo (Helm et al. 2006). Esto será considerado para el desarrollo de la siguiente etapa de producción de larvas y semillas.

6.7. Efecto de la APE sobre comunidades bentónicas en AMERB

6.7.1. Efecto de la miticultura de pequeña escala sobre el ecosistema bentónico

Los resultados muestran que la presencia del cultivo de *Mytilus chilensis* puede mantener una agregación de bivalvos bajo las instalaciones con una cobertura espacial significativamente mayor a la registrada en los ambientes de referencia aledaños. Dada la variabilidad característica del



ecosistema marino del Seno de Reloncaví y el mar interior de Chiloé, la cobertura de mitílidos puede mostrar una marcada variación entre sitios. Sin embargo, el sustrato biogénico construido por los individuos que se desprenden del cultivo y sobreviven en el fondo parece propiciar condiciones favorables para una mayor riqueza y diversidad de especies. Esto fue particularmente evidente durante otoño en dos de los tres sitios evaluados (El Manzano y Pichicolo). Con el cambio estacional, la riqueza y diversidad promedio fue más similar entre ambientes de cultivo y de referencia. Esto evidencia que, al menos, un pequeño banco formado bajo el cultivo puede mantener una riqueza y diversidad equivalente a la de ambientes o hábitats aledaños no sometidos a efectos del cultivo. Esta premisa es relevante debido a que estos bancos incidentales parecen conservar la misma función que la especie (*M. chilensis*) cumpliría en su hábitat natural. La capacidad de formación de hábitat biogénico por especies de bivalvos como mitílidos y ostras y el aumento asociado de la diversidad y la abundancia de especies de invertebrados y peces ha sido ampliamente documentado en la naturaleza (Bruno & Bertness 2001, Bruno et al. 2003) y también, como efecto de la acuicultura de estas especies (Crawford et al. 2003, Gutiérrez et al. 2003, Inglis & Gust 2003, van der Schatte Olivier et al. 2020, Theuerkauf et al. 2022).

Las diferencias sitio-específicas en la estructura comunitaria de la fauna móvil que habita el sustrato biogénico sugiere que el efecto estructurador de la APE de *M. chilensis* aumenta principalmente la abundancia de especies de omnívoros generalistas con tendencia a la carnivoría o detritivoría. Esta tendencia de atracción de especies ha sido identificada en reportes anteriores (Cárcamo et al. 2022). La especie más abundante dentro de los hábitats biogénicos bajo cultivos fue el detritívoro con tendencia a la carnivoría *Munida subrugosa*, (Langostino de los canales) (Varisco & Vinuesa 2007, Díez et al. 2012) y el erizo generalista *Arbacia dufresnii* (Epherra et al. 2017), siendo este último, la especie más conspicua en todos los ambientes evaluados. Por otra parte, especies comerciales como *Loxechinus albus* (Erizo rojo) y *Metacarcinus edwardsii* (Jaiba marmola) fueron atraídas hacia los cultivos, particularmente en Pichicolo e isla Quenu, aunque ambas especies mostraron una abundancia más baja comparada con lo registrado en otras mitiliculturas estudiadas previamente, tales como: cultivo de microescala en Hueihue, cultivo de mesoescala en Molulco, y el cultivo de macroescala en La Estancia, Chiloé (Cárcamo et al. 2022). A pesar de esto, las abundancias de las especies de importancia comercial de este estudio, fueron siempre mayores bajo los cultivos. En este sentido, la disponibilidad de alimento promovido por la especie estructuradora (i.e., choritos) y la disponibilidad de refugios para adultos y estados tempranos de invertebrados en el banco podría explicar la tendencia de encontrar especies móviles similares como fauna residente (Gutiérrez et al. 2003).

6.7.2. Impacto ambiental

La escasa diferenciación de la comunidad de infauna entre ambientes de cultivo y referencia sugiere que el efecto del material orgánico particulado proveniente de los cultivos no ha alterado significativamente la biota en el sedimento de las AMERB. El contenido promedio de materia orgánica no superó el 5% en ningún sitio, lo cual correspondería a sedimentos con bajo enriquecimiento orgánico según la escala de Hargrave (Demaison & Moore 1980, Hargrave et al. 2008). Por otra parte, indicadores como el potencial Redox y el pH intersticial, mostraron mayor sensibilidad detectando



efectos sitio-específicos en Quenu y Pichicolo (e.g., Redox mV < 0, pH < 7), sin embargo, se observó alta variabilidad entre los registros dentro de sitios lo cual sugiere que el ambiente bentónico soporta condiciones aceptables o al menos de transición (Hargrave et al. 2008). Una alta carga de material orgánico particulado en el fondo (fecas, pseudofecas, materia orgánica suspendida) debería llevar al aumento de las tasas de respiración bacteriana agotando el oxígeno disponible, lo cual favorecería el reemplazo de la comunidad existente por organismos oportunistas resistentes a condiciones anóxicas (Pearson & Rosenberg 1977). Sin embargo, durante las evaluaciones submarinas no se observó de manera consistente material floculante y/o “parches” de bacterias sulfuro-reductoras como *Beggiatoa* (Teske & Nelson 2006), los cuales permanecen como indicadores visuales de condiciones de enriquecimiento excesivo en ambientes sometidos a efectos de la acuicultura intensiva (Keeley et al. 2009, 2015, Bannister et al. 2014). En resumen, tanto la evidencia biológica, como, la físico-química, sugieren que el efecto más notorio de los cultivos de pequeña escala evaluados está ligado principalmente a la estructuración del fondo y la atracción de especies con una huella de enriquecimiento dentro de estándares aceptables.

6.7.3. APE como modelo productivo y ecosistémico

Más allá de los efectos biofísicos de un cultivo de mitílidos, los resultados muestran que este tipo de acuicultura puede originar procesos de sucesión sitio-específica donde las especies responden con diversidad y abundancia a la formación incidental de bancos. Adicionalmente, la APE de mitílidos parece mantener condiciones de enriquecimiento aceptables debido, principalmente, al bajo volumen de cultivo, el cual se beneficiará del régimen oceanográfico y la topografía local, permitiendo mantener efectos negativos del cultivo dentro de las capacidades de resiliencia ambiental.

Con estas características, la APE de mitílidos podría representar una nueva perspectiva de la acuicultura dentro un enfoque ecosistémico donde el cultivo de ciertas especies se adecúe al manejo y protección de otros recursos naturales (Froehlich et al. 2017, Gentry et al. 2017). La generación de hábitat por actividades de cultivo y los efectos positivos para el ecosistema de soporte, deben ser investigados y considerados dentro de los beneficios ambientales de la acuicultura de especies de bajo nivel trófico (i.e., bivalvos y macroalgas). La generación de hábitat que beneficie la función de otras especies de invertebrados, algunos de ellos bajo régimen de explotación (e.g., erizo, jaibas), puede emerger como una alternativa de manejo complementaria para las AMERB y como una herramienta de conservación más adecuada a la función del ecosistema de soporte. Por ejemplo, estrategias de manejo sitio-específico que consideren el mantenimiento y “cría” de especies bajo los cultivos podría traer beneficios al pool larval local generando efectos de derrame, similar al subsidio de larvas producido por los cultivos de *Mytilus edulis* (Nueva Zelanda), hoy propuesto como herramienta de restauración de bancos naturales (Norrie et al. 2020).

Finalmente, esta premisa puede extenderse a otras especies APE formadoras de hábitats como *Pyura chilensis* (Piure) en el norte de Chile, cuyo cultivo suspendido podría generar efectos similares al cultivo de *M. chilensis*. *P. chilensis* es un ingeniero ecosistémico, cuyos arrecifes biogénicos presentan un aumento de la diversidad y abundancia a nivel local al proporcionar hábitat para otras especies de invertebrados (Castilla et al. 2004).



6.8. Germoplasma de macroalgas

6.8.1. ¿Por qué proteger la diversidad genética de macroalgas?

Las macroalgas desempeñan un papel crucial en el funcionamiento de los ecosistemas marinos y en las actividades socio-económicas asociadas a los ambientes costeros (Buschmann et al. 2017, Hurtado et al. 2019, Yang et al. 2021). A nivel ecosistémico, las macroalgas actúan como ingenieros ecosistémicos, estructuradores de hábitats, productores primarios, recicladores de nutrientes, proveedores de servicios ecosistémicos y son esenciales en la cadena trófica (Dayton 1985, Steneck et al. 2002, Graham et al. 2007, Smale et al. 2013, Kim et al. 2017, Roleda & Hurd 2019, Umanzor et al. 2019). Desde la perspectiva de los intereses humanos, las macroalgas tienen un valor económico como fuente directa o indirecta de alimento, usos industriales (e.g., geles y fertilizantes) y aplicaciones farmacéuticas y medicinales, proporcionando productos bioquímicos (Buschmann & Camus 2019, Hurtado et al. 2019, Roleda et al. 2019). Por esta razón, el interés en la producción de macroalgas, a través de la explotación de praderas naturales y el cultivo, ha experimentado un aumento significativo en las últimas décadas, especialmente en Chile, donde la explotación de praderas naturales de macroalgas es una actividad socio-económica importante para las comunidades pesqueras.

Las macroalgas enfrentan amenazas tanto por factores ambientales como por la actividad humana. Las influencias ambientales globales, como el calentamiento y la acidificación oceánica, así como las influencias locales, como la contaminación, han llevado a la pérdida de hábitats naturales, cambios en la estructura ecológica, alteraciones en la distribución y abundancia de macroalgas, y pérdida de diversidad genética (Krumhansl et al. 2016, Oyarzo-Miranda et al. 2020, Hynes et al. 2021, Jara-Yañez et al. 2021). Además, las poblaciones naturales de macroalgas están en riesgo de sobreexplotación debido a la creciente demanda internacional de productos basados en macroalgas (Buschmann et al. 2014, Vásquez et al. 2014). En Chile, las macroalgas pardas (*Lessonia trabeculata*, *L. spicata*, *L. berteroa* y *Macrocystis pyrifera*) están siendo sobreexplotadas, con grandes extensiones de praderas desaparecidas en algunos lugares de la costa debido a la alta presión extractiva (Buschmann et al. 2014, Vásquez et al. 2014, Vásquez 2016). Por lo tanto, surge la necesidad de identificar métodos para proteger la diversidad genética de las macroalgas de importancia ecológica y/o comercial, especialmente en nuestro país. Una alternativa factible es la creación de un banco de germoplasma de macroalgas de importancia ecológica y económica.

6.8.2. ¿Qué es un germoplasma?

Un método efectivo para conservar la diversidad genética de organismos en riesgo, es la conservación *ex situ* en un banco de germoplasma (Pañitru-De la Fuente et al. 2020, Wade et al. 2020, León-Lobos et al. 2022). Un banco de germoplasma se define como un lugar especialmente habilitado para la conservación de la diversidad genética de organismos vegetales y animales vivos (Pañitru-De la Fuente et al. 2020, Wade et al. 2020, Le et al. 2022b). Su funcionamiento se basa en el almacenamiento de material biológico de diversas especies en condiciones ideales para su conservación a largo plazo. Esto garantiza la disponibilidad de material genético para su uso en investigación, desarrollo de industrias (e.g., agricultura y acuicultura) y la recuperación de la pérdida



de biodiversidad debido a desastres naturales, cambio climático y/o actividad antropogénica (Pañitru-De la Fuente et al. 2020). Además, contribuye a la preservación de variedades adaptadas a condiciones específicas, promoviendo la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental a nivel local y global (León-Lobos et al. 2022).

Las instalaciones de laboratorio destinadas al germoplasma deben ser adecuadas para el mantenimiento de las especies en conservación. La infraestructura debe estar especialmente diseñada y equipada para llevar a cabo las actividades asociadas al mantenimiento del banco de germoplasma. Por ejemplo, es crucial garantizar el mantenimiento de condiciones ambientales estables, como la temperatura y la luminosidad, para evitar variaciones que puedan afectar el estado de las especies en conservación. En cuanto al equipamiento, se requiere una serie de instrumentos esenciales, tales como autoclave, destilador de agua, balanza analítica, microscopio invertido, lupa estereoscópica, cámara de flujo laminar y cámaras de cultivo y conservación. Además, se deben contar con los insumos, reactivos y accesorios necesarios para llevar a cabo las actividades de laboratorio de manera efectiva y segura.

6.8.3. Resultados iniciales germoplasma IFOP

Nuestros resultados demuestran que la implementación del banco de germoplasma de macroalgas fue exitosa. El estado de dormancia se logró mantener por más de dos meses para esporas y tejido vegetativo de *M. pyrifera* y *G. chilensis* bajo condiciones de cultivo en el banco de germoplasma (10°C, oscuridad, Provasoli). Estas condiciones han sido reportadas como útiles para la mantención de gametofitos de *M. pyrifera* por al menos 5 años en germoplasma (Barrento et al. 2016), y nuestros resultados indican que también son apropiadas para carposporas de algas rojas. La excepción fue *S. skottsbergii*, donde la mortalidad de carposporas fue de un 100% luego de pocos días de cultivo. Sin embargo, esta mortalidad no estuvo relacionada con las condiciones de cultivo, sino que a una posible contaminación del cultivo (bacterias y/o hongos) o a la calidad de las esporas. Por lo tanto, es importante realizar un monitoreo constante de los cultivos en el banco de germoplasma (e.g., una vez al mes) para determinar la salud de los individuos en cultivo.

Las macroalgas en conservación prolongada no están exentas de problemas biológicos. Utilizando métodos de criopreservación, los gametofitos de macroalgas pardas (i.e., *Saccharina japonica*, *Undaria pinnatifida*) pueden sufrir pérdida de pigmentos o cambios morfológicos que resultan en un retraso en crecimiento y desarrollo luego de su reactivación (Arbault et al. 1990, Zhang et al. 2007b, 2007a). Por otro lado, gametofitos hembras y machos de *M. pyrifera* conservados en banco de germoplasma no mostraron diferencias significativas en morfología ni en viabilidad (Barrento et al. 2016). Esto sugiere que el procedimiento para manipular y conservar esporas y/o gametofitos (y tejido vegetativo) en germoplasma no generan estrés para su crecimiento y desarrollo post-reactivación.

Las macroalgas en germoplasma mostraron un crecimiento normal luego de ser reactivadas. La tasa de crecimiento de esporofitos de *M. pyrifera* ($2,5 \pm 0,6$ % d⁻¹) originados de gametofitos mantenidos en germoplasma por más de un año (cepa del centro i-mar) mostró una tasa de crecimiento comparable a la reportada para la especie (Westermeyer et al. 2014, Camus & Buschmann 2017, Camus et al. 2018). De manera similar, el tejido vegetativo reactivado de *G. chilensis* (de pradera natural y germoplasma) mostró tasas de crecimiento (0,8 – 3,8 % d⁻¹) que están dentro del rango



descrito para la especie en la región (Usandizaga et al. 2018, 2019, Leal et al. 2020). El tamaño final (peso y longitud) de *G. chilensis* no fue diferente entre cepas de pradera natural y germoplasma, indicando que la viabilidad del tejido vegetativo no fue afectada por las condiciones de conservación en germoplasma. Por lo tanto, es posible cultivar macroalgas conservadas en el banco de germoplasma para producción de biomasa en APE.



7. CONCLUSIONES

7.1. Brechas y desafíos de comercialización de productos APE

- Las brechas y desafíos en la comercialización de los productos APE varían por región y recurso.
- La dificultad más señalada en este estudio, es la incapacidad de cumplir con la cantidad de producción requerida por los compradores. El desafío entonces es mejorar el rendimiento productivo para poder cumplir con la cantidad y/o calidad requerida por la demanda y mejorando los precios a través de la incorporación de valor agregado. O alternativamente, la asociatividad entre productores APE para cumplir con los volúmenes demandados
- La definición de un plan de negocio y el apoyo contable o financiero también aparece como una brecha importante a considerar. En este sentido, el desafío es la vinculación de productores con las iniciativas públicas que están orientadas a capacitar y apoyar la formulación y formalización de negocios.
- La dificultad más frecuente en regiones aparte de la de Los Lagos y Coquimbo, es la falta de disponibilidad de servicios específicos, esto debido a la distancia geográfica con regiones con mayor desarrollo en APE, en donde se concentran empresas de insumos y servicios específicos para la acuicultura. Por ello, el desafío en estas regiones es de proporcionar servicios e insumos necesarios para la producción y mejorar las condiciones de almacenamiento y transporte de los productos

7.2. Incorporación de criterios de madurez o fortaleza socio-organizacional en la medición y selección de grupos o individuos beneficiarios de financiamiento para desarrollar APE

- Se presentó una propuesta de incorporación de criterios socio-organizacionales que consiste en la elaboración de un índice socio-organizacional específico para APE. Se proponen la metodología de elaboración del índice, la vía de incorporación en la institucionalidad y criterios socio-organizacionales generales y específicos para APE que deben considerarse en la elaboración del índice.
- Cabe señalar que como toda propuesta es perfectible y de concretarse involucra discusión con actores involucrados, articulación institucional, aumento de recursos (RRHH y económicos) y una modificación de normativa."

7.3. Fortalecimiento organizacional para desarrollar APE

- La evaluación inicial de los aspectos socio-organizacionales de las OPA debe ser realizada mediante un instrumento (encuesta) el cual determinará el nivel organizacional inicial de los interesados en desarrollar o fortalecer sus competencias APE.
- Las acciones de fortalecimiento organizacional deben ser propuestas y desarrolladas en conjunto con el agente fortalecedor y de acuerdo a las características territoriales (macrozonas),



considerando el estado de desarrollo de las actividades APE que son capaces de realizar cada OPA evaluada. Esto en concordancia con las estrategias de desarrollo regional y las fuentes de financiamiento del territorio.

- El fortalecimiento de competencias (organizacionales y de administración) será realizado mediante un Programa de Asistencia Técnica (PAT) que posee 4 etapas (talleres de diagnóstico-definición del plan de trabajo de fortalecimiento organizacional y administrativo-desarrollo del plan de trabajo-seguimiento y evaluación del Programa de Asistencia Técnica).
- Se sugiere que el PAT sea evaluado periódicamente, tanto para comprobar el crecimiento de las OPA como también la subvención y apoyos de las diferentes fuentes de financiamiento.

7.4. Implementación y seguimiento de cultivos pilotos de macroalgas y multi-especies en el norte y sur de Chile

- El mejor desempeño productivo en el cultivo de macroalgas en la zona sur (pelillo y chicorea de mar) se obtiene luego de aproximadamente 4 meses de cultivo.
- La realización de podas permite la obtención de biomasa cosechable antes del fin del ciclo, con mejores resultados para el recurso pelillo.
- El manejo en las estructuras de cultivo y la revisión periódica de los organismos a cultivar, permitirá tener un mejor desempeño productivo al final del ciclo de cultivo.
- La incorporación de organismos filtradores a las especies cultivables en el sitio de cultivo Pudeto, se valida como una opción de diversificación para las OPA y acuicultores del río Pudeto.
- La planificación temporal y espacial de los cultivos es de suma importancia para el desarrollo de la acuicultura a pequeña escala en los distintos sitios.
- El segundo ciclo de cultivo de ostra japonesa en el sitio Chungungo (norte de Chile) se concretó con éxito, logrando la venta a la Cooperativa Acuipisca Tongoy Mujeres de parte de la producción, generando asociatividad entre las organizaciones regionales. La OPA en este ciclo, logró una mayor pertenencia con el cultivo, sin embargo, los robos sistemáticos al cultivo han desincentivado a algunos socios. Es necesaria la implementación de sistemas de seguridad y vigilancia más eficaces en el AMERB donde se desarrolla APE.

7.5. Modelo de gestión y productivo para APE en base a portafolio multi-especies propuesto para la zona sur

- La implementación de un cultivo en base a portafolio multi-especies corresponde a un policultivo pero con una lógica orientada a lograr un uso más eficiente del espacio y temporalidad del sitio. Lo anterior permitiría también diversificar y/o distribuir productos, comercialización, ingresos económicos, tiempos de siembra y cosecha, carga laboral durante el año para un acuicultor APE.
- Los resultados experimentales logrados a la fecha (de más de 2 años de cultivo) validan el modelo en base a portafolio como una alternativa productiva de diversificación APE. Empíricamente, también es validada por policultivadores APE que luego de años de desarrollo, comienzan a mostrar viabilidad económica y técnica.



- Respecto a la logística y operación del cultivo, las dificultades de manejar varias especies en el mismo cultivo son menores, dado que el sistema basal de cultivo, el long-line, es aplicable a todas las especies.
- Como brecha se puede mencionar la provisión segura de semillas, en el caso de las especies que dependen total o parcialmente de producción en hatchery, como ostión del norte y ostra japonesa.

7.6. Efecto de la APE sobre comunidades bentónicas en AMERB

- El impacto ambiental de un cultivo APE de chorito *M. chilensis* (~ 80 toneladas año) en las AMERB estudiadas es bajo, sin embargo, un aumento significativo en los volúmenes del cultivo podría generar impactos mayores.
- La APE de mitílidos tiene el potencial de conservar y promover beneficios ambientales relevantes (estructuración del fondo, atracción de especies locales, aumento de la riqueza local) los cuales, podrían complementar un modelo de manejo y producción sostenible en AMERB.
- Una acuicultura de bajo nivel trófico, que se adecúe al manejo y la protección de otros recursos naturales puede ser clave para alcanzar una acuicultura restaurativa y sostenible frente al agotamiento de pesquerías y al deterioro de ecosistemas acuático.

7.7. Banco germoplasma macroalgas

- La protección de la diversidad genética de las macroalgas se presenta como una necesidad imperante, dado su papel fundamental en los ecosistemas marinos y su relevancia en actividades socioeconómicas (Camus et al. 2018, Wade et al. 2020).
- La implementación exitosa de un banco de germoplasma para estas macroalgas demuestra ser una estrategia prometedora, ofreciendo un mecanismo efectivo para conservar la diversidad genética, mitigar amenazas ambientales y abordar los riesgos asociados a la sobreexplotación (Pañitru-De la Fuente et al. 2020, Le et al. 2022a).
- Los resultados iniciales del banco de germoplasma indican la viabilidad de mantener la dormancia y el crecimiento normal de las macroalgas bajo condiciones controladas, contribuyendo así a la preservación de estas especies clave. Este enfoque no solo respalda la investigación y el desarrollo de industrias relacionadas, sino que también establece una base para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental a nivel local y global (León-Lobos et al. 2022).
- La creación y gestión adecuada de bancos de germoplasma se erige como una herramienta esencial en la conservación y manejo responsable de las macroalgas, asegurando su contribución continua a la salud de los ecosistemas marinos y al bienestar humano



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed M, Lorica MH. 2002. Improving developing country food security through aquaculture development - Lessons from Asia. *Food Policy* 27: 125–141.
- Albers HJ, Baquedano M, Chávez C, Dresdner J, Yubini K. 2021. Opportunities and challenges for small-scale aquaculture: The stakeholders' perspective in Los Lagos Region-Chile. *International journal of agriculture and natural resources* 48: 259–287.
- Allison EH, Ellis F. 2001. The livelihoods approach and management of small-scale fisheries. *Marine Policy* .
- Andersen RA. 2005. *Algal culturing techniques*. San Diego: Academic Press.
- Andersen RA, Berges JA, Harrison PJ, Watanabe MM. 2005. Appendix A—Recipes for Freshwater and Seawater Media. *Algal Culturing Techniques* p. 429–538.
- Arbault S, Rcriarcl P, Pérez R, Kass R. 1990. Cryopreservation trials on the gametophytes of the food alga *Undaria pinnatifida* (Laminariales). *Aquatic Living Resources* 3: 207–215.
- Bannister J, Sievers M, Bush F, Bloecher N. 2019. Biofouling in marine aquaculture: a review of recent research and developments. *Biofouling* 35: 631–648.
- Bannister R, Valdemarsen T, Hansen P, Holmer M, Ervik A. 2014. Changes in benthic sediment conditions under an Atlantic salmon farm at a deep, well-flushed coastal site. *Aquaculture Environment Interactions* 5: 29–47.
- Baquedano M, Rosas J, Castillo J. 2023. Subjective Socioeconomic Status in Small-Scale Aquaculture: Evidence from Central-Southern Chile. *Sustainability (Switzerland)* 15: 11239.
- Barrento S, Camus C, Sousa-Pinto I, Buschmann AH. 2016. Germplasm banking of the giant kelp: Our biological insurance in a changing environment. *Algal Research* 13: 134–140.
- Barrett LT, Theuerkauf SJ, Rose JM, Alleway HK, Bricker SB, Parker M, Petrolia DR, Jones RC. 2022. Sustainable growth of non-fed aquaculture can generate valuable ecosystem benefits. *Ecosystem Services* 53: 101396.
- Barrientos P. 2009. *Evaluación Técnica y Económica para el desarrollo de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos en la Región de Los Lagos (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE)*.
- Barriga O, Palacios V, Araya I, Henríquez G, Paz X, Briceño S, Carrasco P, Guichard E, Navarrete I, Rivas R, Rojo F. 2009. Diagnóstico y evaluación de las competencias y gestión de las organizaciones de pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala. .
- Bedregal A. 2014. La asociatividad como factor de sostenibilidad productores agrícolas. *Revista de la Universidad del Valle* 27: 93–104.
- Bermudez P. 2006. *Guía Técnica “Cultivo Suspendido de la Ostra del Pacífico Crassostrea gigas.”* .
- Brugere C, Bansal T, Kruijssen F, Williams M. 2023. Humanizing aquaculture development: Putting social and human concerns at the center of future aquaculture development. *Journal of the World Aquaculture Society* 54: 482–526.
- Bruno J, Bertness M. 2001. Habitat modification and facilitation in benthic marine communities. In: M Bertness, S Gaines, and M Hay, editor. *Marine Community Ecology* Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc. p. 201–218.
- Bruno JF, Stachowicz JJ, Bertness MD. 2003. Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends in Ecology & Evolution* 18: 119–125.
- Buschmann A, Steven P, Potin P, Faugeton S, Vásquez JA, Camus C, Infante J, Hernández-González MC, Gutierrez A, Varela D. 2014. The Status of Kelp Exploitation and Marine Agronomy, with Emphasis on *Macrocystis pyrifera*, in Chile. *Advances in Botanical Research* 71: 161–188.
- Buschmann AH, Camus C. 2019. An introduction to farming and biomass utilisation of marine macroalgae.



- Phycologia 58: 443–445.
- Buschmann AH, Camus C, Infante J, Neori A, Israel Á, Hernández-González MC, Pereda S V., Gomez-Pinchetti JL, Golberg A, Tadmor-Shalev N, Critchley AT. 2017. Seaweed production: overview of the global state of exploitation, farming and emerging research activity. *European Journal of Phycology* .
- Cai JN, Yan X, Leung PS. 2022. Benchmarking species diversification in global aquaculture. *Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 605*. Rome, FAO.
- Camus C, Buschmann AH. 2017. *Macrocystis pyrifera* aquafarming: Production optimization of rope-seeded juvenile sporophytes. *Aquaculture* 468: 107–114.
- Camus C, Faugeton S, Buschmann AH. 2018. Assessment of genetic and phenotypic diversity of the giant kelp, *Macrocystis pyrifera*, to support breeding programs. *Algal Research* 30: 101–112.
- Cárcamo F, Henríquez-Antipa LA, Galleguillos F, Saavedra S, Torres D, Cook S, Leal P, Alanís Y, Pérez E. 2019. Informe Final: Programa integral de desarrollo de acuicultura de algas para pescadores artesanales. Etapa 2. Convenio IFOP -SUBECON 2018. 226 pp + Anexos. .
- Cárcamo F, Henríquez L, Galleguillos, F. SS, Torres D, Cook S, Vargas, Leal P, Alanis Y, Pérez E, Silva C. 2022. Programa Integral de Desarrollo de Acuicultura de Algas para Pescadores Artesanales y Acuicultores de Pequeña Escala. VI Etapa. .
- Cárcamo F, Henríquez L, Galleguillos F, Saavedra S, Torres D, Cook S, Leal P, Alanís Y, Pérez E, Silva C. 2021. Informe Final: Programa Integral de Desarrollo de Acuicultura de Algas para Pescadores Artesanales y Acuicultores de Pequeña Escala. IV Etapa. Convenio IFOP -SUBECON. 320 pp + Anexos. .
- Cárcamo F, Henríquez L, Galleguillos F, Saavedra S, Torres D, Cook S, Leal PP, Alanis Y, Pérez E, Silva C. 2020. Informe Final: Programa Integral de Desarrollo de Acuicultura de Algas para Pescadores Artesanales. III Etapa. Convenio IFOP -SUBECON. .
- Castilla J, Lagos N, Cerda M. 2004. Marine ecosystem engineering by the alien ascidian *Pyura praeputialis* on a mid-intertidal rocky shore. *Marine Ecology Progress Series* 268: 119–130.
- Cavero Cerrato P, Rodríguez Pinto P. 2008. Producción sostenida de moluscos bivalvos en el Perú: acuicultura y redoblamiento. In: A Lovatelli, A Farías, and I Uriarte, editor. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. N Roma: FAO. p. 209–218.
- Chopin T. 2006. Integrated Multi-Trophic Aquaculture: What it is, and why you should care.....and don't confuse it with polyculture. *Aquaculture North America* 4.
- Clarke KR. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117–143.
- Clarke KR, Gorley R, Somerfield P, Warwick R. 2014. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 3rd edition. PRIMER-E, Plymouth UK .
- Clegg SR, Courpasson D, Phillips N. 2006. Power and organizations.
- Crawford CM, Macleod CKA, Mitchell IM. 2003. Effects of shellfish farming on the benthic environment. *Aquaculture* 224: 117–140.
- Dayton PK. 1985. Ecology of kelp communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 215–245.
- Demaison GJ, Moore GT. 1980. Anoxic environments and oil source bed genesis. *Organic Geochemistry* 2: 9–31.
- Diedrich A, Blythe J, Petersen E, Euriga E, Fatchiya A, Shimada T, Jones C. 2019. Socio-economic drivers of adoption of small-scale aquaculture in Indonesia. *Sustainability (Switzerland)* 11: .
- Diez M, Pérez-Barros P, Carolina bullet, bullet R, Scioscia G, Federico bullet, bullet T, Cabreira A, Adrián bullet, bullet M, Raya Rey A, bullet R, Lovrich G. 2012. Pelagic swarms and beach strandings of the



- squat lobster *Munida gregaria* (Anomura: Munididae) in the Beagle Channel, Tierra del Fuego. *Polar Biology* 35: 973–983.
- Edwards P. 2000. Aquacultures, Poverty Impact and Livelihoods. *Natural Resource Perspectives* 56: .
- Epherra L, Martelli A, Morsan E, Rubilar T. 2017. Parámetros poblacionales del erizo de mar *Arbacia dufresnii* (Arbacioida, Arbaciidae) en golfos norpatagónicos invadidos por el alga *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Alariaceae). *Revista de biología tropical* 65: 101–112.
- Espinoza O, Gómez J. 2018. Índice De Capacidades Asociativas: Construcción Teórica Y Propuesta Metodológica De Cálculo Para Organizaciones De Economía Solidaria. CIRIEC-España. *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* 285–316.
- Euroinnova International Education. 2023. Recuperado de: <https://www.euroinnova.edu.es/blog/que-son-los-modelos-organizacionales>. .
- Fitridge I, Dempster T, Guenther J, de Nys R. 2012. The impact and control of biofouling in marine aquaculture: A review. *Biofouling* 28: 649–669.
- Freitas M V., Mougá T, Correia AP, Afonso C, Baptista T. 2021. New insights on the sporulation, germination, and nutritional profile of *Gracilaria gracilis* (Rhodophyta) grown under controlled conditions. *Journal of Marine Science and Engineering* 9: 562.
- Gallardo G, Avila M, Saunders F, Riquelme R, Rodriguez D, Aroca G, Gutierrez J. 2024. Prospects of equitable and sustainable seaweed aquaculture: a case study of changing gender and socio-economic relations in Maullín, Chile. *Maritime Studies* 23: .
- Graham MH, Vásquez JA, Buschmann AH. 2007. Global ecology of the giant kelp *Macrocystis*: From ecotypes to ecosystems.
- Guillard RRL, Sieracki MS. 2005. Counting cells in cultures with the light microscope. In: RA Andersen, editor. *Algal Culturing Techniques* Burlington, USA: Elsevier Academic Press Inc. p. 239–252.
- Gutiérrez JL, Jones CG, Strayer DL, Iribarne OO. 2003. Mollusks as ecosystem engineers: The role of shell production in aquatic habitats. p. 79–90.
- Gutiérrez NL, Hilborn R, Defeo O. 2011. Leadership, social capital and incentives promote successful fisheries. *Nature* 470: 386–389.
- Hafting JT, Craigie JS, Stengel DB, Loureiro RR, Buschmann AH, Yarish C, Edwards MD, Critchley AT. 2015. Prospects and challenges for industrial production of seaweed bioactives. *Journal of Phycology* 51: 821–837.
- Hargrave B, LI D, PJ C, BA L, G MT. 2008. Influence of mussel aquaculture on sediment organic enrichment in a nutrient-rich coastal embayment. *Marine Ecology Progress Series* 365: 137–149.
- Harvey B, Soto D, Carlsfeld J, Beveridge M, Bartley D. 2017. Planning for aquaculture diversification: the importance of climate change and other drivers. *FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings* No. 47.
- Häussermann V, Molinet C, Díaz Gómez M, Försterra G, Henríquez J, Espinoza Cea K, Matamala Ascencio T, Hüne M, Cárdenas CA, Glon H, Barahona Toledo N, Subiabre Mena D. 2022. Recent massive invasions of the circumboreal sea anemone *Metridium senile* in North and South Patagonia. *Biological Invasions* .
- Helm MM, Bourne N, Lovatelli A. 2006. Cultivo de bivalvos en criadero. Un manual práctico. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No. 471. .
- Hughes MH, Michetti KM, Leonardi PI. 2014. Settlement of *Gracilaria gracilis* carpospores (Gracilariales, Rhodophyta) on natural substrates from the southwestern Atlantic coast (Chubut, Argentina). *Botanica Marina* 57: 131–137.
- Hughes MH, Michetti KM, Leonardi PI. 2020. Reproductive potential and early spore settlement on different substrates in *Gigartina skottsbergii* (Gigartinales, Rhodophyta) from the South American Atlantic coast. *Journal of Applied Phycology* .
- Hurtado AQ, Neish IC, Critchley AT. 2019. Phyconomy: the extensive cultivation of seaweeds, their



- sustainability and economic value , with particular reference to important lessons to be learned and transferred from the practice of eucheumatoid farming. *Phycologia* 58: 472–483.
- Hynes S, Chen W, Vondolia K, Armstrong C, O'Connor E. 2021. Valuing the ecosystem service benefits from kelp forest restoration: A choice experiment from Norway. *Ecological Economics* 179: 106833.
- Inglis GJ, Gust N. 2003. Potential indirect effects of shellfish culture on the reproductive success of benthic predators. *Journal of Applied Ecology* 40: 1077–1089.
- Jara-Yañez R, Meynard A, Acosta G, Latorre-Padilla N, Oyarzo-Miranda C, Castañeda F, Piña F, Rivas J, Bulboa C, Contreras-Porcía L. 2021. Negative consequences on the growth, morphometry, and community structure of the kelp *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyceae, Ochrophyta) by a short pollution pulse of heavy metals and PAHs. *Toxics* 9: 190.
- Kasmini L, Batubara AS. 2022. Biology and ecological functional of Genus *Crassostrea* (Bivalvia : Ostreidae): a review. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan* 11: 75–84.
- Keeley N, Forrest B, Hopkins G, Gillespie P, Knight B, Webb S, Clement D, Gardner J. 2009. Sustainable aquaculture in New Zealand: Review of ecological effects of farming shellfish and other non-fish species. Cawthron Report .
- Keeley N, Forrest B, Macleod C. 2015. Benthic recovery and re-impact responses from salmon farm enrichment: Implications for farm management. *Aquaculture* 435: 412–423.
- Keeley NB, Forrest BM, Macleod CK. 2013. Novel observations of benthic enrichment in contrasting flow regimes with implications for marine farm monitoring and management. *Marine Pollution Bulletin* .
- Kim JK, Yarish C, Hwang EK, Park M, Kim Y. 2017. Seaweed aquaculture: Cultivation technologies, challenges and its ecosystem services. *Algae* .
- Krause G, Le Vay L, Buck BH, Costa-Pierce BA, Dewhurst T, Heasman KG, Nevejan N, Nielsen P, Nielsen KN, Park K, Schupp MF, Thomas JB, Troell M, Webb J, Wrange AL, Ziegler F, Strand Å. 2022. Prospects of Low Trophic Marine Aquaculture Contributing to Food Security in a Net Zero-Carbon World. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6: .
- Krumhansl KA, Okamoto DK, Rassweiler A, Novak M, Bolton JJ, Cavanaugh KC, Connell SD, Johnson CR, Konar B, Ling SD, Micheli F, Norderhaug KM, Pérez-Matus A, Sousa-Pinto I, Reed DC, Salomon AK, Shears NT, Wernberg T, Anderson RJ, Barrett NS, Buschmann AH, Carr MH, Caselle JE, Derrien-Courtlet S, Edgar GJ, Edwards M, Estes JA, Goodwin C, Kenner MC, Kushner DJ, Moy FE, Nunn J, Steneck RS, Vásquez JA, Watson J, Witman JD, Byrnes JEK. 2016. Global patterns of kelp forest change over the past half-century. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113: 13785–13790.
- Le DM, Desmond MJ, Buschmann AH, Pritchard DW, Camus C, Hurd CL, Hepburn CD. 2022a. Reproduction, hatchery and culture applications for the giant kelp (*Macrocystis pyrifera*): a methodological appraisal. *Applied Phycology* 3: 368–382.
- Le DM, Desmond MJ, Pritchard DW, Hepburn CD. 2022b. Effect of temperature on sporulation and spore development of giant kelp (*Macrocystis pyrifera*). *PLoS ONE* 17: e0278268.
- Leal PP, Ojeda J, Sotomayor C, Buschmann AH. 2020. Physiological stress modulates epiphyte (*Rhizoclonium* sp.)-basiphyte (*Agarophyton chilense*) interaction in co-culture under different light regimes. *Journal of Applied Phycology* 32: 3219–3232.
- Leal PP, Roleda MY. 2018. Heavy metal ecotoxicity on the early life history stages of macroalgae. In: B Charrier, T Wichard, and CRK Reddy, editor. *Protocols for Macroalgae Research Florida*: CRC Press. p. 115–127.
- León-Lobos P, Salazar E, Díaz R, Hinrichsen P, Muñoz C, Ortega F. 2022. Plant genetic resources for food and agriculture in Chile: Progress in conservation, characterization and uses. *Chilean Journal of Agricultural Research* 82: 320–334.



- Lodeiros CJM, Himmelman JH. 1996. Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac* (L. 1758) in suspended culture. *Aquaculture Research* 27: 749–756.
- López-Campos M, Pérez-Lloréns JL, Barrena F, Pérez-González CM, Hernández I. 2022. Culture of *Gracilaria gracilis* and *Chondracanthus teedei* from Vegetative Fragments in the Field and Carpospores in Laboratory. *Journal of Marine Science and Engineering* 10: 1041.
- Manlosa A, Albrecht J, Riechers M. 2023. Social capital strengthens agency among fish farmers: Small scale aquaculture in Bulacan, Philippines. *Frontiers in Aquaculture* 2: 1106416.
- Mantri VA, Thakur MC, Kumar M, Reddy CRK, Jha B. 2009. The carpospore culture of industrially important red alga *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodophyta). *Aquaculture* 297: 85–90.
- Metian M, Troell M, Christensen V, Steenbeek J, Pouil S. 2020. Mapping diversity of species in global aquaculture. *Reviews in Aquaculture* 12: 1090–1100.
- Montoya CA, Boyero MR. 2019. El recurso humano como elemento fundamental para la gestión de calidad y la competitividad organizacional. *Revista Científica Visión de Futuro* 20: 1–20.
- Moreira D, Pires JCM. 2016. Atmospheric CO₂ capture by algae: Negative carbon dioxide emission path. *Bioresource Technology* 215: 371–379.
- Nadler A. 2012. Relationship, esteem, and achievement perspectives on autonomous and dependent help seeking. *Strategic Help Seeking Implications for Learning and Teaching* 61–93.
- Naylor RL, Goldburg RJ, Primavera JH, Kautsky N, Beveridge MCM, Clay J, Folke C, Lubchenco J, Mooney H, Troell M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405: 1017–1024.
- Neely C, Sutherland K, Johnson J. 2004. ¿Los enfoques basados en los modos de vida sostenibles tienen una repercusión positiva en la población rural pobre? Análisis de doce estudios de casos. ¿Los enfoques basados en los modos de vida sostenibles tienen una repercusión positiva en la población rural pobre? Análisis de doce estudios de casos. .
- Neori A, Troell M, Chopin T, Yarish C, Critchley A, Buschmann AH. 2007. The need for a balanced ecosystem approach to blue aquaculture. *Environment* .
- Norling P, Kautsky N. 2008. Patches of the mussel *Mytilus* sp. are islands of high biodiversity in subtidal sediment habitats in the Baltic sea. *Aquatic Biology* 4: 75–87.
- Norrie C, Dunphy B, Roughan M, Weppe S, Lundquist C. 2020. Spill-over from aquaculture may provide a larval subsidy for the restoration of mussel reefs . *Aquaculture Environment Interactions* 12: 231–249.
- Oyarzo-Miranda C, Latorre N, Meynard A, Rivas J, Bulboa C, Contreras-Porcía L. 2020. Coastal pollution from the industrial park Quintero bay of central Chile: Effects on abundance, morphology, and development of the kelp *Lessonia spicata* (Phaeophyceae). *PLoS ONE* 15: e0240581.
- Pañitur-De la Fuente C, Ibáñez ST, León MF, Martínez-Tillería K, Sandoval A. 2020. Conservation of native plants in the seed base Bank of Chile. *Conservation Science and Practice* 2: e292.
- Pearson T, Rosenberg R. 1977. Pearson TH, Rosenberg R.. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 16: 229-311. *Oceanography and Marine Biology* 16: .
- Pit JH, Southgate PC. 2003. Fouling and predation; how do they affect growth and survival of the blacklip pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, during nursery culture? *Aquaculture International* 11: 545–555.
- Potvin C, Roff DA. 1993. Distribution-free and robust statistical methods: viable alternatives to parametric statistics. *Ecology* 74: 1617–1628.
- Putnam RD. 2000. Bowling alone: America's declining social capital. In *Culture and Politics*.
- Radulovich R, Neori A, Valderrama D, Reddy CRK, Cronin H, Forster J. 2015. Farming of seaweeds.
- Rámirez-Ambríz L, Ojeda-Ruiz MÁ, Marín-Monroy EA, Toribio-Espinobarros BE. 2023. Factors that facilitate or limit the development of bivalve mollusk aquaculture in BCS, Mexico: The small-scale producers' perspective. *Regional Studies in Marine Science* 66: .



- Rebours C, Marinho-Soriano E, Zertuche-González JA, Hayashi L, Vásquez JA, Kradolfer P, Soriano G, Ugarte R, Abreu MH, Bay-Larsen I, Hovelsrud G, Rødven R, Robledo D. 2014. Seaweeds: An opportunity for wealth and sustainable livelihood for coastal communities. *Journal of Applied Phycology* 26: 1939–1951.
- Redmond S, Green L, Yarish C, Kim J, Neefus C. 2014. New England seaweed culture handbook-Nursery systems.
- Roleda MY, Hurd CL. 2019. Seaweed nutrient physiology: application of concepts to aquaculture and bioremediation. *Phycologia* 58: 552–562.
- Roleda MY, Marfaing H, Desnica N, Jónsdóttir R, Skjermo J, Rebours C, Nitschke U. 2019. Variations in polyphenol and heavy metal contents of wild-harvested and cultivated seaweed bulk biomass: Health risk assessment and implication for food applications. *Food Control* 95: 121–134.
- Romero P. 2019. Informe técnico AMERB 2018-2019. Seguimiento a las pesquerías bentónicas bajo régimen de administración de áreas de manejo. Monitorear y analizar indicadores socio-económicas del Régimen AMERB de la zona centro-norte (III, IV y V regiones).
- Ross LG, Martínez Palacios CA, Morales EJ. 2008. Developing native fish species for aquaculture: The interacting demands of biodiversity, sustainable aquaculture and livelihoods. *Aquaculture Research*.
- Saavedra G, Macías A. 2016. Collective action and symbolic capital in the artisanal fisheries: An analysis of the local food systems of Reloncaví Estuary (Los Lagos), Chile. *Culture and History Digital Journal* 5: .
- Salazar C, Jaime M, Retamal RC, Baquedano M. 2023. Women engagement, psychological traits, and gender gaps in the small-scale seaweed aquaculture in Chile. *Reviews in Aquaculture* 15: 1540–1553.
- van der Schatte Olivier A, Jones L, Vay L Le, Christie M, Wilson J, Malham SK. 2020. A global review of the ecosystem services provided by bivalve aquaculture. *Reviews in Aquaculture* 12: 3–25.
- Sepúlveda C, Rivera A, Gelcich S, Stotz WB. 2019. Exploring determinants for the implementation of mixed TURF-aquaculture systems. *Science of the Total Environment* 682: 310–317.
- Smale DA, Burrows MT, Moore P, O'Connor N, Hawkins SJ. 2013. Threats and knowledge gaps for ecosystem services provided by kelp forests: A northeast Atlantic perspective. *Ecology and Evolution* 3: 4016–4038.
- Steneck RS, Graham MH, Bourque BJ, Corbett D, Erlandson JM, Estes JA, Tegner MJ. 2002. Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. *Environmental Conservation* 29: 436–459.
- Teske A, Nelson D. 2006. The Genera *Beggiatoa* and *Thioploca*. *Prokaryotes* p. 784–810.
- Theuerkauf SJ, Barrett LT, Alleway HK, Costa-Pierce BA, St. Gelais A, Jones RC. 2022. Habitat value of bivalve shellfish and seaweed aquaculture for fish and invertebrates: Pathways, synthesis and next steps. *Reviews in Aquaculture* 14: 54–72.
- Thomas M, Pasquet A, Aubin J, Nahon S, Lecocq T. 2021. When more is more: taking advantage of species diversity to move towards sustainable aquaculture. *Biological Reviews* 96: 767–784.
- Troell M, Naylor RL, Metian M, Beveridge M, Tyedmers PH, Folke C, Arrow KJ, Barrett S, Crépin AS, Ehrlich PR, Gren Å, Kautsky N, Levin SA, Nyborg K, Österblom H, Polasky S, Scheffer M, Walker BH, Xepapadeas T, De Zeeuw A. 2014. Does aquaculture add resilience to the global food system? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111: 13257–13263.
- Umanzor S, Ladah L, Calderon-Aguilera LE, Zertuche-González JA. 2019. Testing the relative importance of intertidal seaweeds as ecosystem engineers across tidal heights. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 511: 100–107.
- Uriarte I. 2008. Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile. In: A Lovatelli, A Farías, and I Uriarte, editor. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile Roma: FAO Actas de Pesca y Acuicultura 12. p. 61–75.



- Uriarte I, Lovatelli A, Fariás A, Astorga MP, Molinet C, Medina C, Avendaño M, Lodeiros C, Velasco LA, Rupp G, Cáceres-Martínez J, Mendo J. 2008. Cultivo y manejo de moluscos bivalvos en América Latina: resultados y conclusiones del primer taller - ACUIBIVA 2007. In: A Lovatelli, A Fariás, and I Uriarte, editor. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. N Roma: FAO. p. 1–23.
- Usandizaga S, Camus C, Kappes JL, Guillemín ML, Buschmann AH. 2018. Nutrients, but not genetic diversity, affect *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) farming productivity and physiological responses. *Journal of Phycology* 54: 860–869.
- Usandizaga S, Camus C, Kappes JL, Guillemín ML, Buschmann AH. 2019. Effect of temperature variation in *Agarophyton chilensis*: contrasting the response of natural and farmed populations. *Journal of Applied Phycology* .
- Varisco M, Vinuesa J. 2007. La alimentación de *Munida gregaria* (Fabricius, 1793) (Crustacea: Anomura: Galatheidae) en fondos de pesca del Golfo San Jorge, Argentina Diet of *Munida gregaria* (Fabricius, 1793) (Crustacea: Anomura: Galatheidae) in fishing beds of the San Jorge Gulf, Arg. *Revista de biología marina y oceanografía* 42: .
- Vásquez JA. 2016. The fishery of brown seaweed in Chile. In: H Mikkola, editor. Fisheries and aquaculture in the modern world Croatia: InTechOpen. p. 214.
- Vásquez JA, Zuñiga S, Tala F, Piaget N, Rodríguez DC, Vega JMA. 2014. Economic valuation of kelp forests in northern Chile: values of goods and services of the ecosystem. *Journal of Applied Phycology* 26: 1081–1088.
- Villar R. 2009. Documento de Trabajo Serie CECOD. El fortalecimiento de capacidades y el apoyo al desarrollo desde las bases: la experiencia de RedEAmérica. *Cecod* 6: .
- Wade R, Augyte S, Harden M, Nuzhdin S, Yarish C, Alberto FA. 2020. Macroalgal germplasm banking for conservation, food security, and industry. *PLoS Biology* 18: e3000641.
- Wagner JA. 1994. Participation's Effects On Performance and Satisfaction: A Reconsideration Of Research Evidence. *Academy of Management Review* 19: 312–330.
- Westermeier R, Murúa P, Patiño DJ, Muñoz L, Atero C, Müller DG. 2014. Repopulation techniques for *Macrocystis integrifolia* (Phaeophyceae: Laminariales) in Atacama, Chile. *Journal of Applied Phycology* 26: 511–518.
- Woods CMC, Floerl O, Hayden BJ. 2012. Biofouling on Greenshell™ mussel (*Perna canaliculus*) farms: A preliminary assessment and potential implications for sustainable aquaculture practices. *Aquaculture International* 20: 537–557.
- Wurmann-Gotfrit C. 2008. Problemática y desafíos de la producción chilena de moluscos bivalvos en pequeña escala. In: A Lovatelli, A Fariás, and I Uriarte, editor. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. N Roma: FAO. p. 343–359.
- Xiao X, Agusti S, Lin F, Li K, Pan Y, Yu Y, Zheng Y, Wu J, Duarte CM. 2017. Nutrient removal from Chinese coastal waters by large-scale seaweed aquaculture. *Scientific Reports* 7: 1–6.
- Yang H, Huo Y, Yee JC, Yarish C. 2021. Germplasm cryopreservation of macroalgae for aquaculture breeding and natural resource conservation: A review. *Aquaculture* 544: 737037.
- Yong YS, Yong WTL, Anton A. 2013. Analysis of formulae for determination of seaweed growth rate. *Journal of Applied Phycology* 25: 1831–1834.
- Zamora MG. 2018. El desarrollo organizacional como generador de un cambio significativo en las organizaciones de la sociedad civil. *Almenara: revista extremeña de ciencias sociales*, ISSN 1889-6286,



ISSN-e 2172-7538, N°. 10, 2018, págs. 87-109 87–109.

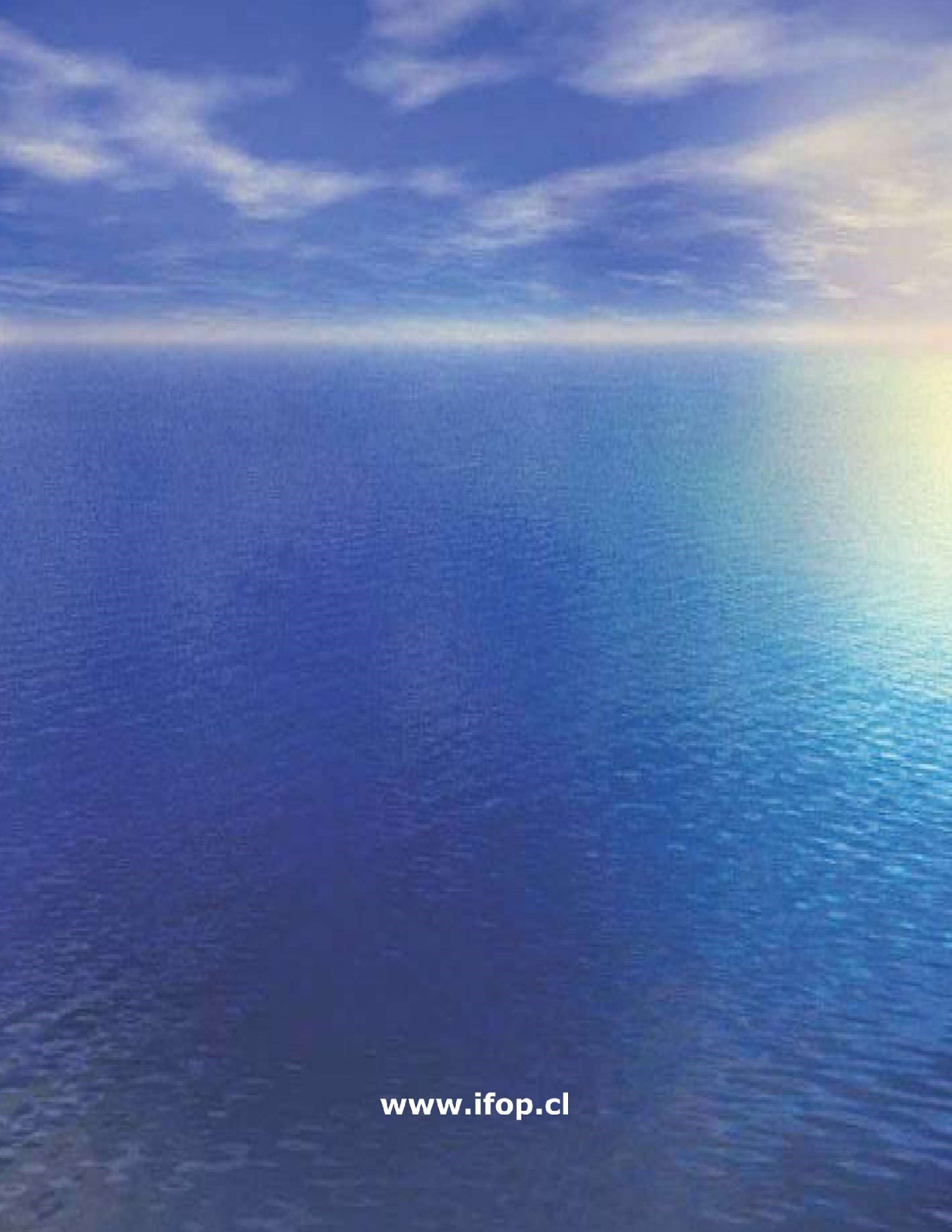
- Zhang QS, Cong YZ, Qu SC, Luo SJ, Li XJ, Tang XX. 2007a. A simple and highly efficient method for the cryopreservation of *Laminaria japonica* (Phaeophyceae) germplasm. *European Journal of Phycology* 42: 209–213.
- Zhang QS, Cong YZ, Qu SC, Luo SJ, Tang XX. 2007b. Cryopreservation of gametophytes of *Laminaria japonica* (Phaeophyta) with two-step cooling: interactions between variables related to post-thaw survival. *CryoLetters* 28: 215–222.
- Zuniga-Jara S, Marín-Riffo MC, Bulboa-Contador C. 2016. Bioeconomic analysis of giant kelp *Macrocystis pyrifera* cultivation (Laminariales; Phaeophyceae) in northern Chile. *Journal of Applied Phycology* 28: 405–416.

A N E X O S



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Sección Ediciones y Producción
Almte. Manuel Blanco Encalada 839,
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl



www.ifop.cl