

### **INFORME FINAL**

Convenio de Desempeño IFOP-CORFO 2022: Estudio: Análisis de Potenciales Especies para Desarrollos en Diversificación Acuícola.

CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN / Marzo 2023

### INFORME FINAL

Convenio de Desempeño IFOP-CORFO 2022:

Estudio: Análisis de Potenciales Especies para Desarrollos en Diversificación Acuícola.

### CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN / marzo 2023

#### **REQUIRENTE**

GERENCIA CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

Directora Programas Tecnológicos

Macarena Aljaro Inostroza

### **EJECUTOR**

### INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo Gonzalo Pereira Puchy

Jefe División Investigación en Acuicultura F. Leonardo Guzmán Méndez

### **JEFE ESTUDIO**

Francisco Cárcamo Vargas

### **AUTORES**

Francisco Cárcamo Vargas Sandra Saavedra Muñoz Denisse Torres Avilés Francisco Galleguillos Foix Luis Henriquez Antipa Gastón Maltrain<sup>1</sup>

### **COLABORADORES**

Sebastián Cook Alvarado Pablo Leal Sandoval Yeriko Alanis Villalobos

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Consultor Externo



### **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente informe final da cuenta de los objetivos y actividades comprometidas. Las que a continuación se resumen.

En el marco del objetivo específico 1: "Actualizar la selección de especies prioritarias para la diversificación de la acuicultura nacional, considerando su potencial de desarrollo tecnológico, económico, social y ambiental", y mediante la aplicación de encuestas de identificación y caracterización general de especies potenciales, se generó un listado inicial de 69 especies, que corresponden a 28 peces, 19 moluscos, 8 macroalgas, 10 crustáceos, 2 microalgas, 1 equinodermos y 1 tunicado. Del total de especies identificadas, 60 corresponden a nativas y 9 a exóticas; y 23 de ellas han reportado al menos una cosecha desde acuicultura.

A partir del listado inicial, se aplicaron criterios (de entrada y salida) que permitieron seleccionar un grupo menor de especies, cumpliendo con los requerimientos del mandante. Se consideraron como variables o criterios entrada (i.e., selección): nivel de madurez tecnológica (TRL de al menos 5) y frecuencia de identificación como especie potencial; y de salida (i.e., exclusión): financiamiento previo CORFO mediante Programas Tecnológicos. Así, se obtuvo una preselección de 14 especies potenciales. Correspondiendo a: 5 peces (hirame, lenguado fino, congrio dorado, cojinoba del norte, puye), 4 macroalgas (huiro flotador, luga negra, luga roja, chicorea de mar), 2 moluscos (almeja, ostra japonesa), 1 crustáceo (camarón de río del norte), 1 equinodermo (erizo) y 1 tunicado (piure). De este grupo, 12 corresponden a nativas y 2 a exóticas; y 9 han reportado al menos una cosecha desde acuicultura y 5 no.

En el marco del objetivo específico 2: "Realizar un análisis estratégico multidimensional sobre un grupo de especies seleccionadas", y para las 14 especies preseleccionadas, se construyeron fichas de caracterización a través de revisión bibliográfica y consulta directa a expertos. Cada especie fue caracterizada en 11 dimensiones (y sus respectivas variables) relacionadas con su acuicultura: Biológicas, Sanitarias, Tecnología e Ingeniería de cultivo, Ventajas competitivas, Mercado, Impacto socio-económico, Normativa y Regulación, Cambio climático, Desarrollo sustentable, Impacto territorial, y Escala Madurez Tecnológica (TRL).

Para lograr una siguiente priorización de especies, primero, se asignó a cada dimensión y variable una valoración, para así poder estimar un puntaje para cada especie. Luego, se propusieron 3 escenarios de selección, presentados y discutidos con la contraparte técnica y en un taller de expertos. *Escenario 1. Certidumbre tecnológica* con una mayor ponderación a las variables y dimensiones tecnológicas y TRL; *Escenario 2. Impacto económico* con una mayor ponderación a las variables y dimensiones de mercado-competitividad y tecnológicas; y *Escenario 3. Acuicultura 2.0* con una mayor ponderación a las variables y dimensiones tecnológicas, mercado y oportunidades en escenarios de cambio climático y desarrollo sustentable.

Se obtuvieron 6 especies que se repiten al aplicar los 3 escenarios (ostra japonesa, almeja, huiro flotador, hirame, erizo rojo, lenguado fino) aunque con distinto orden (ranking). Adicionalmente, luga negra es seleccionada en el escenario 1 y 3, y congrio dorado en el 2. Ostra japonesa y almeja se posicionan entre los 3 primeros lugares en los 3 escenarios. Finalmente, se seleccionaron para



continuar con el análisis estratégico, las 8 especies que se obtienen al aplicar los 3 escenarios y priorizar los primeros 7 puntajes.

Posteriormente, para cada una de las 8 especies priorizadas, se realizaron 4 talleres de análisis estratégico con la participación de expertos, los que fueron ejecutados en formato telemático durante el mes de diciembre del 2022. El análisis estratégico incluyó: la aplicación del marco de Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas); la identificación de brechas y estrategias asociadas al desarrollo y consolidación de la acuicultura de la especie seleccionada; y la identificación de elementos para estimar la factibilidad productiva inicial de la especie. Finalmente, para cada especie se preparó un resumen de los principales elementos a destacar del análisis estratégico, incluyendo, los obtenidos a partir de los talleres, revisión-análisis bibliográfico-documental y consulta a expertos.

En el marco del objetivo específico 3: "Entregar antecedentes para un grupo de especies seleccionadas, que permitan una aproximación inicial respecto a: modelo de negocio para comercialización, descripción de sub-sectores afectados e involucrados con su desarrollo, y estimación de recursos financieros para alcanzar un desarrollo TRL 8 o 9", para cada una de las especies priorizadas, se presenta el análisis de: i) Mercado y modelo de negocio potencial; ii) Impacto sectorial que implicaría el desarrollo de nuevas especies acuícolas a nivel productivo masivo, considerando los sub-factores: análisis de impacto en la economía regional, análisis de las potenciales cadenas de valor a desarrollar, análisis básico de implicancias ambientales, sociales y económicas, e identificación de oportunidades de nuevos negocios en los territorios; y iii) Nivel de inversión, estimando los recursos que se requerirían para que una especie priorizada alcance un TRL 8 o 9. Para actualizar el TRL, y a partir de la literatura publicada sumado la interacción con los expertos en los talleres de análisis estratégico, se analizaron 4 dimensiones (factores) críticas y variables asociadas para la acuicultura de cada especie: i) ciclo biológico, ii) salud animal y alimentación, iii) sistemas y tecnología de cultivo, y iv) sistemas tecnológicos anexos y costos adicionales. Cada dimensión y variable fue puntuada de 1 a 9 (símil a la escala TRL), obteniendo un promedio que refleja la posición TRL actualizada.

A partir de las brechas identificadas, se estableció un nivel comparativo de costo asociado al cierre de éstas, y que permitan la obtención del nivel TLR 9. Clasificando como costo Alto, Medio o Bajo según la naturaleza de la inversión y el tiempo necesario para su cierre.

Se presentan los resultados de 7 de las 8 especies priorizadas en el objetivo 2. Para el caso de luga negra, solo se presenta información y resultados respecto a actualización del TRL.

Los resultados obtenidos son discutidos en el marco de distintas materias y coyunturas solicitadas en el presente estudio por CORFO, por ejemplo, alcances y características de la diversificación en Chile y el mundo, madurez tecnológica, disponibilidad y acceso de información de las especies potenciales, desarrollo sustentable de la acuicultura, cambio climático, estrategias de diversificación, entre otros.

Los resultados del presente estudio mostraron heterogeneidad entre las 8 especies priorizadas y evaluadas (i.e., lenguado fino, congrio dorado, almeja, huiro flotador, luga negra, erizo, hirame, ostra japonesa), considerando las variables y dimensiones que pueden determinar la consolidación de su acuicultura (i.e., escalamiento productivo y comercial). Esto, implica diferencias en el estatus y la



posición que cada especie tiene como punto de partida para iniciar un proceso de consolidación. Independiente de lo anterior, por distintas fuentes de información y análisis, se corroboró el potencial de las 8 especies, ya sea, incorporando nuevas especies, diversificando tecnologías de cultivo y/o aumentando volúmenes productivos actuales. Sin embargo, las estrategias y recursos involucrados para consolidar su acuicultura deberían diferir, al menos, en términos de los posibles instrumentos de intervención, apoyo y/o financiamiento, y sus respectivas características.

Para cada una de las 8 especies evaluadas, se entrega un resumen de los aspectos más relevantes de su acuicultura y una propuesta inicial para consolidar su acuicultura y ser incorporada a la matriz productiva nacional de acuicultura.

Finalmente, y mediante la información multidimensional recopilada para cada especie, la aplicación de escenarios de selección y los análisis estratégicos, sumado a condiciones y escenarios actuales propicios/desfavorables para la diversificación nacional, como por ejemplo: existencia y características de instrumentos y enfoques de financiamiento, oportunidades de corto plazo para el escalamiento efectivo (e.g., sitios e infraestructura de cultivo) y de contribución significativa a la producción de acuicultura, temporalidad involucrada al escalamiento, existencia de plataforma habilitante, se proyecta que las especies con mayor potencial de diversificación a corto-mediano plazo son: congrio dorado y almeja como cultivo integral, seguido de erizo, orientando su cultivo a la fase de engorda.



### **ÍNDICE GENERAL**

RESU	JMEN EJECUTIVO	I
ÍNDIC	CE GENERAL	IV
1.	PROBLEMÁTICA/JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	6
2.	ANTECEDENTES DEL MANDANTE	
3.	OBJETIVOS	_
	METODOLOGÍA	
<b>4</b> .1.		
4.2	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
4.3	· ·	
4.4	·	
4.5		
4.6		
imp	pacto sectorial, e inversión para alcanzar desarrollo tecnológico TRL 8 o 9	22
4.7		23
4.8	. Actividad 8. Reuniones con contraparte técnica CORFO	23
5.	RESULTADOS	24
5.1	. Actividad 1. Actualización de información general de especies potenciales	24
5.2		
5.3	· · ·	
5.4	·	
5.5		
5.6		
imp	acto sectorial, e inversión para alcanzar desarrollo tecnológico TRL 8 o 9	45
6.	DISCUSIÓN	. 124
6.1	. Diversificación de la acuicultura en Chile y el mundo	. 124
6.2		
6.3	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
6.4	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
7.	CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES POR ESPECIE	. 135
7.1	. Hirame - Paralichthys olivaceus	. 135
7.2	•	
7.3		
7.4		
7.5	. Almeja - Ameghinomya antiqua	. 141
7.6	, , ,	
7.7		
7.8	. Erizo rojo - Loxechinus albus	. 146



### INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

	Diversificación de la acuicultura y pesquerías
ANEXO	S
Anexo 2	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
Anexo 3	· · ·
Anexo 4	4. Escenarios para selección y priorización de especies potenciales



### 1. Problemática/Justificación del Estudio

Un estudio reciente evaluó la diversificación de especies en la matriz productiva de la acuicultura mundial (Cai et al. 2022). Para Chile, se determinó un "Número Total de Especies Cultivadas" de 17, y un "Número Efectivo de Especies Cultivadas (ENS)" de 3,47, siendo este valor, intermedio-bajo si se compara con algunos países de relevancia productiva en la acuicultura mundial, como China (ENS=27,67), Bangladesh (13,39), Japón (8,69), USA (6,42), Egipto (3,20), Ecuador (1,28), y Noruega (1,26)³. Lo anterior es congruente con las estadísticas de cosecha de acuicultura reportadas para Chile en el año 2021 (Sernapesca 2021), donde se reportan 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

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Indicador basado en el Índice de Diversidad de Shannon y que captura la riqueza de especies cultivadas y la uniformidad (i.e., cómo la producción individual aporta al total de la cosecha nacional).

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Chile se ubicó en la posición 26 de 38 países con producciones anuales mayores a 100.000 toneladas.



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).

El incentivo a explorar desarrollos en diversificación, así como la diversificación efectiva, estará influenciada por múltiples factores (Le François et al. 2002, Harvey et al. 2017, Thomas et al. 2021). Por ejemplo, las preferencias, demanda y la disposición a pagar de los consumidores por una gran variedad de alimentos acuáticos; incentivos para incorporar especies a fin de mejorar la competitividad y expandir o crear nuevos mercados; aumentar la eficiencia productiva energética (e.g., Acuicultura Multitrófica Integrada – IMTA- o policultivos) o estacional (i.e., cultivo de múltiples especies aprovechando las condiciones ambientales estacionales); reducción de riesgos biológicos (e.g., enfermedades); reducción de riesgos financieros (e.g., variaciones de precios de mercado o venta). 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). También se ha sugerido que la diversificación debe considerar la incorporación de especies con diferentes niveles tróficos y/o funciones ecológicas, para balancear el flujo de materia y energía en sistemas costeros y diferentes escalas espaciales y productivas (e.g., IMTA) (Naylor et al. 2000, Buschmann et al. 2014, Sanz-Lazaro & Sanchez-Jerez 2020), además de diferentes sistemas de cultivos y especies para dar mayor resiliencia al sistema de global de alimentación (Troell et al. 2014). Un punto de interés es definir estrategias de diversificación de la matriz de especies en diferentes niveles espaciales y con diferentes objetivos y alcances, por ejemplo, nacional, región administrativa, zona (e.g., bahía, fiordo), sitio de cultivo o concesión.

Si bien la diversificación podría reducir los riesgos biológicos y financieros, aumentando la capacidad para adaptarse a los cambios (i.e., construyendo resiliencia), muchas veces el sector privado puede carecer de incentivos para diversificar la composición de especies porque desarrollar o adoptar nuevas especies y tecnologías tiende a ser costoso, de largo plazo y de alto riesgo (Metian et al. 2020, Cai et al. 2022). De esta forma, en algunos países se han concentrado los esfuerzos en unas pocas especies que corresponden a las más eficientes y que generalmente se benefician de las economías de escala, tanto en la producción como en la comercialización. Por otro lado, una matriz de especies pobremente diversificada puede aumentar la vulnerabilidad del sector y eventualmente, conducir a trampas socioecológicas, especialmente si no hay capacidad de adaptación y transformación del sistema de producción (Troell et al. 2014, Metian et al. 2020). Lo anterior, es de relevancia mayor en el contexto del cambio climático, los brotes de nuevas enfermedades, las fluctuaciones del mercado y otros factores que generan incertidumbres.

En el caso de Chile, el interés en la diversificación de nuevas especies para la acuicultura ha sido promovido, inicial y principalmente, por intereses de investigación y desarrollo científico (I+D), siendo a la fecha, su impacto aún bajo, si se considera el escalamiento productivo, la viabilidad comercial y finalmente la incorporación de nuevas especies a la matriz productiva nacional (Wurmann & Routledge



2017, Henríquez-Antipa & Cárcamo 2019, Cárcamo et al. 2021). Wurmann & Routledege (2017), señalan como los impulsores más relevantes para la diversificación en Chile: oportunidades de mercado, disponibilidad de tecnologías de cultivo en el exterior, interés científico, programas gubernamentales de I+D en acuicultura, menor disponibilidad de stocks de especies silvestres, espacio disponible para cultivar, personal capacitado en todos los niveles, la idea de crear oportunidades de trabajo en diferentes partes del país y de potenciar las exportaciones. Estos autores, resumen que el éxito de la acuicultura comercial en Chile se ha basado en especies introducidas, tecnologías extranjeras adaptadas y amplias oportunidades del mercado mundial.

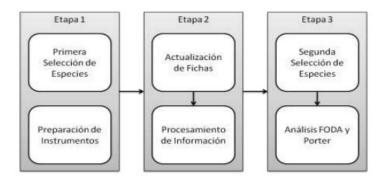
Iniciativas públicas actuales para el desarrollo de la acuicultura nacional promueven y fomentan el desarrollo de Acuicultura de Pequeña Escala (APE) y la diversificación de las especies cultivadas, con la subsecuente búsqueda de nuevos productos y nichos de mercados. Se espera que el impulso de este 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 (Cárcamo et al. 2020).

Finalmente, las políticas y la planificación sobre la diversificación de especies requieren una perspectiva holística para evaluar el desarrollo de especies prometedoras y orientar la inversión de recursos en diferentes niveles o etapas del ciclo productivo y de comercialización, considerando en el análisis, las múltiples dimensiones del sistema complejo de la acuicultura (e.g., aspectos sociales, ambientales, económicos, tecnológicos) (Krause et al. 2015). Respecto a los enfoques para la selección de especies, en general, se sugiere incorporar a los procesos, criterios múltiples que asistan la selección, y la participación de actores relevantes (i.e., stakeholders) (Le François et al. 2002, Alvarez-Lajonchère & Ibarra-Castro 2013, Albasri et al. 2020).

### 2. Antecedentes del Mandante

La Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO solicitó generar una propuesta de selección y ranking de especies susceptibles de desarrollarse para diversificar la industria de la acuicultura nacional. Como antecedentes se cuenta con dos estudios o asesorías que generaron "Ranking y Especies Recomendadas para Cultivo" a solicitud de la Subsecretaría de Economía en el año 2009 (Cooperación y Desarrollo Limitada 2009) y de CORFO el año 2015 (Cooperación y Desarrollo Limitada 2015). A través de la recopilación de información multidimensional, consulta a expertos y aplicando como filtros, los siguientes criterios de selección y respectivas ponderaciones: i) variables tecnológicas (25 %): tecnológicas específicas, biológicas sanitarias y de tecnología e ingeniería de cultivo; ii) variables de mercado (50 %); y iii) variables socioeconómicas (25 %), se identificaron inicialmente 22 especies (**Tabla 2**). De manera paralela, y en base a una encuesta realizada a Servicios públicos (SUBPESCA–SERNAPESCA) se sugirieron 5 especies adicionales: Ostra Japonesa (*Crassostrea gigas*), Puye (*Galaxias maculatus*), Vieja Negra (*Graus nigra*), Pejerrey chileno (*Basilichthys microlepidotus*) y Lisa (*Mugil cephalus*). Posteriormente, mediante talleres de expertos, se realizó una segunda selección que redujo el número a 13 especies (**Tabla 2**), para las cuales se realizó un análisis estratégico en base a Análisis FODA y PORTER (**Figura 1**).





**Figura 1.** Diagrama general del procedimiento de selección y ranking de especies para diversificación.

**Tabla 2.**Especies seleccionadas y rankeadas en el marco de la "Consultoría de actualización de ranking de especies prioritarias para la diversificación acuícola" (Cooperación y Desarrollo Limitada 2015).

Ranking	Nombre común - Especie	Cultivo Intensivo	Cultivo Extensivo	Selección Análisis Estratégico
1	Erizo rojo - Loxechinus albus	Χ		Χ
2	Bacalao de profundidad - Dissostichus eleginoides	Χ		Χ
3	Palometa - Seriola lalandi	Χ		
4	Loco – Concholepas concholepas		Χ	Χ
5	Macha – Mesodesma donacium		Χ	Χ
6	Dorado – Coryphaena hippurus	Χ		
7	Corvina - Cilus gilberti	Χ		
8	Merluza Austral - Merluccius australis	Χ		Χ
9	Culengue - Gari solida		Χ	Χ
10	Cojinoba - Seriorella caerulea	Χ		
11	Navaja o Huepo - Ensis macha		Χ	Χ
12	Hirame – Paralichthys olivaceus	Χ		Χ
13	Almeja – Leukoma (ex – Venus) antiqua		Χ	Χ
14	Congrio colorado – Genypterus chilensis	Χ		Χ
15	Congrio dorado – Genypterus blacodes	Χ		Χ
16	Centolla - Lithodes antarctica	Χ		
17	Cod - Gadus morhua	Χ		
18	Camarón de río del norte – Cryphiops caementarius	Χ		Χ
19	Almeja - Mulinia edulis		Χ	Χ
10	Lenguado chileno - Paralichthys adspersus		Χ	
21	Anguila - Ophichthus pacifici	Χ		
22	Anguila – Eptatretus polytrema	Χ		
	TOTAL	15	7	13



Para este nuevo estudio de "Actualización de Especies", la Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO solicitó:

- Establecer una metodología de levantamiento del ranking, teniendo como referencia la utilizada en los informes de los rankings anteriores. Se solicitó promover instancias de encuentro públicopúblico para madurar los análisis.
- 2. Abordar al menos 30 especies, analizando su estado en cuanto a:
  - i. Nivel de Desarrollo Tecnológico (al menos TRL 5)
  - ii. Variables de Mercado
  - iii. Variables Socioeconómicas y Territorial
  - iv. Desarrollos sustentables y que aborden desafíos del cambio climático
- 3. Definir un ranking de las 15-20 especies, identificando además las del tipo intensivas y extensivas. Dentro de los factores a incluir para el desarrollo del nuevo ranking de potenciales especies, se solicitó considerar:
  - Nivel Desarrollo Tecnológico TRL 5 (mínimo)
  - ii. Mercado actual o potencial, nacional y/o internacional con sus respectivas regulaciones asociado a la especie, incluyendo una estimación de su modelo de negocio que haría factible su comercialización para las 5 primeras especies.
  - iii. Desarrollos sustentables y que aborden desafíos de cambio climático.
  - iv. Desarrollos con enfoque social y territorial, incluyendo identificar que sectores o subsectores económicos se dinamizarían con el desarrollo asociado a las especies y en detalle para las 5 primeras especies.
  - v. Para hacer comparables el nuevo ranking con los anteriores se requiere que la metodología a usar sea similar.
  - vi. Para las principales o más ventajosas especies del nuevo ranking, incluir una estimación de los recursos que se requerirían para que su desarrollo llegue a un TRL 8 o TRL 9.
  - vii. Si el resultado del ranking es diferente en su ordenamiento de las especies comparado con el del año 2015, incluir la respectiva explicación, y si ésta proviene tanto del ámbito técnico, productivo, de mercado, o comercial.
- 4. Coordinación con otras instituciones públicas y otros actores:
  - i. Para las especies que presenten una madurez tecnológica inferior a un TRL 5 y pudiesen tener ventajas competitivas potenciales (aunque requieren de mayor investigación), esa información se pondrá a disposición de la ANID para que de acuerdo a sus decisiones internas pudiesen tomar estos desafíos.
  - ii. Es relevante que en el proceso de elaboración del ranking de especies acuícolas se incluya a SERNAPESCA y SUBPESCA en el proceso.
  - iii. Es indispensable que se realicen consultas a especialistas o expertos externos al IFOP para poder integrar diferente información en los distintos ámbitos, técnicos, sanitarios, ingeniería de cultivo, mercado, competitividad, etc.



### 3. Objetivos

### Objetivo General

Analizar las potenciales especies que puedan contribuir a la diversificación de la acuicultura nacional y el crecimiento del sector.

### Objetivos Específicos

- 1. Actualizar la selección de especies prioritarias para la diversificación de la acuicultura nacional, considerando su potencial de desarrollo tecnológico, económico, social y ambiental.
- 2. Realizar un análisis estratégico multidimensional sobre un grupo de especies seleccionadas.
- 3. Entregar antecedentes para un grupo de especies seleccionadas, que permitan una aproximación inicial respecto a: modelo de negocio para comercialización, descripción de sub-sectores afectados e involucrados con su desarrollo, y estimación de recursos financieros para alcanzar un desarrollo TRL 8 o 9.

### 4. Metodología

Como enfoque metodológico general, se mantienen los aplicados en las consultorías anteriores (**Figura 1**), combinando la recopilación de información multidimensional de las especies, la opinión de expertos y actores relevantes, y la incorporación de criterios múltiples como medios de selección y priorización, para de esta forma, asistir la toma de decisiones objetivando el proceso. Este tipo de enfoques de selección también han sido aplicados con objetivos similares en otros países (e.g., Le François et al. 2002, Alvarez-Lajonchère & Ibarra-Castro 2013, Albasri et al. 2020).

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

**Objetivo específico 1:** Actualizar la selección de especies prioritarias para la diversificación de la acuicultura nacional, considerando su potencial de desarrollo tecnológico, económico, social y ambiental.

### 4.1. Actividad 1. Actualización de información general de especies potenciales

Para generar y actualizar el grupo de especies potenciales para diversificar la acuicultura nacional, así como para caracterizarlas de manera general, incorporando las nuevas dimensiones y variables requeridas para este estudio, se recopiló información a través de una encuesta, utilizando un cuestionario como instrumento de caracterización (**Anexo 1**). La encuesta se aplicó vía e-mail desde el 9 de septiembre al 14 de octubre del 2022, a 212 personas relacionadas con diferentes ámbitos (grupos) de la acuicultura nacional (**Tabla 3**).



**Tabla 3.** Grupos objetivos de la encuesta.

Grupo	Definición	Encuestas enviadas
Empresas	Representantes/miembros de empresas de pequeña, mediana y gran escala que desarrollan acuicultura	60
Servicios Públicos	Representantes/miembros de agencias y servicios del Estado asociados al desarrollo de la acuicultura nacional	27
Consultores	Representantes/miembros de empresas y consultores privados que apoyan y asesoran el desarrollo de la acuicultura	15
Académicos e investigadores	Representantes/miembros de universidades e instituciones que desarrollan conocimiento y tecnología para el desarrollo de la acuicultura	102
Establecimientos Educacionales Técnicos	Representantes/miembros de liceos técnicos que imparten carreras técnicas en acuicultura	3
ONG	Representantes/miembros de organizaciones no gubernamentales	2
OPA	Representantes/miembros de organizaciones de pescadores que desarrollan acuicultura de pequeña escala	3

El cuestionario incluyó 6 secciones, 4 de las cuales refieren a la selección de especies (Peces, Moluscos, Algas y Otras especies) y otras 2, de carácter informativo general (**Anexo 1**). Para cada grupo de especies, se consultó si el encuestado posee conocimiento o experiencia sobre este grupo, y que seleccione, un máximo de 5 especies.

Para efectos de la selección de una especie como potencial para diversificar la acuicultura nacional, se entregó la siguiente definición a considerar: "Especie (animal, vegetal, cromista) con un alto potencial de desarrollo tecnológico, económico, social y ambiental que puede contribuir a la diversificación y crecimiento de la acuicultura nacional. Esta especie puede ser nativa o exótica, cultivada en agua dulce o de mar, en sistemas abiertos, cerrados o semicerrados, bajo modalidades extensivas o intensivas de alimentación, dentro de concesiones de acuicultura, centros de cultivo en tierra, caletas pesqueras, Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) o Espacios Costeros Marinos Pueblos Originarios (ECMPO)".

Para cada especie seleccionada, se solicitó evaluar 11 dimensiones relacionadas con la acuicultura de la especie (**Tabla 4**), asignando una valoración de 1 a 5, donde: 1) Nada favorable, 2) Poco favorable, 3) Medianamente favorable, 4) Bastante favorable, y 5) Muy favorable. Para la Escala de Madurez Tecnológica (TRL) y considerando las definiciones entregadas (**Tabla 5**), se solicitó asignar un valor de 1 a 9. Optativamente, se solicitó indicar brevemente cuales serían las principales causas que han dificultado o impedido la consolidación del cultivo de la especie seleccionada, así como, cuáles serían los principales sectores o subsectores impactados a nivel territorial.



 Tabla 4.

 Dimensiones incluidas en la caracterización de las especies seleccionadas.

	Dimensión	Definición					
1	Biológicas	Conocimiento biológico disponible para la especie. Considera variables como crecimiento, supervivencia, ciclo reproductivo, manejo de reproductores, producción de estadios tempranos (e.g., huevos, larvas, esporas), juveniles o semillas, mejoramiento genético, requerimientos nutricionales, manejo de variables abióticas críticas de la especie y cultivo (e.g., temperatura, salinidad y nivel de oxígeno de la especie y cultivo), entre otras.					
2	Sanitarias	Conocimiento disponible sobre enfermedades, agentes patógenos y parásitos, así como de nedidas o tratamientos preventivos o curativos.					
3	Tecnología e Ingeniería de cultivo	Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional, incluyendo, disponibilidad de sistemas y componentes para implementar el cultivo en sus diferentes etapas y ambientes donde se proyecta el cultivo (e.g., balsas jaula, sistemas de fondeo, suministro de alimento, tecnología de cosecha), dietas especie- específica, acceso a proveedores de equipamiento e insumos, disponibilidad de análisis costo-producción y análisis bioeconómicos, entre otros.					
4	Ventajas competitivas	Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie, como posición y participación en el mercado y frente a equivalentes o competidores, costos del cultivo en sus diferentes etapas, costos en el procesamiento de productos y valor agregado, costos de transporte a mercados de destino, entre otros.					
5	Mercado	Características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo, incluyendo, precios de mercado, tamaño potencial del mercado, variedad de productos y valor agregado, barreras o restricciones de entradas a mercados, nuevos nichos de mercado, existencia de recursos o productos sustitutos, entre otros.					
6	Impacto socio- económico	Potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos, por ejemplo, en cuanto a generación de empleo, requerimiento de nivel de especialización de mano de obra, estacionalidad de uso de mano de obra, desarrollo de proveedores, generación de servicios.					
7	Normativa y Regulación	Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial, por ejemplo, existencia de restricciones sanitarias y ambientales para su cultivo, restricción de importación e introducción de especies, espacio disponible para el cultivo.					
8	Cambio climático	Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático (e.g., aumento de temperatura, acidificación, ambientes con mayor frecuencia de marejadas, escasez hídrica), considerando su tolerancia y capacidad de adaptación, así como oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación.					
9	Desarrollo sustentable	Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional. Dentro de estas características se pueden mencionar: equidad en ingreso y costos, mejoras económicas y en empleo, acceso y seguridad alimentaria, impacto ambiental, oportunidad de implementación del enfoque ecosistémico, aceptabilidad social, entre otros.					
10	Impacto territorial	Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo de territorios específicos, como, por ejemplo, regiones administrativas, macrozonas, zonas áridas, y en ámbitos diversos, como, por ejemplo, desarrollo de proveedores, servicios, redes de colaboración tecnológica, logística, educativa.					
11	Escala Madurez Tecnológica (TRL)	Corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial) (ver detalle en <b>Tabla 5</b> ).					



**Tabla 5.**Escala de madurez tecnológica (TRL - Technology Readiness Level).

Nivel	Definición	Características del Nivel
TRL-1	Se observan e informan los principios básicos del concepto	Desarrollo a nivel de idea básica o descubrimiento. Se realiza investigación y observación científica básica con las propiedades de la tecnología. Se valida mediante publicaciones (artículos científicos) con las propiedades básicas de
TRL-2	Concepto tecnológico y/o aplicación formulada	la tecnología.  Se realiza investigación aplicada, identificando aplicaciones prácticas basadas en principios científicos desarrollados durante TRL-1. La identificación de aplicaciones puede ser especulativa. Se valida mediante
TRL-3	Función crítica analítica y experimental y/o prueba de concepto	publicaciones analíticas para sustentar los conceptos del TRL-1.  Se realiza "prueba de concepto" (demostración experimental de la tecnología), las que permiten validar las predicciones analíticas. La prueba de concepto se realiza en condiciones de laboratorio.
TRL-4	Componente y/o validación en un entorno de laboratorio	Se valida la "prueba de concepto" en laboratorio. Este nivel se asocia también a prototipos de pequeña escala probados en laboratorio. Los prototipos son de "baja fidelidad" comparados con el sistema completo. Se evalúan diferencias entre los resultados y lo previsto por los modelos analíticos.
TRL-5	Componente y/o validación en un entorno simulado	Se valida la tecnología en un ambiente simulado, fuera del laboratorio, en condiciones realistas. La tecnología y el ambiente en TRL-5 son más parecidos a la aplicación final que en TRL-4. Esta etapa se asocia a prototipos de gran escala probados en ambientes simulados.
TRL-6	Validación de sistema en entorno relevante	Se valida un modelo o prototipo, que representa una configuración casi deseada, generalmente más pequeño que la escala completa. Se prueba en un ambiente simulado, lo más parecido al ambiente real. Este nivel representa el inicio de desarrollos ingenieriles de la tecnología en ambientes operacionales (reales). En este nivel los prototipos deberían mostrar todas las funciones requeridas en un ambiente real.
TRL-7	Demostración del prototipo del sistema en un entorno operativo	Se pone a prueba un prototipo a escala completa en un ambiente operacional (real). Se demuestran resultados del prototipo en un ambiente real. El desarrollo de la tecnología alcanza un nivel pre-comercial en un ambiente real. La tecnología cumple normativas ambientales u otros estándares.
TRL-8	Certificación completa del sistema en entorno real	Se prueba que la tecnología funciona en su forma final y bajo las condiciones esperadas (entorno real). Esta etapa comúnmente representa el fin del desarrollo de la tecnología y la introducción inicial en el mercado.
TRL-9	Sistema probado con éxito en entorno real	La tecnología certificada opera en su forma final, en un ambiente real y el mercado se expande.

Mediante el desarrollo de esta actividad se obtuvo el listado inicial de especies potenciales para ser seleccionadas y priorizadas para diversificación de la acuicultura nacional.

### 4.2. Actividad 2. Preselección de especies potenciales

Una vez obtenido el listado inicial de especies potenciales, se aplicaron criterios (de entrada y salida) que permitieron seleccionar un grupo menor de especies, cumpliendo con los requerimientos del mandante. De esta forma, se consideraron como variables o criterios entrada (i.e., selección): nivel de



madurez tecnológica y frecuencia de identificación como especie potencial, y de salida (i.e., exclusión): financiamiento previo CORFO mediante Programas Tecnológicos:

- 1. *Nivel de madurez tecnológica TRL 5:* Especies a las que le fueron asignados TRL 5 o superior, a través de la encuesta de la Actividad 1. Para especies que fueron mencionadas como potenciales por más de un encuestado, se consideró el rango y promedio del valor de TRL asignado.
- 2. Frecuencia de identificación como especie potencial: Especies que son identificadas como potenciales por un mayor número de encuestados, se entiende como un indicador indirecto de mayor potencialidad respecto a otras que son escasamente preferidas o seleccionadas.
- 3. Financiamiento previo CORFO: Especies que han sido objeto o parte de los Programas Tecnológicos financiados por CORFO para desarrollar su acuicultura, fueron excluidas de la preselección.

Mediante el desarrollo de esta actividad se obtuvo una preselección de 14 especies potenciales para ser analizadas y priorizadas (rankeadas) para diversificación de la acuicultura nacional.

**Objetivo específico 2:** Realizar un análisis estratégico multidimensional sobre un grupo de especies seleccionadas.

### 4.3. Actividad 3. Actualización de información detallada de especies seleccionadas

Las especies seleccionadas en la actividad anterior fueron sometidas a una revisión más exhaustiva que permitió disponer de información más robusta e insumos para el análisis estratégico posterior. Son dos las principales fuentes que alimentaron la actualización:

- Consulta a expertos: Se utilizó un cuestionario como instrumento de caracterización (Anexo 1). La encuesta se aplicó vía e-mail desde el 26 de octubre al 15 de noviembre del 2022, a 41 personas expertas en las especies seleccionadas (Peces: 16; Moluscos: 8; Algas: 17; Otras especies: 6).
- Revisión bibliográfica: Para cada especie seleccionada se realizó una revisión bibliográfica (búsqueda de literatura científica en las plataformas ISI Web of Science, Scielo, SCOPUS, Google Scholar) y documental (fuentes como informes: CORFO, ANID-FONDEF, SERNAPESCA, otros).

Para obtener una buena caracterización de la potencialidad de la acuicultura de cada especie seleccionada, tanto la consulta a expertos como la revisión bibliográfica, incluyó variables anidadas en 11 dimensiones relacionadas con la acuicultura de la especie (**Tabla 6**). Además, el cuestionario aplicado en la consulta a expertos incluyó una sección orientada a identificar brechas y componentes del Análisis FODA.



**Tabla 6.**Dimensiones y variables incluidas en la caracterización de las especies seleccionadas.

Dimensión	Característica/Variable	Descripción de la variable
Biológicas	Crecimiento en talla/peso	-Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo
Ü	Supervivencia	-Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de
		cosecha en cultivo
	Temperatura	-Rango de temperatura óptima en cultivo
	Salinidad	-Rango de salinidad óptimo en cultivo
	Oxígeno	-Rango de saturación/concentración de oxígeno óptima en cultivo
	Manejo y mejoramiento genético	-Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar
	aojo jojoraonto goneaco	prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo
	Requerimientos nutricionales	-Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar
		requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo
	Manejo de reproductores	-Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar
	aojo uo roproduotoros	manejo de reproductores en cautiverio
	Producción de larvas y semillas	-Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la
	1 Toddooloff do lai vao y cominac	sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de
		engorda
Sanitarias	Enfermedades	-Nivel de conocimiento sobre enfermedades que afectan a la especie en
23(0.100		cultivo o ambiente natural
	Agentes	-Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/epibiontes
	patógenos/parásitos/epibiontes	(epífitas o epizoicos) que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural
	Medidas o tratamientos curativos	-Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en
	modiado o tratamentos carativos	cultivo
	Medidas o tratamientos preventivos	-Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes
	modicade o dialamentos proventivos	patógenos/parásitos/epibiontes en cultivo
Tecnología	Disponibilidad de tecnología de	-Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y
е	cultivo de juveniles	juveniles (semillas) a nivel nacional
Ingeniería	Disponibilidad de tecnología de	-Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a
de cultivo	cultivo de engorda	nivel nacional
	Escala de producción actual larvas	-Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de larvas y semillas
	y semillas	,
	Escala producción actual engorda	-Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de engorda
	Desarrollo de dieta especie-	-Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en
	específica	cultivo
	Proveedores de tecnologías,	-Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías,
	equipamiento e insumos	equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo
	Tamaño de la inversión requerida	-Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para
		implementación del cultivo a escala comercial
	Análisis costo-producción y/o bio-	-Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de
	económicos	producción, costo/beneficios, bio-económicos para el cultivo de la especie
	Transferencia de la tecnología	-Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros
		grupos de personas, para su implementación a escala comercial
	Disponibilidad de tecnología de	-Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel
	cultivo para especie(s)	internacional para especie(s) equivalente(s)
	equivalente(s)	· F. · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Ventajas	Participación en mercado nacional	-Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos)
competitiva		similares, equivalentes o competidores
S	Participación en mercado	-Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies
	internacional	(productos) similares, equivalentes o competidores
	Posición frente a competidores	-Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares,
		equivalentes o competidores
	Atributos de competitividad	-Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo
		de la especie



### INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

Mercado	Precio de mercado nacional	-Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie
	Precio de mercado internacional	-Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie
	Tamaño actual del mercado	-Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie
	Tamaño potencial del mercado	-Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie
	Mercados de destino	-Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial
	Tendencia de la demanda	-Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados
	Variedad de productos y valor agregado	-Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie
	Barreras de entrada	-Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados
	Productos equivalentes o sustitutos	-Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes
	Nivel de competidores	-Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos sustitutos o equivalentes
Impacto	Generación de empleo	-Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo
socio-	Nivel de especialización	-Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo
económico	Estacionalidad de uso de mano de obra	-Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)
	Desarrollo de proveedores y servicios	-Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie
Normativa	Restricciones legales para el	-Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el
у	cultivo	cultivo de la especie en Chile
Regulación	Restricciones sanitarias y/o	-Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo
	ambientales	para desarrollar el cultivo de la especie en Chile
	Restricción de importación e	-Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies
	introducción	exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile
	Espacio disponible y apto para el cultivo.	-Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile
Cambio	Tolerancia y capacidad de	-Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a
climático	adaptación	forzantes del cambio climático
	Aumento de temperatura	-Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio
	Acidificación	climático -Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático
	Marejadas	-Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía
	Escasez de agua dulce (si aplica)	-Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo, a la escasez hídrica
	Mitigación	-Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático
	Cambios en condiciones físico-	-Nivel de conocimiento disponible sobre condiciones físico-químicas
	químicas	esperadas (e.g., temperatura, salinidad, nutrientes, oxigeno) en el área candidata a desarrollar acuicultura de la especie
Desarrollo sustentable	Equidad en ingresos económicos	-Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos
	Mejoras económicas locales	-Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales
	Acceso y seguridad alimentaria	-Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional
	Impacto ambiental	-Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie
	Impacto ambiental Aceptabilidad social	-Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie     -Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie



	Enfoque ecosistémico acuicultura  Acuicultura integrada	-Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura -Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada
Impacto territorial	Ubicación geográfica del cultivo	-Nombre la(s) región(s), macrozona(s) con mayor potencial para la consolidación y masificación del cultivo de la especie
	Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	-Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie
	Desarrollo de redes de colaboración logística	-Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie
	Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	-Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie

Mediante el desarrollo de esta actividad, se obtuvo una ficha de caracterización para cada una de las 14 especies preseleccionadas, las que en la siguiente actividad fueron analizadas y priorizadas.

### 4.4. Actividad 4. Definición de escenarios para selección y priorización

A partir de la información dispuesta en las fichas de caracterización (Actividad 3), se asignó a cada variable una valoración, para así poder estimar un puntaje para cada especie. Considerando la naturaleza diversa de cada variable (**Tabla 6**) y a fin de estandarizar y linealizar, se asignaron valores en una escala de intensidad de 1 a 5. Para ello, se consideraron solo las variables donde todas las especies tuviesen información disponible y comparable. De esta forma, el puntaje para cada una de las especies seleccionadas fue estimado como:

$$Puntaje\ especie_{(x)} = \sum_{i=1}^{N} w_i \times a_i$$

Donde  $w_i$  corresponde al porcentaje (%) asignado a cada dimensión, y  $a_i$ , es cada una de las 11 dimensiones consideradas. A su vez, el puntaje de cada dimensión fue estimado como:

Puntaje Dimensión 
$$a_{(i)} = \sum_{i=1}^{N} k_i \times b_i$$

Donde  $k_i$  corresponde al porcentaje (%) asignado a cada variable, y  $b_i$ , es cada una de las variables considerada dentro de cada dimensión.

Una vez obtenidos los puntajes, se definieron escenarios para seleccionar y priorizar las especies preseleccionadas. Un escenario de selección corresponde a la ponderación diferenciada de dimensiones y variables, las que son definidas por distintos enfoques u objetivos a alcanzar en el ámbito de la potencialidad y desarrollo de la acuicultura de una determinada especie. Se definieron 3 escenarios de selección (**Tabla 7**), que fueron aplicados a las 14 especies preseleccionadas, para así, generar una nueva selección y priorización.



La propuesta de escenarios fue presentada y discutida en un taller realizado vía telemática, el 28 de noviembre del 2022. El grupo de invitados (23) fue sugerido por CORFO. En **Anexo 3**, se adjunta lista de invitados e invitación al taller de la sesión.

 Tabla 7.

 Escenarios de selección propuestos para priorización de las especies seleccionadas. El valor en cada celda corresponde al porcentaje total (%) asignado para cada dimensión.

	Escenario	Descripción	Biológicas	Sanitarias	Tecnología e ingeniería de cultivo	ventajas competitivas	Mercado	Impacto socio-económico	Normativa y regulación	Cambio climático	Desarrollo sustentable	Impacto territorial	TRL
1	Certidumbre tecnológica	Mayor ponderación a las variables y dimensiones tecnológicas y TRL	5,0	5,0	30,0	10,0	10,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	15,0
2	Impacto económico	Mayor ponderación a las variables y dimensiones de mercado- competitividad y tecnológicas	4,3	4,3	20,0	10,0	30,0	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	10,0
3	Acuicultura 2.0	Mayor ponderación a las variables y dimensiones tecnológicas, mercado y oportunidades en escenarios de cambio climático y desarrollo sustentable	4,2	4,2	20,0	4,2	15,0	4,2	4,2	15,0	15,0	4,2	10,0

Mediante el desarrollo de esta actividad se obtuvo un sistema de selección y priorización basado en uno o más escenarios validados, obteniéndose una segunda selección de 8 especies potenciales que serán objeto del análisis estratégico.

### 4.5. Actividad 5. Análisis estratégico multidimensional para especies seleccionadas

El análisis estratégico se centró principalmente en la aplicación del marco de Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas), que corresponde a una herramienta analítica utilizada en al ámbito de la planificación estratégica empresarial y organizacional (Pickton & Wright 1998), pero también en el apoyo de la gestión ambiental, productiva (e.g., acuicultura) y la gobernanza



(Rimmer et al. 2013, Henríquez-Antipa & Cárcamo 2019). De esta forma, el FODA es una herramienta para conocer la situación real en que se encuentra una organización/proyecto, y planificar una estrategia de futuro. Consta de un Análisis Externo, que permite identificar las oportunidades (O) y amenazas (A) que el contexto puede presentar, y un Análisis Interno, que permite identificar las fortalezas (F) y debilidades (D) de la organización/proyecto, realizando un estudio que permite conocer la cantidad y calidad de los recursos y procesos con que se cuentan (**Tabla 8**). En particular:

- 1. Fortalezas: Atributos y recursos internos que respaldan un resultado exitoso.
- 2. Oportunidades: Factores externos que la entidad puede capitalizar o utilizar en su beneficio.
- 3. Debilidades: Atributos y recursos internos que actúan en contra o como barrera de un resultado exitoso.
- 4. *Amenazas:* Problemas o situaciones externas desfavorables que pueden afectar directamente un resultado exitoso.

**Tabla 8.**Resumen componentes y características del Análisis FODA.

	POSITIVOS	NEGATIVOS		
	Facilitan el logro del objetivo	Dificultan el logro del objetivo		
INTERNOS	Fortalezas	Debilidades		
EXTERNOS	Oportunidades	Amenazas		

Adicionalmente, se abordó la identificación de brechas asociadas al desarrollo y consolidación de la acuicultura de la especie seleccionada. Una brecha corresponde a: "el espacio entre, donde estamos ahora (el estado actual) y donde queremos estar (el estado objetivo), referido a la acuicultura de la especie. Adicionalmente, se instó a la identificación de estrategias para la consolidación de la acuicultura de la especie seleccionada. Para esto, una estrategia corresponde a: "procedimiento o conjunto de acciones planificadas, eligiendo resolver las brechas y sus causas que más aportan a cambiar la situación actual (o problema)".

De esta forma, y mediante 4 talleres de expertos, ejecutados en formato telemático durante el mes de diciembre del 2022 (**Tabla 9**), se profundizó en las potencialidades del desarrollo de acuicultura para las 8 especies seleccionadas, y de acuerdo al esquema de estructura de trabajo y contenidos indicado en la **Tabla 10**. El grupo de expertos por especie fue consensuado con la contraparte técnica CORFO. En el **Anexo 3**, se adjunta la lista de invitados e invitación a cada uno de los 4 talleres.

**Tabla 9.** Resumen de talleres estratégicos.

Taller	Especies	Fecha/hora
1	Peces planos (hirame, lenguado)	21/12/2022 (09:15-11:15 hrs)
2	Algas (huiro, luga roja)	21/12/2022 (14:30-16:30 hrs)
3	Bivalvos (almeja, ostra japonesa)	22/12/2022 (09:15-11:15 hrs)
4	Congrio dorado	22/12/2022 (14:30-16:00 hrs)
5	Erizo	27/12/2022 (09:15-10:45 hrs)



 Tabla 10.

 Estructura y contenidos abordados en los talleres de análisis estratégicos.

Sección	Contenido	Observación
Presentación	Contexto y alcances del	
estudio y taller	estudio	
(5 - 10 min)	2. Presentación especie a	
	analizar	
	3. Dinámica y objetivos	
A (II :	del taller	
Análisis estratégico especie	Análisis FODA	-La pregunta clave desarrollada fue ¿cuál es la principal fortaleza / oportunidad / debilidad / amenaza de la especie?, aplicada a cada uno de los siguientes ámbitos:
(1 - 1,5 horas)		A. Factibilidad del Cultivo. Considerando las siguientes dimensiones:
		i) Biológicas, sanitarias (conocimiento biológico y sanitario disponible
		para la acuicultura de la especie), ii) Tecnología e ingeniería de cultivo (Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional y/o
		internacional), iii) <i>TLR</i> , y iv) <i>Normativa y regulación</i> (Escenario normativo
		y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo a escala comercial).
		<b>B. Mercado.</b> Considerando las siguientes dimensiones: i) <i>Ventajas</i>
		competitivas (Actuales o potenciales ventajas de la especie) y ii)
		Mercado (Características de la oferta y demanda nacional o
		internacional que generan potencial y atractivo).
		C. Impacto Socio-económico. Considerando las siguientes
		dimensiones: i) Impacto socio-económico (potenciales impactos en los
		ámbitos sociales y económicos) y ii) Impacto territorial (Características
		de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo
		económico de territorios, regiones, macrozonas)
		D. Desarrollo sustentable. Considerando las siguientes dimensiones:
		i) Desarrollo sustentable (Características de la especie que la convierten
		en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la
		acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta
		meta a nivel nacional) y ii) Cambio climático (Características de la
		especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo
		comercial en un escenario de cambio climático).
	2. Identificación de	-La pregunta clave desarrollada fue ¿Cuáles son las principales brechas
	brechas	para consolidar la acuicultura de la especie en Chile?
	3. Factibilidad productiva	-En el caso de especies donde la información recopilada es poco
	inicial	precisa, las preguntas claves fueron: ¿Cuál es el nivel productivo actual?
		y ¿Cuál es el tiempo y recursos asociados a la formación/consolidación
		de plantel reproductivo y primera producción?
	4. Identificación de	-La pregunta clave desarrollada fue ¿Cuál debería ser la estrategia
	estrategias	pública/privada para consolidar la acuicultura de la especie en Chile?

Mediante el desarrollo de esta actividad se obtuvo un análisis estratégico apoyado por expertos en 8 especies potenciales, lo que aportará una nueva dimensión de análisis para efectos de priorización.



### Objetivo específico 3:

Entregar antecedentes para un grupo de especies seleccionadas, que permitan una aproximación inicial respecto a: modelo de negocio para comercialización, descripción de sub-sectores afectados e involucrados con su desarrollo, y estimación de recursos financieros para alcanzar un desarrollo TRL 8 o 9.

# 4.6. Actividad 6. Estudio preliminar del potencial modelo de negocio para comercialización, impacto sectorial, e inversión para alcanzar desarrollo tecnológico TRL 8 o 9

Esta actividad se realizó a través de una asesoría externa, y consideró el estudio de 7 de las 8 primeras especies priorizadas en la Actividad 4. Para cada una de ellas se analizó lo siguiente:

### 4.6.1. Mercado y modelo de negocio

Se analizaron los escenarios de viabilidad económica para la instalación de nuevas especies acuícolas incluyendo los siguientes sub-factores: mercados potenciales (nacional e internacional), modelo de negocios primario, y regulaciones según especie y mercado.

Para el análisis de mercados potenciales, se determinó, a partir del análisis de la bibliografía comparada e información sectorial (nacional, internacional), el mercado potencial al cual se aspira, en caso de ser necesario determinar los mercados alternativos para el producto, se espera además la determinación de precios y costos diferenciales que pueden afectar la evaluación económica del cultivo potencial.

Para el modelo de negocios primario, a partir del tipo de especie priorizada y su análisis de entorno, se estableció el modelo de negocios óptimo, teniendo en cuenta aspectos sanitarios y regulatorios de los mercados objetivo, trabajando a partir de los postulados de las 5 fuerzas de Porter.

Para las regulaciones según especie y mercado, se realizó un análisis de factores críticos de normas de internación a los potenciales mercados destino. Por último, se refirieron las modalidades y formatos de producto final más factibles de ser desarrollados, para los mercados destino analizados.

### 4.6.2. Impacto sectorial

Se analizó el potencial impacto sectorial que implicaría el desarrollo de nuevas especies acuícolas a nivel productivo masivo, considerando los siguientes sub-factores: análisis de impacto en la economía regional, análisis de las potenciales cadenas de valor a desarrollar, análisis básico de implicancias ambientales, sociales y económicas, e identificación de oportunidades de nuevos negocios en los territorios.

#### 4.6.3. Nivel de inversión

Este análisis permitiría obtener una estimación de los recursos que se requerirían para que una especie priorizada alcance un TRL 8 o 9 (i.e., inversión necesaria para el escalamiento técnico que permita la viabilidad de incorporar una nueva especie acuícola a un proceso industrial). Primero, y



para actualizar el nivel de madurez tecnológica, se analizaron los 4 factores (dimensiones) críticos tecnológicos para la acuicultura de la especie a partir de la literatura publicada, sumando la interacción con los especialistas en los talleres de análisis estratégicos, puntuando cada uno, de 1 a 9 (símil a la escala TRL), así se obtiene el promedio de estos factores tecnológicos para obtener la posición TRL actualizada para esta especie (se asume que los 4 factores ponderan el mismo valor).

A partir de las brechas detectadas ya sean, biológicas, ambientales u tecnológicas, para las 7 especies estudiadas se estableció un nivel comparativo de costo asociado al cierre de éstas, que permitan la obtención del nivel TLR 9. Clasificando como costo Alto, Medio o Bajo según la naturaleza de la inversión y el tiempo necesario para su cierre. Luego, se estimó el potencial costo de equipamiento mínimo, para montar un plantel de cada una de las especies analizadas (cuando existiera información disponible).

Mediante el desarrollo de esta actividad se obtuvo un análisis preliminar del potencial modelo de negocio para comercialización, impacto sectorial, e inversión para 7 especies seleccionadas

Actividades generales

### 4.7. Actividad 7. Presentación del estudio

Además de los talleres asociados a las actividades 4 y 5, se realizaron actividades complementarias de presentación del estudio y resultados (**Tabla 11**). En **Anexo 3**, se adjunta la lista de invitados e invitación a cada uno de las instancias de presentación y difusión.

**Tabla 11.**Resumen de instancias de presentación del estudio.

	Objetivo	Público	Fecha
1	Presentación del estudio	Servicios públicos relacionados con la acuicultura	30/09/2022
2	Presentación del estudio	Direcciones regionales de CORFO	11/10/2022
3	Presentación de resultados	Servicios públicos relacionados con la acuicultura	24/01/2023
	finales del estudio		

### 4.8. Actividad 8. Reuniones con contraparte técnica CORFO

Se mantuvieron reuniones telemáticas mensuales o a solicitud de ambas partes con la contraparte técnica CORFO, para resolver temas metodológicos, de coordinación y presentación de resultados.



### 5. Resultados

**Objetivo específico 1:** Actualizar la selección de especies prioritarias para la diversificación de la acuicultura nacional, considerando su potencial de desarrollo tecnológico, económico, social y ambiental.

## 5.1. Actividad 1. Actualización de información general de especies potenciales

En la aplicación de la encuesta de identificación y caracterización general de especies potenciales, se obtuvo una tasa de respuesta de 23,6 %, lo que equivale a 50 respuestas de 212 encuestas enviadas. En la **Tabla 12** se presenta el número de respuestas por grupo objetivo.

**Tabla 12.**Respuesta a encuesta por grupos objetivos.

Grupo	Definición	Encuestas respondidas
Empresas	Representantes/miembros de empresas de pequeña, mediana y gran escala que desarrollan acuicultura	10
Servicios Públicos	Representantes/miembros de agencias y servicios del Estado asociados al desarrollo de la acuicultura nacional	8
Consultores	Representantes/miembros de empresas y consultores privados que apoyan y asesoran el desarrollo de la acuicultura	6
Académicos e investigadores	Representantes/miembros de universidades e instituciones que desarrollan conocimiento y tecnología para el desarrollo de la acuicultura	25
Establecimientos Educacionales Técnicos	Representantes/miembros de liceos técnicos que imparten carreras técnicas en acuicultura	1
ONG	Representantes/miembros de organizaciones no gubernamentales	0
OPA	Representantes/miembros de organizaciones de pescadores que desarrollan acuicultura de pequeña escala	0

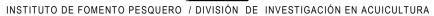
Se identificaron un total de 69 especies potenciales, que corresponden a 28 peces, 19 moluscos, 8 macroalgas, 10 crustáceos, 2 microalgas, 1 equinodermo y 1 tunicado. En la **Tabla 13** se presenta en detalle, el listado inicial de especies potenciales ordenadas por frecuencia de identificación como especie potencial (i.e., preferencia de los encuestados). Se presentan los valores promedios asignados por los encuestados a cada una de las 10 dimensiones consultadas y el TRL. Además, se indica el origen de la especie y si ésta reporta datos de cosechas de acuicultura según datos de SERNAPESCA.



### Tabla 13.

Resumen de respuestas (N= 50) en encuesta de identificación y caracterización general de especies potenciales. Especies están ordenadas de acuerdo a la preferencia o número de veces que fueron identificadas como especie potencial. Números en las dimensiones 1-11, corresponde al promedio de valores asignados por los encuestados. Se indica origen de la especie y si ha presentado o no cosecha desde centros de acuicultura.

	Grupo	Nombre común especie	Nombre científico		2. Sanitarias	3. Tecnología e Ingeniería de cultivo	4. Ventajas competitivas	5. Mercado	6. Impacto socio-económico	7. Normativa y Regulación	8. Cambio climático	9. Desarrollo sustentable	10. Impacto territorial	11. TRL	Origen: Nativa (1) - Exótica (2)	Cosecha acuicultura: Si (1) - No (0)	N° preferencias
1	Moluscos	Ostra japonesa	Crassostrea gigas	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	8	2	1	26
2	Peces	Palometa o Dorado	Seriola lalandi	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	8	1	1	25
3	Peces	Congrio colorado	Genypterus chilensis	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	7	1	1	21
4	Moluscos	Loco	Concholepas concholepas	3	3	3	4	5	5	4	4	4	4	4	1	0	19
5	Peces	Corvina	Cilus gilberti	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	6	1	1	19
6	Macroalgas	Huiro flotador	Macrocystis pyrifera	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	1	1	17
7	Equinodermos	Erizo rojo	Loxechinus albus	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	6	1	1	15
8	Moluscos	Macha	Mesodesma donacium	4	3	3	4	5	5	4	3	4	4	4	1	0	15
9	Macroalgas	Chicorea de mar	Chondracanthus chamissoi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	1	0	14
10	Macroalgas	Cochayuyo	Durvillaea incurvata	4	3	3	4	5	4	4	4	5	4	4	1	0	14
11	Peces	Lenguado fino	Paralichthys adspersus	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	6	1	1	14
12	Peces	Bacalao de profundidad	Dissostichus eleginoides	3	3	2	3	4	3	3	3	3	4	4	1	0	14
13	Macroalgas	Huiro palo	Lessonia trabeculata Seriolella violacea	4	4	4 4	4	4 3	4	4	4	4	4	4 6	1	0	13
15	Peces Peces	Cojinova del norte		4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	5	1	0 0	12
16	Macroalgas	Congrio dorado Luga negra	Genypterus blacodes Sarcothalia crispata	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	6	1	1	11



	ĺ
(FOP)	

17	Macroalgas	Luga roja	Sarcopeltis skottsbergii	4	3	4	4	5	4	4	4	5	4	5	1	1	11	ı
18	Moluscos	Almeja	Ameghinomya antiqua	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	1	Ö	11	
19	Moluscos	Navajuela o Huepo	Ensis macha	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	0	11	
20	Crustáceos	Camarón del rio del norte	Cryphiops caementarius	4	3	4	3	3	4	1	4	3	1	5	1	1	10	
21	Moluscos	Culengue	Gari solida	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	1	Ö	10	
22	Peces	Merluza austral	Merluccius australis	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	1	0	10	
23	Tunicados	Piure	Pyura chilensis	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	5	1	1	10	
24	Crustáceos	Centolla	Lithodes antarctica	3	3	3	4	5	4	4	3	5	4	4	1	Ö	9	
25	Moluscos	Ostión del sur	Chlamys vitrea	4	3	4	3	4	4	1	4	4	3	3	1	1	9	
26	Peces	Hirame	Paralichthys olivaceus	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	7	2	1	9	
27	Peces	Lisa	Mugil cephalus	3	4	3	4	3	3	1	4	4	4	3	1	Ö	9	
28	Peces	Pejerrey chileno	Basilichthys microlepidotus	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	1	0	9	
29	Peces	Puye	Galaxias maculatus	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	5	1	0	8	
30	Moluscos	Taquilla	Mulinia edulis	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	1	0	7	
31	Macroalgas	Pelillo	Agarophyton chilense	4	4	3	4	5	5	4	4	5	5	5	1	1	2	
32	Macroalgas	Luche	Porphyra sp	4	3	4	4	5	5	4	4	5	4	4	1	1	2	
33	Moluscos	Choro araucano	Mytilus galloprovincialis	4	4	3	5	5	5	3	4	5	5	7	2	1	2	
34	Moluscos	Ostión del norte	Argopecten purpuratus	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	7	1	1	2	
35	Moluscos	Choro zapato	Choromytilus chorus	4	4	3	4	4	4	4	5	5	5	6	1	1	2	
36	Moluscos	Juliana	Tawera gayi	3	3	3	3	4	5	5	3	3	5	3	1	0	2	
37	Peces	Congrio negro	Genypterus maculatus	3	3	4	3	3	3	4	4	4	5	6	1	0	2	
38	Peces	Acha	Medialuna ancietae	3	3	3	5	4	5	5	5	5	5	4	1	0	2	
39	Crustáceos	Picoroco	Megabalanus psittacus	4	2	4	3	2	3	3	2	4	4	7	1	0	1	
40	Crustáceos	Camarón del rio del sur	Samastacus spinifrons	4	3	4	4	3	4	3	4	5	5	6	1	0	1 1	
41	Crustáceos	Artemia	Artemia salina	4	5	3	5	4	5	2	5	5	5	4	1	0	1 1	
42	Crustáceos	Centollón	Paralomis granulosa	3	5	3	3	5	5	2	5	5	5	3	1	0	1 1	
43	Crustáceos	Langosta australiana	Cherax teniumanus	4	3	4	5	5	5	2	4	4	5	3	2	0	1 1	
44	Crustáceos	Langosta Juan Fernández	Jasus frontalis	4	3	2	4	5	5	4	4	5	5	3	1	0	1 1	
45	Crustáceos	Camarón de roca	Rinchocynetis typus	4	3	2	4	5	5	4	4	5	5	3	1	0	1 1	
46	Crustáceos	Cangrejo dorado	Chaceon chilensis	4	3	4	3	3	5	2	4	4	5	2	1	0	1	
47	Microalgas	Espirulina	Arthospira platensis	5	5	4	4	3	3	5	5	5	4	8	1	1	1	
48	Microalgas	Haematococcus	Haematococcus pluvialis	5	5	3	4	4	3	5	5	3	4	7	1	1	1 1	
49	Moluscos	Ostra chilena	Ostrea chilensis	5	3	5	5	3	5	4	4	4	5	7	1	1	1 1	
50	Moluscos	Abalón rojo	Haliotis rusfescens	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	2	1	1 1	
51	Moluscos	Caracol Trophon	Trophon geversianus	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	4	1	0	1 1	



### INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

52	Moluscos	Ostión patagónico	Zygochlamys patagonica	5	5	4	5	5	5	2	5	5	5	4	1	0	1	
53	Moluscos	Pulpo rojo patagónico	Enteroctopus megalocyathus	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	1	0	1	
54	Moluscos	Pulpo del norte	Octopus (vulgaris) mimus	4	3	3	4	5	5	5	4	4	5	4	1	0	1	
55	Moluscos	Caracol trumulco	Chorus giganteus	3	3	2	3	4	5	5	3	5	4	4	1	0	1	
56	Peces	Halibut	Hippoglossus hippoglossus	5	5	5	5	5	5	2	3	4	5	8	2	1	1	
57	Peces	Cabrilla común	Paralabrax humeralis	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	7	1	0	1	
58	Peces	Vieja negra	Graus nigra	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	1	0	1	
59	Peces	Vieja colorada	Acanthistius pictus	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	1	0	1	
60	Peces	San Pedro	Oplegnathus fasciatus	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	1	0	1	
61	Peces	Peje perro	Semicosiphus darwini	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	1	0	1	
62	Peces	Apañado	Hemilutjanus macrophthalmos	3	3	5	5	5	5	5	5	5	4	6	1	0	1	
63	Peces	Baunco	Girella laevifrons	3	5	5	4	4	4	5	5	5	4	6	1	0	1	
64	Peces	Tollo	Mustelus mento	3	5	5	4	4	4	5	5	5	4	6	1	0	1	
65	Peces	Carpa	Cyprinus carpio	3	2	4	3	3	3	2	4	3	4	4	2	0	1	
66	Peces	Mahi mahi	Coryphaena hippurus	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	1	0	1	
67	Peces	Anguila	Ophichthus spp.	3	3	3	3	5	4	4	4	4	4	3	1	0	1	
68	Peces	Atún rojo del sur	Thunnus maccoyii	3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	1	2	0	1	
69	Peces	Atún ojo grande	Thunnus obesus	3	5	5	5	4	5	5	5	4	5	1	2	0	1	



Del total de especies identificadas, 9 corresponden a exóticas y 60 a nativas; 23 han reportado al menos una cosecha desde acuicultura y 46 no. Incluso se mencionan especies consolidadas (considerando al menos su historia productiva y volúmenes de cosechas), dentro de la matriz de acuicultura nacional como el pelillo, ostión del norte, ostras, abalón rojo. Las 10 especies que obtienen una mayor preferencia corresponden a: ostra japonesa, palometa o dorado, congrio colorado, loco, corvina, huiro flotador, erizo rojo, macha, chicorea de mar y cochayuyo. Exceptuando las macroalgas, todas estas especies están dentro de las identificadas en el ejercicio del 2015 (**Tabla 2**).

### 5.2. Actividad 2. Preselección de especies potenciales

Una vez obtenido el listado inicial de especies potenciales, se aplicaron criterios de entrada (selección) y salida (exclusión) para seleccionar un grupo menor de especies. De esta forma, al considerar como variables o criterios de selección: Nivel de madurez tecnológica - TRL de al menos 5, Frecuencia de identificación como especie potencial mayor a 7, y la existencia de financiamiento previo de CORFO, se obtuvo un grupo de 14 especies potenciales (**Tabla 14**), correspondiendo a: 5 peces, 4 macroalgas, 2 moluscos, 1 crustáceo, 1 equinodermo y 1 tunicado. Del total de especies, 2 correspondieron a exóticas y 12 a nativas; 9 han reportado al menos una cosecha desde acuicultura y 5 no. De esta forma, especies identificadas con un alto potencial mediante preferencias (**Tabla 13**) tales como: palometa, congrio colorado, loco, corvina, macha, cochayuyo, bacalao de profundidad o huiro palo, no fueron seleccionadas en este grupo, luego de aplicar los criterios de selección y exclusión.



### Tabla 14.

Preselección de 14 especies potenciales. Especies están ordenadas de acuerdo a la preferencia o número de veces que fueron identificadas como especie potencial. Números en las celdas corresponden al promedio de valores asignados por los encuestados a cada dimensión (1-11). Se indica origen de la especie y si ha presentado o no cosecha desde centros de acuicultura.

	Grupo	Nombre común especie	Nombre científico	1. Biológicas	2. Sanitarias	3. Tecnología e Ingeniería de cultivo	4. Ventajas competitivas	5. Mercado	6. Impacto socio-económico	7. Normativa y Regulación	8. Cambio climático	9. Desarrollo sustentable	10. Impacto territorial	11. TRL	Origen: Nativa (1) - Exótica (2)	Cosecha acuicultura: Si (1) - No (0)	N° preferencias
1	Moluscos	Ostra japonesa	Crassostrea gigas	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	8	2	1	26
2	Macroalgas	Huiro flotador	Macrocystis pyrifera	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	1	1	17
3	Equinodermos	Erizo rojo	Loxechinus albus	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	6	1	1	15
4	Macroalgas	Chicorea de mar	Chondracanthus chamissoi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	1	0	14
5	Peces	Lenguado fino	Paralichthys adspersus	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	6	1	1	14
6	Peces	Cojinova del norte	Seriolella violacea	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	6	1	0	13
7	Peces	Congrio dorado	Genypterus blacodes	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	1	0	12
8	Macroalgas	Luga negra	Sarcothalia crispata	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	6	1	1	11
9	Macroalgas	Luga roja	Sarcopeltis skottsbergii	4	3	4	4	5	4	4	4	5	4	5	1	1	11
10	Moluscos	Almeja	Ameghinomya antiqua	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	1	0	11
11	Crustáceos	Camarón del rio del norte	Cryphiops caementarius	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4	5	1	1	10
12	Tunicados	Piure	Pyura chilensis	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	5	1	1	10
13	Peces	Hirame	Paralichthys olivaceus	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	7	2	1	9
14	Peces	Puye	Galaxias maculatus	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	5	1	0	8



**Objetivo específico 2:** Realizar un análisis estratégico multidimensional sobre un grupo de especies seleccionadas.

### 5.3. Actividad 3. Actualización de información detallada de especies seleccionadas

Para las 14 especies seleccionadas (**Tabla 14**), se construyeron fichas de caracterización a través de revisión bibliográfica y consulta directa a expertos. De los 41 expertos consultados, se obtuvo respuesta de 7 (tasa de respuesta de 17 %) (3 peces: lenguado, congrio dorado y puye; 2 moluscos: ostra japonesa y almeja; 1 alga: chicorea de mar; y 1 tunicado: piure). En el **Anexo 2** se presentan las fichas de caracterización de las 14 especies seleccionadas para análisis estratégico y priorización.

### 5.4. Actividad 4. Definición de escenarios para selección y priorización

De un total de 65 variables, 56 fueron consideradas en la aplicación de los escenarios de selección y generación de ranking (**Tabla 15**). Variables no consideradas corresponden principalmente a falta o incerteza en la información disponible o la dificultad de asignar un valor numérico.

En el **Anexo 4** se presentan los escenarios de selección propuestos para priorización de las especies seleccionadas, indicando la ponderación asignada a cada dimensión y variable.

En las **Tabla 16-18**, se presentan los puntajes y posiciones obtenidas por las 14 especies en los 3 escenarios simulados.

Tabla 15.

Dimensiones y variables incluidas en los 3 escenarios de selección. Se indica la ponderación (%) asignada a cada variable dentro de cada dimensión. Ponderación de cada dimensión de acuerdo a escenarios propuesto en **Tabla 7**.

Dimensión	Característica/Variable	Ponderación (%)
Biológicas	Crecimiento en talla/peso	30
	Supervivencia	20
	Manejo y mejoramiento genético	10
	Requerimientos nutricionales	10
	Manejo de reproductores	10
	Producción de larvas y semillas	20
Sanitarias	Enfermedades	40
	Agentes patógenos/parásitos/epibiontes	20
	Medidas o tratamientos curativos	20
	Medidas o tratamientos preventivos	20
Tecnología e Ingeniería de	Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	25
cultivo	Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	20
	Escala de producción actual larvas y semillas	10
	Escala producción actual engorda	10
	Desarrollo de dieta especie-específica	10
	Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	5
	Tamaño de la inversión requerida	5
	Transferencia de la tecnología	10



### INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

	Diagonibilidad da teonología da cultiva para canacia(a)	
	Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	5
Ventajas competitivas	Participación en mercado nacional	25
ventajas competitivas	Participación en mercado internacional	25
	Posición frente a competidores	25
		25
Mercado	Atributos de competitividad  Precio de mercado nacional	10
Mercado		
	Precio de mercado internacional	20
	Tamaño actual del mercado	5
	Tamaño potencial del mercado	20
	Tendencia de la demanda	20
	Variedad de productos y valor agregado	5
	Barreras de entrada	5
	Productos equivalentes o sustitutos	5
	Nivel de competidores	10
Impacto socio-económico	Generación de empleo	40
	Nivel de especialización	20
	Estacionalidad de uso de mano de obra	20
	Desarrollo de proveedores y servicios	20
Normativa y Regulación	Restricciones legales para el cultivo	30
-	Restricciones sanitarias y/o ambientales	15
	Restricción de importación e introducción	15
	Espacio disponible y apto para el cultivo.	40
Cambio climático	Tolerancia y capacidad de adaptación	50
	Aumento de temperatura	20
	Acidificación	10
	Mitigación	20
Desarrollo sustentable	Equidad en ingresos económicos	10
	Mejoras económicas locales	20
	Acceso y seguridad alimentaria	10
	Impacto ambiental	30
	Aceptabilidad social	5
	Economía circular	5
	Enfoque ecosistémico acuicultura	10
	Acuicultura integrada	10
Impacto territorial	Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	50
pasto torritoriai	Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	25
	Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	25
Escala de madurez	Nivel de TRL	100
tecnológica		100
toonorogioa	L	1



### Tabla 16.

Puntajes obtenidos para las 14 especies seleccionadas al aplicar el *Escenario de Selección 1. Certidumbre tecnológica* (i.e., mayor ponderación a las variables y dimensiones tecnológicas y TRL). Especies se ordenan de acuerdo al Puntaje Total obtenido. En negrita se destacan las 7 especies que obtienen mayor puntaje.

Grupo	Nombre común especie	1. BIOLÓGICAS	2. SANITARIAS	3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO	4. VENTAJAS COMPETITIVAS	5. MERCADO	6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO	7. NORMATIVA Y REGULACIÓN	8. CAMBIO CLIMÁTICO	9. DESARROLLO SUSTENTABLE	10. IMPACTO TERRITORIAL	11. TRL	PUNTAJE TOTAL
Moluscos	Ostra japonesa	0,23	0,17	1,25	0,28	0,32	0,16	0,25	0,19	0,17	0,16	0,68	3,84
Moluscos	Almeja	0,19	0,11	1,20	0,40	0,36	0,15	0,25	0,15	0,18	0,18	0,60	3,76
Macroalgas	Huiro flotador	0,19	0,10	1,13	0,30	0,30	0,15	0,25	0,19	0,20	0,16	0,60	3,56
Peces	Hirame	0,18	0,16	0,90	0,33	0,44	0,14	0,13	0,21	0,15	0,20	0,68	3,50
Equinodermos	Erizo rojo	0,16	0,10	1,07	0,35	0,40	0,15	0,25	0,14	0,18	0,18	0,53	3,49
Peces	Lenguado fino	0,17	0,16	0,90	0,35	0,40	0,15	0,18	0,21	0,15	0,20	0,60	3,46
Macroalgas	Luga negra	0,14	0,10	0,84	0,28	0,37	0,13	0,25	0,16	0,19	0,16	0,53	3,12
Peces	Congrio dorado	0,16	0,10	0,80	0,40	0,43	0,18	0,16	0,14	0,14	0,20	0,38	3,08
Macroalgas	Chicorea de mar	0,15	0,09	0,93	0,20	0,33	0,15	0,25	0,16	0,20	0,14	0,45	3,03
Peces	Cojinova del norte	0,15	0,07	0,92	0,20	0,32	0,16	0,20	0,14	0,14	0,15	0,53	2,97
Peces	Puye	0,16	0,15	0,86	0,18	0,38	0,16	0,18	0,14	0,15	0,18	0,45	2,97
Macroalgas	Luga roja	0,14	0,10	0,68	0,28	0,37	0,13	0,25	0,16	0,19	0,16	0,45	2,89
Crustáceos	Camarón rio norte	0,16	0,08	0,86	0,23	0,32	0,14	0,18	0,15	0,17	0,15	0,45	2,88
Tunicados	Piure	0,15	0,10	0,72	0,28	0,32	0,15	0,25	0,14	0,18	0,13	0,45	2,86



### Tabla 17.

Puntajes obtenidos para las 14 especies seleccionadas al aplicar el *Escenario de Selección 2. Impacto económico* (i.e., mayor ponderación a las variables y dimensiones de mercado-competitividad y tecnológicas). Especies se ordenan de acuerdo al Puntaje Total obtenido. En negrita se destacan las 7 especies que obtienen mayor puntaje.

Grupo	Nombre común especie	1. BIOLÓGICAS	2. SANITARIAS	3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO	4. VENTAJAS COMPETITIVAS	5. MERCADO	6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO	7. NORMATIVA Y REGULACIÓN	8. CAMBIO CLIMÁTICO	9. DESARROLLO SUSTENTABLE	10. IMPACTO TERRITORIAL	11. TRL	PUNTAJE TOTAL
Moluscos	Almeja	0,16	0,09	0,80	0,40	1,08	0,13	0,22	0,13	0,15	0,15	0,40	3,71
Peces	Hirame	0,15	0,14	0,60	0,33	1,31	0,12	0,11	0,18	0,13	0,17	0,45	3,68
Moluscos	Ostra japonesa	0,19	0,15	0,83	0,28	0,96	0,14	0,22	0,16	0,14	0,14	0,45	3,65
Equinodermos	Erizo rojo	0,14	0,09	0,71	0,35	1,20	0,13	0,22	0,12	0,15	0,15	0,35	3,60
Peces	Lenguado fino	0,14	0,14	0,60	0,35	1,20	0,13	0,15	0,18	0,13	0,17	0,40	3,59
Macroalgas	Huiro flotador	0,16	0,09	0,75	0,30	0,90	0,13	0,22	0,16	0,17	0,14	0,40	3,41
Peces	Congrio dorado	0,14	0,09	0,53	0,40	1,29	0,15	0,14	0,12	0,12	0,17	0,25	3,40
Macroalgas	Luga negra	0,12	0,09	0,56	0,28	1,10	0,11	0,22	0,13	0,16	0,14	0,35	3,24
Peces	Puye	0,13	0,13	0,57	0,18	1,14	0,14	0,15	0,12	0,13	0,15	0,30	3,14
Macroalgas	Luga roja	0,12	0,09	0,45	0,28	1,10	0,11	0,22	0,13	0,16	0,14	0,30	3,09
Macroalgas	Chicorea de mar	0,12	0,08	0,62	0,20	0,98	0,13	0,22	0,13	0,17	0,12	0,30	3,06
Peces	Cojinova del norte	0,13	0,06	0,61	0,20	0,96	0,14	0,17	0,12	0,12	0,13	0,35	2,99
Tunicados	Piure	0,13	0,09	0,48	0,28	0,95	0,13	0,22	0,12	0,16	0,11	0,30	2,94
Crustáceos	Camarón rio norte	0,14	0,07	0,57	0,23	0,96	0,12	0,16	0,13	0,15	0,13	0,30	2,94



#### Tabla 18.

Puntajes obtenidos para las 14 especies seleccionadas al aplicar el *Escenario de Selección 3. Acuicultura 2.0.* (i.e., mayor ponderación a las variables y dimensiones tecnológicas, mercado y oportunidades en escenarios de cambio climático y desarrollo sustentable). Especies se ordenan de acuerdo al Puntaje Total obtenido. En negrita se destacan las 7 especies que obtienen mayor puntaje.

Grupo	Nombre común especie	1. BIOLÓGICAS	2. SANITARIAS	3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO	4. VENTAJAS COMPETITIVAS	5. MERCADO	6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO	7. NORMATIVA Y REGULACIÓN	8. CAMBIO CLIMÁTICO	9. DESARROLLO SUSTENTABLE	10. IMPACTO TERRITORIAL	11. TRL	PUNTAJE TOTAL
Moluscos	Ostra japonesa	0,19	0,14	0,83	0,12	0,48	0,13	0,21	0,56	0,50	0,14	0,45	3,75
Moluscos	Almeja	0,16	0,09	0,80	0,17	0,54	0,13	0,21	0,45	0,53	0,15	0,40	3,62
Peces	Hirame	0,15	0,13	0,60	0,14	0,65	0,12	0,11	0,63	0,45	0,17	0,45	3,60
Macroalgas	Huiro flotador	0,16	0,08	0,75	0,13	0,45	0,13	0,21	0,56	0,59	0,14	0,40	3,59
Peces	Lenguado fino	0,14	0,13	0,60	0,15	0,60	0,13	0,15	0,63	0,46	0,17	0,40	3,55
Equinodermos	Erizo rojo	0,13	0,08	0,71	0,15	0,60	0,13	0,21	0,42	0,53	0,15	0,35	3,45
Macroalgas	Luga negra	0,11	0,08	0,56	0,12	0,55	0,11	0,21	0,47	0,56	0,14	0,35	3,25
Macroalgas	Chicorea de mar	0,12	0,08	0,62	0,08	0,49	0,13	0,21	0,47	0,59	0,12	0,30	3,19
Peces	Congrio dorado	0,13	0,08	0,53	0,17	0,65	0,15	0,13	0,42	0,43	0,17	0,25	3,11
Macroalgas	Luga roja	0,12	0,08	0,45	0,12	0,55	0,11	0,21	0,47	0,56	0,14	0,30	3,09
Peces	Puye	0,13	0,13	0,57	0,07	0,57	0,13	0,15	0,42	0,45	0,15	0,30	3,07
Crustáceos	Camarón rio norte	0,13	0,07	0,57	0,09	0,48	0,12	0,15	0,45	0,51	0,13	0,30	3,00
Tunicados	Piure	0,13	0,08	0,48	0,12	0,47	0,13	0,21	0,42	0,55	0,11	0,30	2,99
Peces	Cojinova del norte	0,13	0,06	0,61	0,08	0,48	0,13	0,17	0,42	0,42	0,13	0,35	2,98

Al aplicar los 3 escenarios se observa que 6 especies se repiten en la selección (ostra japonesa, almeja, huiro flotador, hirame, erizo rojo, lenguado fino), aunque con distinto orden (**Tabla 19**). Luga negra es seleccionada en el escenario 1 y 3, y congrio dorado en el 2. Ostra japonesa y almeja se posicionan entre los 3 primeros lugares en los 3 escenarios (**Tabla 19**).

Finalmente, se seleccionaron para continuar con el análisis estratégico las 8 especies que se obtienen al aplicar los 3 escenarios y priorizar los primeros 7 puntajes.



Tabla 19.

Ranking de especies según escenario de selección. Especies se ordenan de acuerdo al Puntaje Total obtenido. Para facilitar la comprensión y posición en los distintos escenarios, a cada especie se le asigna un color.

Ranking	Escenario 1 Certidumbre tecnológica	Puntaje Total	Escenario 2 Impacto económico	Puntaje Total	Escenario 3 Acuicultura 2.0	Puntaje Total
1	Ostra japonesa	3,84	Almeja	3,71	Ostra japonesa	3,75
2	Almeja	3,76	Hirame	3,68	Almeja	3,62
3	Huiro flotador	3,56	Ostra japonesa	3,65	Hirame	3,60
4	Hirame	3,50	Erizo rojo	3,60	Huiro flotador	3,59
5	Erizo rojo	3,49	Lenguado fino	3,59	Lenguado fino	3,55
6	Lenguado fino	3,46	Huiro flotador	3,41	Erizo rojo	3,45
7	Luga negra	3,12	Congrio dorado	3,40	Luga negra	3,25

# 5.5. Actividad 5. Análisis estratégico multidimensional para especies seleccionadas

En la **Tabla 20** se presenta un resumen de los 4 talleres de expertos ejecutados en formato telemático durante el mes de diciembre del 2022, y que corresponden al análisis estratégico para las 8 especies seleccionadas (**Tabla 19**). En el **Anexo 3**, se adjunta los verificadores de los 4 talleres.

**Tabla 20.**Resumen de ejecución de talleres estratégicos.

Taller	Especies	Fecha	Total Invitados	Total Asistentes	Asistentes Expertos
1	Peces planos (hirame, lenguado)	21/12/2022	27	17	10
2	Algas (huiro, luga roja)	21/12/2022	28	14	7
3	Bivalvos (almeja, ostra japonesa)	22/12/2022	26	21	14
4	Congrio dorado	22/12/2022	21	17	10
5	Erizo	27/12/2022	23	15	9

En el **Anexo 5**, se adjunta en extenso los resultados del análisis estratégico para cada una de las 8 especies. En las **Tablas 21-28**, se presentan un resumen de los principales elementos a destacar del análisis estratégico para cada especie, obtenidos a partir de los talleres, revisión-análisis bibliográfico-documental y consulta a expertos.



# 5.5.1. Hirame - Paralichthys olivaceus

**Tabla 21.**Resumen de resultados del análisis estratégico para la especie hirame *Paralichthys olivaceus*.

ANALISIS FODA			
Fortalezas (I)	Debilidades (I)		
-Especie de rápido crecimiento en cultivo	-En la actualidad no existe plantel reproductivo		
-Especie con un alto reconocimiento del mercado y	-Inexistencia de dietas especie-especificas		
culinario			
-Alto valor económico			
-Mercado mundial en expansión			
-Experiencia y capacidades de instituciones en el			
desarrollo del cultivo de esta especie			
On anti-mide dee (E)	Λ		
Oportunidades (E)	Amenazas (E)		
-Aprovechamiento de condiciones geográficas en el norte de Chile -Desarrollo de mercados regionales (América) -Aprovechar avances en desarrollos tecnológicos internacionales	-Aceptabilidad social por ser especie exótica -Eventuales demoras en procesos de importación -En el norte aún existe baja disponibilidad y logística de empresas de servicios e insumos para la acuicultura -Incerteza respecto a espacios para el cultivo		

# FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL

- -En la actualidad, no existe producción de juveniles ni engorda. Tampoco existe plantel reproductivo.
- -Especie ya fue introducida y hubo producción en Chile, por lo tanto, está autorizada su importación (Resolución Exenta № 2662, SUBPESCA).
- -Expertos indican que la aclimatación es rápida y en menos de 6 meses se puede iniciar la reproducción.

# PRINCIPALES BRECHAS A RESOLVER

- -Diseño y producción de dietas especie-especifico.
- -Definir modelo de negocios.
- -Formación y consolidación de plantel reproductivo.

- -Importación de ejemplares para formación de plantel reproductivo.
- -Generación de planta piloto para investigación y producción de dietas específicas con insumos locales y/o regionales.
- -Articular modelo de producción para pequeñas y medianas empresas de engorda.



# 5.5.2. Lenguado fino - Paralichthys adspersus

#### Tabla 22.

Resumen de resultados del análisis estratégico para la especie lenguado fino Paralichthys adspersus.

ANALISIS	FODA	
Fortalezas (I)	Debilidades (I)	
-Existe desarrollo de tecnología para la reproducción controlada, obtención de larvas y alevines, y para la etapa de pre-engorda a escala experimental y pilotoEspecie con un alto reconocimiento del mercado nacional y culinario -Alto valor económico	-Baja tasa de crecimiento -En la actualidad no existe plantel reproductivo -Inexistencia de dietas especie-especificas -Potencial en mercado internacional no está bien definido	
Oportunidades (E)	Amenazas (E)	
-Se puede cultivar en sistemas RAS -Aprovechamiento de desarrollos internacionales en peces planos -Mercado internacional de peces planos en expansión -Especie candidata para programas de repoblación	-Perú está invirtiendo en el desarrollo del cultivo -En el norte aún baja disponibilidad y logística de empresas de servicios e insumos para la acuiculturaIncerteza respecto a espacios para el cultivo	

#### FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL

- -En la actualidad, no existe producción de juveniles ni engorda. Tampoco existe plantel reproductivo.
- -Especie requiere de autorización de Pesca de Investigación para obtención de reproductores.

#### PRINCIPALES BRECHAS A RESOLVER

- -Mejorar conocimiento sobre mecanismos y variables que determinan aún una baja tasa de crecimiento
- -Diseño y producción de dietas especie-especifico.
- -Definir modelo de negocios.
- -Formación y consolidación de plantel reproductivo.

- -Desarrollo de un programa de selección y mejoramiento genético para mejorar la productividad de cultivo
- -Desarrollo de un programa de I+D+i+TT (Transferencia Tecnológica) con metas definidas. que incluya la cooperación entre Instituciones del Estado, Universidades y privados para consolidar su acuicultura a mediano plazo.
- -Generación de planta piloto para investigación y producción de dietas específicas con insumos locales y/o regionales.
- -Diseño e implementación de hatcheries regionales o macrozonales (con aporte de financiamiento estatal) para fomento a la APE y repoblación de la especie.
- -Articular modelo de producción para pequeñas y medianas empresas de engorda.



# 5.5.3. Congrio dorado - Genypterus blacodes

#### Tabla 23.

Resumen de resultados del análisis estratégico para la especie congrio dorado *Genypterus blacodes*.

ANALISIS FODA			
Fortalezas (I)	Debilidades (I)		
-Existencia de plantel de reproductores -Especie equivalente a congrio colorado, por lo tanto, hay una alta sinergia y eventual transferencia (tecnología, RRHH) de los desarrollos en esta especieExiste proyección creciente de la demanda tanto a nivel nacional como internacionalEspecie con un alto reconocimiento del mercado nacional y culinario -Alto valor económico	-Se requiere mejorar las tasas de metamorfosis -Pocas experiencias productivas y de engorda -Poca información científica y tecnológica de la especie y su cultivo -Modelo de negocio poco claro, en comparación al congrio colorado.		
Oportunidades (E)	Amenazas (E)		
-Se puede cultivar en sistemas RAS -Oportunidades de cultivo en la zona sur de Chile (por temperatura agua)Aprovechamiento de desarrollos en congrio colorado -Especie candidata para programas de repoblación -Demanda de mercado insatisfecha de especies equivalentes -Chile es el único país con un desarrollo en la acuicultura de "congrios"	-Limitación de obtención de permisos o concesiones para cultivos en mar -Entrada al mercado de otros países con especies subantárticas		

#### FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL

-En la actualidad, no existe producción de juveniles ni engorda, pero si existe un plantel reproductivo en mantención.

# PRINCIPALES BRECHAS A RESOLVER

- -Consolidar cultivo en etapa de engorda y metamorfosis
- -Diseño y producción de dietas especie-especifico.
- -Definir modelo de negocios.

- -Potenciar planteles reproductivos, orientando también su desarrollo a la zona sur y austral, para aprovechar las cadenas logísticas y encadenamientos productivos que otorga la industria del salmón.
- -Desarrollar un programa de desarrollo y consolidación tecnológica aprovechando los avances y desarrollos generados en congrio colorado.



# 5.5.4. Ostra japonesa - Crassostrea gigas

#### Tabla 24.

Resumen de resultados del análisis estratégico para la especie ostra japonesa Crassostrea gigas.

ANALISIS FODA			
Fortalezas (I)	Debilidades (I)		
<ul> <li>-Especie con un alto nivel de madurez tecnológica, incorporada hace décadas a la matriz de acuicultura nacional.</li> <li>-Costo de producción bajo respecto a la piscicultura -Alta tolerancia ambiental</li> <li>-Existencia de planteles reproductivos y empresas/instituciones que potencialmente pueden aumentar la producción de semillas</li> <li>-Precio en aumento en los últimos años</li> </ul>	-Inexistencia de programas de desarrollo, inversión e investigación de mediano y largo plazo -Heterogeneidad en la calidad de las semillas producidas -Incerteza en los volúmenes y costos productivos de hatchery -Faltan estudios de mercado actualizados sobre el crecimiento o proyecciones de la demanda nacional de ostra		
Oportunidades (E)	Amenazas (E)		
-Disponibilidad de espacio para cultivos en concesiones y AMERB bajo esquema APE -Explorar cultivos intermareales -Mercado nacional e internacional de las ostras en expansión -Explorar mercados internacionales -Potencial nicho de negocios asociados a la venta y exportación de larvas y semillas (similar a lo desarrollado por CULTIMAR) -Desarrollo de comercializadoras de productos del mar con valor agregado, bajo un modelo cooperativo	-Restricciones sanitarias y de metales pesados puede frenar comercialización a mercados internacionales		

# FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL

- -Existen planteles reproductivos y empresas/instituciones (3-4) que están produciendo larvas y semillas.
- -Un número mayor de ostricultores están haciendo engorda y otro número no determinado, está realizando APE experimental con esta especie.

# PRINCIPALES BRECHAS A RESOLVER

- -Estandarizar y mejorar calidad de semillas
- -Estudios sanitarios y de metales pesados para entrada a nuevos mercados

- -Programas de apoyo a iniciativas de producción en hatcheries para el abastecimiento local de semilla para APE.
- -Desarrollo de alianzas o modelos de negocios donde hatcheries abastezcan centros de fijación remota, que requieren de mucho menores costos de implementación y operación.



# 5.5.5. Almeja - Ameghinomya antiqua

 Tabla 25.

 Resumen de resultados del análisis estratégico para la especie almeja Ameghinomya antiqua.

ANALISIS FODA			
Fortalezas (I)	Debilidades (I)		
-Tecnología de cultivo larval, juveniles y pre-engorda se ha desarrollado a través de proyectos de investigación y en varias instituciones. Experiencias de engorda son más acotadasCultivo de engorda se puede realizar en sistemas suspendidos y de fondo, aunque orientado a distintos productosExistencia de mercado nacional e internacional de almejas	-Inexistencia de plantel de reproductores -Falta de continuidad en proyectos de investigación tecnológica desarrollados anteriormente -Faltan estudios de mercado y para estimar rentabilidad de los cultivos en sus distintas fases		
Oportunidades (E)	Amenazas (E)		
-Su cultivo de engorda se puede desarrollo bajo el esquema APE -Se pude aprovechar instalaciones de cultivo ociosas de otros moluscos filtradores (e.g., mitílidos) -Especie candidata para programas de repoblación -Acortar el periodo de cultivo produciendo formato "baby clam"	-Acuicultura de almejas en Europa -Poca claridad normativa para cultivos de fondo o en AMERB		

# FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL

- -No hay producción, sólo mantención de ejemplares para darle continuidad al cultivo.
- -Se identifican al menos 4 instituciones nacionales que han realizado desarrollos en investigación y tecnología de cultivo de almejas.

#### PRINCIPALES BRECHAS A RESOLVER

- -Masificación del cultivo de engorda en sistemas suspendidos o de fondo
- -Estudios sanitarios para apoyar la producción en hatchery

- -Realizar un estudio de mercado que permita definir posibles compradores. Además de difusión de atributos de esta especie para potenciar el consumo de almejas en el mercado local.
- -Desarrollar un programa de consolidación tecnológica que integre el conocimiento, experiencia y desarrollos de los proyectos e instituciones que ya han trabajado con esta especie y otros moluscos bivalvos enterradores (e.g., culengue, taquilla, huepo).
- -Diseño e implementación de hatcheries regionales o macrozonales (con aporte de financiamiento estatal) para fomento a la APE y repoblación de la especie.



# 5.5.6. Huiro flotador o canutillo - Macrocystis pyrifera

# Tabla 26.

Resumen de resultados del análisis estratégico para la especie huiro flotador o canutillo Macrocystis pyrifera.

ANALISIS FODA			
Fortalezas (I)	Debilidades (I)		
-Buen conocimiento del ciclo de vida y de cultivo -Especie con una alta tasa de crecimiento en engorda en el mar -Facilidad y baja inversión para cultivos en mar -Especie generalmente utilizada en estrategias de aprovechamiento y reducción de nutrientes (especie bio-extractora)	-El crecimiento y productividad es afectado por variaciones interanuales y geográficas -Bajo desarrollo de productos y valor agregado -Bajo valor comercial -Bajo rendimiento de alginatos respecto a otras especies de huiro -Poco interés de acuicultores por cultivar especie -Periodo acotado para cultivar en mar respecto a otros grupos de especies (e.g., peces, moluscos) dado las condiciones de temperatura, radiación, epibiontes.		
Oportunidades (E)	Amenazas (E)		
-Espacio potencial disponible para su cultivo a lo largo de Chile, bajo esquema APE en concesiones, AMERB y aprovechamiento de concesiones de acuicultura de industria del salmón para cumplir con producción mínima -Oportunidad de incorporarse al mercado de los bioestimulantes y de forraje (ensilaje) para alimentación animal -Desarrollo de productos para alimentación humana -Especie candidata a proyectos de repoblación y restauración ecológica -Potencial para desarrollos de mercados en base a bonos de carbono y carbono azul -Existencia de Núcleo Milenio de Agronomía Marina de Algas (MASH), que corresponde a un proyecto de investigación dedicado a generar conocimiento esencial para futuras innovaciones en producción de macroalgas, incluyendo a esta especie.	-Costos de producción no permite competir con extracción desde praderas naturales -Estado actual del cultivo del abalón no fomenta su cultivo -No se valoran culturalmente las algas como una fuente de alimentos en Chile -Efectos aún poco conocidos del calentamiento global sobre la fisiología y distribución de la especie		

# FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL

- -Hay producción de plántulas vía esporocultivo por parte de privados y universidades.
- -Implementación de cultivos experimentales de engorda-crecimiento en mar asociados a proyectos APE y salmonicultura.
- -Se identifican al menos 5 instituciones nacionales que realizan o han realizado desarrollos en investigación y tecnología de su cultivo.



# PRINCIPALES BRECHAS A RESOLVER

- -Tecnificar el cultivo masivo en mar (sistemas de siembra y cosecha)
- -Estandarizar la producción en hatchery para disminuir rendimientos productivos en mar.
- -Desarrollo de nuevos productos y valor agregado para aumentar el valor comercial del alga de cultivo.
- -Respuesta del cultivo ante escenarios de cambio climático.

# PRINCIPALES ACCIONES/ESTRATEGIAS PARA CONSOLIDAR ACUICULTURA

- -Explorar participación en mercados alternativos (bonos de carbono, carbono azul).
- -Implementar proyectos de escalamiento de cultivos.

# 5.5.7. Luga negra - Sarcothalia crispata

Tabla 27.

Resumen de resultados del análisis estratégico para la especie luga negra Sarcothalia crispata.

ANALISIS FODA				
Fortalezas (I)	Debilidades (I)			
-Se ha realizado desarrollo de cultivo en hatchery como en cultivo en mar en el marco de proyectos de investigación o acuicultura experimentalProducción de biomasa dirigida actualmente a una demanda bien definida (producción de carragenina).	-Crecimiento lento en comparación a huiro -Ciclo de vida complejo (trifásico isomórfico) -Se conoce poco de las características bioquímicas o de compuestos activos que puedan orientar el uso de algas carragenófitas hacia usos diferentes de la elaboración de carrageninasPeriodo acotado para cultivar en mar respecto a otros grupos de especies (e.g., peces, moluscos) dado las condiciones de temperatura, radiación, epibiontes.			
Oportunidades (E)	Amenazas (E)			
-Luga de cultivo tiene mayor rendimiento de gel (carragenano) y por lo tanto puede tener mayor valor comercial.  -Demanda establecida y creciente por empresas elaboradoras de carragenanos en Chile.  -Demanda creciente de carrageninas como aditivo en la industria de alimentos  -Espacio potencial disponible para su cultivo a lo largo de Chile, bajo esquema APE en concesiones y AMERB del sur de Chile.  -Especie candidata a proyectos de repoblación	-Cultivos de algas carragenófitas de buena calidad en otros países -Costos de producción no permite competir con extracción desde praderas naturales			
FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL				
-No existe producción de plántulas en hatchery, ni cultivos en el mar.				



-Se identifican al menos 3 instituciones nacionales que realizan o han realizado desarrollos en investigación y tecnología de su cultivo.

# PRINCIPALES BRECHAS A RESOLVER

- -Tecnificar y masificar el cultivo masivo en mar (sistemas de siembra y cosecha)
- -Estandarizar la producción en hatchery para disminuir rendimientos productivos en mar.

# PRINCIPALES ACCIONES/ESTRATEGIAS PARA CONSOLIDAR ACUICULTURA

- -Implementar proyectos de escalamiento de cultivos.
- -Desarrollar programas de consolidación tecnológica con privados (industria de las carrageninas) y universidades e institutos que han desarrollado investigación y tecnología.

# 5.5.8. Erizo rojo - Loxechinus albus

 Tabla 28.

 Resumen de resultados del análisis estratégico para la especie erizo rojo Loxechinus albus.

ANALISIS FODA	
Fortalezas (I)	Debilidades (I)
<ul> <li>-Las tecnologías de cultivo de larvas, juveniles y engorda se encuentran desarrolladas en el marco de numerosos proyectos de investigación.</li> <li>-Existencia de numerosas publicaciones sobre biología y cultivo de la especie.</li> <li>-Chile, principal exportador de erizos a nivel mundial.</li> <li>-Mercado internacional consolidado.</li> <li>-Alto valor económico a nivel internacional y local</li> </ul>	-Bajas tasas de crecimiento (> 3 años para alcanzar tamaño de comercialización)Falta formulación de alimento específico para las diferentes etapas del cultivoMayores costos de producción respecto a cultivos de otros invertebrados.
Oportunidades (E)	Amenazas (E)
-Hay oportunidades de mejorar (masificar) la producción de semilla y reducir costos de producciónExistencia de capacidades instaladas y RRHH para investigación y producción en hatchery -Opción de engorda de 2-3 meses para mejorar calidad y rendimiento de la gónada y aumentar valor comercialEspecie frecuentemente objetivo de proyectos de repoblación.	-Regulación de las pesquerías del erizo afecta precios de mercadoTrabajo aislado entre las instituciones y con la misma especie., se debería trabajar en conjunto de manera eficientePérdida de equipos humanos e infraestructura con experiencia en el tema por no contar con líneas de investigación a largo plazo.

# FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL

- -Producción permanente en UNAB (50 100.000 semillas), Fundación Chinquihue (10 20.000 semillas) y UCN.
- -Se identifican al menos 6 instituciones nacionales que realizan o han realizado desarrollos en investigación y tecnología de su cultivo.



# PRINCIPALES BRECHAS A RESOLVER

- -Desarrollo de análisis costo-producción y/o bio-económicos para diferentes etapas del cultivo.
- -Evaluación técnica y económica de proyectos de repoblación.
- -Estrategias de alimentación de término para aumentar y mejorar la calidad de las gónadas.

- -Estrategia mixta (repoblación y cultivo), producción de semillas y repoblamiento para mantención de bancos naturales.
- -Desarrollar un programa de consolidación tecnológica que integre el conocimiento, experiencia y desarrollos de los proyectos e instituciones que ya han trabajado con esta especie.
- -Diseño e implementación de hatcheries regionales o macrozonales (con aporte de financiamiento estatal) para fomento a la APE y repoblación de la especie.



# **Objetivo específico 3:**

Entregar antecedentes para un grupo de especies seleccionadas, que permitan una aproximación inicial respecto a: modelo de negocio para comercialización, descripción de sub-sectores afectados e involucrados con su desarrollo, y estimación de recursos financieros para alcanzar un desarrollo TRL 8 o 9.

# 5.6. Actividad 6. Estudio preliminar del potencial modelo de negocio para comercialización, impacto sectorial, e inversión para alcanzar desarrollo tecnológico TRL 8 o 9

Se presentan los resultados de 7 de las 8 especies seleccionadas en el objetivo 2. Para el caso de luga negra solo se presenta información y resultados respecto a actualización del Nivel de Madurez Tecnológica.

# 5.6.1. Hirame - Paralichthys olivaceus

El hirame (*Paralichthys olivaceus*), originario de Japón, es actualmente uno de los peces planos con más demanda, dado que su carne es muy apreciada para la preparación de alimentos como el sushi. Por lo que encuentra un gran mercado en Japón, además de USA, Perú, Brasil y Argentina.

Al ser una especia semitropical el desarrollo de su cultivo necesita de temperaturas entre 18 a 21° C. Por ello las regiones del norte de Chile son consideradas las más apropiadas para las instalaciones de cultivo. Alcanza su talla comercial entre los 14 y 18 meses. Para hirame se ha reportado un crecimiento máximo de 1 metro de largo y 10 kg de peso (Bachsmann & Honorato 2016).

Los esfuerzos tendientes a diversificar la matriz productiva del cultivo de peces han sido llevados a cabo mediante la internación de nuevas especies que poseen un mercado reconocido a nivel mundial. Debido, fundamentalmente, a los promisorios rendimientos económicos que se podrían obtener por el alto precio que pueden alcanzar internacionalmente. Entre éstas se encuentran el turbot (*Psetta maxima*) el hirame (*P. olivaceus*) y halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). El desarrollo de tecnología para la reproducción y la engorda de estas especies en Chile ha sido exitoso. En este mismo contexto también se han hecho esfuerzos de diversificación con especies chilenas como el lenguado fino (*P. adspersus*).

El cultivo tradicional de peces planos se lleva a cabo en estanques en tierra, donde se pueden producir volúmenes considerables, a través de sistemas de cultivo intensivo con sistemas de recirculación de agua para acuicultura (RAS, por sus siglas en inglés). Esta tecnología consigue unas condiciones de crecimiento óptimas a través del ciclo de producción y en consecuencia una mayor producción. El tamaño de los tanques de engorda puede variar dependiendo de la escala de la producción.

# 5.6.1.1. Mercado y Modelo de negocio

#### Análisis de mercados potenciales (nacional e internacional)

Como la orientación al mercado requiere de un mecanismo para identificar las necesidades potenciales, claramente es necesario el análisis de los mercados, evaluando, e interpretando la actitud

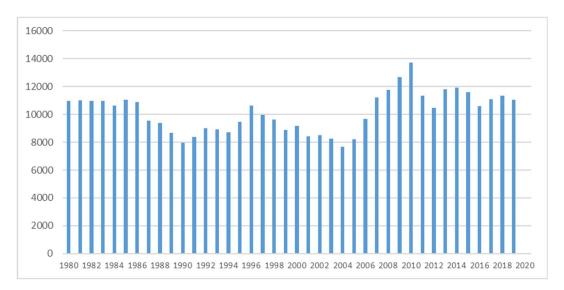


y el comportamiento del consumidor potencial. Por lo tanto, en este análisis se sistematizan algunos elementos del conocimiento del mercado mundial de hirame y se ponen en contexto para el análisis del real potencial, aporte y viabilidad de este recurso en la diversificación acuícola chilena.

Hirame se ha convertido en uno de los peces planos más valorados, debido a su alta tasa de crecimiento y una gran eficiencia de la alimentación reflejado en una buena tasa de conversión, además de tolerancia a los cambios en la temperatura del agua y gran resistencia a las enfermedades (FAO 2018).

Históricamente la industria coreana de pescados y mariscos ha dependido de la captura silvestre (**Figura 2**), y desde el desarrollo de las técnicas de cultivo para hirame, esto ha ido cambiando. Hoy esta especie se cultiva intensivamente, desde donde se exporta mayoritariamente a Japón, en formato vivo. La producción acuícola coreana actualmente ronda las 45.000 toneladas. Al inicio del desarrollo del cultivo, existían tasas de mortalidad estacional que oscilaban entre el 40-70 %, en la actualidad la mortalidad aproximadamente al 10 % (ICEX 2021).

A partir de 1990, Corea del sur se incorporó a la producción con un volumen inicial de 1.037 toneladas anuales, para los años 2000 a 2009 la producción mantuvo una tendencia creciente, aumentando un 287%. En los años 2010 y 2011, se evidenció una reducción de la oferta del orden del 33%, alcanzando las 38.000 toneladas anuales en 2011. Luego se incrementaría un 22% en 2012, y retomaría su tendencia positiva en 2013 y 2014 (**Figura 3**). El cultivo del hirame ha sido apoyado en Corea, mediante políticas de gobierno enfocadas en la producción de especies de alto valor. En Corea el precio ronda entre US\$13 a US\$15/kg (ICEX 2021).



**Figura 2**. Evolución de la captura pesquera del hirame en Corea del Sur periodo 1980-2020 (t) (Fuente: FAO 2023).

Históricamente, los más grandes productores mundiales han sido Corea del Sur y Japón, con 37.250 y 2.200 toneladas respectivamente para el año 2018. Para el año 2022 el productor más importante de esta especie sigue siendo Corea del Sur con un 8.2% de la producción mundial, siendo el 90% proveniente de la acuicultura con 45.000 toneladas anuales (**Figura 3**). El hecho que en los últimos



20 años el volumen anual creció alrededor de 181% y que el precio variara entre US\$13/kg y US\$18/kg, permite sugerir que existe demanda abundante para el producto.

Algo que impactará la industria acuícola del hirame es el anuncio de la empresa coreana BluGen que recibió una subvención de US\$ 3,2 millones, del gobierno coreano para comenzar la construcción de una mega instalación RAS con capacidad de producción de 1.000 toneladas anuales. Además, contempla el objetivo de introducir genómica y tecnología de reproducción más sofisticadas, así como tecnología de sistemas acuícolas de recirculación (RAS). La construcción de esta instalación y la operación del hatchery, está completa en un 60 % y se espera que el primer batch de producción comience en el cuarto trimestre de 2023. BluGen proyecta una producción de hasta 80 millones de juveniles anuales<sup>4</sup>.

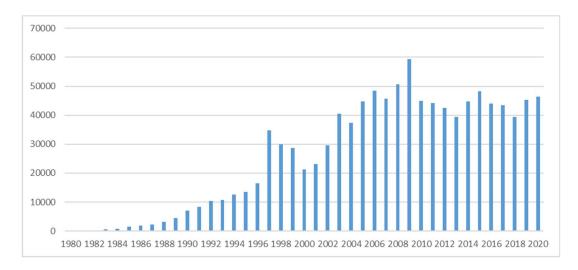


Figura 3. Evolución de la producción acuícola de hirame en Corea del Sur periodo 1980-2020 (t) (Fuente:FAO 2023).

#### Análisis de mercado objetivo

En términos de mercado objetivo para hirame cultivado en Chile, una buena alternativa serían los distribuidores de "Seafood" en USA, Japón y Brasil, en donde se consume una gran cantidad de productos acuícolas y la mayor cantidad de hirame. En el caso de Brasil se encuentra la mayor colonia japonesa en el mundo, por lo que los especímenes tradicionales de la comida japonesa son muy cotizados. Hirame se consume de múltiples maneras, pero destaca en sushi y sashimi. El consumo per cápita en Japón se puede estimar en 10,3 Kg al año, lo cual permite extrapolar al consumo de pescado per cápita estimado a los mercados objetivos donde habitan inmigrantes japoneses y asiáticos en general.

El análisis del mercado actual nos indica que el principal foco estaría en la costa oeste de USA que, por razones asociadas a migraciones asiáticas, reconoce a hirame como uno de los más preciados peces planos de la actualidad. Dada la popularidad de la comida japonesa en dicha costa es uno de

-

<sup>4</sup> https://info-ras.cl/en-corea-produciran-lenguado-en-ras/



los pescados más demandados, cuya ausencia es reemplazada por especies de lenguados locales y silvestres, de presencia restringida y controlada por programas de control de captura. Esto hace que en ciertas épocas de mayor demanda (noviembre a marzo), no se encuentre en el mercado el lenguado silvestre (*Paralichthys dentatus*) (Bachsmann & Honorato 2016).

Otro interesante mercado potencial para esta especie lo constituye Brasil, con una masiva colonia japonesa en Sao Paulo (más de 1 millón de habitantes), de alto poder adquisitivo, así como otras colonias asiáticas, en otras ciudades de la costa de Brasil.

En mercados asiáticos como los de Japón y Corea del sur, donde se consume masivamente hirame, también existe una oportunidad de negocio debido a una alta demanda no satisfecha. Sin embargo, la mayor dificultad es el costo de distribución, lo que haría inviable la competencia en términos de precio y calidad con productores cercanos. La idea de la instalación de una industria de hirame en la zona norte del país es aprovechar la ubicación geográfica para poder satisfacer las necesidades, a menor costo, de los más importantes consumidores de comida japonesa como lo son los mercados de Brasil y USA.

En el año 2018 la estimación de demanda mundial de hirame fue de alrededor de 67.000 toneladas de las cuales casi el 80% son de origen acuícola. Con un precio que varía entre los US\$13 a US\$18/kg (pues el precio varía dependiendo si el producto es fresco, entero, fileteado, etc.) y que constituye un mercado del orden de US\$715 millones aproximadamente. Solo en USA la comunidad coreana demanda aproximadamente 311 toneladas por año. Las importaciones de hirame coreano a USA cobraron importancia a partir de 2008 y los envíos se incrementaron en el 2012. Subsecuentemente en el 2018 aumentó un 701%, bajando luego, como efecto de la pandemia. Las exportaciones de hirame son mayoritariamente fresco refrigerados y con un precio estabilizado de US\$15/kg.

Las exportaciones de peces planos hacia Europa, en general, consisten en producto fresco o refrigerado. El volumen de exportaciones de estos productos disminuyó durante el periodo 2015-2018. La subida de precios ayudó a mantener el valor total, que aumentó ligeramente durante este periodo, por lo que el mercado europeo no se ve como un mercado objetivo fácil de alcanzar para el hirame producido en Chile.

#### Modelo de negocios primario

El modelo de negocios va por una propuesta de valor, que resalte las ventajas comparativas que reúnen las características ideales de cultivo de esta especie con las características climáticas de la zona norte de Chile. Esta ventaja geográfica cumple con aspectos ambientales y climáticos para el cultivo y además, debido a su ubicación, facilita aspectos logísticos de acceso a mercados objetivos en América. Otro aspecto clave que favorece el desarrollo industrial del cultivo de hirame es la posibilidad de ser cultivado en RAS. Esto debiera acercar su cultivo, a un modelo amigable con el medio ambiente, con baja huella de agua

En el proceso de cultivo y producción de esta especie se dan las siguientes etapas que deben incorporarse al modelo productivo (UNAP 2015):

#### Etapa Hatchery

Desde la eclosión hasta los 15 días, las larvas desarrollan lo que se denomina fase larval temprana. Las larvas muestran una fuerte actividad de natación y caza, alimentándose principalmente con dietas



vivas enriquecidas. Desde los 15 a los 30 días, básicamente durante el periodo de metamorfosis, diferenciamos lo que se denomina fase larval tardía. Durante este periodo completan la metamorfosis, cambian su estrategia de vida, y son alimentadas con dieta inerte.

# Etapa Nursery

Desde los 30 a los 50 días, los peces están en la fase post larval. Se posan en el fondo, ya con apariencia típica de pez plano. Adquieren su estado bentónico y son alimentados exclusivamente con dieta inerte. Los juveniles se mantienen en las mismas condiciones hasta llegar a 100 días de edad, momento en que tienen un peso aproximado de 5 a 7 g.

# Etapa Pre-engorda

Fase característica del cultivo de peces planos, desarrollada en condiciones ambientales menos controladas, se extiende hasta que cumplen 240 días de edad y alcanzan los 100 g de peso promedio. Se alimentan con pienso comercial especialmente formulado para la especie, de 2 a 6 mm.

# Etapa Engorda

La fase de engorda comienza con peces de 100 g, cultivados en típicos estanques de peces planos, los que son alimentados con pienso de 6 a 10 mm y se mantienen hasta cumplir 600 días de vida con un peso de 1 kg, que es el promedio de la talla comercial.

#### 5.6.1.2. Análisis Fuerzas de Porter

#### Poder negociación clientes

Existen oportunidades en cuanto a potenciales nuevos oferentes para el desarrollo de una oferta continua de producto, dado que en la práctica en Chile no hay producción a nivel industrial. Además, existe una ventaja competitiva, dadas las condiciones climáticas en la zona norte de nuestro país afines al hábitat original de hirame y una ubicación preferencial para acceder a los potenciales clientes propuestos (Brasil, USA y Latinoamérica). Todo esto en comparación a empresas internacionales dedicada a la producción y comercialización del hirame ubicadas en Asia y Europa.

Junto a esto, existe aún una demanda no satisfecha y que aumentara con el tiempo. De hecho, en un reciente reporte de FAO del año 2017, ("Short-term projection of global fish demand and supply gap), se indica que el consumo mundial de pescados y mariscos aumentó de 121 en el 2008 a 140 millones toneladas en 2013 y, que el 90% de este crecimiento fue aportado por la acuicultura. Los resultados indican que la estimación conservadora de la demanda mundial *per cápita* de pescados y mariscos a partir del año 2020 será entre 22.8-24.7 kg/año.

Estos datos permiten proponer un mercado objetivo, por ejemplo, en empresas mayoristas dirigidas a colonias japonesas de Brasil y USA, también otros países latinoamericanos con consumo alto de recursos marinos como Perú.

La sensibilidad de la demanda frente a las variaciones del precio es de nivel intermedio, principalmente porque en los mercados consolidados de hirame, ya existe un nivel de precios para los clientes mayoristas, y en segundo lugar, si la demanda resultara elástica, estas tendrían que acudir a tipos de sustitutos, utilizando así, productos similares de menor calidad y claramente de menor preferencia de



los mercados. Por otra parte, respecto a la integración hacia atrás, no existe la posibilidad de que los clientes comiencen a desarrollar nuevos productos o servicios por cuenta propia, esto debido a los altos costos de la actividad y tecnología requerida, en resumen, los altos niveles de barreras de entrada.

#### Poder negociación de los proveedores

Un proyecto de cultivo masivo de hirame necesitará proveedores para cumplir las grandes tareas en el trabajo de cultivo, como, por ejemplo, las actividades de alimentación, encontrándonos en situación de ventaja debido a la existencia de una buena cantidad de oferentes. Cabe señalar que el desarrollo de dietas podría verse como un *spin off* de grandes empresas de alimentos que trabajan, por ejemplo, en la industria del salmón, figura que ya se ha dado en algunos peces de la matriz de diversificación acuícola chilena.

Con respecto a la integración hacia adelante, si bien existen instituciones como Fundación Chile, algunas Universidades y centros tecnológicos, que son pioneros en el desarrollo del proyecto de acuicultura para el hirame, claramente no se dedicaran a la producción o al escalamiento industrial, ya que no tienen la capacidad económica para ello, sino más bien, pueden impulsar proyectos con nuevas especies para la industria, quedando en claro, que cualquier aporte que haga este, no sería de tipo competitivo.

Ahora bien, las posibles variaciones en los costos de insumos afectan considerablemente la rentabilidad de un proyecto de cultivo que implicaría una alta inversión, tanto por sus activos fijos, como por el mantenimiento de éstos en el tiempo. Aun así, existe un importante número de oferentes potenciales que provienen de la tradición pesquera y acuícola de Chile, tanto de la zona pesquera industrial relacionada con producción de harina de pescado, como de la industria acuícola de la zona sur austral, generando así un nivel de competencia por precio entre ellos. Por otro lado, los estándares de los insumos alimenticios no son únicos, provocando una mayor facilidad de cambio de proveedor.

# Amenaza de nuevos competidores entrantes

En Chile el negocio de la acuicultura no es nuevo, el país ha demostrado grandes capacidades para desarrollar nuevos productos acuícolas, por lo que, la producción y comercialización de hirame es una oportunidad interesante que hoy se encontraría a nivel de proyecto. Con el liderazgo de organismos técnicos, el reto será buscar inversionistas dispuestos a tomar nuevos riesgos con esta especie. Las barreras de entrada legales y de costes son un gran problema para las nuevas empresas, surgiendo menores posibilidades de competidores. En cuanto a los canales de distribución, afecta negativamente a los nuevos entrantes ya que están cerrados o son de difícil acceso, tanto por los contactos como por los costos que representa la implementación y el transporte.

#### Amenaza de productos sustitutos

Especies como *P. adspersus* o *P. dentatus* se consideran productos sustitutos directos, pero son considerados productos de menor calidad por los mercados consolidados y poseen altos precios relativos debido a la distancia del oferente y la demanda. También la demanda es aún levemente



mayor a la oferta con una tendencia al aumento de esta última en el tiempo, esto sin contabilizar el stress producido en las cadenas productivas por el COVID 19, el cual aún no está totalmente medido y sistematizado.

# Rivalidad entre los competidores

En Chile no hay competidor directo, pero sí a nivel mundial. Se deben buscar mercados con la menor competencia posible, ya que será imposible competir en calidad y precio en un primer momento con el mercado asiático. Se debe considerar que el crecimiento de la acuicultura en los últimos años ha sido impulsado por volumen, con precios estables en el tiempo.

#### Conclusión

El desarrollo del cultivo de hirame en Chile posee ventajas competitivas, ya que el mercado americano y sudamericano tiene pocos oferentes, lo que supondría un bajo poder de negociación por parte de estos potenciales clientes.

Los nuevos competidores representan, de cierta manera, una amenaza, pero teniendo en cuenta las barreras de entrada, parecieran menos competitivos. Por lo demás, con los competidores ya existentes en la región, un proyecto chileno de cultivo de hirame resulta ser una amenaza para ellos, principalmente por las características competitivas, teniendo en cuenta que el hirame no es un producto del cual se pueda diferenciar totalmente, sino más bien a través del precio.

Una debilidad observada en los procesos de producción de juveniles es que se estima que alrededor del 30% de las larvas producidas en hatchery, presentan malformaciones esqueléticas que afectan la presentación exterior y calidad del ejemplar, entre las que se destacan las de la columna vertebral, mandíbula, opérculo y/o aleta, así como defectos pigmentarios o migración incompleta del ojo (Gisbert et al. 2008). Esta brecha radica en el nivel de información científica y tecnológica local para la masificación de obtención de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda, lo que abre un espacio para la cooperación internacional, ya que existen metodologías diseñadas en Corea para mejorar esto.

#### 5.6.1.3. Preferencias según producto y mercado

La principal característica del hirame es su fina carne, que es perfecta para usarla en la preparación de sashimi y otros platos. La calidad del producto final por tanto debe de ser alta, especialmente para el exigente mercado asiático, en caso contrario, los atributos de esta especie no podrán ser apreciadas por el consumidor final.

Una buena panorámica respecto de las preferencias de mercado respecto a precios la podemos observar en la **Tabla 29**, de comparación respecto del precio relativo por especie de pez plano cultivado y producto final obtenido.



Tabla 29.

Comparación del tiempo de engorda, el tamaño promedio del mercado y el precio de especies seleccionadas de peces planos criados en piscifactorías (tomado de Stieglitz et al. 2021).

Especie cultivada para consumo humano	Tiempo de crecimiento promedio (Meses)	Tamaño medio de mercado (peso del pez a cosecha Kg.)	Precio relativo de mercado
Paralichthys olivaceus	12–14	0.8–1.5	\$\$
Hippoglossus hippoglossus	40-52	3–7	\$\$\$
Psetta maxima	18-24	0.5–1.2	\$\$
Solea spp	16-18	0.35	\$\$\$\$
Paralichthys adspersus	20-25	0.25-0.55	\$\$
Paralichthys dentatus	20	0.45	\$\$
Paralichthys lethostigma	16	0.5	\$\$
Pseudopleuronectes americanus	24-36	0.45-1.0	\$\$

En las estadísticas de comercio europeo, el hirame se agrupa junto con otros lenguados y por lo tanto, no existen datos comerciales específicos sobre esta especie en particular. Los lenguados se clasifican dependiendo de si se presentan enteros o en filetes, y frescos/refrigerados o congelados. En la Nomenclatura Combinada (NC) del sistema de arancel aduanero común de la Unión Europea (correspondiente al Arancel Aduanero Armonizado, HTS por sus siglas en inglés, de otros miembros de la OMC), los lenguados aparecen bajo las partidas NC 0302, 0303 y 0304. Los datos existentes acerca de las exportaciones europeas de lenguado incluyen formatos de filetes, y también pescado fresco de otras especies de peces planos (EUMOFA 2020; Pro-Chile 2016).

Los formatos más demandados por los mercados objetivos (Brasil, USA y principalmente asiático), presentan en general, las siguientes características;

- 1. Producto entero refrigerado eviscerado con cabeza y cola rendimiento HOG: Rendimiento eviscerado de un 95%, dada lo escasa pérdida por órganos internos en su procesamiento.
- 2. Filete fresco refrigerado o congelado con o sin piel: Rendimiento filete con piel 45 % carne; Rendimiento filete sin piel 35% carne.

Un formato viable para desarrollar, para una industria chilena del hirame, sería un ejemplar de peso promedio de filete entre 300 y 500 g.

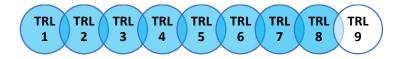
# 5.6.1.4. Nivel de madurez tecnológica

#### Actualización ficha TRL

A continuación, se presenta la actualización de la ficha TRL para la acuicultura de la especie *P. olivaceus.* 



# ESTADO ACTUAL Paralichthys olivaceus: TRL 8



AVANCE CICLO BIOLOGICO	
Conocimiento desarrollo larval	9
obtención y manejo de reproductores categoría	8
Producción de Juveniles y Semillas categoría	9
Temperatura optima de cultivo	9
Crecimiento en talla y peso (meses desde incubación).	9
Talla de cosecha	7
Manejo genético	5

SISTEMAS Y TECNOLOGIA DE CULTIVO	
Tecnología e Ingeniería de Cultivo	9
Disponibilidad de tecnología (nivel de desarrollo)	8
Infraestructura y tamaño de la inversión necesaria	9
Proveedores de equipamiento e insumos	9

AVANCE SALUD ANIMAL Y ALIMENTACION	
Desarrollo de dietas	8
Uso dietas alternativas	6
Conocimiento de Enfermedades	8
Tratamientos de salud animal	8

SISTEMAS TECNOLOGICOS ANEXOS Y COSTOS ADICIONALES	
Sistemas de cosecha	8
Sistemas de vigilancia	7
Manejo de plantel	8
Producción	9
Transporte	8
Marketing	8



#### Estimación de nivel de inversión necesario para llevar la especie a nivel TRL 8 o 9.

Esta especie posee en la actualidad, un nivel de TRL 8, en donde se prueba que la tecnología funciona en su forma final y bajo las condiciones esperadas (entorno real). Esta etapa comúnmente representa el fin del desarrollo de la tecnología y la introducción inicial en el mercado, los esfuerzos de cerrar el ciclo (TRL 9) van necesariamente en el escalamiento de nivel industrial y es necesario un esfuerzo de introducción de mercado.

Según la naturaleza de las brechas tecnológicas asociadas al proceso de cultivo, se puede afirmar que el nivel de inversión necesario es comparativamente menor a la de las otras especies de peces. En general, estas necesidades de inversión se asocian a la naturaleza de las brechas tecnológicas dadas para lograr cerrar el paquete tecnológico, quizás lo que más complica sean dos cosas, un continuo en la producción de juveniles para crecimiento, y lo segundo, que tendrá un mayor costo en recursos y tiempo, el desarrollo de un programa de mejoramiento genético para la especie. El resto de los aspectos que permiten el cultivo están medianamente cerrados, por lo que el nivel de inversión necesario se estima como MEDIO.

# Nivel de inversión necesario para la instalación

Según la información sistematizada a partir de los desarrollos de Fundación Chile y algunas Universidades, respecto del escalamiento del cultivo del hirame y lenguado (similares en su tecnología de cultivo), se necesitan del orden de 2.300 a 2.600 millones de pesos para generar una capacidad productiva de entre 900 y 1.000 toneladas anuales. Ahora bien, es necesario actualizar estos costos que seguramente están desajustados al escenario económico post pandemia COVID-19, teniendo en cuenta que el valor FOB actual de estos recursos es US\$4.500 /t para lenguado y un valor de US\$4.700 /t para hirame. Lo que implica que estas especies, aun siendo de alto valor y con costos de producción que podrían ser relativamente altos, hay que evaluar en profundidad su rentabilidad económica antes de encontrar su modelo óptimo de escalamiento.

Ahora bien, el cese o disminución de esfuerzos en los procesos de cultivo en Chile de ambas especies, implica la tarea de volver a formar un plantel de reproductores para sostener el proceso de producción de juveniles viables, lo que implica tiempo y tramitaciones en el caso de hirame, para obtener un nuevo permiso de internación de ejemplares y conformar este plantel, que debiera ser más simple que la primera vez que se realizó, dada la experiencia acumulada en este tema.



# 5.6.2. Lenguado fino - Paralichthys adspersus

El pez plano *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) es una especie endémica de la costa chilena y peruana, cuya distribución abarca desde Paita (Perú) hasta Lota e Islas Juan Fernández (Chile). Posee importancia en términos de la calidad de su carne y valor comercial (Silva & Oliva 2010). Se observa la existencia de conocimiento en el ciclo biológico completo en condiciones de laboratorio y también se ha avanzado en el conocimiento de la tecnología de cultivo para desarrollar y producir individuos de tamaño comercial (Bustos 2015).

Luego de un periodo de más de 20 años de trabajos de investigación y desarrollo tendientes a la adaptación de tecnologías para el manejo de peces planos en Chile, existen condiciones para el desarrollo de una producción con proyecciones relevantes para la industria nacional.

# 5.6.2.1. Mercado y Modelo de negocio

#### Análisis de mercados potenciales (nacional e internacional)

En Chile no existen mediciones formales del tamaño del mercado de peces planos, solamente se encuentra disponible la información de crecimiento de consumo de pescado y mariscos en general, que entregan algunas empresas que transparentan su gestión comercial.

Si consideramos los avances tecnológicos del cultivo del lenguado en Chile, es factible avanzar en su escalamiento productivo. Esto se traduce en la diversificación de cultivos acuícolas para aumentar la matriz productiva del país con el desafío de abordar nuevos mercados internacionales, aprovechando lo múltiples tratados de comercio internacional que ha suscrito Chile. Ahora bien, las barreras de entradas para este producto se suponen altas, dada la competencia de otros peces planos, por lo que seguramente será considerado un sustituto de menor valor que las especies de peces planos producidas principalmente en Asia y Europa.

A nivel de tendencias de consumo mundial se tienen los datos de estudios de FAO (2016), que muestran claramente que, en los últimos 56 años, la sociedad ha duplicado el consumo de pescado y otros productos marinos. El consumo anual actualmente llega a 20 kg *per cápita*. La evolución de este consumo parte de 9,9 kg en 1960, 14,4 kg en 1990 y 19,7 kg en el 2013, llegando a 20 kg en el 2016. Para el lenguado fino, a diferencia de otros peces planos, no existe mucho conocimiento del mercado mundial. En la actualidad, la principal fuente de producción corresponde a la extracción pesquera de las flotas artesanal e industriales (**Figuras 4** y **5**).

Las capturas muestran bajas importantes durante las últimas décadas, pasando de 574 toneladas en 1991 a 191 toneladas en 1994, para luego disminuir hasta llegar a sólo 18 toneladas en 2014. Actualmente la mayor parte de los desembarques se encuentran concentrados en el centro y centrosur del país y durante los últimos cuatro años se han extraído como promedio 30 toneladas anuales por parte de la flota industrial y 13 toneladas anuales por parte de la flota artesanal. En la actualidad no existen cosechas acuícolas para esta especie.



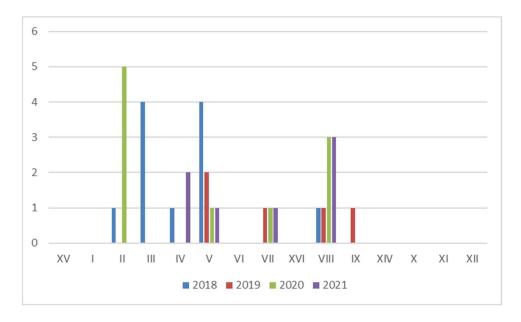


Figura 4. Extracción artesanal de lenguado (t) por región periodo, 2018-2021 (Fuente: Sernapesca 2021).

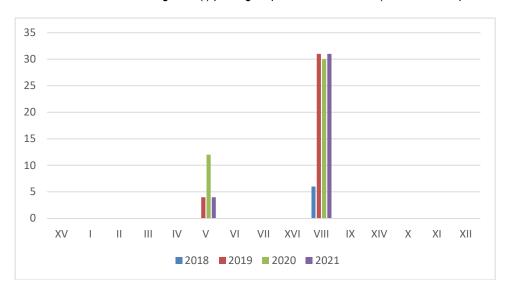


Figura 5. Extracción Industrial de lenguado (t) por región, periodo 2018-2021 (Fuente: Sernapesca 2021).

# Análisis de mercado objetivo

El principal nicho de consumo son restaurantes, principalmente cevicherías y restaurantes de comida japonesa, dirigidas a un consumidor exigente que paga un alto precio. Por lo tanto, es un producto que va más allá de la alimentación y se centra en la satisfacción de las necesidades gastronómicas. Un análisis de precios al consumidor, estimados en base a cotizaciones realizadas en diferentes empresas que ofrecen el lenguado en Chile, Perú y Europa a través de páginas web y diferentes



medios de venta de acuerdo al mercado actual, nos indica que esta especie es altamente escasa y posee gran valor. Los precios varían según el país. Actualmente en Chile los precios oscilan entre los \$15.000 a \$18.000 el kilo de filete y entre \$8.000-\$10.000, las porciones de 300 gramos de filete envasado y congelado. En el mercado peruano los precios son un tanto menores oscilando entre \$10.000 y \$15.000 el kilo. En Europa, su precio oscila entre los \$18.000-\$40.000 el kilo de filete, aunque en algunos lugares más exclusivos el valor oscila entre \$35.000-\$50.000 para piezas de más de 500 gramos congelado. En el mercado estadounidense, oscila entre \$30.000-\$40.000 el kilo.

De esta forma, se estima existe una oportunidad de negocio en Chile para el cultivo del lenguado. Dado que es una especie endémica, no es necesario incurrir en costos adicionales para su aclimatación. Además, presenta una demanda significativa para avalar su cultivo acuícola a escala industrial, siendo actualmente una alternativa tecnológicamente factible.

Sin embargo, de acuerdo a las proyecciones de mercado se plantean importantes desafíos futuros y factores que afectarán la capacidad de comercialización de este pez plano. Por ejemplo, la capacidad de reducción de costos en su cultivo, sumado al necesario incremento paulatino en el volumen de su producción anual, el lento crecimiento logrado hasta ahora, en donde solo se ha trabajado con primeras generaciones de reproductores, no existiendo aún un trabajo de mejoramiento genético a través de selección de reproductores.

El principal aliciente para su cultivo es su demanda gastronómica en países como Chile, Perú, España y Norteamérica, destacándose en varios platos típicos que se preparan a base de carne de lenguado, como el ceviche de lenguado. Es por esto que los esfuerzos, al menos en una primera etapa, debieran estar orientados a la inserción del producto en estos mercados (EUMOFA, 2020).

En Chile existe muy poca competencia en especies del mismo tipo, siendo la única, el turbot, que en el pasado ha sido producido por empresas como Seafood S.A. y Granjamar S.A., aunque en la actualidad no se reportan cosechas de este recurso proveniente de centros de acuicultura. El turbot a diferencia del lenguado, no se comercializa en formatos empacados, como, por ejemplo, pan-size, lo que se traduciría en un potencial de mercado para este producto. Finalmente, el estudio de la oferta y la demanda nos indicaría que existe una brecha considerable entre las proyecciones de la oferta y del consumo que representa un mercado potencial para el producto ofrecido por un cultivo.

Las señales de mercado observadas indicarían que la incorporación de empresas que cultiven en Chile el lenguado, volvería a este recurso cada vez más competitivo en Latinoamérica, atrayendo consumidores en otros países de Latinoamérica y Europa.

Es muy relevante también, el formato del producto a comercializar, por lo que es necesario desarrollar nuevos formatos de comercialización, como el pan-size que ha sido propuesto para esta especie. Este formato permitiría obtener productos en menos tiempo de cultivo, abaratando costos.

Una conclusión final respecto del mercado objetivo, lleva a recomendar que la producción potencial debiera ser enfocada hacia los mercados representados por Europa, Latinoamérica y USA. Respecto del mercado asiático cabe señalar que existe hoy un dominio de hirame, y en donde el lenguado cultivado en Chile entraría a competir como un producto sustituto de menor valor.

# Modelo de negocios primario.

El modelo primario de negocios para esta especie, al igual que otros peces planos ha de transitar hacia el cultivo en tierra en estangues, a lo menos la evidencia que deja la revisión de información



publicada a las diversas propuestas de modelos de cultivo para esta especie, coincide en esta metodología, incluyendo el modelo RAS que implica una gran disminución de la huella del agua para este proceso industrial.

Una limitante es la baja tasa de crecimiento reportada (36 meses en llegar a talla comercial) en contraste a otros peces planos (16 meses para llegar a talla comercial en hirame). Una solución podría ser intensificar el trabajo para superar ese rasgo distintivo, y quizás una forma de abordarlos es no llevar a tamaño final a los planteles y realizar cosecha a un menor tamaño. Como dato referencial el rendimiento del cultivo promedio obtenido hasta el momento en Chile corresponde al procesamiento de 4 peces para la obtención de un kilogramo de producto del formato filetes de lenguado en formato tipo pan-size.

Respecto a las etapas y tiempos de cultivo a desarrollar, estos corresponden a las siguientes, sistematizadas a partir de las publicaciones de: Bustos (2015), Tello (2017), Elorreaga (2017) y Contreras (2016).

#### Incubación

Los huevos permanecen en estanques durante 6 a 8 días (incubadoras de 25 a 130 litros de capacidad), con una salinidad de 20 ppm, temperatura de 17 °C y con aireación constante, disminuyendo así, las altas de mortalidad que ocurren en estos primeros días.

#### Cultivo Larval

En estanques circulares se disponen las larvas eclosionadas de tamaño promedio de 3 mm, a una densidad de entre 30 a 40 larvas por litro. El ciclo larval desde la eclosión hasta la metamorfosis dura de 40 a 60 días, obteniéndose un alevín de 4 cm, con un peso aproximado de 1,5 g, el cual es trasladado a los estanques de pre-engorda. Esta etapa incluye las siguientes subetapas;

- Etapa larvaria: comprendida desde la reabsorción del saco vitelino hasta el inicio de la metamorfosis, con tamaños iníciales de 3,5 a 3,7 mm a los 3 a 4 días después de la eclosión. Acá se comienza con la alimentación exógena y es la fase donde se producen altas mortalidades.
- Post-larva: la metamorfosis comienza en promedio entre los 27 y 35 días después de la eclosión, cuando las post–larvas alcanzan entre 9,7 y 10,5 mm. Esta etapa se completa alrededor de los 57– 60 días, a tamaños entre los 13 y 19 mm con rango de temperatura de 13 °C a 17 °C.

#### Pre-engorda de juveniles

Finalizada la metamorfosis, las larvas adquieren todas las características del adulto y permanecen en el fondo del estanque asentándose sobre su lado ciego, convirtiéndose en juveniles. Esta etapa comienza aproximadamente al final del periodo de metamorfosis, es decir a los 55 a 60 días después de la eclosión.

#### Etapa de engorda

A partir de una talla de aproximadamente 6 cm hasta llegar a una talla correspondiente al tamaño comercial de aproximadamente de 300 g. Se proyecta se alcanzaría entre los 1,3 a 1,5 años y una etapa final de un kilogramo a los 3 años de cultivo, a temperaturas media entre 15 °C y 17 °C. Durante esta etapa se puede realizar una pre–engorda y luego una engorda, desde un peso de entre 100 a



150 g, hasta alcanzar el tamaño comercial, con un peso aproximado de 1 kg. El proceso de engorda tiene una duración aproximada de 17 a 22 meses. Esta etapa requiere una gran superficie de cultivo.

#### Cosecha

Etapa relativamente sencilla, para facilitar esta tarea se puede desalojar la mitad del agua para que así tengan menor volumen de agua para limitar la movilidad de los peces. Una vez capturados son clasificados por tamaños y posteriormente distribuidos, el tamaño de cosecha es variable y depende su variación de las necesidades comerciales definidas para el mercado objetivo a alcanzar.

#### 5.6.2.2. Análisis Fuerzas de Porter

#### Poder negociación clientes

Existen oportunidades de instalación, dado que no existe una producción industrial de este recurso. Los demandantes principales están situados en el nicho de la gastronomía, y otros negocios minoritarios como pescaderías y distribuidores con presencia en la web.

Hoy existe demanda efectiva, sin embargo, dependiendo del cliente final será la valoración que este obtiene, por ejemplo, para el mercado asiático sería una especie de más bajo valor y sustituta de los peces planos consolidados en esos mercados, lo que lo ubica en un escenario de competencia difícil. Para los compradores de Latinoamérica es una especie conocida, valorada y escasa, para el mercado europeo también es una especie de alto valor, lo mismo para los compradores del mercado estadounidense, aunque allí está menos masificada y de seguro es un producto de nicho para la población latina y asiática asentada allí.

Junto a esto, existe aún una demanda que no se ha logrado satisfacer, que permite proponer un mercado objetivo, por ejemplo, en empresas mayoristas dirigidas a colonias japonesas de Brasil y USA, que se encuentran familiarizadas con el producto, básicamente por ser parte fundamental de su cultura gastronómica.

Si analizamos la sensibilidad de la demanda frente a las variaciones del precio, la asumiremos de nivel alto, principalmente por dos razones, en primer lugar, no se puede hablar de un mercado consolidado para lenguado, dada la escasez de éste, y segundo, en mercados consolidados como Asia y Europa, será considerada como un producto sustituto.

#### Poder negociación de los proveedores

Históricamente para Chile y Perú, el principal proveedor de este recurso es la pesca artesanal e industrial, que ha tenido grandes disminuciones es sus capturas. En Chile no hay experiencias de cultivo masivo de lenguado, aunque se ha avanzado en la consolidación de un paquete tecnológico para esta especie por parte de universidades y centros tecnológicos, que en el pasado ha dado soporte a programas de repoblamiento de las poblaciones naturales de lenguado.

Ahora bien, universidades y centros tecnológicos claramente no se dedicarán al escalamiento comercial, dado que no es su mandato. Una de las falencias detectadas para el avance de esta especie es el desinterés de las empresas acuícolas y pesqueras dado su lento crecimiento y su baja productividad, sumado a que varias etapas productivas aún no han sido optimizadas.



En el caso de Perú, durante el 2014, la empresa pesquera Pacific Deep Frozen, inició la exportación de lenguado a USA. Esta empresa tuvo como meta final producir 40 toneladas a mediados del 2015 (no se indica el origen de la producción, es decir, pesca o acuicultura). Esta ha sido la primera empresa peruana en incursionar en el cultivo de lenguado, ellos mediante sus propios estudios de mercado calcularon una demanda interna de 1.000 toneladas anuales, dado que su plan inicial ha sido abastecer el mercado local, lo cual instala a Perú como una primera opción al momento de optar por un mercado objetivo extranjero, en donde este recurso es bien conocido y demandado.

Dado este escenario se ve una baja capacidad de los posibles productores, en incidir en el nivel de precios del recurso, si a esto sumamos las barreras de entradas y los costos de insumos productivos que afectan bastante la rentabilidad de un proyecto de cultivo que implicara además una alta inversión, tanto por sus activos fijos, como por el mantenimiento de éstos en el tiempo, afectando también esta capacidad de incidir en el precio final de venta. Muy parecido a lo que pasa con hirame.

#### Amenaza de nuevos competidores entrantes

Claramente al ser un mercado con una oferta no consolidada, las principales barreras de entrada para nuevos competidores serán las legales y de costos de producción. Esto sugiere que en el mediano plazo habrá menores posibilidades de que surjan competidores al menos en Chile, pero esto puede extrapolarse también a otros países de Latinoamérica.

En cuanto a los canales de distribución, no debieran ser un desafío insalvable, dado que las empresas pesqueras y acuícolas chilenas tienen gran experiencia en la colocación en el mercado de productos del mar, ya sea de pesca o cultivo. Un desafío actual serán los altos costos que representan la implementación del cultivo y el transporte.

#### Amenaza de productos sustitutos

En Chile existen productos sustitutos que se encuentran presentes, pero curiosamente no vienen de la familia Paralichthyidae, sino más bien son peces de carne blanca como el Pangasius, con una carne muy similar al lenguado, pero que es más consistente y con un sabor mucho más pronunciado, que ha ocupado un lugar al disminuir las capturas de lenguado y hacerse más costoso y escaso.

En Europa también se han asentado ciertos sustitutos de menor precio y calidad para los peces planos, por ejemplo, el Gallo (*Lepidorhombus boscii*), un pez aplanado y de cuerpo muy alargado, mide aproximadamente unos 40 cm de longitud y pesa unos 5 kg, este se encuentra en las aguas del Atlántico nororiental, en el mar del Norte de España y en el Mediterráneo occidental. Además, está el gallo común (*Lepidorhombus wiffiagonis*), que se diferencia por las cuatro manchas oscuras que posee en la parte final de su cuerpo, siendo una especie de menor tamaño que el anterior (EUMOFA 2020). Se puede asumir que el lenguado es considerado una especie símil, pero de menor valor frente al hirame, tanto en Europa como Asia y los mercados norte y latinoamericano.

# Rivalidad entre los competidores

En Chile el único competidor directo será la flota pesquera artesanal e industrial, aunque los niveles de captura actuales son bajos. A nivel internacional, Perú resulta ser el competidor más cercano y



directo, y a la vez representa un buen mercado para iniciar su comercialización, pero habrá que competir con la extracción natural que allí existe y los incipientes proyectos de cultivo a mediana escala que se pretenden articular.

#### Conclusión

El desarrollo del cultivo de lenguado fino en Chile posee un potencial, en perspectiva menor que otros peces planos, esto principalmente por el mercado existente para él. Si bien existe conocimiento necesario para la generación de un cultivo masivo, a partir de la capacidad real de producción de juveniles, más los avances en las técnicas de engorda, quizás los frenos al igual que en el pasado, sean las limitantes relacionadas con los altos costos y la eficiencia productiva que implica el cultivo de una especie con bajas tasas de crecimiento y baja conversión de alimento. Esta situación que se empeora dada la contingencia económica global, que inciden hoy, por ejemplo, en el precio de la energía, aunque el precio internacional histórico de US\$ 4.500 / ton FOB es un buen incentivo para su desarrollo.

Esta especie no posee muchas ventajas comparativas, dado que en el mercado sudamericano no hay oferentes. En Chile supone un bajísimo poder de negociación por parte de potenciales productores. Se puede sumar a esto, que para mercados más sofisticados (Asia y Europa), esta especie se considera un producto sustituto de otros peces planos.

Otra brecha que afectaría el costo de producir, es la falta de masificación en los procesos de producción de juveniles. Ahora bien, se han desarrollado técnicas para mejorar esto, por ejemplo, se considera que el leve aumento de la temperatura de cultivo más la incorporación de betaglucanos en la dieta (Piaget et al 2007, Medina 2018), deberían ser considerados como nuevas herramientas para la disminución del período larval y aumento de la supervivencia en la planificación y desarrollo de un esquema que mejore la producción intensiva de juveniles, particularmente durante la primera alimentación de las larvas con presas vivas.

Además, en experimentos de acondicionamiento hormonal los peces con esta condición obtienen mejores parámetros reproductivos que aquellos que no tratados. Este acondicionamiento tiene un efecto potenciador de la cantidad de larvas viables obtenidas.

#### 5.6.2.3. Preferencias según producto y mercado

MERCASA que es una empresa pública española del sector de la distribución alimentaria, y que se dedica la investigación y comportamiento del consumidor, indica que, los cambios sociodemográficos que se vienen observando en los últimos años a nivel global han propiciado una paulatina transformación en el perfil del consumidor y en sus hábitos de consumo. Algunos de estos cambios han tenido consecuencias directas y muy claras sobre el modo de consumir, por ejemplo, el incremento de la incorporación de la mujer al mercado laboral ha traído consecuencias como; por ejemplo, una menor disponibilidad de tiempo para efectuar compras y cocinar. De ahí el auge experimentado por la demanda de productos con mayor grado de elaboración o incluso surge la necesidad de comer fuera de casa, que se plasma en el hecho de que del gasto dedicado a alimentación haya aumentado paulatinamente. El tamaño medio familiar se ha ido reduciendo poco a poco, por lo que los formatos de presentación han tenido que adaptarse a esta nueva circunstancia, además el fenómeno global del



aumento de la inmigración puede suponer variaciones en la demanda con usos, gustos y costumbres diferentes haciéndolos muy diferentes entre sí. Todo esto favorecería los formatos de envases individuales, fileteados y fáciles de cocinar.

La oportunidad de mercado que se propone para esta especie, es que mediante la utilización de nuevas técnicas de cultivo sea posible disminuir el periodo de engorda hasta lograr el tamaño comercial de 1 kg en un tiempo significativamente menor a 3 años. Alternativa o complementariamente, su comercialización en un formato distinto, implicaría no llevarlo al tamaño máximo de cultivo. Este formato sería el pan-size de un peso de 300 g., es decir, el tamaño de un plato de comida o cacerola. Mediante la comercialización de este nuevo formato se logra la reducción del ciclo productivo, disminuyendo los costos en operación, alimentación, energía y mano de obra, haciendo más factible su escalamiento.

# 5.6.2.4. Impacto sectorial acuicultura peces planos

Esta sección se presenta analizando de manera conjunta hirame y lenguado fino (i.e., peces planos).

# Análisis de impacto en la economía regional y potenciales cadenas de valor a desarrollar

Actualmente, la acuicultura de los peces planos, en general, puede ser considerada como una tecnología madura (TRL 8-9). Las señales de mercado post COVID-19 parecen indicar como escenario probable que la industria experimente una marcada expansión en el futuro, con la construcción de nuevas unidades de cría y el aumento de la capacidad de las pisciculturas y sitios de engorda existentes. Esto en general para la acuicultura de peces marinos, que incluyen la acuicultura de peces planos. En el caso del lenguado, posee un nivel TLR 6 dado ciertas incertezas en el proceso de obtención de juveniles, tiempo de crecimiento y salud animal.

Ahora bien, para ambas especies, aún existen brechas, por lo que se requiere como esfuerzo continuado de investigación y desarrollo en las siguientes áreas esenciales y que representan oportunidades para las economías regionales en el cierre efectivo de estas brechas:

- 1. Producción de alevines, enfocada a aumentar las tasas de supervivencia larval, lo que se empareja con la necesidad de supervisión de reproductores y mejora genética.
- 2. En el caso específico del lenguado, aumentar las tasas de supervivencia larval.
- 3. Formación para personal técnico con habilidades combinadas en tecnología acuícola y dirección de empresas.
- 4. Mejora de los sistemas de cultivo y automatización, especialmente lo referido a la implementación de tecnologías RAS.
- 5. Aumento del conocimiento, prevención y control de enfermedades.
- 6. Mejora de la comercialización, con la consolidación de los mercados existentes y el desarrollo de nuevos mercados. Es necesario explorar nuevas formas de procesado.

Lo anterior implica el escalamiento de una industria regional nueva para la zona centro y norte, que implique cadenas de valor adyacentes a esto como, por ejemplo:

• Desarrollo de empresas locales de tecnología de cultivo (e.g., estanques, equipos de bombeo, transporte de peces).



- Instalación de laboratorios de salud de peces que colaboren con el control de enfermedades e inocuidad alimentaria.
- Atracción de capital humano avanzado para cubrir las necesidades tecnológicas necesarias para posibilitar el cultivo masivo de peces planos
- Dinamización del comercio internacional, para el desarrollo de la información de mercado detallada la cual es necesaria para el inicio de la captura de mercados internacionales, e investigación de los formatos mayormente demandados.
- Instalación o adecuación de plantas de proceso.

#### Análisis básico de implicancias ambientales, sociales y económicas.

Estas especies y dado el proceso de cultivo industrial propuesto, pueden traer ventajas en términos ambientales dado su baja demanda de agua en un sistema de cerrado de recirculación. El acceso a la energía, que es un desafío por costo emergente en el último tiempo, puede ser abordado en la zona norte con la conexión a generadores de energía limpia como lo son las plantas termo-solares y de generación fotovoltaica, disminuyendo la generación de emisiones en su proceso productivo.

#### Oportunidades de nuevos negocios en los territorios

Necesariamente el levantamiento de un proceso industrial de cultivo implica el desarrollo de prestadores de servicios y proveedores de tecnología para soportar este desarrollo potencial, el cual implica una tecnología de cultivo intensivo con tendencia a la mecanización y automatización de los procesos.

Por otro lado, es importante mencionar la necesidad de la optimización del uso del recurso hídrico y acceso a energía limpia a menor precio posible, además, el modelo propuesto para el cultivo industrial de estos peces planos (RAS), implica una muy baja o nula estacionalidad, lo que implica crear una fuerza productiva continua para el territorio en que se emplacen los proyectos de producción. Esto implica, requerimientos de un alto nivel de especialización y nivel técnico. Dada las brechas tecnológicas que aún existen, se puede desarrollar colaboración con países que poseen ya la experiencia de cultivo, principalmente Corea.

La alternativa de producir en tierra permite independizar al cultivo de esta especie de las condiciones oceanográficas y climáticas cambiantes y de toda la incertidumbre que implica ocupar un cuerpo de agua de mar (e.g., contaminación, escapes, accidentes de navegación). También agilizaría el establecimiento de complejos industriales para su cultivo en tierra donde su nivel de tramitación es menor y que mayormente implica someterlo a la evaluación de legislación acuícola y ambiental.

#### 5.6.2.5. Nivel de madurez tecnológica

#### Actualización ficha TRL

A continuación, se presenta la actualización de la ficha TRL para la acuicultura de la especie *P. adspersus.* 



# ESTADO ACTUAL Paralichthys adspersus: TRL 6



AVANCE CICLO BIOLOGICO	
Conocimiento desarrollo larval	6
obtención y manejo de reproductores	6
Producción de Juveniles y Semillas categoría	4
Temperatura optima de cultivo	6
Crecimiento en talla y peso (meses desde incubación)	4
Talla de cosecha	6
Manejo genético	2

SISTEMAS Y TECNOLOGIA DE CULTIVO	
Tecnología e Ingeniería de Cultivo	7
Disponibilidad de tecnología (nivel de desarrollo)	8
Infraestructura y tamaño de la inversión necesaria	7
Proveedores de equipamiento e insumos	8

AVANCE SALUD ANIMAL Y ALIMENTACION	
Desarrollo de dietas	6
Uso dietas alternativas	6
Conocimiento de enfermedades	4
Tratamientos de salud animal	5

SISTEMAS TECNOLOGICOS ANEXOS Y COSTOS ADICIONALES	
Sistemas de cosecha	7
Sistemas de vigilancia	7
Manejo de plantel	6
Producción	7
Transporte	7
Marketing	6



# Estimación de inversión necesaria para llevar la especie a nivel TRL 8 o 9.

Esta especie posee en la actualidad, un nivel de TRL 6, en donde se prueba que la tecnología posee una *Validación de sistema en entorno relevante*. Esta etapa implica que se valida un modelo o prototipo, que representa una configuración casi deseada, generalmente más pequeño que la escala completa. Se prueba en un ambiente simulado, lo más parecido al ambiente real. Este nivel representa el inicio de desarrollos ingenieriles de la tecnología en ambientes operacionales (reales). En este nivel los prototipos deberían mostrar todas las funciones requeridas en un ambiente real.

Según la naturaleza de las brechas tecnológicas para su cultivo, nos indican que el nivel de inversión necesario es comparativamente mayor que para hirame, por ejemplo, el tiempo de engorda aún continúa siendo extenso para lograr una rentabilidad adecuada para alcanzar el escalamiento industrial. Para ello, es necesario primero formar el plantel de reproductores y a partir de allí, comenzar con la extensa tarea de un programa de mejoramiento genético, además de cerrar ciclos en los temas de obtención de juveniles y la importante tarea de definir un alimento específico para esta especie. Por ello se estima un nivel de inversión ALTO.

# Nivel de inversión necesario para la instalación

Según la información sistematizada a partir de los desarrollos de Fundación Chile y algunas Universidades, respecto del escalamiento del cultivo del hirame y lenguado (similares en su tecnología de cultivo), se necesitan del orden de 2.300 a 2.600 millones de pesos para generar una capacidad productiva de entre 900 y 1.000 toneladas anuales. Ahora bien, es necesario actualizar estos costos que seguramente están desajustados al escenario económico post pandemia COVID-19, teniendo en cuenta que el valor FOB actual de estos recursos es US\$4.500 /t para lenguado y un valor de US\$4.700 /t para hirame. Lo que implica que estas especies, aun siendo de alto valor y con costos de producción que podrían ser relativamente altos, hay que evaluar en profundidad su rentabilidad económica antes de encontrar su modelo óptimo de escalamiento.

Ahora bien, el cese o disminución de esfuerzos en los procesos de cultivo en Chile de ambas especies, implica la tarea de volver a formar un plantel de reproductores para sostener el proceso de producción de juveniles viables, lo que implica tiempo y tramitaciones en el caso de hirame, para obtener un nuevo permiso de internación de ejemplares y conformar este plantel, que debiera ser más simple que la primera vez que se realizó, dada la experiencia acumulada en este tema.



# 5.6.3. Congrio dorado - Genypterus blacodes

Los adultos de congrio dorado tienen características demersales, distribuyéndose en Chile, entre la región de Coquimbo y el Cabo de Hornos, y habitando entre los 50 y 500 m. También se distribuye en el Atlántico desde los 34° S, pero al norte de los 42° S aparece sólo en la plataforma intermedia y externa entre los 50 y 250 metros, además habita en aguas de Nueva Zelanda (Paredes & Bravo, 2005). Los juveniles permanecen en aguas costeras, y los adultos realizan desplazamientos horizontales, tanto en sentido latitudinal como batimétrico, aparentemente en primavera y verano se mueven hacia menores profundidades en aguas patagónicas. Este pez posee una característica coloración rosado intenso en dorso y flancos, aclarándose hacia la región abdominal, hasta llegar al blanco en el vientre. En el dorso y los flancos, manchas marrones que dan al conjunto aspecto marmolado (Wiff et al. 2011; Tascheri, 2003).

Hoy en día su obtención depende totalmente de la pesca extractiva, cuya flota pesquera está constituida fundamentalmente por buques rastreros tradicionales, que emplean redes de arrastre de fondo cuando la pesca es ocasional (pesca dirigida a otras especies, como merluza) y palangre cuando la pesca es dirigida, en las áreas de concentración de los adultos.

La talla máxima observada (135 cm) corresponde a una hembra, los machos no exceden los 125 cm de la longitud total. El alimento predominante son peces vivos como merluza. Les siguen, por orden de importancia, los cefalópodos (calamar y pulpo), crustáceos (cangrejos, anfípodos, isópodos, etc.) y otros organismos de fondo, como poliquetos (Wiff et al. 2006).

# 5.6.3.1. Mercado y Modelo de negocio

# Análisis de mercados potenciales (nacional e internacional)

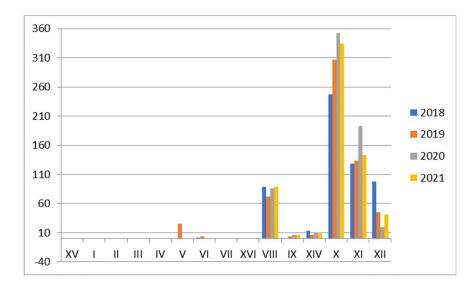
La producción de esta especie en Chile depende de la extracción por parte de las flotas pesqueras artesanal e industrial (**Figuras 6** y **7**). Su pesquería ha transitado desde agotada a sobreexplotada en la última década<sup>5</sup>. Precisamente, debido a esta situación, el desarrollo de la acuicultura se ve como una alternativa sustentable para diversificación productiva, cumpliendo un papel importante en el logro de la seguridad alimentaria y en el impulso de la economía de desarrollo de las zonas costeras.

El principal nicho de consumo está en Europa y América, los procesos de investigación y el desarrollo para viabilizar su acuicultura masiva se llevan a cabo en varios países, incluido Chile (Dumorné et al. 2018).

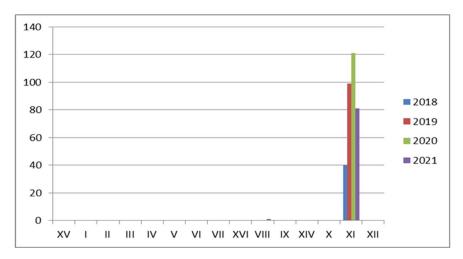
Debido a la calidad excepcional de su carne y su valor comercial, esta especie es considerada como un manjar culinario y posee demanda internacional, alcanzando precios de US\$3,5 /kg y US\$4,2 /kg para productos congelados y frescos, respectivamente. El mercado mundial de congrio dorado puede calificarse como propio, muy definido y de larga trayectoria, bordeando las 45.000 toneladas anuales. El principal comprador es España en donde se le conoce como abadejo manchado; dando cuenta de casi la mitad del volumen tranzado en Europa, seguido por Brasil, Hong Kong y Portugal. El 89% de los desembarques extractivos corresponden a Argentina, Nueva Zelanda y Chile (EUMOFA 2020).

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> https://www.empresaoceano.cl/pesca/preocupante-informe-de-subpesca-congrio-dorado-y-merluza-comun-entre





**Figura 6.** Extracción pesquera artesanal de congrio dorado (t), período 2018-2020 (Fuente: Sernapesca).



**Figura 7.** Extracción pesquera industrial de congrio dorado (t), período 2018-2020 (Fuente: Sernapesca).

El conocimiento actual sobre el cultivo de congrio dorado proviene en su mayoría de la adaptación de técnicas de cultivo desarrolladas para congrio colorado (*Genypterus chilensis*). Esta especie, acumula mayor conocimiento y desarrollo de su cultivo, dado que ha sido objeto de estudio a través de un programa tecnológico llevado a cabo por la Empresa Colorado, financiado por CORFO (CORFO 2020).

#### Modelo de negocios primario

El modelo de negocios debería ser muy cercano al propuesto para congrio colorado, dado que los nichos de mercado son similares.



Como primera diferencia con las otras 6 especies abarcadas en este estudio, es que no existe la publicación de un protocolo de cultivo consolidado para congrio dorado, ya que la mayoría de sus avances provienen desde la investigación basal realizada por Universidades y posteriormente de la homologación de los procesos de cultivo masivo creados para congrio colorado, cuyos resultados son privados ya que están protegidos por la apropiabilidad del programa tecnológico de CORFO. Coo apoyo de este programa, se ha avanzado hasta una primera producción comercial de congrio colorado, aunque con fines demostrativos y promocionales. En efecto, una primera cosecha de 4 toneladas de ejemplares entre los 500 y 700 gramos, que fueron maquiladas y congeladas durante 2020; se destinaron para muestras en distintos formatos con el objetivo de conocer la recepción principalmente en el rubro de los restaurantes especialistas en gastronomía de productos del mar. Este testeo logró levantar información acerca de la preferencia de los formatos, receptividad de la talla y los aspectos organolépticos de la carne. Como era de esperar, respecto de los formatos, la aceptación de la talla fue diversa, con una inclinada tendencia a requerir subir el calibre de cosecha, quizás llegando a ejemplares de 1 kg<sup>6</sup>.

Para esta especie existe buena percepción del mercado ya que su demanda se encuentra al alza, posee un buen mercado en Nueva Zelanda, Sudáfrica, Europa y Argentina, entre otros. Parece claro que, como estrategia de venta, en una primera instancia, se debiera apuntar a los mercados del retail y Horeca, el cual se identifica con un segmento de mercado que concentra hoteles, restaurantes y cafeterías, de modo de testear el producto en estos mercados conocedores de especies símiles a esta. Ahora bien, existe otra componente que podría ser una opción interesante en este negocio, la cual es la producción masiva de juveniles con fines de repoblamiento de los stocks naturales, para recuperar poblaciones naturales y también como una opción para proyectar la APE de esta especie. De hecho, ya se ha realizado una primera liberación de tres mil juveniles de congrio colorado, realizado en abril del 2020, trabajo que se realizó en alianza con pescadores artesanales de la Caleta Los Vilos, y que marca el inicio de una vinculación que se proyecta para un próximo plan de Repoblamiento y APE, en conjunto con la pesca artesanal y pequeños cultivadores<sup>7</sup>.

Toda la experiencia anterior da un soporte relacionado con la estructura de empresa necesaria para abordar algunos aspectos en que es necesario ahondar con estudios de mercado específicos para congrio dorado, de modo de dar luz a aspectos comerciales y de gestión permitiendo el desarrollo de estrategias, redes de vinculación, entre otros.

# Avances en el cultivo de congrio dorado

Los primeros éxitos en la carrera por viabilizar el cultivo de esta especie ocurren por intermedio de Fundación Chile, que durante el 2012 logran cultivar exitosamente larvas bajo condiciones de cautiverio, además se reportaron tempranos éxitos respecto a la capacidad de alimentación de los reproductores capturados desde el ambiente natural, reportando una adecuada respuesta al alimento vivo, fresco e inerte. Además, se reportó un rápido crecimiento y buena condición sanitaria de los peces.

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> https://www.aqua.cl/2022/11/04/congrio-colorado-de-cultivo-saldra-al-mercado-nacional/#.

<sup>7</sup> https://www.mundoacuicola.cl/new/inician-plan-de-repoblamiento-con-congrio-colorado-en-los-vilos/



En este sentido, el buen nivel de avance tecnológico obtenido en el cultivo de congrio colorado, permite inferir la factibilidad futura del desarrollo de congrio dorado. Tanto la Universidad Andrés Bello (UNAB) como la empresa Colorado Chile han logrado alcances significativos de esta especie, lo cual permite prospectar esta visión auspiciosa para su consolidación tecnológica y escalamiento.

Los esfuerzos actuales de Colorado Chile están centrados en la homologación de los procesos llevados a cabo con el congrio colorado, y la definición de protocolos adaptados para el manejo reproductivo del congrio dorado, para así seleccionar los reproductores más competentes e identificar su comportamiento dentro del período reproductivo. De tener éxito en esta homologación del manejo reproductivo, alimentación y salud animal que esta empresa ha desarrollado, será un gran salto en el conocimiento y un gran avance en buscar la consolidación del cultivo del congrio dorado.

Los mayores éxitos del proceso de implementación de los protocolos de homologación están centrados en la primera etapa del cultivo de esta especie, y han permitido generar la efectiva reactivación de la funcionalidad gonádica y la movilización gametogénica, transitando ahora a una segunda etapa, de acondicionamiento de la calidad gamética, que permita transitar hacia el desarrollo larval. De hecho, si estos protocolos de homologación del congrio colorado, continúan siendo compatibles para el dorado, se habrá avanzado en dos años lo que correspondería a cerca de 10 años de investigación. Ya logrado con éxito este primer ciclo, las etapas pendientes para escalar esta especie de interés comercial, serán la ampliación del plantel de reproductores y la sincronización de los mismos.

Uno de los mayores éxitos, en el pasado reciente (año 2018), ha sido la conformación de un plantel de reproductores que nace a partir de la selección de 45 ejemplares desde la zona de Puerto Montt y su traslado a la zona norte y lográndose su adaptación. Como resultado de esta experiencia, se han obtenido ovas con buena calidad, lo que ha permitido realizar fecundaciones naturales e in vitro, lo que ha a su vez ha permitido obtener un stock de cerca de 7 mil larvas sembradas desde distintos batchs. En el primer pulso sembrado, se obtuvo un primer grupo de juveniles de 1 y 2 gramos. La meta para el 2020 era contar con un stock de al menos 30 ejemplares en condiciones reproductivas (Magnolfi 2019).

En la actualidad, los estudios se centran en resolver brechas científico-tecnológicas que permitan el escalamiento. Ahora bien, dado el carácter de reservado de los resultados de estos desarrollos privados, no permiten tener una mayor claridad respecto al real avance alcanzado para esta especie, especialmente en el éxito de los protocolos de homologación con congrio colorado (Magnolfi 2019; Magnolfi, com pers).

En consecuencia, las principales limitantes para el cierre de un paquete tecnológico para congrio dorado es la falta de conocimiento sobre el requerimiento nutricional. Los estudios han demostrado que se alimenta de organismos pelágicos como pequeños crustáceos, peces y cefalópodos. Sin embargo, a pesar de la información proporcionada por estos estudios, es esencial la determinación de requerimientos nutricionales específicos en las diferentes etapas de la vida y/o fases del ciclo productivo. Congrio dorado posee un sistema digestivo típico de un pez bentónico carnívoro, adaptado para alimentarse de peces y crustáceos, por lo tanto, la formulación de alimentos artificiales debe considerar altos niveles de proteína, probablemente de origen marino, y bajos niveles de lípidos.

Se ha probado alimento pelletizado, pero se requieren futuros estudios para determinar el balance nutricional adecuado para cada etapa del ciclo productivo.



#### 5.6.3.2. Análisis Fuerzas de Porter

# Poder negociación clientes

Internacionalmente el congrio dorado es bastante cotizado, el mercado de esta especie es bien definido y dado la demanda mundial detectada, existen oportunidades de instalación de este cultivo. Hoy no existe la acuicultura industrial de esta especie, de hecho, se puede afirmar que Chile es pionero en el avance de la tecnología.

Hoy existe demanda efectiva para este recurso solo como especie símil de los mercados importadores, no existe aún, un trabajo de promoción para la diferenciación en destino de congrio dorado. Sin embargo, dependiendo del cliente final será la valoración que éste obtiene. Por ejemplo, para el mercado asiático sería una especie no conocida y de más bajo valor. Para los compradores de Latinoamérica es una especie conocida, valorada y escasa. Para el mercado europeo también es una especie de mayor valor, lo mismo para los compradores del mercado estadounidense.

Como mercados promisorios se visualizan destinos más lejanos como Hong Kong y Nueva Zelanda, Sudáfrica, Europa (España y Portugal) y América (Brasil, Argentina y USA), pero siempre bajo la premisa de ser un símil de especies locales.

# Poder negociación de los proveedores

Hoy en día solo se ha probado, en el mercado nacional, la introducción de los primeros volúmenes de producción acuícola de congrio colorado, que se centró en un producto de 500 a 700 gramos, el cual tuvo un relativo éxito en el canal Horeca<sup>8</sup>. Un aprendizaje de esto, es que el mercado solicita ejemplares de mayor tamaño, siendo una talla más apropiada la de un kilo de peso.

#### Amenaza de nuevos competidores entrantes

No existe registro de información sobre países productores de congrio dorado mediante acuicultura; la mayoría de la competencia en mercados extranjeros son las especies locales símiles a congrio dorado, obtenidas por extracción pesquera.

En Chile el principal productor es la pesca artesanal y en menor medida la pesca industrial. No se puede hablar de una industria acuícola para esta especie, por lo que no existe información para analizar claramente la producción, siendo un desafío, el precio final de los ejemplares producidos que tendrán que competir con la extracción pesquera.

Desde el punto de vista de la competencia de implementar el cultivo masivo, Chile estaría en una buena posición frente a competidores, ya que esta especie tiene mucho potencial de exportación en mercados como Nueva Zelanda, Sudáfrica, Europa y Argentina, pues esta especie o especies símiles también se encuentran en estos destinos y es muy apetecida por los consumidores.

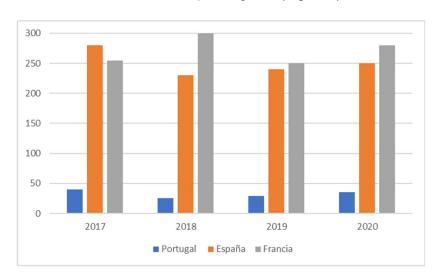
<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Revista Canal Horeca es una publicación especializada, dirigida al profesional que toma la decisión de compra en hoteles, restaurantes, empresas de catering, banqueteros, fast food, panaderías, pastelerías, gelaterías, cafeterías, pubs, concesionarios de casinos, rincón deli de supermercados e hipermercados, servicios de alimentación de estaciones de servicio y todos aquellos establecimientos denominados Out of Home o de Alimentación Fuera del Hogar.



## Amenaza de productos sustitutos

En el mercado europeo no se encontró evidencia de exportaciones específicas de congrio dorado. Allí la especie se conoce como abadejo manchado y compite con varias especies símiles y no símiles. Lo más probable es que su importación esté escondida bajo el nombre de especies símiles. En Europa, se le asigna en el grupo de productos de peces de fondo, que incluye otras 14 especies. El volumen total de peces de fondo tranzado en el mercado europeo, alcanzó las 38.869 toneladas durante 2019. Los competidores más directos en Europa son: el congrio (*Conger conger*), la maruca (*Molva molva*), y el abadejo de Alaska (*Theragra chalcogramma*). El congrio chileno es considerado una especie sustituta, aunque no necesariamente de menor valor que sus competidores.

Como un ejemplo de la potencia del mercado europeo para especies símiles a congrio dorado, se incorpora la información del volumen tranzado para la especie *C. conger*, en donde el precio de primera venta fluctúa entre los 1,5 a 3,4 euros por kilogramo (**Figura 8**).



**Figura 8.** Volumen de compra (t) de los principales importadores europeos de congrio *Conger conger,* periodo 2018-2020. (Fuente EUMOFA).

## Rivalidad entre los competidores

En Chile un primer competidor directo de la acuicultura será la flota pesquera artesanal e industrial con niveles de captura descendiendo en el tiempo. A nivel internacional, Perú resulta ser el competidor más cercano y directo y, a la vez representa un buen mercado para iniciar su comercialización.

Dado el bajo nivel de avance en las tecnologías de cultivo de congrio dorado, no se avizora una competencia a los desarrolladores actuales de la tecnología en la eventualidad que capitalicen este desarrollo y lo lleven a un nivel de escalamiento, pero eso se ve lejano aún.

Por lo que la mayor competencia para el congrio cultivado en Chile serán las especies símiles del mercado europeo anteriormente mencionadas y otras símiles existentes, especialmente en el mercado asiático y europeo (EUMOFA 2020).



# 5.6.3.3. Preferencias según producto y mercado

Esta especie se demanda, principalmente, en dos formatos: fresco refrigerado y congelado, esto independiente del mercado. No existen alternativas de valor agregado que hayan sido probada en el mercado local o en el internacional.

## 5.6.3.4. Impacto sectorial acuicultura

# Análisis de impacto en la economía regional y potenciales cadenas de valor a desarrollar

La posibilidad de generar un proceso cultivo masivo de congrio dorado es una oportunidad que se abre casi a cualquier territorio del país, esto dado la distribución natural de la especie. Su cultivo puede efectuarse desde la zona norte, hasta el sur austral. Siendo una especie nativa, se espera que, con el desarrollo del cultivo masivo existan progresos o avances en un programa de mejora genética, y en la optimización del proceso de alimentación para mejorar las brechas del proceso tecnológico y fase de engorda. Esto permitiría mejoras económicas locales en los territorios en que se instale el cultivo. El cultivo de congrio dorado junto con el cultivo de congrio colorado serán un aporte moderado para reactivar el empleo en el lugar que se desarrolle. El proceso de cultivo de esta especie requiere de personal técnico de diferentes niveles de calificación para cada una de sus etapas, requiriéndose personal técnico y mano de obra de mediana clasificación durante el año completo, aunque la demanda de mano de obra será moderada en comparación a la necesaria para otras especies hidrobiológicas. Hoy la capacidad de creación de empleo está limitada a la actividad extractiva de congrio dorado.

Se percibe un positivo nivel de desarrollo de proveedores y servicios, generalmente asociados a los grandes centros urbanos. Con la masificación de este cultivo será necesario construir redes de colaboración logística, más el desarrollo de redes de colaboración tecnológica para la masificación de este cultivo, generando y fortaleciendo un ecosistema económico en torno al cultivo de esta especie.

## Análisis básico de implicancias ambientales

Su instalación como industria, podría permitir mejoras económicas locales en los territorios donde opere, como por ejemplo lo ocurrido para otro tipo de cultivos de peces, como los salmónidos, que han traído mejoras económicas locales, y obviamente también desafíos ambientales. Desde el punto de vista ecosistémico, se visualiza al congrio dorado, como una especie factible de realizar bajo un esquema de acuicultura integrada, como es una especie con alimentación exógena posee un nivel de impacto ambiental que debe ser controlado.

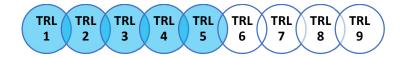
## 5.6.3.5. Nivel de madurez tecnológica

# Actualización ficha TRL

A continuación, se presenta la actualización de la ficha TRL para la acuicultura de la especie *G. blacodes.* 



# ESTADO ACTUAL Genypterus blacodes: TRL 5



AVANCE CICLO BIOLOGICO	
Conocimiento desarrollo larval	5
obtención y manejo de reproductores	5
Producción de Juveniles y Semillas	4
Temperatura optima de cultivo	7
Crecimiento en talla y peso (meses desde incubación).	3
Talla de cosecha	6
Manejo genético	1

SISTEMAS Y TECNOLOGIA DE CULTIVO	
Tecnología e Ingeniería de Cultivo	6
Disponibilidad de tecnología (nivel de desarrollo)	5
Infraestructura y tamaño de la inversión necesaria	5
Proveedores de equipamiento e insumos	3

AVANCE SALUD ANIMAL Y ALIMENTACION	
Desarrollo de dietas	4
Uso dietas alternativas	3
Conocimiento de Enfermedades	3
Tratamientos de salud animal	2

SISTEMAS TECNOLOGICOS ANEXOS Y COSTOS ADICIONALES	
Sistemas de cosecha	8
Sistemas de vigilancia	7
Manejo de plantel	6
Producción	6
Transporte	8
Marketing	8



## Estimación de inversión necesaria para llevar la especie seleccionada a nivel TRL 8 o 9.

Esta especie posee en la actualidad un nivel de TRL 5, en donde los componentes están integrados a manera que la configuración del sistema sea similar a su aplicación final en casi todas sus características. Se dan pruebas a escala en laboratorio y un sistema operativo condicionado. La diferencia mayor entre el nivel 4 y 5 es el incremento en la fidelidad del sistema y su ambiente hacia la aplicación final. El sistema probado es casi prototipo.

Según la naturaleza de las brechas tecnológicas asociadas al proceso de cultivo, se puede afirmar que el nivel de inversión necesario es comparativamente alto a la de las otras especies estudiadas. En general, estas necesidades de inversión se asocian a la naturaleza de las brechas tecnológicas dadas para lograr cerrar el paquete tecnológico. Acá lo más cercano a esto, es el proceso de homologación que realiza Colorado Chile a partir de lo desarrollado para congrio colorado. Para una empresa que pretenda partir desde el estado actual, habrá muchas brechas, las principales son: un proceso robusto de obtención de juveniles para la engorda, el desarrollo de dietas específicas, mejorar el conocimiento de enfermedades emergentes y tratamientos de salud animal apropiados. También se menciona como muy bajo, el nivel de conocimiento en manejo genético, ítem que implica gran nivel de inversión y mucha cantidad de tiempo para su consolidación. El resto de los aspectos que permiten el cultivo están medianamente cerrados, por lo que el nivel de inversión necesario se estima como ALTO.

# Nivel de inversión necesario para la instalación

No existe información publicada disponible que permita aproximar el costo de instalación de un plantel de congrio a nivel comercial; los únicos datos existentes, pero no disponibles, dado el esquema de apropiabilidad de los resultados de los programas tecnológicos que los hace privados, son los datos de inversión que realiza Colorado Chile para el proceso de cultivo de congrio colorado. Procesos que están siendo homologados. Estos datos no son comparables ya que incluyen actividades de investigación y desarrollo. Este programa tecnológico tuvo un costo total de 4.200 millones de pesos.



# 5.6.4. Ostra japonesa - Crassostrea gigas

La ostra japonesa o del Pacífico *Crassostrea gigas* es un bivalvo estuarino que se asienta preferentemente en sustratos firmes del fondo. Posee una distribución batimétrica que va desde la zona intermareal hasta profundidades de 40 metros. También puede encontrarse en fondos arenosos y lodosos. Su rango salino óptimo es entre 20 y 25 ppm, aunque también sobrevive a menos de 10 ppm y sobre 35 ppm. También es altamente tolerante a un amplio rango de temperaturas que va desde –1,8 a 35 °C (FAO 2009). Posee un rápido crecimiento y una gran tolerancia a las condiciones ambientales. Esto la hace elegible para el cultivo en diversas regiones del mundo. Su origen es japonés, en donde se le ha cultivado durante siglos y ha sido introducida en el resto del mundo, en particular en las costas occidentales de USA, Brasil, Costa Rica, Panamá México y Chile (Escudeiro 2006, Olguín 2007).

Para esta especie se utilizan variadas técnicas de cultivo extensivo, apoyados por la captura de semillas y transporte hacia áreas productivas, incluyendo una gran variedad de cultivos suspendidos y métodos de fondo, utilizando tanto semillas silvestres como producida en hatchery. Los desarrollos más recientes incluyen la producción de semilla triploide en incubadoras y programas de selección que se enfocan en la producción de semillas de rápido crecimiento y de mayor calidad (CETMAR 2017, FAO 2009).

# 5.6.4.1. Mercado y Modelo de negocio

# Análisis de mercados potenciales (nacional e internacional)

La ostra japonesa tiene una amplia distribución mundial como recurso cultivable, de hecho, la ostricultura está básicamente dominada por esta especie, con más del 90 % de la producción ostrícola mundial, en donde los principales productores son China, Japón, Corea, Francia, USA y Taiwán. Su cultivo es relativamente fácil y el nivel de mortalidad es pequeño (Trinidad 2014). Estas características explican la preferencia de las empresas por el cultivo de esta especie, con menos riesgo y más alta productividad que las demás especies. Entre 2011 y 2020, la producción mundial de ostra aumentó un 39%, principalmente debido al fuerte incremento de la producción acuícola (> 43%), en 2020. La producción mundial de *C. gigas* fue de 6,4 millones de toneladas, prácticamente en su totalidad procedentes de la acuicultura (98%) (EUMOFA 2022).

#### Mercado Chileno

En Chile se cultiva desde hace 40 años, alcanzando un máximo histórico, en términos de volumen cultivado y retornos por ventas, el año 1999, principalmente en Chiloé. El cultivo fue liderado por empresas como Cultivos Achao, Pesquera Apiao o Cultivos Marinos del Pacífico, que en ese momento alcanzaban una producción de 873 toneladas. Esto se traducía en US\$2,6 millones de producción, considerando que el valor en formato fresco-vivo en USA llegaba a los US\$3,26/kg<sup>9</sup>. Hoy el precio de

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> https://www.aqua.cl/reportajes/chile-la-ostra-retoma-camino/#.



la ostra para el mercado nacional varía entre \$300 a \$500 por unidad en formato fresco, un promedio de \$400 para el formato media concha congelado.

Posteriormente, se produjo un gran declive en el cultivo de esta especie, dado que uno de los principales mercados de este recurso, el asiático, comenzaba a exigir a los productores nacionales una serie de certificaciones que garantizaran que el producto local estaba libre del Norovirus. Este es un agente patógeno causante de graves intoxicaciones alimentarias. Parte de la crisis de la producción de ostra se dio por el estado sanitario del territorio donde se cultivaba masivamente, en efecto en Chiloé, casi no existían plantas de tratamiento para las aguas servidas. Así, los mercados internacionales más relevantes se fueron cerrando, trayendo como consecuencia una baja productiva y el término de varias empresas cultivadoras. Algunos pequeños productores lograron seguir operando con cultivos de ostra chilena y japonesa, abasteciendo solo el mercado nacional (ACHIPIA 2017).

Ante este escenario las universidades y centros tecnológicos comienzan a poner esfuerzos en recuperar terreno. Un buen ejemplo de este esfuerzo fue el llevado a cabo por Fundación Chile que comenzó a orientar parte del desarrollo al negocio de la exportación de semillas triploides de ostra japonesa<sup>10</sup>. Estas semillas pueden cultivarse en ambientes más cálidos, así, algunos de los principales destinos de estas tecnologías fueron Sudáfrica, Ecuador, México y Singapur. No obstante, la entidad nunca dejó de proveer a pequeños cultivadores (e.g., Tongoy), lo que demostraba que el mercado de la ostra sigue activo, aunque a menor escala.

Actualmente se ha visto un resurgimiento en los cultivos a nivel nacional y el interés de abarcar el mercado de las ostras a nivel internacional. Esto está despertando el interés de varios emprendedores locales, aunque con extrema cautela y lentitud (**Figura 9**). De la información oficial publicada del área, se puede establecer que hoy deben existir al menos 30 a 40 pequeños productores, pero que tienen una visión distinta del negocio. En su mayoría, la producción está destinada al consumo local, siempre más próximo al modelo que ofrece la APE, que el destinado a los mercados internacionales.

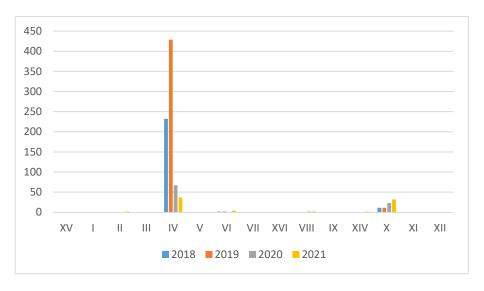


Figura 9. Cosechas acuícolas de ostra japonesa (t) por región, periodo 2018-2021 (Fuente: Sernapesca).

\_

<sup>10</sup> https://www.aqua.cl/2014/05/09/chile-alcanza-su-primera-exportacion-de-semillas-de-ostras-japonesas-canada/



# Mercado internacional

Hoy Chile no participa de manera relevante de los mercados internacionales de ostra japonesa. El destino principal de la ostra producida en Chile han sido países de América y en menor medida Europa. La presentación principal del producto es desconchado en bloques o potes de un kilo. También en algún momento se innovó en el formato y se logró colocar en el mercado europeo la media concha congelada con nitrógeno (Sernapesca 2021).

Un análisis reciente del mercado mundial de ostras, muestra periodos con flujos de crecimiento constante no solo en cantidad producida, sino que también, en precios. Por ejemplo, USA importa un total aproximado de 10.000 toneladas de ostras por un monto equivalente a US\$43 millones y a un precio promedio de US\$4,32/kg (EUMOFA 2022. Pro-Chile 2017, Pro-Chile 2018).

Hoy el precio internacional de la ostra es muy variable dependiendo del país que la produce. Para los principales productores (China, USA) el precio fluctúa entre US\$0.5 y US\$3/kg. Francia, líder en la producción y marketing de ostras, logra valores de US\$7/kg. Respecto al nivel de la producción global se calcula que la valoración del total de los productos relacionados a ostras, es de US\$7,46 billones. La producción total mundial durante 2018 fue mayor a 6 millones de toneladas (EUMOFA 2022).

Chile está muy lejos de competir con actuales lideres en producción mundial, en volumen y calidad de los recursos. El mercado de ostras es liderado por China que produce en promedio 5 millones de toneladas, Reino Unido produjo en 2018 alrededor de 2.000 toneladas de ostra. En Chile, durante el año 2021 se produjeron tan solo un total de 79 toneladas, todas orientadas al mercado nacional (**Figura 9**). Hoy la exportación chilena de ostras en la práctica no existe.

En 2020, China representó, el 85% de la producción mundial, seguida de Corea del Sur (5%), USA (3%) y Japón (2%). La Unión Europea contribuyó con un 2% de la producción mundial y se situó como quinto productor global, con casi 98.000 toneladas (EUMOFA 2022). Durante 2021, las importaciones extracomunitarias fueron de un volumen total de 2.270 toneladas, con un valor de 7,7 millones EUR. La mayor parte de las importaciones extracomunitarias se componen de ostra viva y fresca (85% en valor y 95% del volumen). El volumen de ostra congelada, ahumada y en conserva importado a la UE es mínimo. Una gran parte de las importaciones a la UE proceden del Reino Unido (84% del valor de las importaciones extracomunitarias) (**Tabla 30**).

**Tabla 30.** Importaciones de ostra para la Unión europea de (2021). (Fuente: EUMOFA).

	Volumen (toneladas)	Valor nominal (1.000 EUR)	Precio (EUR/kg)
Viva / fresca o refrigerada	2157	6594	3,06
Ahumada, seca, en salazón o en salmuera	36	474	13,09
Congelada	54	526	9,69
En conserva	23	141	6,18
Total	2270	7735	3,41



Francia es el mayor importador europeo. En 2021, importó, el 85% de las importaciones extracomunitarias en valor. En 2020, el consumo aparente de ostra en la UE se estimó en 91.488 toneladas de equivalente de peso vivo (EPV), con un consumo *per cápita* estimado de 0,20 kg (**Tabla 31**).

**Tabla 31.**Consumo aparente de la ostra en los principales Países europeos (2020, en toneladas de equivalente en peso vivo) (Fuente: EUMOFA).

País	Producción (Capturas + Acuicultura)	Importaciones	Oferta total (producción + importaciones)	Exportaciones	Consumo aparente (oferta total - exportaciones)	Consumo aparente per cápita (kg)
Francia	80.796	6.541	87.337	11.340	75.997	1,13
Irlanda	6.905	48	6.953	4.301	2.652	0,53
Portugal	3.632	118	3.750	1.426	2.324	0,23
Países Bajos	2.374	1.367	3.741	2.008	1.733	0,1
España**	1.097	1.296	2.393	4.639	n.d.	n.d.
Italia	226	5.975	6.201	349	5.852	0,1
Dinamarca	181	112	293	157	136	0,02
Alemania	50	691	741	45	696	0,01
Suecia	15	403	418	13	405	0,04
Grecia	9	213	222	7	215	0,02
Bélgica	0	2.266	2.266	41	2.225	0,19
Otros	32	541	573	440	133	-
UE	95.318	1.745	97.063	5.575	91.488	0,2

# Modelo de negocios primario.

En Chile la ostra japonesa, ha sido introducida con éxito y ha sido cultivada principalmente mediante sistemas de cultivo suspendido (linternas). También ha sido cultivado por comunidades de pescadores artesanales a través de proyectos APE, generalmente con financiamiento externo y dependiendo de la proveeduría de semillas desde hatchery.

Una ventaja de la producción chilena es la capacidad de producir a contra-temporada de los mercados del hemisferio norte. En el hemisferio norte se cosecha en el periodo entre octubre a diciembre, debido a esto, los productores nacionales podrían abastecer con ostras frescas en el periodo de junio y julio que corresponde a meses de la temporada estival, en la cual no hay cosecha de ostras.

En el proceso de cultivo y producción se dan las siguientes etapas que deben incorporarse al modelo productivo, las cuales fueron sistematizadas a partir de las siguientes publicaciones: FAO (2009), Olguín (2007), Escudeiro (2006) y Chávez-Villalba (2014):



## Acondicionamiento de reproductores

En esta etapa, se aumenta la temperatura y la cantidad de alimento para acelerar la maduración sexual de los reproductores, en un período de entre 2 a 6 semanas dependiendo de la época del año. La alimentación es una dieta diaria combinada de microalgas con concentración mayor a 200.000 células/ml.

#### Obtención de larvas

Para la obtención de larvas, los ejemplares son sometidos a baños alternados fríos y calientes en periodos cortos de tiempo (rango 10-12°C), lo que se denomina choque térmico. Una vez separados hembras y machos se completa el desove por un período de 30-45 minutos para luego realizar la fertilización. Luego de 8 horas se obtienen larvas trocóforas. Durante esta etapa debe controlarse la temperatura (27°C) para obtener un buen desarrollo larvario y alcanzar la etapa de larva tipo D.

#### Cultivo Iarvario

Después de 24 horas las larvas se transfieren a estanques con una densidad de 5 larvas/ml, con aireación y temperatura entre 25 y 27°C La dieta diaria está compuesta de una combinación de microalgas las cuales son suministradas en diferentes proporciones según el estadio larval, a los 12 días se observa larva con ojo (pediveliger) indicando la preparación para la metamorfosis.

## Fijación de larvas

A los 12 días de cultivo se cosechan las larvas pedivelígeras mediante tamiz de 224 micras de apertura. Las larvas son colocadas en un estanque con agua de mar filtrada, aireación y alimentación a base de microalgas. Durante esta etapa, las postlarvas se mantienen en los tamices de fijación hasta un tamaño de 2 mm de altura. Después de la fijación, la larva sufre metamorfosis y pasa al estadio de semilla. Pasados de 2 a 7 días, la semilla es trasladada a balsas de pre-engorda.

# Engorda de postlarva

Esta etapa inicia al alcanzar un tamaño promedio de 2 mm y se extiende hasta un tamaño de 5-10 mm aproximadamente. Las semillas se suspenden dentro de unes tanque de 800 L con agua de mar filtrada, y circulante por medio de un sistema de "air-lift", lográndose una circulación continua. Se debe alimentar diariamente.

#### Cultivo de engorda

Con un tamaño de 5 mm las semillas se trasladan al sitio de cultivo en el medio natural en donde serán engordadas. La duración del proceso de engorda de la ostra es de 12-20 meses. Independientemente de la modalidad utilizada para la obtención de semilla y la pre-engorda, las ostras se trasladan a las áreas de engorda donde se utilizan diferentes artes de cultivo, dependiendo de las condiciones del sitio de cultivo y del sistema empleado para la obtención de semilla

#### 5.6.4.2. Análisis Fuerzas de Porter

# Poder negociación clientes



Existen oportunidades de desarrollo acuícola ya que podemos afirmar que existe una demanda insatisfecha de ostras en grandes mercados como Asia, Europa y Norteamérica. En Chile, hoy, la producción de ostras es baja y se circunscribe solo para un destino, el mercado local, surtiendo mercados, restaurantes y retail.

Una de las características del cultivo de la ostra japonesa, es la posibilidad de participación de muchos agentes productores, esta característica del circuito de producción integra la posibilidad de participación desde sindicatos de pescadores artesanales en un nivel de pequeña escala, pasando personas naturales que poseen una concesión de acuicultura, hasta grandes empresas que quieren escalar la producción.

Históricamente, el modelo predominante ha sido, la existencia de pequeños productores que son abastecidos de semillas por alguna instancia como empresa, universidad, y que luego, engorda las semillas en su concesión o AMERB. En este marco, la capacidad de negociación o asociatividad es difícil, ya que en la práctica cada productor maneja su demanda, generalmente surtiendo a restaurantes o a comerciantes mayoristas en el mercado nacional.

Existen oportunidades para los cultivadores individuales relacionado al desarrollo de una oferta continua de producto. Sin embargo, dada la baja incidencia de su producción, no hay impacto en el mercado en cuanto a la capacidad de negociación, esta queda reducida a la capacidad de interactuar con los compradores respecto a las cantidades de entrega. Algo que juega en contra del negocio es lo lejano que están los centros de producción de ostras con los centros de consumo masivo, lo que complejiza la logística de entrega de producto.

En cuanto a los grandes productores, que hoy no existen, el negocio puede tener oportunidades de internacionalización en base a un mayor nivel de producción y con una estandarización en los procesos, de modo de obtener un producto final de calidad estándar.

# Poder negociación de los proveedores

La producción de ostras en Chile tiene fuertes similitudes al proceso de cultivo de otros moluscos bivalvos, y dado que en la cadena productiva participan por lo menos dos agentes, es difícil establecer un panorama respecto a la capacidad negociadora de los proveedores. Es clara la posición dominante del productor de semillas sobre el resto de la cadena productiva. Prueba de esto, es la baja producción de ostra en la actualidad, dada la escasez de semilla disponible para engorda.

Al igual que en el caso de la almeja, no es fácil introducir modificaciones innovadoras respecto al modelo de producción acuícola, ya que, la etapa de engorda en el mar requiere en primera instancia de sitios aptos y además, de los permisos sectoriales correspondientes. Estos últimos, requieren de tiempo y puede ser costoso.

## Amenaza de nuevos competidores entrantes

Como ya se ha dicho existe una gran cantidad de territorios y países que cultivan la ostra *C. gigas*. En la mayoría de estos países fue una especie introducida y dadas sus capacidades de adaptación, fue cultivada con gran éxito (**Figura 10**).



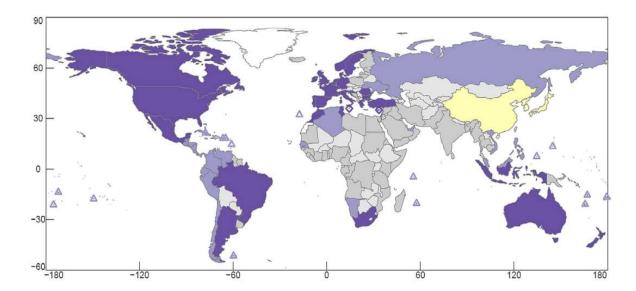


Figura 10. Mapa global de introducción y establecimiento de la ostra *C. gigas*. En amarillo: área de distribución nativa. Gris: país costero sin introducción conocida. Púrpura claro: introducido, pero no establecida. Púrpura oscura: establecido (poblaciones auto-reproductivas) (Tomado de Martínez-García et al. 2022).

La incorporación de nuevos competidores al mercado internacional (distintos a los ya conocidos Asia, Europa y América) se vislumbra poco probable debido a que este mercado ya se ha consolidado. Para el mercado latinoamericano se ve un fuerte crecimiento en Perú, existiendo una posibilidad de que en el mediano plazo este país sea la competencia de la región para Chile. Esto, dado los esfuerzos actuales de este país en masificar el cultivo de diversas especies hidrobiológicas.

Para el mercado nacional la competencia estará mediada claramente, en la capacidad de producir semillas de calidad, lo que resulta en la necesidad de ordenar la producción, con la necesaria capacidad de instalación o reactivación de hatcheries.

La baja en la producción general de ostra japonesa en Chile ha sido acompañada en una baja de la capacidad de asociatividad para el sector. Asimismo, tampoco existe un grado de asociatividad gremial. Si bien hasta hace unos años los productores de ostras estaban agrupados junto con los productores de ostiones en APOOCH, actualmente, no existen empresas productoras de ostras agrupados en alguna asociación gremial.

## Amenaza de productos sustitutos

*C. gigas* es la ostra más cultivada y comercializada en el mundo, y la ostra de mayor consumo. En la **Tabla 32**, se presentan los sustitutos de la ostra japonesa en el mundo. Si bien los productos sustitutos directos existen, la experiencia dice que la ostra japonesa es una de las ostras más reconocidas por los mercados internacionales. Esto genera un panorama poco favorable para especies sustitutas. De hecho, en Chile, compite con la ostra chilena, sin embargo, existe preferencia por la ostra japonesa en el mercado. En general se asume que los símiles poseen menor calidad y a un menor precio.



**Tabla 32.**Especies símiles de *Crassostrea gigas* cultivadas y comercializadas en el mundo.

Especie	Origen
Crassostrea commercialis	Australia
Crassostrea virgínica	Canadá, República dominicana, México y USA
Crassostrea rhizophorae	Cuba, Jamaica, Papua nueva guinea
Crassostrea cortesiensis	México
Crassostrea iredalei	Filipinas
Crassostrea angulata	Portugal
Crassostrea edulis	Croacia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Holanda, Noruega, Suecia, Portugal, Sudáfrica, España, USA, Inglaterra, Túnez, Yugoslavia.
Crassostrea conchaphila	USA

# Rivalidad entre los competidores

La dificultad de acceso y abastecimiento de semillas viables para el cultivo, es el primer elemento a considerar en la competencia de productores nacionales. La disponibilidad de semillas ha disminuido considerablemente desde el año 2018. Hoy en día el negocio de la ostra japonesa es de nicho, en donde cada productor se encarga de encontrar un nicho de mercado para su producción, siendo el foco principal el rubro gastronómico por excelencia y, en menor medida el retail.

Por razones de escala y nivel organizacional, la APE en Chile no ha sido capaz de acceder directamente a los mercados terminales (exportaciones y grandes centros urbanos del país). Habitualmente, estos productores deben conformarse con vender en playa, dejando de percibir las utilidades que genera el proceso de comercialización (Wurmann 2008).

Dado esto último, más que hablar de competencia, se visualiza la necesidad de potenciar la asociatividad, necesaria para mejorar el negocio del cultivo en términos de coordinar y homologar la producción de los diferentes centros de cultivo, y también mejorar el nivel de la escala productiva y así acceder a las ventajas que da participar de un mercado de exportación o participar directamente el mercado masivo del retail nacional.

## 5.6.4.3. Preferencias según producto y mercado

Los productos finales que se pueden generar para el cultivo de la ostra son los siguientes:

- Vivo: Con concha.
- Fresco: Media cáscara, pulpa.
- Congelado: Entero, Media cáscara, pulpa, cocido y crudo.
- Con valor agregado: Ahumado, pulpa enlatada, sopas enlatadas, empanados, fritos, entradas.

En Europa a las ostras se las considera un producto de lujo. El período de mayor consumo se da durante las fiestas de fin de año. Salvo en Francia, Bélgica y Suiza, las ostras son consumidas en su mayoría en los restaurantes. Japón es el líder absoluto entre los importadores de ostras que ha visto incrementos en producto vivo o fresco de este recurso.



Las ostras se clasifican de 0 a 5 según su calibre: el 5 las más pequeñas y el 0, las más grandes. El grueso del mercado se sitúa entre 2 y 3.

# 5.6.4.4. Impacto sectorial acuicultura

# Análisis de impacto en la economía regional e implicancias sociales y económicas

La ostra japonesa es una especie ideal para cultivar en diferentes condiciones ambientales, lo cual le da una mayor capacidad de adaptación al cambio climático y ventajas comparativas respecto a otras especies cultivables. Debido a que su reproducción puede ser controlada, se pueden producir con diferentes métodos de cultivos y son manejables en cualquiera de las etapas y, como es una especie netamente filtradora, por ende, su alimentación a base de fitoplancton no representa ningún costo en la fase de engorda en el mar.

La operación de un cultivo de ostra necesita una buena cantidad de mano de obra constante en el tiempo, lo que es una oportunidad para absorber mano de obra calificada y no calificada.

Un tema relevante que también puede ser visto como una oportunidad es que el desarrollo del cultivo requiere de desarrollo de proveedores de insumos básicos y/o específicos, por ejemplo, bolsas para cultivo, estructuras de cultivo, sistemas de fondeo.

## Oportunidades de nuevos negocios en los territorios

## Venta semillas

Para consolidar la acuicultura de ostra japones, entre otros, es necesario establecer una producción de semillas de calidad y cantidad necesaria para soportar el crecimiento de la industria. Asi, surge una oportunidad de negocios en la producción masiva de semillas para la venta a centros de engorda. Este negocio podríamos decir que existe hoy pero no tiene la masividad y la continuidad necesaria para sostener una industria creciente.

En el contexto de la producción mundial de ostras el suministro de larvas y/o semillas se realiza por captación natural de larvas y por el abastecimiento mediante la operación de un hatchery. Para el mayor productor mundial de ostra japonesa, China, la cosecha depende mayoritariamente de semillas de hatchery. Chile, dada su realidad geográfica podría, mediante la operación estratégica de dos o tres hatcheries bien equipados y de operación constante, obtener las semillas necesarias a un precio viable para sostener un negocio de engorda a gran escala.

## Futuro en a la acuicultura de pequeña Escala (APE)

Hoy el tamaño del mercado interno para venta de semilla de ostra es de nicho y, por lo tanto, se podría abastecer a las AMERB y sectores APE, generando exportaciones, de valor agregado, por ejemplo, abordando el mercado de exportación existente, para productos finales como las ostras apanadas o ahumadas en frascos, entre otros.

Se puede proyectar la ostricultura nacional por la vía de potenciar la APE (**Figura 11**). Por ejemplo, en la bahía Tongoy, en un escenario hipotético, se podría producir un millón de ostras, lo que generaría



una economía sana y de bajo impacto, siempre y cuando existan los lugares donde engordar dicha semilla, y es allí donde entran a tener gran importancia los sectores APE.

Este es un negocio que se ha venido realizado por largo tiempo en Chile. Uno de los principales desafíos que se advierte para el futuro de esta actividad es definir el modelo que se aplicará, definir cómo se abordarán los mercados, cómo se generarán los influjos de semillas y la información de mercado necesaria para los productores, de modo de planificar el negocio en el tiempo.

Un ejemplo de esto es el modelo de gestión que ha integrado el productor Justo García, quien tiene una producción de ostra japonesa y chilena en la Isla de Chiloé, alcanzando cerca de un millón de unidades en cultivo, las cuales se venden en su totalidad en fresco, en el mercado nacional (Santiago, Valparaíso y Concepción).

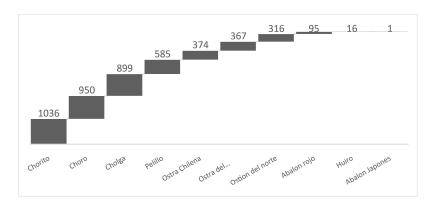


Figura 11. Numero de cultivos APE existentes en Chile por especie (Fuente FIPA 2015-02).

Otra gran oportunidad de negocio es la gestión de los desechos de la industria de procesamiento de moluscos, especialmente la de bivalvos, en donde sus conchas consisten en más del 95% de carbonato de calcio, que es utilizado en muchas aplicaciones agrícolas y de ingeniería. Por ejemplo, las cáscaras trituradas se pueden esparcir en los campos para controlar la acidez del suelo o para alimentar a las gallinas ponedoras de huevos como un suplemento de calcio. El carbonato de calcio es también un ingrediente común en la mezcla de cemento y se ha encontrado un uso adicional en el tratamiento eficaz de aguas residuales (Godoy 2020). Otra de las aplicaciones más interesantes de las ostras es el uso de conchas para restaurar los arrecifes de ostras dañados y promover el crecimiento de nuevos individuos (Justo García, com. pers.).

También la proliferación de estos centros de cultivo de ostras y otros moluscos en los territorios puede tener un impacto en turismo. Aumentar la oferta turística regional a través de la incorporación de servicios gastronómicos de alta calidad, en los destinos turísticos costeros, desarrollando el turismo de intereses especiales en torno a la venta de productos vivos: ostiones, ostras y otros.

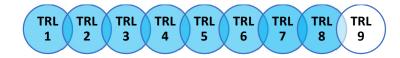
## 5.6.4.5. Nivel de madurez tecnológica

## Actualización ficha TRL

A continuación, se presenta la actualización de la ficha TRL para la acuicultura de la especie C. gigas.



# ESTADO ACTUAL Crassostrea gigas: TRL 8



DESARROLLO CICLO BIOLOGICO	
Conocimiento desarrollo larval	8
obtención y manejo de reproductores categoría	8
Producción de Juveniles y Semillas categoría	8
Temperatura optima de cultivo	9
Crecimiento en talla y peso (meses desde incubación).	8
Talla de cosecha	8
Manejo genético	5

SISTEMAS Y TECNOLOGIA DE CULTIVO	
Tecnología e Ingeniería de Cultivo	9
Disponibilidad de tecnología (nivel de desarrollo)	8
Infraestructura y tamaño de la inversión necesaria	8
Proveedores de equipamiento e insumos	8

AVANCE SALUD ANIMAL Y ALIMENTACION	
Desarrollo de dietas	8
Uso dietas alternativas	6
Conocimiento de enfermedades	8
Tratamientos de salud animal	8

SISTEMAS TECNOLOGICOS ANEXOS Y COSTOS ADICIONALES	
Sistemas de cosecha	8
Sistemas de vigilancia	8
Manejo de plantel	8
Producción	9
Transporte	8
Marketing	8



# Estimación de inversión necesaria para llevar la especie seleccionada a nivel TRL 8 o 9.

Esta especie posee en la actualidad un nivel de TRL 8, en donde se prueba que la tecnología funciona en su forma final y bajo las condiciones esperadas (entorno real). Esta etapa comúnmente representa el fin del desarrollo de la tecnología y la introducción inicial en el mercado, los esfuerzos de cerrar el ciclo (TLR 9) van necesariamente en el escalamiento de nivel industrial y es necesario un esfuerzo de introducción de mercado.

Según la naturaleza de las brechas tecnológicas asociadas al proceso de cultivo, se puede afirmar que el nivel de inversión necesario es el más bajo de las especies estudiadas. En general estas necesidades de inversión se asocian a la naturaleza de las brechas tecnológicas dadas para lograr cerrar el paquete tecnológico. Al igual que otros moluscos bivalvos, hoy, la producción de semillas es baja en cantidad, situación expresada por los productores invitados a los talleres técnicos, que señalaron una falta generalizada de semilla para engorda. El resto de los aspectos que permiten el cultivo están medianamente cerrados, por lo que el nivel de inversión necesario para llegar a TLR 9 es BAJO.

# Nivel de inversión necesario para la instalación

La información del costo de instalación de un cultivo no es fácil de obtener, dado los diferentes sistemas de producción, si se considera o no la fuente de abastecimiento de semilla, y de que formato del producto final se busca. Sin embargo, en el estudio FIPA N° 2015-02, se calcularon los costos de inversión promedio para la instalación y operación de una concesión APE con un nivel de producción de 60 toneladas. Se calculó en un nivel de inversión de 150 millones de pesos y un costo de operación de 40 millones de pesos anuales, esto bajo la premisa de la compra de las semillas.

Ahora bien, siempre existe la posibilidad de reciclar materiales y estructuras de cultivo usados en otras especies similares lo que puede abaratar los costos de instalación y operación, se hace esta aclaración ya que el estudio mencionado consideró materiales nuevos al momento del realizar los costeos.

El costo de instalación y operación de un hatchery para la operación de este tamaño de cultivo (60 toneladas de cosecha) implica la inversión de 210 millones de pesos y un costo operativo de 75 millones al año



# 5.6.5. Almeja - Ameghinomya antiqua

Ameghinomya antiqua (ex Venus antiqua) es una especie endémica que posee una amplia distribución geográfica a lo largo del Océano Pacífico, desde isla San Lorenzo, Perú (12°S), hasta Puerto Williams, Chile. Habita en fondos blandos del intermareal y submareal, entre los 5 y 40 metros de profundidad (IFOP 2004). Históricamente ha sido un recurso relevante para la pesca artesanal en términos de su extracción, especialmente en las regiones australes.

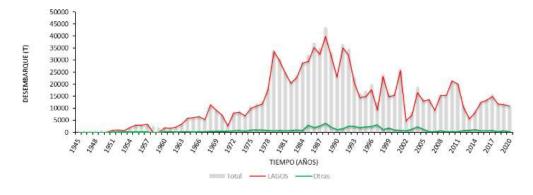
# 5.6.5.1. Mercado y Modelo de negocio

## Análisis de mercados potenciales (nacional e internacional)

Almeja es el nombre genérico dado al menos a 10 especies de bivalvos que comparten un hábitat y forma similar (*A. antiqua*, *Protothaca thaca*, *Eurhomalea exalbida*, *Eurhomalea lenticularis*, *Eurhomalea rufa*, *Mulinia edulis*, *Mulinia byronensis*, *Mulinia laevicardo*, *Gari solida y Semele solida*) (Cárdenas 2018). De este conspicuo grupo, la especie *A. antiqua*, es la de mayor importancia económica, ya que representa el mayor volumen de desembarque.

En un análisis histórico del mercado de las almejas, el principal destino de las exportaciones ha sido España, en sus formatos de productos tipo conserva y congelados. Por otro lado, el principal país importador global para almejas corresponde a Japón, el cual, concentra casi la mitad de las importaciones mundiales. Europa en general y otros países como USA, poseen un mercado consolidado que implica un gran consumo y por lo tanto una gran demanda de diversas especies de almeja. El principal formato de comercialización mundial corresponde a almejas, sin concha o con concha, vivas, frescas o refrigeradas (59% de las importaciones), seguido de la carne de almeja congelada, la cual corresponde al 19% de las importaciones mundiales.

En los últimos 20 años se ha incrementado el esfuerzo pesquero sobre los bancos naturales, generándose drásticas disminuciones en los desembarques (**Figura 12** y **13**). En el año 1988 el desembarque superaba las 40.000 toneladas, y en los últimos años, bordea solo 12.000 toneladas anuales, de las cuales la mayoría se destinan a la producción de conservas (96%) (Sernapesca 2021).



**Figura 12.** Desembarque anual histórico (t) de *Ameghinomya antiqua* en Chile, periodo 1945 -2020 (Fuente Sernapesca).





**Figura 13**. Desembarque anual (t) *Ameghinomya antiqua* por regiones, periodo 2018-2021 (Fuente: Sernapesca).

# Análisis de mercado objetivo

Europa ha sido uno de los principales destinos de las exportaciones de almejas chilenas en formato preparados o conservados, congelados y secos salados o en salmuera. Sin embargo, hoy existen potentes indicadores que hacen recomendable, en el corto plazo, poner atención al mercado norteamericano. El Departamento de Agricultura de ese país, han señalado que, debido al cambio demográfico, se generará una fuerte demanda de productos del mar los próximos 20 años.

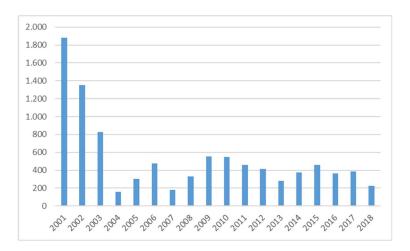
Un análisis histórico reciente de la capacidad exportadora del país para esta especie, indica que a partir del año 2004 hubo un incremento relevante en el nivel de exportaciones de almejas, pasando de 2.600 a 4.000 toneladas durante el año 2006. Durante al año 2007 se observa un pequeño retroceso en las exportaciones, llegando a alrededor de 3.300 toneladas, para posteriormente presentarse un incremento en el año 2008 alcanzando casi las 3.800 toneladas exportadas. En este periodo la proporción de almejas preparadas o en conserva siempre ha sido mayoritaria, superando el 80% de participación. Sin embargo, a partir de 2006 hay un quiebre en esta tendencia histórica y se produce un incremento de las exportaciones de producto congelado, con alrededor de 1.460 toneladas (normalmente solo se exportan entre 200 a 300 toneladas) (**Figura 14**).

El precio de las exportaciones de este bivalvo para el periodo 2000-2007, mostró una tendencia al alza, llegando en 2007 a US\$7,64/kg para los preparados conservados. Curiosamente en torno a las almejas vivas, fresca y refrigeradas se observaron menores precios y una tendencia a la estabilidad de estos a partir del año 2004, donde solo en el año 2008, presentan un incremento sustancial de precio, llegando a US\$ 4,8/kg. Esta tendencia de precios se mantiene hasta 2014 en donde las almejas en Europa mostraron los precios más bajos en 10 años, llegando a US\$ 3,80/kg, bajando un 41% respecto a 2013 (EUMOFA 2021).

Los precios actuales en el mercado chileno varían entre \$1.000 y \$2.000 por producto fresco en concha, para la venta directa en mercados y supermercados. En el mercado internacional el precio



varía entre US\$5-6/kg producto fresco. En términos de exportaciones este recurso posee un valor aproximado de US\$9.000/ton FOB para el año 2020.



**Figura 14**. Volúmenes exportados (t) de *Ameghinomya antiqua*, período 2000 – 2018 (Fuente FIPA 2018-32).

El consumo europeo de almejas se ha mantenido constante en los últimos años. En Reino Unido ha aumentado el consumo de alimentos de origen marino, por lo que esto puede ser una oportunidad para el mercado de almejas (Pro-Chile 2017).

A pesar de que Europa es capaz de autoabastecerse con una buena parte de la demanda, Chile es el mayor proveedor de almejas desde el continente americano (en específico a Reino Unido, España e Italia). Ahora bien, resulta sumamente relevante conservar y mejorar dicha posición, cumplir con los requerimientos de higiene y sanidad exigidos por la Comisión Europea. Se ha visto como las exportaciones de otro tipo de moluscos chilenos como la ostra, se han visto fuertemente afectadas por ese tipo de restricciones. (EUMOFA 2018; Pro-Chile 2017).

Las importaciones comunitarias de producto vivo, fresco o refrigerado aumentaron un 231% en volumen en el periodo 2012-2017, y mucho más rápidamente en términos de valor (349%) debido al incremento de los precios medios. Las importaciones de productos preparados o en conserva (a excepción de los ahumados) crecieron incluso más rápidamente en volumen (285%) pero mucho más lentamente en valor (138%) debido al descenso de los precios medios (Pro-Chile 2013, Servicio Nacional de Aduanas 2021, EUMOFA 2021).

En China, la almeja es uno de los productos pesqueros más comunes de aguas costeras. La mayoría de la almeja se vende viva en mercados locales, para cocinarla (salteada o en sopa). La almeja también se comercializa en distintas presentaciones: congelada utilizando almeja depurada y envasada al vacío y congelada en bolsa de plástico lista para el microondas.

En Francia y el Reino Unido, toda la almeja cultivada se vende fresca a mercados locales y restaurantes. En Italia, la almeja se vende en el mercado interno, aunque también se exportan grandes cantidades a España. En Irlanda, la baja demanda interna obliga a los productores a exportar su producto fresco a Francia y España.



## Modelo de negocios primario

Para la producción y comercialización del producto almeja se requiere la existencia básica de 3 negocios productivos: hatchery, (producción de semillas 2-4 mm), cultivo de engorda (producción de individuos de talla comercial) y comercialización de almejas, (procesamiento y ventas producto final nacionales e internacionales).

Actualmente, Chile ocupa el séptimo lugar entre los países proveedores de almejas a la comunidad europea, con un 2,3% de participación, lejos de Vietnam, que lidera con un 30% del volumen. Por otro lado, nuestro país es el proveedor más relevante desde el continente americano, lo que da una idea del potencial que tendría con una almeja de cultivo, que entrega la ventaja de un abastecimiento constante y producción de calidad estandarizada.

En algunos mercados el tamaño de almejas con mejor precio fluctúa entre 35 y 45 mm, tallas inferiores a la talla mínima legal de las especies explotadas en Chile. Esto podría ahondar el nivel de extracción que están soportando los stocks naturales, ya que en términos informales se reconoce que un porcentaje importante de la fracción explotada de los bancos naturales está conformada por individuos bajo la talla mínima legal, lo cual sin duda incorpora una amenaza para la sustentabilidad de esta pesquería. En este sentido el cultivo de almejas puede ser visto como una oportunidad.

El proceso de cultivo de la almeja está formado por tres etapas consecutivas:

- 1. Hatchery: comprende desde huevo a post larva de 2 mm aprox.
- 2. Nursery: comprende hasta que los individuos alcanzan la talla de 10 mm aprox.
- 3. Engorda: (en sistemas y ambiente natural) finaliza con la cosecha de los ejemplares, para su venta. La talla mínima para la comercialización es de 55 mm.

Cada etapa está diseñada para producir almejas de un tamaño específico, con el objetivo final de generar un producto de óptima calidad para satisfacer la demanda de los mercados de destino, y cada una de éstas debe ser incluida en los modelos productivos a desarrollar, sistematizadas a partir de las siguientes publicaciones (Filún 2008; IFOP 2006; Oliva 2006).

# Hatchery

# Obtención de gametos

Reproductores provenientes de bancos naturales son aclimatados en el hatchery, a una temperatura de 16-18 °C. Una vez que los animales comienzan a emitir sus gametos, son separados por sexo y colocados en recipientes con agua de mar microfiltrada y esterilizada con luz ultravioleta. El periodo de máxima actividad reproductiva de esta especie, se presenta en los meses de enero, abril, agosto y diciembre.

#### Fecundación

Se realiza mezclando una suspensión de ovocitos en agua de mar microfiltrada con algunas gotas de la suspensión de espermatozoides, en una proporción de 1:5 - 1:10. Luego de realizada la fecundación, los huevos son lavados en intervalos de 30 minutos. Su incubación se realiza en estangues rectangulares con agua de mar microfiltrada, sin aireación ni alimentación.

## Cultivo embrionario y larval



Una vez obtenidas las larvas velígeras, éstas son retenidas, tamizándolas, siendo posteriormente colocadas en estanques cónicos de 500 litros, con agua de mar microfiltrada y esterilizada UV, a una temperatura de  $18 \pm 1^{\circ}$ C, con recambios de agua periódicos. Se comienza a alimentar estas larvas con microalgas, siendo la duración promedio de esta etapa de 14-16 días.

# Cultivo de semillas (2 a 4 mm)

Este período comprende desde el asentamiento y metamorfosis de las larvas pedivelígeras hasta la obtención de semillas de 2-4 mm de longitud valvar. Las larvas pedivelígeras son cultivadas en bandejas con una capa de 2 cm de arena en el fondo, donde ocurre su asentamiento. El agua de mar es microfiltrada y esterilizada UV. Esta etapa posee una duración de aproximadamente 30-45 días.

# Nursery

Esta etapa de cultivo considera el crecimiento de las semillas provenientes del hatchery hasta una talla apropiada, que maximice su supervivencia. La utilización del nursery reduce los costos asociados, respecto a la mantención de las semillas en sistemas intensivos en el hatchery. Las semillas de 2-4 mm son mantenidas hasta alcanzar una talla de 10-15 mm para luego ser transferidas a los sistemas de engorda en el mar. La duración de esta etapa es de aproximadamente de 1-2 semanas. Se han probado tres tipos de sistema de nursery, los cuales se describen a continuación:

# Sistemas raceway en tierra

Consisten en bandejas rectangulares de madera cubiertas con resina, de 100 x 50 x10 cm, con una capa de arena de 2 cm de espesor en el fondo, donde son distribuidas las semillas. Por un extremo de las bandejas se bombea agua sin filtrar, de manera de establecer un flujo horizontal a través de las semillas.

#### Sistemas de fondo en el mar

Consiste en la colocación de las semillas provenientes desde el hatchery directamente en sistemas sumergidos en el mar. Los sistemas usados son bandejas de polietileno de alta densidad (HDPE) con una capa de arena. Las semillas se distribuyen en el fondo de las bandejas, siendo posteriormente cubiertas con una malla plástica. Las bandejas se fijan en el fondo, para evitar su volcamiento por efecto de las corrientes. Se debe considerar un especial cuidado en la selección del lugar donde se instalarán los sistemas de fondo, procurando sitios protegidos de las corrientes y de la acción de las olas. Se deben preferir fondos someros, a fin de que las semillas cuenten con suficiente alimento, lo que facilita además su manipulación y cosecha.

#### Sistemas suspendidos en el mar

Consisten en bandejas de polietileno de alta densidad (HDPE), con orificios laterales para mejorar la circulación del agua, que son colgadas una sobre otra con una separación de 50 cm mediante un cabo de 8 mm amarrado desde sus extremos. Las semillas son colocadas dentro de bolsas de malla de 2 mm de abertura, con arena como sustrato. Las bandejas son enganchadas mediante tirantes a una línea madre sumergida, manteniéndose a una profundidad media de 2 m desde la superficie.



## Engorda

Existen dos modalidades de engorda que han sido probados para el cultivo de almejas

## Sistemas submareales

Se utilizan sistemas de engorda submareales en forma de jaulas generalmente con un armazón de fierro, revestido en polietileno. Al igual que en la etapa de nursery en sistemas de fondo, se deben preferir fondos someros, a fin de que las semillas cuenten con suficiente alimento (microalgas), lo que facilita además su manipulación y cosecha.

#### Sistemas intermareales

Los sistemas de engorda intermareales consisten en jaulas similares a las usadas en la engorda submareal, emplazadas a la más baja marea. Estos sistemas son efectivos y además permiten escalar la producción a nivel comercial. Esta modalidad de cultivo tiene la ventaja de permitir un mayor grado de manejo de los sistemas a un menor costo, ya que la mantención periódica no requiere de buzos. El ciclo de producción del centro de cultivo de mar dura en promedio 15 meses.

## 5.6.5.2. Análisis Fuerzas de Porter

# Poder negociación clientes

El desarrollo acuícola de la almeja es una oportunidad debido a que existe una demanda insatisfecha en los mercados internacionales, especialmente, en Europa y Norteamérica. Del mercado asiático no habría mucho que esperar dado que la mayor producción hoy está allí. De hecho, Vietnam, es el mayor proveedor de almejas para países como Japón y China. Allí se prefieren las especies locales y estos mercados consideran a la almeja chilena como un producto de menor valor (EUMOFA 2018). Respecto al mercado americano especialmente USA, Canadá y Brasil son una opción, allí según los datos de FAO (2019), existe una gran demanda de recursos marinos, y según los datos publicados, el mercado proveedor no cuenta con los recursos necesarios que permitan el total abastecimiento de la demanda. Lo anterior, permite proponer un mercado meta, por ejemplo, en empresas mayoristas dirigidas de Brasil y USA, que se encuentran familiarizadas con el producto.

#### Poder negociación de los proveedores

Dado el esquema de producción de acuicultura de la almeja, en donde se dan algunas relaciones verticales, es difícil establecer un panorama respecto a la capacidad negociadora de los proveedores. Dado que un primer componente del negocio, es la producción de juveniles en hatchery, es en donde existe una fuerte dependencia para los cultivadores. Respecto de la capacidad productora de semillas para abastecer el negocio, el alto costo de mantención y la dificultad tecnológica que involucra la gestión de hatcheries, ha impedido a los productores de menor tamaño entrar a este negocio en forma integrada, por lo tanto, respecto a la integración hacia adelante, no se ve una capacidad de que ocurra, al menos para los productores de pequeña escala.



Una de las dificultades que existen a la innovación del modelo de producción es la disponibilidad de sitios aptos para la engorda en el mar. y la posterior tramitación de concesiones que pueden extenderse en el tiempo y ser costosos

# Amenaza de nuevos competidores entrantes

El mercado de producción acuícola de almeja no es un nuevo, sin embargo, la producción y comercialización de esta especie, que es la más comercializada en el mundo, presenta una oportunidad interesante que hoy se encontraría a nivel de proyecto, pero con mucha experiencia productiva. Una opción sería buscar inversionistas dispuestos a tomar nuevos riesgos, y asumir la totalidad del negocio de modo de generar una integración vertical en términos de la producción acuícola de almeja, pero esto es poco probable, además, hasta ahora solo ha ocurrido para cultivos de pequeña escala. Estas barreras de entrada productivas y las de mercado son un problema para los productores nuevos, pero en Chile no limitan la entrada de más competidores.

Los principales competidores de la almeja chilena son las almejas finas producidas en España, Italia, Francia y USA. Los principales mercados internacionales para las almejas producidas en Chile son España, que concentra cerca del 84% de todas las exportaciones, le siguen Argentina con un 12% e Italia con 4%. Ahora bien, para este recurso se mantiene la situación en que las almejas chilenas de banco natural son exportadas como productos sustitutos (EUMOFA 2021, Pro-Chile 2017).

La curva de aprendizaje para las nuevas empresas entrantes es alta ya que existe gran experiencia productiva que ha optimizado algunos procesos, quedando pendientes algunas mejoras. Sobre todo, en lo relacionado a la optimización de obtención de juveniles, la mejora de los sistemas de cultivo en mar y mejoramiento genético.

## Amenaza de productos sustitutos

Los productos sustitutos directos se encuentran presentes y son muchos, por ejemplo, las especies *Ruditapes decussatus* y *Ruditapes philippinarum* tienen la mayor participación del mercado europeo, en donde las almejas chilenas son consideradas productos sustitutos, de hecho, estas dos especies de almejas son la de mayor consumo en el mercado español e italiano (Pro-Chile 2017).

Ahora bien, esta situación de los productos sustitutos no es nueva en Chile, que ha tenido una experiencia en suplir mercados internacionales con especies símiles a las locales y que están consideradas como de menor costo. Para ello, es necesario crear un producto de más bajo costo y de producción más rápida, un ejemplo de esto es los variados intentos de producir almejas baby clam, que poseen gran aceptación de los mercados, nacional e internacional (Filún 2019). También se avizora como necesario crear valor de marca para *A. antiqua*, con estrategias de producción verde y resaltando la calidad nutricional de este recurso.

## Rivalidad entre los competidores

Chile compite con grandes y reconocidos productores de almejas de cultivo como China, España y USA. Esta es una gran competencia en la producción de almejas, dada las variadas especies existentes, pero cabe señalar que la mayoría de los productores y exportadores mundiales depende



en gran parte de la producción de los bancos naturales, Chile no escapa a esto, lo que se ha visto reflejada en la baja generalizada de producciones de almejas en el mundo.

Según la información disponible respecto del mercado asiático sería difícil pero no imposible competir a gran escala allí, por lo que además del mercado asiático se deben buscar mercados con la menor competencia posible. Es complejo competir en calidad y precio, teniendo en cuenta que el crecimiento de la acuicultura en los últimos años ha sido impulsado por volumen, con precios manteniéndose relativamente constantes en el tiempo.

## Conclusión

Es clara la oportunidad de aumentar la producción de almeja *A. antiqua* en Chile, ya que se posee algunas ventajas comparativas. Dado el conocimiento acumulado de la especie, sumado a varias experiencias de cultivo de pequeña escala realizados en el pasado. Hoy en menor medida, esta estrategia incluye alejarse de ser un producto sustituto considerado de menor calidad, y por tanto mejorar su precio. Por ello, es necesario potenciar los productos finales actuales (conservas, producto congelado y producto fresco), generar más valor agregado para otros formatos de productos finales como el tamaño baby clam y generar una estrategia de marca.

# 5.6.5.3. Preferencias según producto y mercado

En el mercado internacional los formatos con más demanda en la comercialización corresponden a almejas, sin concha o con concha, vivas, frescas o refrigeradas, abarcando aproximadamente el 55% de las importaciones. En segundo lugar, la carne de almeja congelada, la cual corresponde al 19% de las importaciones mundiales.

En cuanto a la capacidad productora chilena, la principal línea de elaboración que exporta nuestro país corresponde a los productos preparados o conservados, lo cual representa el 98% del valor total de las exportaciones realizadas. El resto de las exportaciones lo conforman envíos de productos congelados, secos salados o en salmuera, con un 11% en volumen y un 2% en valor de las exportaciones, mientras que los productos vivos frescos o refrigerados, representan menos del 1% en términos de valor y volumen. En el mercado nacional existe acceso a almejas vivas en conchas para el público en general.

Hoy día, hay diversos países en Europa, Asia y América del Sur, los cuales comercializan diversos formatos de baby clams. Pero, las tendencias de consumo apuntan en formato conserva, representando el 29% del consumo total en los últimos 5 años, tanto en Europa como USA, los cuales son importantes y potenciales destinos de exportación de almeja chilena (Filún 2019).

Respecto al tema de la producción del formato baby clam, existe una problemática respecto a la normativa vigente, que mediante el D.S. Nº 683 de 1980, que fija como talla mínima de extracción de almeja desde bancos naturales los 5,5 cm de longitud. Los mariscadores y buzos, además de las embarcaciones que participan en la extracción de esta pesquería deben estar inscritos en el Registro Nacional de Pescadores Artesanales, además de tener el recurso almeja inscrito en dicho registro. Ahora bien, se entiende que para organismos proveniente desde centros de producción acuícola esa normativa no corre, por lo que el origen del formato baby clam solo podría venir desde un origen acuícola y no desde extracción natural.



Otros formatos de productos que poseen menor demanda, pero son interesantes desde el punto de vista de valor agregado son: carne de almeja congelada; almejas secas saladas o en salmuera, y sopa de almejas en conserva.

# 5.6.5.4. Impacto sectorial acuicultura

# Análisis de impacto en la economía regional y potenciales cadenas de valor a desarrollar

El desarrollo y consolidación de un sistema de producción masivo para la almeja implicaría la preparación de personal calificado, pudiéndose así, implementar hatcheries para producir semilla de calidad, con equipamiento tecnológico adecuado. Sumado a esto se podrían crear potentes unidades de negocio, pero esto tiene el desafío de poder transferir el conocimiento tecnológico y biológico acumulado a los agentes locales del negocio.

El sistema de cultivo de almeja podría tener un rol social importante para el sector pesquero artesanal del país, y para otros actores que participen de un modelo de pequeña escala con estandarización de producto final, ya que un desarrollo de este tamaño permitiría afinar una técnica estandarizada en sistemas controlados y realizar siembras masivas de semillas en sectores intermareales del sur. Además, se podría mejorar o aumentar el consumo de recurso fresco en la población a buen precio.

## Análisis básico de implicancias ambientales, sociales y económicas.

En un sistema de producción acuícola intensivo se espera que la optimización o incorporación de tecnologías avanzadas permitirán mejorar la producción de semillas, y asegurar el abastecimiento de materia prima y así satisfacer la demanda creciente del mercado a lo largo del tiempo, lo que se traduciría en una disminución de la sobreexplotación de los bancos naturales. Ahora bien, el principal impacto de una iniciativa como ésta, especialmente en las regiones sur australes, será sobre los pescadores artesanales que posean AMERB y/o concesiones de acuicultura, en los cuales se podrá desarrollar la engorda de almejas, para su posterior proceso y venta.

Una ventaja del esquema y estado actual del cultivo de almeja en Chile, es el hecho de que no se han notificado patologías graves. Solo se han reportado información relacionada con los parásitos metazoarios, y más recientemente se han detectado parásitos celómicos más pequeños en estudios histopatológicos. Esto es una ventaja desde el punto de vista ambiental y económico, dada la ausencia de tratamiento con formulaciones químicas o medicamentos, no existiendo el aporte de estos compuestos al mar, o a los cuerpos de agua usados para cultivar las almejas.

## Posibilidades de mercado con nuevos productos finales

Una de las posibilidades de mercado para la almeja, es apuntar a producir ejemplares de 25 a 30 mm para ofrecerlos como baby clam, y que se destinan principalmente a USA, donde se utilizan para preparar las sopas conocidas como "clam chowders". Otra opción sería la producción de organismos de una talla de 35 mm que es la medida comercial para las conservas, que se orientan al mercado europeo, sobre todo a España. Se han desarrollado varias iniciativas para evaluar la factibilidad de producir baby clam. La mayoría de los gestores científicos y tecnológicos que trabajan en esta iniciativa



confían en que este cultivo tendrá éxito, pues existe el mercado para el producto. Los mercados internacionales, actualmente demandan almejas de pequeño calibre. Sin embargo, Chile solo exporta almejas sobre el tamaño mínimo legal de 55 cm.

# Oportunidades de nuevos negocios en los territorios

La disponibilidad de almejas desde los stocks naturales ha disminuido significativamente en la zona sur austral, lo cual ha afectado a los agentes del sistema, compuesto principalmente por pescadores artesanales recolectores y sus familias. Por esta razón, un aumento de la producción de semillas, aparte de ser un input relevante a la hora de aumentar la producción acuícola por engorda, podría permitir acciones de repoblamiento. Este modelo integraría la producción y siembra de semillas de almejas y, al mismo tiempo, generar capacidades en estos agentes económicos que se dedican a la recolección o cultivo de este molusco. La acuicultura de almeja es una alternativa productiva que beneficiaria tanto a las comunidades costeras dedicadas a la pesca artesanal, como a la industria conservera nacional. Además, el desarrollo de esta iniciativa podría potenciar el desarrollo de las APE como una importante herramienta de diversificación acuícola y de nuevas oportunidades económicas para las comunidades costeras y de pescadores artesanales.

El mercado global de las almejas en formato conserva tiene un tamaño en valor aproximado a los \$3.000 millones de dólares, pero algunos investigadores indican que este mercado crecerá en un 4% a partir de año 2021 (EUMOFA 2021). Alrededor de dos quintas partes de los productos de mariscos en los USA se compran en formato de conservas, allí existe una oportunidad para los productores locales mejorando la calidad sanitaria y organoléptica del producto final, refinando la calidad y presentación de las conservas se podría abordar este mercado en crecimiento<sup>11</sup>.

Otro tema interesante que se puede avizorar a futuro es el tema del reciclaje o revalorización de las valvas de almejas y de otros bivalvos como ostras, choritos y ostiones. Esto se origina en el hecho de que las conchas de mar poseen dos principales componentes, ellos son una matriz orgánica de naturaleza fundamentalmente proteínica que es la conquiolina y un depósito inorgánico de carbonato cálcico (CaCO<sub>3</sub>). Los moluscos extraen el calcio de su alimento, tanto del agua, como las rocas y el ambiente, llegando a través del flujo sanguíneo al manto, que los concentra y los transforma en cristales, que son depositados en capas (Barnes & Ruppert 1996). El carbonato de calcio, que es abundante en la naturaleza, siendo la causa principal del agua dura, es utilizado en la medicina como suplemento de calcio, como antiácido y agente adsorbente y, además, es fundamental en la producción de vidrio y cemento.

## 5.6.5.5. Nivel de madurez tecnológica

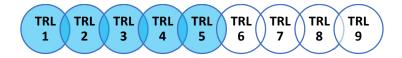
#### Actualización ficha TRL

A continuación, se presenta la actualización de la ficha TRL para la acuicultura de la especie A. antiqua.

<sup>11</sup> https://www.seafoodhealthfacts.org/



# ESTADO ACTUAL Ameghinomya antiqua: TRL 5



AVANCE CICLO BIOLOGICO	
Conocimiento desarrollo larval	5
obtención y manejo de reproductores	6
Producción de Juveniles y Semillas	7
Temperatura optima de cultivo	6
Crecimiento en talla y peso (meses desde incubación).	5
Talla de cosecha	5
Manejo genético	3

SISTEMAS Y TECNOLOGIA DE CULTIVO	
Tecnología e Ingeniería de Cultivo	5
Disponibilidad de tecnología (nivel de desarrollo)	5
Infraestructura y tamaño de la inversión necesaria	4
Proveedores de equipamiento e insumos	6

AVANCE SALUD ANIMAL Y ALIMENTACION	
Desarrollo de dietas	5
Uso dietas alternativas	5
Conocimiento de enfermedades	7
Tratamientos de salud animal	5

SISTEMAS TECNOLOGICOS ANEXOS Y COSTOS ADICIONALES	
Sistemas de cosecha	5
Sistemas de vigilancia	3
Manejo de plantel	6
Producción	5
Transporte	4
Marketing	3



#### Estimación de inversión necesaria para llevar la especie seleccionada a nivel TRL 8 o 9.

Esta especie posee en la actualidad un nivel de TRL 5, en donde los componentes están integrados a manera que la configuración del sistema sea similar a su aplicación final en casi todas sus características. Se dan pruebas a escala en laboratorio y un sistema operativo condicionado. La diferencia mayor entre el nivel 4 y 5 es el incremento en la fidelidad del sistema y su ambiente hacia la aplicación final. El sistema probado es casi prototipo.

Según la naturaleza de las brechas tecnológicas asociadas al proceso de cultivo, se puede afirmar que el nivel de inversión necesario es comparativamente bajo a la de las otras especies estudiadas. En general estas necesidades de inversión se asocian a las brechas tecnológicas, como: la necesidad de mejoras en la capacidad de acondicionamiento de los reproductores, identificación de requerimientos nutricionales para acondicionamiento y distintas etapas del cultivo, también la necesidad de la validación de los distintos sistemas de engorda y sus variaciones, esto en la idea de la estandarización de los ejemplares producidos en calidad forma y características organolépticas. También es necesario ahondar en los procesos de mejora genética de esta especie. La mayoría de estas tareas ya ha sido abordada de alguna manera en distintas investigaciones, por ello se considera que a pesar su bajo nivel TLR, la inversión necesaria para llevarla a TRL 9 es MEDIO.

# Nivel de inversión necesario para la instalación

Existen estudios que han realizado los cálculos de instalación de centros de cultivo de pequeña escala de moluscos bivalvos (FIPA Nº 2015-02). Se ha logrado determinar que para la operación de un cultivo con un nivel de producción final de 63 toneladas se necesita invertir del orden de 130 millones de pesos de inversión y un monto promedio de 55 millones de pesos en costos de operación. Esto bajo la premisa de que las semillas son adquiridas y no producidas por el cultivador, ahora bien, si se incluye el costo de producción de las semillas por el cultivador, esto es la instalación y operación de un hatchery, el nivel de inversión necesario aumenta bastante. El costo de instalación y operación de un hatchery para la operación de este tamaño de cultivo (60 toneladas de cosecha) implica la inversión de 210 millones de pesos y un costo operativo de 75 millones al año.

Ahora bien, siempre existe la posibilidad de reciclar materiales y estructuras de cultivo usados en otras especies similares lo que puede abaratar los costos de instalación y operación, se hace esta aclaración ya que el estudio mencionado consideró materiales nuevos al momento del realizar los costeos.



# 5.6.6. Huiro flotador o canutillo - Macrocystis pyrifera

*Macrocystis pyrifera* se distribuye en Chile desde la Región de Valparaíso hasta el Cabo de Hornos. Ha sido utilizada para la producción de alginatos y en la industria farmacéutica. A nivel ecológico, esta especie forma bosques submarinos y es refugio, lugar de asentamiento y alimento para numerosas especies de invertebrados de importancia económica.

La pesquería de *M. pyrifera* forma parte de la llamada pesquería de algas pardas o huiros, que también incluye a los recursos huiro negro y huiro palo. La extracción y recolección de estas algas, es efectuada exclusivamente por pescadores artesanales y recolectores de orilla, principalmente en las regiones de Atacama y Coquimbo y Los Lagos (Vásquez, 2018).

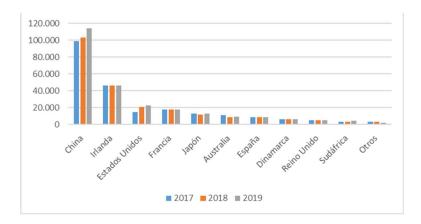
En los últimos años se observa una demanda creciente por algas pardas, tanto a nivel nacional como internacional, motivado por la obtención de alginatos, que son altamente requeridos en la industria farmacéutica, alimenticia, cosmética, estimulantes de crecimiento y textil, entre otras. También han sido utilizadas como alimento en cultivo de abalones y erizos (Saavedra et al. 2019).

# 5.6.6.1. Mercado y Modelo de negocio

# Análisis de mercados potenciales (nacional e internacional)

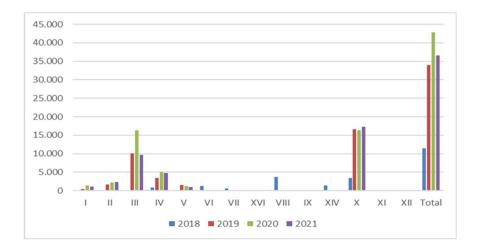
En el mercado mundial de las algas y al inverso de otros recursos hidrobiológicos, se da la particularidad de que la mayor parte de la producción de algas proviene de la acuicultura, siendo China el principal productor y comprador (**Figura 15**). Entre China e Indonesia, representan sobre el 85% del volumen mundial cultivado. En contraste, las algas de recolección silvestre solo representan alrededor del 5% de la producción en biomasa, siendo en este caso China y Chile los principales extractores del alga en el mundo (FAO 2022; González et al., 2002).

Aparte de pelillo, la biomasa algal exportada o procesada en Chile sigue viniendo desde praderas naturales (**Figura 16**) por intermedio de la operación de la flota pesquera artesanal. En el caso de las algas pardas destinadas principalmente a los procesos industriales de producción de alginatos.



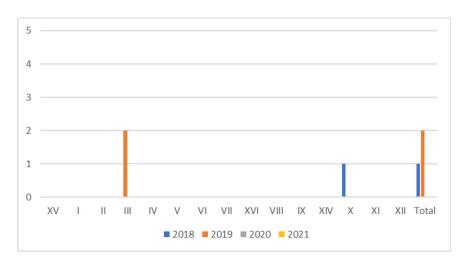
**Figura 15.** Importaciones de algas (t) para uso industrial periodo 2017-2019 de los principales países consumidores a nivel mundial (Fuente: FAO).





**Figura 16.** Extracción artesanal de *M. pyrifera* (t), por regiones entre el periodo 2018-2021 (Fuente: Sernapesca).

La dependencia de Chile de las algas obtenidas desde stocks naturales podría cambiar progresivamente. Desde el año 2016 se aprobaron en Chile una serie de nuevas políticas para el incentivo al cultivo y repoblamiento de algas. Durante los últimos 10 años y dados los esfuerzos de las universidades y centros tecnológicos, se han generado avances en la factibilidad técnica del cultivo de varias algas de importancia comercial y pesquera (Saavedra et al. 2019). Para el caso de huiro flotador, las cosechas acuícolas han sido muy bajas, solo llegando a producir un volumen total de 2 toneladas, con focos en las regiones de Atacama y Los Lagos. Cosechas que seguramente fueron producto de algún proyecto puntual de desarrollo de cultivo (**Figura 17**).



**Figura 17.** Cosechas de acuicultura de *M. pyrifera* (t), por regiones, periodo 2018-2021 (Fuente: Sernapesca).



# Análisis de mercado objetivo

#### Mercado nacional

La forma más común de comercialización para *M. pyrifera* en el mercado nacional, es en el formato de alga fresca. En el pasado reciente la destinación de estos volúmenes, iba principalmente como alimento del abalón, gastrópodo marino, herbívoro que consume del 10 al 30% de su peso corporal por día (Macchiavello et al. 2010). Esto implica a los cultivadores de este molusco disponer de grandes volúmenes de esta alga para mantener sus planteles de cultivo. Se ha estimado que para cultivar un promedio de 1.000 toneladas de abalón, se requiere de 100.000 toneladas de algas pardas. El mayor reto para esta industria es obtener algas frescas para alimentar sus planteles (Vásquez et al. 2006). El retorno económico de este negocio local es bajo comparado con las perspectivas de exportación, alcanzándose precios variables entre 20 a 80 \$/kg húmedo de alga.

#### Mercado internacional

La demanda internacional de algas pardas, y en específico para *M. pyrifera* se ha traducido en la exportación como alga seca y subproductos como: ácido algínico y alginato y polímero natural. Entre éstos, el alga seca es el producto que presenta el mayor volumen de exportación, concentrando el 97% del total exportado. El polímero natural y los alginatos tienen un 1,9% y 1% de incidencia respectivamente, en tanto, que el ácido algínico es marginal.

En general, los precios FOB mantienen la tendencia al alza. Se observó un precio promedio de US\$1.500/t para alga seca, los otros productos presentan un valor FOB mucho mayor, US\$/11.500/t para ácido algínico, US\$20.000/t para polímero natural y US\$17.000/ton para alginatos.

Según los datos históricos publicados por el Banco Central, en los últimos años, la tendencia del alga seca fue ser destinada principalmente a 7 países, el mercado más importante en volumen de exportación corresponde a China, concentrando el 75% del total. Le siguen en importancia Japón 12%, Noruega 8% y Francia 5%, además de México e India.

# Modelo de negocios primario.

El negocio actual de las algas pardas, a diferencia de otros recursos marinos, posee una gran participación social, moviliza a muchas personas en la fase de extracción en terreno. Como ya se ha mencionado, el principal agente extractor para la obtención primaria de esta alga es la flota pesquera artesanal, en donde en un primer momento las algas son recolectadas por pescadores artesanales (algueros), en la costa y producto de varazones o extraídas de áreas autorizadas. Luego, pasan por un proceso de secado, y en algunos casos son picadas para luego ser comercializadas Para la producción del "alga picada seca", que es el producto de la recolección de las algas varadas en la playa, o extraídas de áreas autorizadas, existe una secuencia de pasos, los cuales se mencionan a continuación:

- Extracción o recolección del alga, (varada en la orilla, o recolectada de áreas autorizadas.)
- Las algas son secadas al sol en playas o roqueríos.



- Transporte a plantas picadoras, desde zonas de secado, y de estas plantas, a lugares de comercialización. El producto picado puedo tener diferente tamaño, luego es ensacado y enviado a comercializadoras en otras regiones del país o con destino a exportación.
- Ensacado y envío a comercializadoras en otras regiones del país o con destino a exportación Existe bastante información técnica provenientes de varios estudios de cultivo de algas pardas en Chile, llevados a cabo principalmente por universidades, pero pocos, han abordado condiciones reales a escala comercial y evaluaciones económicas profundas, lo que resulta un factor limitante para consolidar una estrategia de negocio y mercado robusta. El cultivo de *M. pyrifera* en mar en Chile, comenzó con sistemas experimentales compuestos por líneas de 100 metros sembradas con plantas flotantes o con cuerdas, principalmente en las zonas norte y sur del país.

Al momento de establecer un modelo de negocios se debe considerar que *M. pyrifera*, en el contexto de la producción de biomasa, es el alga marina (e incluso el organismo) con el registro de tasa de crecimiento más rápido del mundo.

En el proceso de cultivo y producción de esta especie a través de esporas, se identifican cinco etapas, las cuales fueron sistematizadas a partir de las siguientes publicaciones (Ávila et al., 2005; Ávila et al., 2010; Macchiavello et al., 2010; Orellana 2015; Vásquez 2018; Saavedra et al., 2019), las cuales debieran considerarse en el modelo productivo:

## Colecta de material reproductivo maduro

Para inducir a la esporulación se requiere material biológico reproductivo maduro, que se recolecta mediante buceo. Inmediatamente se debe almacenar húmedo y en oscuridad y a baja temperatura (< 10°C). Las frondas reproductivas son fácilmente distinguibles, ya que, sobre la superficie de la fronda aparecen sectores de mayor pigmentación las cuales representan las zonas de concentración de esporas. Se separan aquellos trozos adecuados y se lavan copiosamente con chorros de agua dulce para eliminar impurezas o restos biológicos de otras especies. Los trozos de frondas se enjuagan dos o tres veces con agua de mar estéril filtrada a 0,45 µm, luego, se cortan con un bisturí o tijera en pequeños fragmentos de 2 por 2 cm y se depositan en una cubeta que contiene agua de mar estéril y enriquecida con medio nutritivo

## Obtención de esporas

La liberación de esporas ocurrirá después de la rehidratación de las frondas seleccionadas y se detecta dada coloración en el agua, de color amarillo-verdoso. Las esporas (zoosporas) poseen flagelos los cuales le otorgan a la célula una capacidad de movimiento que se extiende por 24 a 48 horas, una vez que ha ocurrido una suficiente liberación de zoosporas se eliminan los fragmentos de frondas, conservando solamente las zoosporas. Luego se pasa a una etapa de pre-cultivo, la cual se puede realizar mediante dos modalidades, pre-cultivo en cuerdas o pre-cultivo en suspensión.

#### Pre-cultivo en cuerdas

En esta modalidad se utiliza cabo de 3 mm de diámetro como sustrato de fijación. El cabo se enrolla ordenadamente sobre un bastidor construido con tubería de PVC El bastidor se sumerge en un recipiente (cubeta) que contiene agua de mar fresca, estéril y enriquecida con medio nutritivo y se vierte la suspensión acuosa de zoosporas sobre la superficie del bastidor. El sistema se deja en reposo por 10 días, con fotoperiodo de 16:8 (luz: oscuridad), a 17°C e iluminación de 1800- 2000 lux. Al cabo



de este periodo las zoosporas deberían producir gametofitos microscópicos (masculinos y femeninos) los cuales por fecundación han dado origen a esporofitos que se adherirán sobre las cuerdas.

# Pre-cultivo en suspensión

En esta modalidad las zoosporas colectadas se mantienen en las bolsas plásticas quedando inmóviles por un periodo de 7 a 10 días a la espera que germinen y los gametofitos se fijen a las paredes de la bolsa plástica. Durante esta fase las condiciones ambientales que deben brindarse son: fotoperiodo: 16 horas luz y 8 horas oscuridad; a 15°- 17°C; lluminación: 2000 lux. Tras 10 días, se vacía el agua de cada bolsa y luego se desprenden los gametofitos recién germinados. Los gametofitos durante esta fase inicial deberían haberse desarrollado y diferenciado en gametofitos masculinos y femeninos Los gametofitos recolectados se transfieren mediante pipeteo a otra bolsa nueva conteniendo agua de mar fresca, estéril y enriquecida con medio nutritivo. El sistema se mantiene realizando renovación de agua y nutrientes cada 7 días hasta que se compruebe la presencia de esporofitos tempranos (300 micras). Una vez asegurada la presencia de esporofitos por observación microscópica, el cultivo se transfiere a matraces o botellas de 2 litros dotadas de agitación constante mediante inyección de aire.

#### Cultivo en el Mar

Después que las plántulas alcancen un tamaño de 2 cm promedio salen a un sistema de flujo continuo y se mantienen en estanques de 500 L, con un recambio diario de agua de mar pre-filtrada (hasta 1 µm). Después de una semana en estas condiciones de cultivo, se duplica el tamaño de las plántulas facilitando su manejo. A continuación, se encordan y se instalan en líneas de cultivo en el mar para su desarrollo y crecimiento. Después de 4 meses en el mar se alcanzan tamaños que superan los 100 cm de longitud.

#### 5.6.6.2. Análisis Fuerzas de Porter

## Poder negociación clientes

Hoy en el negocio de las algas pardas en Chile, la industria basa toda su competitividad en costos, ya que los agentes que participan del negocio están condicionados casi exclusivamente por el precio pagado a sus intermediarios locales (poder comprador). Además, la agregación de valor es muy baja, considerando que lo único que se podría considerar como agregación de valor está asociado a procesos de secado, molienda, enfardado y acopio temporal, que algunos agentes de la industria realizan. Dicho de otro modo, el grupo de empresas que participa del negocio de algas pardas no busca agregar valor a través de la transformación de estos productos, sino más bien obtener las algas necesarias para satisfacer las demandas de sus clientes, al menor costo posible, con la mejor calidad esperable, en un formato cuya descripción base corresponde a algas secas con un 18-20% de humedad.

El mercado internacional es tan grande y globalizado que se puede afirmar que en él existe un número de compradores suficiente para evitar algo así como los carteles de compra. Por lo tanto, influir en los precios y por consiguiente afectar a la industria por medio de temas como la especulación, o la acumulación es muy difícil; de hecho, un descriptor más verídico del precio de estas algas, en la



actualidad aun es la disponibilidad de éstas y la capacidad de acceder a las poblaciones naturales, que por motivos climáticos y oceanográficos, a veces, es difícil.

Un agente que si puede afectar el precio de compra de algas en el mercado nacional son las empresas cuyo objetivo es la fabricación de ficocoloides, ya que participan del mercado exportador, influyendo significativamente sobre la industria de algas secas a nivel nacional.

El mercado mundial de alginatos tiene un tamaño en volumen de alrededor de 95.000 toneladas de alga seca por año, en donde *M. pyrifera* sólo representa el 2 al 5 % del material procesado anualmente, aunque se ha detectado un potencial de crecimiento debido al valor de componentes biomoleculares y de la especie.

# Poder negociación de los proveedores

Los principales mercados de destino para *M. pyrifera* son China, Japón, Noruega, Francia. La tendencia de la demanda está en aumento, principalmente para materia prima seca, producción de alginatos y alimento animal. Marginalmente, existe el potencial de extracción de bioetanol y se estudian otras aplicaciones. En relación a la posición de los proveedores, hay que distinguir el grado de influencia en la industria que poseen los proveedores primarios (algueros), de los proveedores secundarios (intermediarios). Mientras que los primeros no tienen ninguna influencia o capacidad de negociación o de influir sobre los precios, los secundarios tienen un margen medio que les permite establecer mejores condiciones de negociación. Dado este escenario se ve una baja capacidad de los posibles productores en incidir en el nivel de precios del recurso. Si a esto sumamos las barreras de entradas y los costos de insumos productivos, afectaran la rentabilidad de un proyecto de cultivo que implicará además una alta inversión, tanto por sus activos fijos, como por el mantenimiento de éstos en el tiempo, afectando también esta capacidad de incidir en el precio final de venta.

## Amenaza de nuevos competidores entrantes

Para la industria extractiva de las algas pardas, las barreras de entrada para los nuevos agentes se consideran bajas, y se relacionan principalmente con el capital de trabajo requerido para realizar las compras a los intermediarios locales o directamente en playa y los recursos de inversión en infraestructura y equipamiento. Sin embargo, no son significativamente importantes estas inversiones como para limitar el ingreso de nuevas empresas. Otras barreras más allá del capital, están asociadas a la capacidad de poder comprar algas o establecer negocios confiables con intermediarios y/o recolectores en playa. En general, la competitividad es pareja dado que existen actores con potencial de ingreso con las mismas características económicas o con productos similares en el mercado. La cosecha mundial de *M. pyrifer*a ha disminuido debido a los potenciales efectos ecológicos de su extracción y la preferencia de alginato G, que ocurre en menores concentraciones en esta.

## Amenaza de productos sustitutos

Se estudió la existencia de productos sustitutos para la industria de las algas nacionales, específicamente países productores de importancia que se encuentren compitiendo con los productos nacionales. Ya que éstos cuando comienzan a ser eficaces y más baratos que los comercializados



por la industria local, existen repercusiones que podrían ser graves y profundas para el sector. Las algas representantes de los géneros Lessonia y Laminaria, en conjunto, comprenden el 65% del desembarque de alginófitas.

Las diferencias de las calidades de las algas y de sus productos se deben a las variaciones que presenta su composición química tanto a lo largo del tiempo como del espacio; estas variaciones dependen de varios factores como época del año en que se extraen o de las características genéticas de las poblaciones de algas extraídas; en este sentido, no existen amenazas importantes al respecto. Dentro de las principales algas laminariales cultivadas para la extracción de ficocoloides se encuentran: *Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea*, *Saccharina japonica*, *Ecklonia máxima*.

## Rivalidad entre los competidores

Como un panorama general de la industria mundial en torno a esta alga se puede indicar que, los países asiáticos predominan en la producción de biomasa como materia prima; mientras que los países europeos, dominan la producción de productos incorporando valor agregado.

La principal competencia para las algas nacionales está dada por la producción asiática especialmente Indonesia y China, que corresponde a algas producidas en regímenes intensivos de cultivo. En el ámbito internacional, Chile está en una situación de desventaja productiva frente a competidores externos asiáticos como Indonesia, China, Japón y Corea del Sur, que son potentes productores de otras algas laminariales alginófitas. Chile se encuentra distante de los principales mercados de destino. Además, Indonesia tiene otras ventajas competitivas como su cercanía geográfica a los principales mercados consumidores, y menores precios que las algas chilenas. Sin embargo, este tipo de algas tiene menos rendimiento en los procesos industriales que las algas nacionales, lo que de alguna manera ayuda a mantener la competitividad a algas chilenas.

## Conclusión

Lo que hace que este recurso sea atractivo para la industria mundial, es que las algas pardas además de tener una demanda como alimento humano en algunos países (principalmente asiáticos), es demandada también para la producción de alginatos. Por otro lado, recientemente se le agrega su utilidad para la introducción de nuevos productos en las industrias de agroquímicos, piensos e incluso cosméticos.

Los compradores de algas de las empresas exportadoras chilenas, condicionados por su alta necesidad de esta materia prima para sus procesos industriales, no pueden cambiarse de proveedor fácil ni totalmente; ya que Chile, a nivel mundial, es un proveedor líder de algas para uso industrial. Por lo tanto, al ser la demanda por estos productos muy alta, los compradores en general tienen un pequeño margen para sustituir las algas chilenas por algas de la competencia. Sin embargo, los compradores compensan esto con la influencia que tienen sobre la fijación y/o manejo de precios que, en los seis últimos años se ha mantenido en promedio relativamente estable.

La competitividad entre las empresas de la industria se encuentra acotada a la compra de las algas a nivel nacional; ya que en los distintos mercados de destino, la demanda supera ampliamente la oferta nacional.



Por último, no se encontraron antecedentes de barreras de entrada a mercados de exportación conocidos, que sean adicionales a las requeridas para entrada de otros productos marinos.

Las ventajas competitivas de la realidad chilena para el cultivo de *M. pyrifera* está en la existencia de ambientes óptimos para el cultivo, además del rapidísimo crecimiento, además ya existe gran versatilidad en técnicas de cultivo.

Otro punto fuerte para viabilizar el cultivo masivo de esta alga es la diversidad de usos y/o productos a la que se puede destinar (e.g., materia prima para alimentación animal, biofertilizante, biocombustibles, compuestos nutracéuticos y farmacológicos).

# 5.6.6.3. Preferencias según producto y mercado

En contraste a otros recursos marinos, que su fin óptimo es la alimentación humana, la destinación principal de las algas pardas es la industria de ficocoloides. En Chile, una parte de los volúmenes extraídos se demanda en fresco para alimento de abalón.

Hoy, la tendencia de la demanda está en aumento para materia prima seca, producción de alginatos y alimento animal. Marginalmente, existe el potencial de extracción de bioetanol y la formulación de alimentos para la alimentación de crustáceos; por lo tanto, la demanda principal es alga seca molida, y la demanda secundaria es alga fresca para destinarla a alimentación animal.

Recientemente se ha iniciado la prospección de negocios de alimentación humana con brotes juveniles de *M. pyrifera*; especialmente para el mercado asiático, en donde se ha complejizado el formato requerido. Este negocio aun es incipiente para el mercado chileno.

## 5.6.6.4. Impacto sectorial acuicultura

# Análisis de impacto en la economía regional

El establecimiento de una industria de cultivo masivo de algas en Chile tendría una moderada demanda de mano de obra calificada ya que el cultivo comercial requiere técnicas sencillas, fácilmente transferible a usuarios no técnicos y operarios. Sin embargo, su capacidad de creación de empleo está limitada actualmente a la actividad extractiva. La localización geográfica de esta nueva actividad es factible en una gran porción del territorio nacional; entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos, esto según la experiencia de los desembarques de pesca y acuicultura, y la ubicación del desarrollo de prototipos de cultivo experimental-piloto y comercial llevados a cabo hasta la fecha.

Respecto a la capacidad de generación de empleo, se espera que la mayoría de estos tenga un carácter temporal que se dará durante los periodos de cosecha y/o explotación de los cultivos y se necesitará una porción menor de mano de obra especializada para las etapas más tecnologizadas del cultivo (e.g., hatchery, mantenimiento equipos).

Si se analiza la viabilidad de instalación de esta potencial industria se puede afirmar que no existen restricciones distintas a cualquier otro tipo de cultivo para especie hidrobiológica nativa.

Además, como incentivo desde julio de 2016 se dictó la Ley N°20.925 de bonificación para el repoblamiento y cultivo de algas, que en conjunto con el reglamento APE podría ser un dinamizador de la actividad.



## Oportunidades de nuevos negocios en los territorios

La forma de cultivo de las algas pardas, sugiere que el desarrollo del cultivo de *M. pyrifera* puede ser llevado a cabo por pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala presentando un potencial relativamente bueno para desarrollar y diversificar la APE. En un primer momento, se percibe como viable a un nivel moderado pero concentrado en las regiones de mayor potencial la generación de nuevos negocios en torno a esta potencial industria de cultivo, nuevos negocios con la expectativa que desde éstos puedan permear hacia otras regiones, respecto a la equidad de género en la actividad el cultivo de algas se ve como una actividad que puede ser potenciada por ambos sexos, lo que implicaría la equidad de ingresos.

Cabe señalar que existe un registro de mujeres (asociadas o no a la pesca artesanal) que han innovado con productos alternativos generalmente comestibles (sazonadores) basados en macroalgas, aunque su desarrollo es a nivel local e incipiente, por lo que hay allí una oportunidad de crecimiento. Desde el punto de vista nutricional, el alga juvenil tiene una consistencia más tierna y mucho más blanda que el individuo adulto, lo que permitiría la producción de una conserva en base a plántulas. *M. pyrifera* produce productos bajos en calorías, con una alta concentración de minerales (Mg, Ca, P, K y I), vitaminas (A, B, E y D), proteínas, carbohidratos poco digestibles, fibra y bajo contenido en lípidos (Incera et al. 2011). Estas algas marinas además poseen un gran potencial en el campo de la farmacia, la medicina y la cosmética, existen registros de varios ejemplos de uso en Oriente por sus propiedades vermífugas, anticoagulantes y antilipémicas. En Chile, existe registro arqueológico del uso de esta en los pueblos originarios, poblaciones ancestrales de los Andes usaron algas para combatir el bocio, dada su presencia de yodo (Castro et al. 2006). Por otro lado, hay algunos indicios acerca de la acción antitumoral que poseen las algas pardas marinas (Borie et al. 2006).

Un tema relevante a poner atención es la capacidad potencial de la acción de tampón que pueden tener las algas para la contaminación marina, como por ejemplo, en la mitigación de los efectos del exceso de materia orgánica en el medio ambiente (e.g., carbono orgánico, nitrógeno, fosforo), evitando procesos de eutrofización, lo que puede a futuro plantarse como un negocio ambiental en el marco de la economía circular. También existen experiencias en la purificación de masas de agua mediante la acción metabólica de las algas, lo cual puede ser a futuro una línea interesante a desarrollar (Fernández et al. 2019, Chandía et al. 2021)<sup>12</sup>.

Otra oportunidad importante es la capacidad de incorporación de las algas como *M. Pyrifera* en productos cárnicos, en pruebas realizadas se han logrado beneficios desde el punto de vista nutricional, tecnológico y de estabilidad oxidativa, lo que permite disminuir la concentración de nutrientes críticos, como grasa saturada y sal (Quitral et al. 2019).

## Análisis básico de implicancias ambientales, sociales y económicas.

Una primera implicancia ambiental relevante es que la demanda de biomasa silvestre de *M. pyrifera y Lessonia* spp. en Chile está provocando el deterioro de las poblaciones naturales de algas. Las nuevas

\_

<sup>12</sup> https://www.sonapesca.cl/biorremediacion-algal-con-macrocystis-pyrifera-una-alternativa-para-recuperar-bahias-contaminadas/



regulaciones están restringiendo la recolección de algas a lo largo de la costa chilena estableciendo sectores geográficos con restricciones extractivas.

Las macroalgas pardas cumplen un papel ecológico muy importante, ya que permiten la colonización de otras algas marinas y el reclutamiento en sus discos basales de una serie de organismos (e.g., erizos de mar, lapas y caracoles); la presencia de estos atrae a otras especies depredadoras como el loco, estrella de mar y algunos mamíferos marinos que se alimentan de especies asociadas a los bosques de macroalgas pardas (Vásquez et al. 2006; Vásquez 2018). También son refugio frente a la depredación, áreas de asentamiento para algunos peces y es donde ocurre el desove (puesta de huevos) y la crianza de peces. Además, los bosques de macroalgas pardas cumplen funciones de protección de la costa en casos de eventos climáticos extremos como marejadas, tsunamis y ciclones. También amortiquan la erosión de la zona costera.

El establecimiento del cultivo masivo de esta alga podría generar un alivio en las poblaciones naturales de algas y permitir una recuperación en el tiempo. También se espera que esta actividad sea socialmente aceptada dados sus atributos regeneradores del medio ambiente, dada la relevancia que las nuevas generaciones les dan a los temas de recuperación ambiental (Vásquez et al 2006) 13.

Claramente el desarrollo del cultivo de las macroalgas comestibles y aquellas que producen subproductos ligados a la industria alimentaria tienen el potencial de ser un polo de desarrollo para aumentar la seguridad alimentaria mundial, ahora bien, el desarrollo de iniciativas de este tipo es incipiente en Chile.

Debido a la naturaleza de la especie (especie extractora de bajo nivel trófico), existe gran potencial para ser incorporada en el eslabón de producción sustentable dentro del enfoque ecosistémico en acuicultura, dando la posibilidad incluso de incorporarla a algunos ciclos de economía circular. Por otro lado, hay suficiente evidencia y análisis en situaciones reales específicas para esta especie como candidata principal para la acuicultura integrada.

## 5.6.6.5. Nivel de madurez tecnológica

#### Actualización ficha TRL

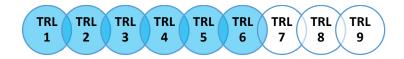
A continuación, se presenta la actualización de la ficha TRL para la acuicultura de la especie *M. pyrifera*.

\_

<sup>13</sup> https://tarapacainsitu.cl/contenido/1719/extraccion-ilegal-de-algas-el-duro-problema-que-enfrentan-pescadores-artesanales



## ESTADO ACTUAL Macrocystis pyrifera: TRL 6



AVANCE CICLO BIOLOGICO	
Conocimiento desarrollo larval	5
obtención y manejo de reproductores	7
Producción de Juveniles y Semillas	6
Temperatura optima de cultivo	8
Crecimiento en talla y peso (meses desde incubación).	9
Talla de cosecha	7
Manejo genético	1

SISTEMAS Y TECNOLOGIA DE CULTIVO	
Tecnología e Ingeniería de Cultivo	9
Disponibilidad de tecnología (nivel de desarrollo)	5
Infraestructura y tamaño de la inversión necesaria	7
Proveedores de equipamiento e insumos	5

AVANCE SALUD ANIMAL Y ALIMENTACION	
Desarrollo de dietas	8
Uso dietas alternativas	6
Conocimiento de enfermedades	8
Tratamientos de salud animal	8

SISTEMAS TECNOLOGICOS ANEXOS Y COSTOS ADICIONALES	
Sistemas de cosecha	6
Sistemas de vigilancia	6
Manejo de plantel	4
Producción	3
Transporte	7
Marketing	1



#### Estimación de inversión necesaria para llevar la especie seleccionada a nivel TRL 8 o 9.

M. pyrifera posee en la actualidad un nivel de TRL 6, en donde la tecnología posee una validación de sistema en entorno relevante. Este nivel implica que se valida un modelo o prototipo, que representa una configuración casi deseada, generalmente más pequeño que la escala completa. Se prueba en un ambiente simulado, lo más parecido al ambiente real. Este nivel representa el inicio de desarrollos ingenieriles de la tecnología en ambientes operacionales (reales). En este nivel los prototipos deberían mostrar todas las funciones requeridas en un ambiente real.

Según la naturaleza de las brechas tecnológicas asociadas al proceso de cultivo, se puede afirmar que el nivel de inversión necesario es comparativamente bajo a la de las otras especies estudiadas, en general estas necesidades de inversión se asocian a la naturaleza de las brechas tecnológicas dada para lograr cerrar el paquete tecnológico. Se estima que el nivel de recursos y tiempo, y la inversión necesaria para alcanzar TRL 9 es MEDIO.

## Nivel de inversión necesario para la instalación

Durante 2015 a través de un estudio FIPA realizado (PROYECTO FIPA Nº 2015-02) se calcularon los costos de inversión promedio para la instalación y operación de una concesión de acuicultura de pequeña escala con foco en el cultivo de algas. Este costo varía entre 3.600 a 5.600 UF, dependiendo de la especie y técnica de cultivo a utilizar, así como en el lugar geográfico a instalarse.

De este estudio se desprende que para *M. pyrifera* el monto de inversión requerida para su cultivo en la región de Los Lagos se aproxima a los 5.550 UF, pensando en un nivel de cosecha de 1.000 toneladas anuales, respecto a los costos de operación para la producción para este tamaño de cultivo se calculó un costo promedio de 2.200 UF.

Ahora bien, siempre existe la posibilidad de reciclar materiales y estructuras de cultivo lo que puede abaratar los costos de instalación y operación; se hace esta aclaración, ya que el estudio mencionado consideró materiales nuevos al momento del realizar los costeos.



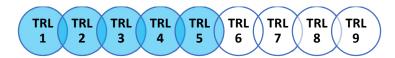
- 5.6.7. Luga negra Sarcothalia crispata
- 5.6.7.1. Nivel de madurez tecnológica

## Actualización ficha TRL

A continuación, se presenta la actualización de la ficha TRL para la acuicultura de la especie *S. crispata.* 



## ESTADO ACTUAL Sarcothalia crispata: TRL 5



AVANCE CICLO BIOLOGICO	
Conocimiento desarrollo larval	4
obtención y manejo de reproductores	3
Producción de Juveniles y Semillas	3
Temperatura optima de cultivo	7
Crecimiento en talla y peso (meses desde incubación).	5
Talla de cosecha	7
Manejo genético	2

SISTEMAS Y TECNOLOGIA DE CULTIVO	
Tecnología e Ingeniería de Cultivo	4
Disponibilidad de tecnología (nivel de desarrollo)	6
Infraestructura y tamaño de la inversión necesaria	6
Proveedores de equipamiento e insumos	6

AVANCE SALUD ANIMAL Y ALIMENTACION	
Desarrollo de dietas	3
Uso dietas alternativas	2
Conocimiento de enfermedades	2
Tratamientos de salud animal	2

SISTEMAS TECNOLOGICOS ANEXOS Y COSTOS ADICIONALES	
Sistemas de cosecha	6
Sistemas de vigilancia	7
Manejo de plantel	3
Producción	5
Transporte	8
Marketing	2



#### 5.6.8. Erizo rojo - Loxechinus albus

El erizo es una especie de crecimiento lento, que se reproduce por primera vez al alcanzar los 3-4 años y los 4 cm de diámetro sin considerar las púas. Puede alcanzar los 13 cm de diámetro a los 12 años de edad. Habita fondos duros desde el inter al submareal (hasta 100 m aproximadamente).

#### 5.6.8.1. Mercado y Modelo de negocio

#### Análisis de mercados potenciales (nacional e internacional)

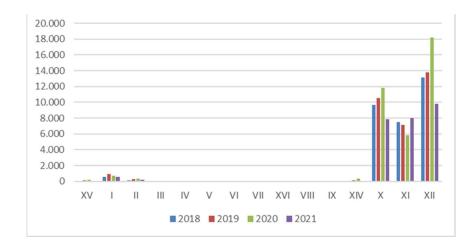
Las principales pesquerías de especies de erizo están Canadá, Japón, Corea del Sur, Rusia, USA y México, además de Chile. Respecto de su mercado, el más relevante es Japón, el cual implica aproximadamente el 90% de la demanda mundial. En Europa, países como Francia, Italia y España son los líderes en consumo de erizo de mar. En Japón, este importante recurso hidrobiológico posee un importante papel tradicional en la cocina y se le considera un manjar servido en bares de sushi, restaurantes y banquetes de bodas con una pequeña porción para el consumo doméstico (FAO 2020, IFOP 2008).

La demanda del mercado mundial actual de erizos de mar se puede estimar entre 60.000 a 75.000 toneladas anuales. Esto se basa en las cifras de cosecha de la FAO para 2019 (76.242 toneladas). Existe una porción de la captura que no se comercializa debido al tamaño pequeño, o por daños originados en el manejo post captura y otros impactos. Obtener cifras confiables sobre el tamaño del mercado global resulta complejo y difícil, dado los innumerables actores en la cadena extractiva y cadenas de comercialización internacional, por lo que en general las cifras planteadas son estimaciones a partir de los datos disponibles (FAO 2022).

Esta especie hoy en Chile no se cultiva y su origen para la comercialización nacional y exportación, depende de la extracción de stocks naturales. El área geográfica que abarca la industria extractiva del erizo se extiende a través de todo el litoral chileno. Se pueden destacar dos grandes áreas extractivas; la primera, en la zona norte, entre Arica y Atacama y, la más relevante, en la zona sur austral entre Puerto Montt y Magallanes (**Figura 18**). En esta zona se obtiene cerca del 95% de los desembarques; la extracción esta circunscrita totalmente a la operación de la flota pesquera artesanal mediante buceo apnea o buceo semiautónomo (IFOP 2008).

El sistema AMERB, ha permitido un lugar para el manejo biológico del recurso erizo. Durante el año 2020, se extrajeron 1.896 toneladas desde AMERB en la macrozona sur, comprendida por las regiones de Los Lagos y Aysén, por lo que el desembarque total de erizo en esta macrozona alcanzó 17.479 toneladas. Para la temporada 2021, considerando AMERB, se llegó a un valor de 15.141 toneladas; el valor más bajo desde el año 2017 (Sernapesca 2021).





**Figura 18**. Desembarque de erizo *Loxechinus albus* (t) por región, período 2018-2021 (Fuente: Sernapesca).

A través del tiempo, la pesquería de *L. albus* ha presentado una alta variabilidad en las capturas. Estas fluctuaciones se deben principalmente a la afección de algunos aspectos poblacionales como la capacidad de reclutamiento de los stocks naturales, impactando negativamente en la biomasa reproductiva. Esto podría no garantizar una recuperación de los stocks pesqueros en forma apropiada. Para regular esta presión extractiva y proteger el estado del recurso, se han implementado distintas medidas de administración pesquera, entre las que destacan la pesquería regulada por el tamaño mínimo legal (70 mm) y una veda reproductiva a lo largo de toda la costa chilena.

Claramente el problema de la sobreexplotación del recurso erizo ha estado presente no solo en Chile, también en las principales pesquerías a nivel mundial, generando una disminución en su extracción. La disminución de los stocks naturales ha provocado un creciente interés en la recuperación de las poblaciones a través de actividades de repoblamiento como una herramienta para la recuperación de la biomasa reproductiva y finalmente de los stocks pesqueros de este recurso.

Hoy, la porción de oferta de mercado producida por la acuicultura de erizo en el mundo, ya sea desde la crianza desde los huevos o por la captura y engorda de adultos silvestres, representa un total menor al 0,01 %.

Los actores del proceso productivo del erizo, desde la extracción hasta la comercialización nacional o internacional, se encuentran principalmente en el subsector pesquero artesanal. Posteriormente, los industriales compran, procesan y proporcionan valor agregado al producto final, conocido como "lenguas de erizo", dejándolo en condiciones de enviarlo al extranjero.

## Análisis mercado Objetivo

El mercado principal de destino de la producción es Japón y, en segundo término, USA. El producto faenado se exporta como fresco-refrigerado o bien congelado, vía aérea. Mientras que, una cantidad reducida, se utiliza para consumo nacional o en la elaboración de conservas u otros fines.

La importancia de Chile en el mercado mundial del erizo es alta, este hecho se refleja en que la captura de *L. albus* en el país ha llegado a representar aproximadamente el 50 % de los desembarques mundiales de erizos. Los principales proveedores de gónadas de erizo frescas, refrigeradas o



congeladas de Japón entre 2004 y 2012 fueron Chile, USA y Canadá. Otros importantes productores mundiales son Rusia, Japón, USA (Maine, California, Washington) y Canadá (principalmente Columbia Británica). El principal erizo de mar capturado por estos proveedores es *Strongylocentrotus sp. (S. intermedius, S. franciscanus y S. droebachiensis*). Los principales proveedores de erizos de mar vivos entre 2004 y 2018 fueron Rusia, Corea del Norte, USA y Canadá.

En Chile, se puede afirmar que existe una larga tradición de consumo de erizo. Se ha estimado una demanda promedio anual de alrededor de 3.000 toneladas.

Ahora bien, la lejanía de nuestro territorio con los mercados asiáticos, especialmente Japón, conspira para que aspiremos a la venta de erizo fresco que es el producto de mayor valoración, lo que explica por qué las gónadas de erizo de mar congeladas son las más vendidas en el mercado asiático. Lo que se traduce en que, de los importado por Japón, solo el 5% corresponde a erizo fresco.

Indudablemente Japón es el mercado que más erizo consume en el mundo, el análisis de datos oficiales nos dice que además de la producción local (8.000 toneladas), se importan anualmente en promedio entre 11.000 a 15.000 toneladas de erizo en distintos formatos (Pro-Chile 2016, EUMOFA 2021). La oferta de erizos de mar ha fluctuado considerablemente en los últimos años; la pesca ha disminuido rápidamente en muchos países de la mano con la sobreexplotación de los stocks naturales; desde los desembarques máximos de unas 120 000 toneladas en 1995 hasta los niveles actuales de unas 75.000 toneladas (Pro-Chile 2017).

## Modelo de negocios primario.

El estado actual de la acuicultura de erizos en Chile posee un soporte de al menos 20 años de trabajo e investigación, en donde sin duda el mayor de los éxitos ha sido en la etapa de producción de juveniles en hatchery. Siendo posible la optimización del cultivo en estanques, tanto en la etapa larval como en el crecimiento temprano de las semillas, produciendo ejemplares con tallas que puedan por ejemplo asegurar acciones de repoblamiento efectivo, o ser destinadas a engorda (UACH 2016; IFOP 2008). A nivel mundial, según las series de datos proporcionadas por FAO, Chile es el mayor proveedor tanto de gónadas como de erizos congelados (FAO 2005).

Un foco importante en estos años de progreso ha sido el esfuerzo por repoblar las poblaciones naturales, sin embargo, un tema relevante que surge de los programas de repoblamiento realizados en diferentes países, es el alto costo de instalación y operación en el tiempo de la etapa de hatchery, considerando el elevado número de ejemplares necesarios de cultivar o ser liberados al medio, de modo de recuperar la población reproductiva (Acuasesorias 2017).

La industria del erizo chileno con el advenimiento de la economía globalizada, ha enfrentado la competencia de nuevos países oferentes, con relativa mayor abundancia del recurso y evidentemente indexado a un proceso con menores costos de extracción y procesamiento, situación que se ha reflejado en un estancamiento de los precios internacionales (Paredes & Muñoz 2010).

Un modelo interesante de analizar para nuestra realidad de industria, y que permita mantener nuestros números mediante el crecimiento sostenido, lo constituye el agrupamiento de empresas como estrategia competitiva. Esta estrategia ha tenido éxito en países como Italia, Corea, Japón y otros. En Chile el agrupamiento en la pesquería del erizo es un tanto incipiente, aunque, los diferentes componentes de esta cadena manifiestan que, aún existe falta de interrelación y coordinación entre ellos.



Dado lo anterior, se hace evidente que las condiciones de mayor competencia internacional hacen necesario, por un lado, poner énfasis en el proceso y empaque, invirtiendo en desarrollo tecnológico y considerando además el establecimiento de alianzas con empresas en los mercados de destino, como por ejemplo empresas japonesas que se caracterizan por tener un mercado exigente. Este curso de acción implica necesariamente, considerar la generación de productos diferenciados para nuevos mercados mediante una estrategia de aplicación de inteligencia de mercados y otras metodologías afines.

Para Chile se necesita pensar en un modelo de desarrollo a largo plazo, que implique que los beneficios del negocio sean más distributivos, permitiendo a los productores de erizo (extractores o cultivadores) obtener ingresos comparables con las demás fases del proceso, incluyendo los del procesamiento y comercialización.

En el proceso de cultivo y producción de esta especie se dan 12 etapas sistematizadas a partir de las siguientes publicaciones (Bustos & Olave 2001; Espinoza & Arriagada 2008), las cuales deben incorporarse al modelo productivo.

#### Obtención de reproductores

El primer paso es la obtención y selección de reproductores en óptimas condiciones, obtenidos del medio natural. Estos deben ser de un tamaño mayor a 70 mm. Luego de su acondicionamiento, se seleccionan los que a simple vista no presenten problemas de lesiones en la testa o en las espinas.

#### Inducción al desove

Para a inducción los organismos son inyectados con una solución de KCL (0,5 M), en una cantidad de entre 3 a 5 ml hacia la cavidad celómica. Se disponen en recipientes de aproximadamente 300 ml, dejando la parte superior del erizo en contacto con agua de mar filtrada (0,5 µm) y tratada con rayos ultravioleta, a 15° Celsius. Ocurrido este proceso los erizos comienzan a liberar sus gametos al agua de mar.

## Selección de gametos

Esto se hace con el fin de obtener los huevos de mejor calidad, según los siguientes criterios, presentar un tamaño de 120 a 130 µm de diámetro, una gran cantidad de vitelo, presentar membrana sin rugosidades y ausencia de protozoos. Los espermios deben ser obtenidos poco antes de la fertilización.

## Fertilización

Este proceso se realiza en recipientes de 50 L con agua de filtrada y tratada con ultravioleta y a una temperatura de entre 17-18°C. Se agregan 30 ml de huevos concentrados por recipiente y 10 ml de solución de espermios. Luego de 30 minutos aproximadamente, los huevos fecundados decantan y se renueva la mitad del recipiente con agua de mar fresca.

#### Desarrollo embrionario

Una vez fecundados los huevos, estos se mantienen en los recipientes y pasan por distintos estados larvales, hasta, mórula, eclosionando aproximadamente 20 horas después como una blástula



nadadora, que se ubican principalmente en la parte superior de la columna de agua en el recipiente. Pasadas 30 a 36 horas se alcanza el estado de gástrula y las 44 a 48 horas el estado de larva prisma.

#### Cultivo larval

Las larvas obtenidas son puestas en estanques de 5000 L., con un sistema de cultivo de tipo circulante con recambio parcial de agua. El agua debe ser filtrada a 1 µm y tratada con ultravioleta, a temperatura entre 17-18°C y con una salinidad de 30 a 35 ppm. Debe existir aireación constante.

El alimento para las larvas se realiza de forma directa al estanque y se debe suministrar diariamente. Una mezcla de distintas microalgas como *Chaetoceros gracilis* o *Ch. calcitrans* e *Isochrysis galbana* componen la dieta de las larvas y su concentración varía según el estado larval. El tiempo de duración de este cultivo larval es aproximadamente de 20 a 23 días.

#### Acondicionamiento del sistema de fijación

Para la inducción se utiliza un estanque rectangular de fibra de vidrio de 4500 L, en donde se posicionan estructuras que están fabricadas con fibra de vidrio y ensambladas con tuberías de PVC. En forma paralela al cultivo larval, estas placas se mantienen en agua de mar circulante en los estanques, lo que permite la colonización de diatomeas y bacterias, las cuales forman una película que permite la inducción a la metamorfosis.

#### Siembra e inducción a la metamorfosis

Las larvas son trasladadas a los estanques de fijación, los que previamente se han mantenido con agua recirculante. Se agregan entre 350.000 a 400.000 larvas por estanque, de las que se espera que se fijen entre 100 a 110.000 erizos. Luego de 7 a 10 días.

#### Cultivo intermedio

Este paso abarca desde la metamorfosis hasta la cosecha de semillas de 5 mm de diámetro y se realiza en los mismos estanques y estructuras de fijación. Transcurridos 10 días los individuos post metamórficos comienzan con su alimentación, transcurridos de 3 a 4 meses, cuando la película superficial de diatomeas sea insuficiente para la demanda alimenticia de los juveniles se pueden agregar algas picadas sobre las placas.

## Alternativa repoblamiento

Luego de 5 a 6 meses los juveniles alcanzan un tamaño promedio de 5mm de diámetro y se obtienen densidades aproximadas de 100.000 semillas por estanque de cultivo. Con este tamaño la semilla puede ser cosechada para su traslado a jaulas en mar o ser destinadas a siembras de repoblación.

#### Cultivo de engorda

Para este paso las semillas son trasladadas al mar, con una talla promedio de 5 mm, deberían transcurrir 30 meses aproximados para obtener un erizo de tamaño de entre 50 a 55 mm. Pueden ser cultivados tanto en sistemas suspendidos tipo long lines, como en sistemas de cajas en fondo, similares a corrales o jaulas metálicas (90x30x30 cm), con mallas de plástico que impiden su salida al exterior. En el cultivo de tipo long line las cajas se deben mantener a una profundidad aproximada mayor a dos metros y separadas por 1.5 m.



#### Alimentación con macroalgas y alimentos formulados

En los primeros meses se les suministra una dieta consistente en algas clorófitas y rodófitas, las que luego se mezclan con *M. pyrifera*. En los últimos 3 meses de cultivo se puede alimentar con una dieta extruida para erizos, para lograr un crecimiento significativo de las gónadas. Se deben mantener en una densidad que no impida crecimiento, aproximadamente 20 a 25 individuos por corral. Se debe mantener la limpieza de los cultivos y la alimentación aproximadamente cada 10 días.

#### 5.6.8.2. Análisis Fuerzas de Porter

## Poder negociación clientes

EL mercado del erizo es un mercado globalizado con múltiples actores. Chile, históricamente ha sido un agente destacado en este negocio, llegando a ser el principal exportador de erizos a Asia, especialmente Japón, lo que lo posiciona con ventaja a la hora de la capacidad de colocación de recursos en los mercados, dado a su prestigio e historia. Sin embargo, aún es difícil que nuestra industria supere el drama de los productos sustitutos.

De hecho, se puede afirmar que la calidad del producto chileno es equivalente a especies símiles que importa Japón, pero aún se le considera un producto sustituto o alternativo de los erizos endémicos de Japón, lo que implica que se cotiza en estos mercados con un precio menor. Esto complica en la capacidad de negociación final del precio y volumen exportado.

Para el recurso *L. albus*, existen oportunidades en cuanto a los oferentes para el desarrollo de una oferta continua de producto. Hoy, Chile no presenta exportaciones de erizo cultivado, sin embargo, posee ventajas competitivas frente a otros países dada la conocida capacidad de la industria acuícola chilena de colonizar nuevos mercados.

#### Poder negociación de los proveedores

En este negocio la relación de los productores con el negocio es *bottom up*, es decir, se establece hacia arriba con la gran empresa; tanto en la relación comercial y la capacidad de mejora, ya que estas empresas junto a universidades y centros tecnológicos son el motor que impulsa la investigación y desarrollo para lograr el cultivo exitoso de la especie. Esta relación vertical hace difícil a los proveedores primarios (hoy el mundo extractivo), tener una mejor capacidad negociadora con los poderes compradores y está por verse la capacidad que tendrían los cultivadores que agregan la capacidad de manejar los tiempos y volúmenes de cosechas según sus necesidades, situación que para el extractor no existe.

## Amenaza de nuevos competidores entrantes

En el negocio mundial del erizo se observa que actores tradicionales como Japón, Chile, USA, han experimentado una reducción en las capturas. Rusia y Perú están suministrando mayores cantidades al mercado mundial que en el pasado, Noruega también ha irrumpido en los últimos 10 años en esta industria, pero ninguno de estos como una amenaza inmediata al predominio de Chile en la producción y venta de este recurso.



#### Amenaza de productos sustitutos

USA es un gran exportador mundial de erizos de mar a Japón; sin embargo, también es un importante, importador de erizos de mar de Canadá y Chile. Los desembarques totales de erizos de mar en este país fueron de 6.691 toneladas en 2014. La costa del Pacífico exporta una cantidad significativa de su cosecha de erizo de mar, *S. franciscanus*, a Asia. La costa del Atlántico por otro lado es un proveedor clave de erizo de mar procesado, *S. droebachiensis*. Cabe señalar que los productos estadounidenses son considerados por el mercado asiático como producto de alta calidad en relación con el producto local y, en contraste al de Chile, tiene la capacidad de negociar un precio más alto.

Canadá es el proveedor predominante de erizo de mar vivo a los USA. Rusia no solo se considera el mayor proveedor de erizos de mar vivos para Japón, sino que también es un proveedor global clave de productos de erizo de mar congelados o procesados a granel, sin embargo, los niveles de desembarque totales de erizos para la Federación de Rusia son notablemente menores que los chilenos. En Corea, la captura total promedio ronda las 2.000 toneladas. La mitad de estas capturas se exportan a Japón y otras partes de Asia. Al igual que muchas estadísticas reportadas, la información sobre la cosecha de China está subestimada o es poco clara, ya que se informan otros datos de captura de equinodermos junto con los valores de captura de erizos. China se considera el cuarto mayor proveedor de gónadas frescas y refrigeradas de erizo a Japón. Los desembarques totales de erizos de mar en México son menos de un tercio del valor total registrado en Chile; del mismo modo, los desembarques para equinodermos en Perú también fueron significativamente menores a los de Chile. Australia captura las siguientes especies Heliocidaris erythrogramma, Centrostephanus rodgersii y Heliocidaris tuberculata. La demanda actual de los erizos de mar australianos, particularmente de Hong Kong, superan el suministro que los buzos pueden capturar, se calcula que la demanda es 4 veces mayor que la cantidad capturada en un mes por los buzos. Aunque hay varias especies de erizos que se encuentran en Noruega, la única especie que se encuentra en tamaño y cantidades comerciales es el erizo de mar verde, Strongylocentrotus droebachiensis. No existe tradición de consumir erizos de mar en Noruega, por lo tanto, existe un mercado interno muy limitado para gónadas de erizo de mar y un historial muy limitado de pesca y exportación de erizos.

## Rivalidad entre los competidores

La producción actual del erizo *L. albus* representa aproximadamente el 40-50% de la producción mundial. Existen otros productores mundiales como Rusia, Japón, USA (Maine, California, Washington) y Canadá (principalmente Columbia Británica). El principal erizo recolectado por estos proveedores son *Strongylocentrotus sp.* (*S. intermedius, S. franciscanus y S. droebachiensis*). Los principales proveedores de gónadas frescas, refrigeradas o congeladas de Japón son Chile, USA y Canadá, en cuanto a erizos de mar vivos, los principales proveedores son Rusia, Corea del Norte, USA y Canadá.

#### Conclusión

El desarrollo del cultivo de *L. albus* en Chile dará más ventajas comparativas al país. En los últimos cinco años, los precios de exportación registraron una tendencia positiva, pasando de un precio



promedio de \$24.000 a \$35.000 por kilo. Durante 2020, Chile exportó más de 2.300 t de erizo procesado, con un valor estimado de 1.000 millones de dólares.

Si al panorama anterior agregamos que la demanda general está aumentando, se da una oportunidad importante para la acuicultura que podría, por ejemplo, abarcar el segmento de mercado de erizos vivos, lo que a su vez trae el desafío de resolver temas logísticos. Esto puede ser facilitado por la acuicultura, en la que se pueden planificar mejor los volúmenes y tiempos de cosecha de los planteles para su direccionamiento a los mercados internacionales.

## 5.6.8.3. Preferencias según producto y mercado

#### Erizo vivo

Los erizos de mar vivos son los más buscados por el mercado, especialmente Asia y singularmente en Japón, en donde la importación de erizos vivos representa aproximadamente el 65-70 % de todas las importaciones de erizos (incluidos los erizos procesados), seguidos de productos frescos y refrigerados, congelados y, por último, secos, salados o en salmuera (Pro-Chile 2016). Los erizos de mar vivos son procesados por empresas en las que confían los compradores en Japón debido a su control de calidad y buena reputación de productos premium.

#### Gónadas frescas

Las gónadas frescas o refrigeradas poseen un precio aproximadamente dos tercios menor que el precio de los erizos vivos. Las gónadas frescas de alta calidad que son exportadas a Japón reportan el mayor valor del mercado. Las delicadas gónadas deben tratarse con sumo cuidado, pero aun así, la vida útil del producto es de solo unos pocos días en un enfriador. Las tiendas de sushi compran la mayoría de las gónadas y exhiben el producto en vitrinas refrigeradas.

## Gónadas congeladas

La congelación es un método aceptable para conservar las gónadas procesadas, aumentando la vida útil del producto, pero al mismo tiempo existe la problemática de que los cristales de hielo formados durante la congelación afectan la calidad de la gónada. Al descongelarse, se produce una pérdida por goteo y esta pierde su firmeza. Para la realidad del mercado chileno de exportación de erizos las gónadas congeladas generalmente se venden a alrededor del 25-50% del valor de las gónadas frescas. Los envíos congelados de gónadas procesadas, provienen principalmente de Chile. La congelación del producto es una práctica común en Chile debido a la distancia que existe con los mercados objetivo. Canadá y otros países congelan las gónadas cuando la oferta supera la demanda. Allí estos productos se destinan principalmente a la venta al por menor, mientras que una pequeña parte se asigna a los restaurantes.

#### Gónadas procesadas.

La categoría menos rentable debido a la menor demanda, es el erizo seco, salado y en salmuera. Se producen a partir de una acumulación de varios erizos de baja calidad o rendimiento, así como subproductos. La pasta de gónadas fermentada es un producto que se puede crear a partir de productos de menor calidad y se conoce en Asia como *neri uni* y *tsubi uni*. Un producto más acuoso se llama *mizu uni* y se prepara añadiendo sal, 30-40%, y se cura en seco. *Doro uni* es otra preparación



y se hace añadiendo primero alcohol a las gónadas, escurriéndolas y añadiendo sal (25-30%) (Pro-Chile 2016).

Los precios tanto de los erizos de mar vivos como de las gónadas procesadas dependen en gran medida de una serie de factores, que incluyen las siguientes características organolépticas: i) Apariencia, color y calidad; ii) Especies y región de cosecha; iii) Sabores y texturas; iv) Demanda y distribución; y v) Procesamiento.

## 5.6.8.4. Impacto sectorial acuicultura

Análisis de impacto en la economía regional e implicancias ambientales, sociales y económicas (cadenas de valor a desarrollar)

En Chile, el desarrollo histórico de la pesquería del erizo se ha caracterizado por un paulatino desplazamiento de los pescadores, desde el norte hacia el sur, buscando nuevos caladeros de pesca e intentando recuperar los decaídos niveles de rendimiento obtenidos en los bancos explotados en forma reiterada por largos períodos de tiempo.

En este contexto y debido a la política de administración regional de las pesquerías en áreas de libre acceso, es que no se permitía la explotación de un recurso por pescadores que no fueran de la misma región y, como consecuencia surgió una crisis social asociada a la pesquería del erizo que culminó, con la implementación del Plan de Manejo para las Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua (PMZC). El establecimiento de una industria que logre el cultivo masivo y la producción industrial de erizo, revolucionaria la producción y evitaría continuar impactando las existencias naturales; de esta manera, se contribuiría con la sostenibilidad de la pesquería en el largo plazo; sobre todo porque las innovaciones en la industria nacional del erizo, provienen del mercado y se implementan a través de los brokers o empresas japonesas que subastan la gónada. Finalmente, por imitación se difunden las innovaciones hacia la industria local.

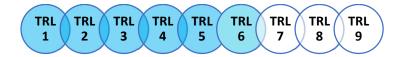
#### 5.6.8.5. Nivel de madurez tecnológica

#### Actualización ficha TRL

A continuación, se presenta la actualización de la ficha TRL para la acuicultura de la especie *L. albus*.



## ESTADO ACTUAL Loxechinus albus: TRL 6



AVANCE CICLO BIOLOGICO	
Conocimiento desarrollo larval	7
obtención y manejo de reproductores	6
Producción de Juveniles y Semillas	5
Temperatura optima de cultivo	6
Crecimiento en talla y peso (meses desde incubación).	5
Talla de cosecha	6
Manejo genético	3

SISTEMAS Y TECNOLOGIA DE CULTIVO	
Tecnología e Ingeniería de Cultivo	5
Disponibilidad de tecnología (nivel de desarrollo)	5
Infraestructura y tamaño de la inversión necesaria	5
Proveedores de equipamiento e insumos	5

AVANCE SALUD ANIMAL Y ALIMENTACION	
Desarrollo de dietas	8
Uso dietas alternativas	5
Conocimiento de enfermedades	4
Tratamientos de salud animal	4

SISTEMAS TECNOLOGICOS ANEXOS Y COSTOS ADICIONALES	
Sistemas de cosecha	6
Sistemas de vigilancia	5
Manejo de plantel	6
Producción	4
Transporte	6
Marketing	6



#### Estimación de nivel de inversión necesario para llevar las especies seleccionadas a nivel TRL 8 o 9.

Esta especie posee en la actualidad un nivel de TRL 6, en donde se prueba que la tecnología posee una validación de sistema en entorno relevante. Este nivel implica que se valida un modelo o prototipo, que representa una configuración casi deseada, generalmente más pequeño que la escala completa. Se prueba en un ambiente simulado, lo más parecido al ambiente real. Este nivel representa el inicio de desarrollos ingenieriles de la tecnología en ambientes operacionales (reales). En este nivel los prototipos deberían mostrar todas las funciones requeridas en un ambiente real.

Se puede indicar que el nivel de inversión para abordar las brechas tecnológicas necesarias para cerrar el paquete tecnológico, comparativamente con las otras especies evaluadas es de nivel intermedio. Las principales brechas para esta especie dicen relación con aspectos tecnológicos como el diseño de un sistema de cultivo de engorda ajustados a la escala comercial, la falta de un programa de manejo genético consolidado, también faltan abordar aspectos alimenticios como el desarrollo y formulación de un alimento artificial. El resto de los aspectos que permiten el cultivo están medianamente abordados, por lo que el nivel de inversión necesario para llegar a TLR 9 es MEDIO.

## Nivel de inversión necesario para la instalación

Según la información publicada por el proyecto FIPA Nº 2015-02, los costos de inversión promedio para la instalación y operación de una concesión de acuicultura de pequeña escala con foco en el cultivo de erizo rojo, con un nivel de producción de 180.000 unidades, se calculó en un nivel de inversión de \$160 millones y un costo de operación de \$116 millones anuales. Esto bajo la premisa de la compra de las semillas.

El costo de instalación y operación de un hatchery para *L. albus* y para la operación de este tamaño de cultivo (180.000 unidades), implica la inversión de \$290 millones y un costo operativo de \$120 millones anuales.

Ahora bien, siempre existe la posibilidad de reciclar materiales y estructuras de cultivo usados en otras especies similares lo que puede abaratar los costos de instalación y operación, se hace esta aclaración ya que el estudio mencionado consideró materiales nuevos al momento del realizar los costeos.

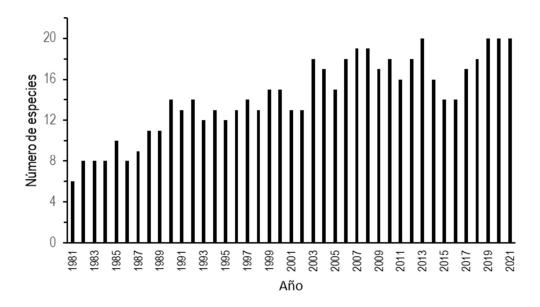


## 6. Discusión

## 6.1. Diversificación de la acuicultura en Chile y el mundo

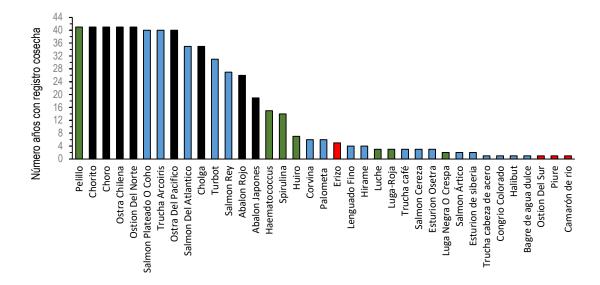
Considerando que la incorporación efectiva de nuevas especies a la matriz de producción de acuicultura de cualquier país otorga mayor dinamismo a las economías nacionales y regionales, resiliencia económica y ambiental, incorporado a nuevas zonas geográficas y sectores socio-económicos en su desarrollo, entre otros (Troell et al. 2014, Metian et al. 2020, Hertel et al. 2021), la diversificación de especies se ha convertido en una meta buscada por numerosos países, siendo también sugerida para el desarrollo de la acuicultura sostenible a nivel mundial (Thomas et al. 2021, Cai et al. 2022).

Desde que existen registros permanentes de cosechas desde centros de acuicultura en Chile, se registran un total de 37 especies cultivadas, iniciando el año 1981 con 6 especies, y lográndose como valores máximos 20 especies en cultivo, los años 2013, 2019, 2021 y 2021 (**Figura 19**). En el registro histórico se pueden observar grupos de especies que se han ido incorporando a la matriz productiva en diferentes décadas y que han permanecido de manera constante en las estadísticas de cosecha (e.g., salmónidos, mitílidos, ostreidos, pelillo), otras que permanecieron varios años, pero en la actualidad ya no reportan cosechas (e.g., turbot, salmón rey, abalón rojo), otras que reportaron cosechas ocasionales (e.g., erizo, lenguado fino, halibut, esturión de Siberia, lugas), y otras de incorporación más reciente (e.g., congrio colorado, corvina, piure, esturión osetra) (**Figura 20**).



**Figura 19.** Registro histórico de especies cultivadas y que han registrado cosechas en Chile (Elaboración propia en base a datos de SERNAPESCA 2022).





**Figura 20.** Registro histórico de especies cultivadas y que han registrado cosechas en Chile, ordenadas desde la que ha sido más veces cultivada a la menos. Barras en verde: algas; barras en negro: moluscos; barras en celeste: peces; y barras en rojo: otros grupos taxonómicos (Elaboración propia en base a datos de SERNAPESCA 2022).

Bajo una primera perspectiva de análisis, la diversificación en las últimas 3 décadas, ha sido fomentada, principalmente, al alero de iniciativas de investigación y desarrollo científico (I+D), generalmente atomizada en diferentes instituciones y en proyectos de corto plazo, no considerando la temporalidad generalmente requerida para alcanzar la madurez tecnológica, sobre todo en especies donde hay poco conocimiento acumulado, disponible y/o aplicable a su acuicultura (e.g., generalmente más de una década). Esta ausencia aparente de coordinación y planificación de procesos de diversificación de mediano-largo plazo, ha impactado, por ejemplo, en que la permanencia de planteles reproductores es fuertemente dependiente del flujo de caja de proyectos I+D, sin interés ni aportes sustanciales de capitales privados, lo que debilita fuertemente la estabilidad de la medición del grado de madurez tecnológica en el tiempo.

Un informe indica que 86 especies fueron investigadas para desarrollar su acuicultura entre el período 2000-2014 (Fundación Chinquihue 2017), siendo los peces marinos (46,2%), macroalgas (12,1%) y moluscos bivalvos (9,3%), los grupos con mayor participación de aportes de financiamiento. En este mismo informe se indica que entre los proyectos de I+D+i de diversificación, un 84% se orientaron a investigar e impulsar la introducción de nuevas especies, un 5,6% a diversificar tecnologías de cultivo, y un 4,6% a escalar o masificar la producción.

De esta forma, la diversificación nacional ha sido motivada principalmente por intereses de I+D, siendo a la fecha su impacto aún bajo, si se considera el escalamiento productivo, la viabilidad comercial y finalmente, la incorporación de nuevas especies de manera constante a la matriz productiva nacional (Wurmann & Routledge 2017, Henríquez-Antipa & Cárcamo 2019). Se observa que muchas de las especies que han sido propuestas como potenciales para diversificar la acuicultura nacional (**Tabla** 



13), corresponden a especies nativas con problemas de sobreexplotación o agotamiento en sus respectivas pesquerías (e.g., huiros, loco, erizo, lugas). Por otro lado, el cultivo de especies exóticas ha mostrado casos muy exitosos en términos de introducción/adaptación de tecnologías de cultivo, volúmenes de producción y/o retornos económicos (e.g., salmón del Pacifico, salmón del Atlántico, trucha arcoíris, ostra japonesa, abalón), siendo especies de primer orden y relevancia en la matriz de acuicultura nacional. Bajo este mismo enfoque se puede ubicar la introducción de especies como peces planos exóticos (e.g., turbot, halibut, hirame) (Gallardo et al. 2022), que por distintas razones no lograron consolidarse. De consideración especial, la introducción de especies con elevado valor comercial y destinadas a mercados internacionales tipo gourmet como la cobia Rachycentron canadum (Díaz-Muñoz et al. 2019) y esturiones (e.g., esturión osetra Acipenser gueldenstaedtii, esturión blanco, Acipenser transmontanus)<sup>14</sup>, las que han aprovechado oportunidades ambientales que otorga el país para el desarrollo de su cultivo y negocio. Finalmente, y de reciente incorporación a la matriz de acuicultura, se encuentran 3 especies de peces nativos: congrio colorado, corvina y palometa (Tabla 1), las que han sido objeto de programas de desarrollo tecnológico de mediano o largo plazo, orientados a la consolidación del escalamiento productivo y comercial de las especies y su incorporación a la matriz de acuicultura<sup>15</sup> (Cooperación y Desarrollo Limitada 2015, Wurmann & Routledge 2017).

Otro factor que se reconoce como impulsor de la diversificación corresponde al desarrollo de la APE, que se ha fomentado desde el Estado mediante diversos instrumentos de financiamiento. De manera paralela, cuerpos normativos como el Decreto N°96 de 2015 que regula las actividades de acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), la Ley N°20.925 de Bonificación para el Repoblamiento y Cultivo de Algas, la Ley N° 21.027 que regula el desarrollo integral y armónico de caletas pesqueras a nivel nacional y fija normas para su declaración y asignación, y el Decreto (MINECON) N°45 de 2021 que fija el Reglamento de la Acuicultura de Pequeña Escala, constituyen instancias para promover y facilitar el desarrollo de la APE y la diversificación (Cárcamo et al. 2020). Las iniciativas de repoblación, también han sido motor para el desarrollo de acuicultura de nuevas especies de interés para la pesca y la conservación (Manríquez et al. 2008, Rojas et al. 2016, Uriarte et al. 2019, Cárcamo et al. 2021, Oyarzo-Miranda et al. 2023).

Sin embargo, lograr una matriz diversificada en los términos planteados por el estudio FAO (Cai et al. 2022), es decir, estimando el "*Número Efectivo de Especies Cultivadas (ENS*)" como indicador de diversificación, será difícil de mejorar en el corto plazo. Lo anterior, dada la contribución extremadamente alta que realizan las cosechas de salmónidos y mitílidos 16 al volumen total nacional cosechado (**Tabla 1**), y los aportes esperados de volumen de cosecha para nuevas especies que se incorporan a la matriz productiva, que al menos en el corto plazo, se proyectan como de menor impacto 17.

<sup>14</sup> http://www.sernapesca.cl/noticias/acuicola-de-parral-logro-hito-nacional-al-ser-los-primeros-en-exportar-caviar-de-esturion

<sup>15</sup> https://portalinnova.cl/summit-acuicola-2022-corfo-busca-aportar-soluciones-para-la-crisis-alimentaria-ante-el-cambio-climatico/

<sup>16</sup>http://www.aqua.cl/2023/01/13/prochile-las-exportaciones-de-salmon-y-trucha-del-2022-alcanzaron-los-us-6-637-millones/

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> Indicador de diversidad considera no solo la riqueza de especies cultivadas (i.e., cantidad), sino también la uniformidad (i.e., cómo la producción de cada especie aporta al total de la cosecha nacional).



# 6.2. Madurez tecnológica como indicador de potencial de diversificación de la acuicultura

El TRL fue desarrollada originalmente en los años 70 por la NASA en el ámbito del diseño espacial (Mankins 1995), para primero, evaluar y calificar qué tan cerca de la implementación (mercado) está una tecnología determinada, y segundo, comparar de manera consistente la madurez entre distintas tecnologías. Luego, su aplicación se expandió a otros ámbitos y desarrollos tecnológicos (Rybicka et al. 2016), y de manera aún incipiente en la acuicultura (Ebbing et al. 2022). De esta forma un TRL 5 sería equivalente a una escala piloto, como generalmente se ha concebido en Chile (e.g., cultivos en fase de mar para el caso de fase de engorda o para alcanzar tamaño comercial), y otorgaría un mayor potencial a una especie, entendiendo que existen desarrollos de conocimiento y tecnológicos previos, que permitirían reducir la inversión temporal y de recursos para alcanzar niveles de TRL 8-9.

En el análisis de los datos se observa asignación de niveles de TRL por parte de los encuestados (Tabla 13), que probablemente no corresponden con el estado actual de la tecnología de cultivo de la especie. Lo anterior puede ser explicado por una mala comprensión de la escala, asignación de TRL diferenciados por etapa del cultivo o por distintos desarrolladores (i.e., gestores tecnológicos o investigadores), no consideración de aspectos de comercialización y rentabilidad en niveles altos de TRL, entre otros. En general esta escala ha sido sujeta a revisiones y ajustes en diversos ámbitos tecnológicos y productivos (Olechowski et al. 2020, Bhattacharya et al. 2022). Su uso en los procesos de toma de decisiones respecto a financiamiento e inversión de recursos, requiere de un análisis junto a otros elementos de consulta y decisión (e.g., consulta a expertos, análisis costo-oportunidad, inversión estratégica, contexto institucional, programas de gobierno) (Van Cauwenbergh et al. 2022). En este línea, la necesidad de identificar e incorporar al análisis de la diversificación y desarrollo de la acuicultura, el contexto multidimensional, sistema socio-ecológico y/o condiciones de borde donde ocurre la acuicultura (e.g., políticas de desarrollo social y ambiental, condiciones socio-económicasambientales existentes, sustentabilidad, recursos tecnológicos disponibles, normativa y regulación, mercados), ha sido fuertemente enfatizado por diversos autores (Krause et al. 2015, Brugère et al. 2019, Brugere et al. 2021, Cai et al. 2022).

Es esperable que especies con mayores valores en las dimensiones de conocimientos biológicos, sanitarios y de tecnologías e ingeniería de cultivo presenten niveles más altos de TRL, lo que se cumple de manera más evidente para las 14 especies seleccionadas (**Tablas 13, 16, 17 y 18**). Especies con mayor información publicada y accesible correspondieron, generalmente, a especies con relevancia para la pesca y con problemas de explotación, principalmente invertebrados (e.g., loco, erizo, almejas, ostra chilena) y macroalgas (huiros, lugas, pelillo). Destaca también en la revisión de información para caracterizar especies potenciales, la baja tasa de publicación científica de algunas especies, generándose una asimetría en la información disponible. En esta misma línea, y considerando los desarrollos fundamentales para la consolidación de la acuicultura de cualquier especie, de manera general, se detectan falencias y/ vacíos de información en al menos 4 ámbitos a destacar: aspectos sanitarios, factibilidad técnica-económica y mercado, genética, y efectos del cambio climático.

La revisión de literatura, consulta a expertos y los talleres mostraron una baja disponibilidad y desarrollo de análisis de costos de producción, rentabilidad económica o bio-económicos, y modelos de negocios. Este tipo de antecedentes permite proyectar la rentabilidad del negocio y detectar



limitaciones y factores productivos críticos que pueden ser abordados para desarrollar una acuicultura comercial (Zuniga-Jara et al. 2016, Zuniga-Jara & Soria-Barreto 2018a, Camus et al. 2019b). Por ejemplo, la modelación bio-económica ha sido sugerido como crucial para mejorar la eficiencia en los procesos de toma de decisión para desarrollar acuicultura comercial (Llorente & Luna 2016).

Otro ámbito aún poco desarrollado, es la genética como herramienta para procesos de selección, manejo y mejoramiento genético (e.g., desarrollo de marcadores moleculares, desarrollo de bancos de germoplasma, planteles reproductivos, líneas parentales, heredabilidad de rasgos de interés tales como resistencia a enfermedades o forzantes de cambio climático) que permitan la generación de ejemplares con características notables, por ejemplo, obteniendo mejoras en la productividad y resistencia a enfermedades (Trygve Gjedrem 2012, Teletchea 2015). La realidad nacional no es distinta a otros países y en el contexto mundial de producción de acuicultura, donde no más del 10 % de ella está basada en stocks o líneas genéticamente mejoradas (Trygve Gjedrem 2012). No obstante, los procesos de selección y mejoramiento, deben ser cuidadosamente abordados en el contexto de potenciales impactos genéticos en poblaciones silvestres o receptoras, y el resguardo del patrimonio y diversidad genética (Guillemin et al. 2008, Loureiro et al. 2015, Segovia-Viadero et al. 2016, Grant et al. 2017).

Se reporta una baja disponibilidad actual de planteles reproductivos (o equivalentes) de las especies potenciales (solo 4 de 14: congrio dorado, ostra japonesa, camarón de río del norte, huiro flotador), lo que responde a factores principalmente asociados a falta de continuidad o financiamiento de líneas de investigación. Lo anterior es de relevancia para el desarrollo de líneas de investigación en genética aplicada a acuicultura y en los procesos de aclimatación, manejo de reproductores y domesticación de especies potenciales (Teletchea 2015, Valero et al. 2017). Adicionalmente, de las 14 especies, en la actualidad, solo 6 reportan producción permanente o semipermanente de semillas o juveniles o cultivo de engorda: ostra japonesa, huiro flotador, erizo rojo, camarón de río, piure y cojinoba del norte.

# 6.3. Diversificación de la acuicultura, enfoque ecosistémico y cambio climático

Considerando que la diversificación de especies se ha convertido en una estrategia central para promover el desarrollo sostenible o sustentable de la acuicultura (Thomas et al. 2021, Cai et al. 2022), otro elemento a incorporar corresponde al enfoque ecosistémico, el que se ha definido como una estrategia para integrar la acuicultura dentro de un ecosistema más amplio, de manera que promueva su sustentabilidad, la equidad y la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos interrelacionados (Brugère et al. 2019). El enfoque ecosistémico de la acuicultura se guía por tres principios estratégicos:

- 1. Su desarrollo y manejo debe considerar la gama completa de funciones y servicios ecosistémicos y no debe amenazar la provisión sostenida de éstos.
- 2. La acuicultura debería mejorar el bienestar humano y la equidad para todos los actores sociales interesados y pertinentes (i.e., stakeholders).
- 3. La acuicultura debe desarrollarse en el contexto de otros sectores, políticas y metas, según corresponda.

Asociado al funcionamiento de la acuicultura, se han identificado diversos servicios ecosistémicos y cómo éstos podrían ser incorporados en el manejo y gestión de la acuicultura (Ferreira & Bricker 2016, Alleway et al. 2019, Weitzman 2019, Willot et al. 2019, Gentry et al. 2020, van der Schatte Olivier et



al. 2020). En la **Tabla 33** se muestran los bienes y servicios ecosistémicos frecuentemente identificados como proporcionados por la acuicultura. La magnitud y características de estos servicios serán variables, afectados y/o dependientes de las características particulares de la actividad de acuicultura (e.g., escala productiva, especies en cultivo, sistema de cultivo) y el contexto en el que ella se desarrolla (e.g., sistema ecológico, sistema físico, capacidad de carga del sistema). Por otro lado, ecosistemas degradados pueden representar oportunidades para que la acuicultura tenga un mayor efecto, por ejemplo, recuperación de hábitat por pérdida de sustrato (Theuerkauf et al. 2022). Consecuentemente, numerosos factores y a diferentes escalas, pueden influenciar la dirección (i.e., si la acuicultura, finalmente, proporciona efectos netos positivos o negativos sobre los servicios ecosistémicos) y magnitud de los servicios ecosistémicos proporcionados por la acuicultura (Lester et al. 2013, Outeiro & Villasante 2013, Alleway et al. 2019, Gentry et al. 2020).

**Tabla 33.**Bienes y servicios ecosistémicos frecuentemente asociados al funcionamiento de la acuicultura (Tomada de Cárcamo et al. 2022) .

			Tipo(s) de cultivo	
Categoría	Bien o servicio	servicio Descripción		
	ecosistémico		asociados	
Soporte o hábitat Provisión de		Estructuras y organismos en cultivos	Bivalvos, peces,	
	hábitat	pueden actuar como nuevos refugios o	otros	
		hábitats (artificiales) para diversas especies	invertebrados	
		no cultivadas		
	Zonas de	Especies silvestres se pueden alimentar en	Bivalvos, peces,	
	alimentación	áreas de cultivo de los organismos	otros	
		cultivados y/o el biofouling	invertebrados	
	Diversidad	Acuicultura pude contribuir a aumentar la	Bivalvos, peces,	
genética diversidad genética en poblac		diversidad genética en poblaciones	otros	
		silvestres genéticamente limitadas	invertebrados	
Aprovisionamiento	Provisión directa	Producción de acuicultura es destinada a	Bivalvos, peces,	
	de alimento	consumo humano	algas, otros	
			invertebrados	
	Provisión de	Producción de acuicultura es destinada a	Bivalvos, peces,	
	productos no	otros usos (e.g., industriales, cosméticos,	algas, otros	
	alimenticios	agrícolas, farmacéuticos, medicinales,	invertebrados	
		ornamentales)		
	Aumento	La acuicultura proporciona indirectamente	Bivalvos, peces,	
	desembarques de	hábitat y enriquecimiento orgánico para	algas, otros	
	pesca	especies silvestres objetos de pesca	invertebrados	
Regulación	Secuestro y	Producto de procesos fisiológicos	Bivalvos, algas	
	almacenamiento	naturales, organismos en cultivo capturan,		
	de carbono	secuestran, almacenan carbono		
	Regulación de la	Producto de procesos fisiológicos	Algas	
	acidificación	naturales, organismos en cultivo pueden		
		regular acidificación oceánica		



	Protección costera/atenuación del oleaje	Cultivos pueden modificar la hidrodinámica de los sitios, disminuyendo eventualmente la energía que impacta la costa y estabilizando sedimentos	Bivalvos, peces, algas
	Biorremediación y remoción de nutrientes	Producto de procesos fisiológicos naturales, organismos en cultivo capturan y remueven nutrientes y fitoplancton	Bivalvos, algas
	Mejoramiento de la claridad del agua	Producto de procesos fisiológicos naturales, organismos en cultivo disminuyen la turbidez del agua	Bivalvos, algas
Cultural	Medios de vida o subsistencia (i.e., livelihoods)	Acuicultura constituye o contribuye al sustento económico de numerosas personas y comunidades	Bivalvos, peces, algas, otros invertebrados
	Turismo y recreación	Acuicultura puede ser un medio o contribuir al desarrollo de nuevas actividades turísticas y recreativas	Bivalvos, peces, algas, otros invertebrados
	Investigación científica	Acuicultura permite el desarrollo de actividades científicas (e.g., experimentos)	Bivalvos, peces, algas, otros invertebrados
	Educación	Acuicultura permite el desarrollo de actividades educativas	Bivalvos, peces, algas, otros invertebrados
	Estilo de vida y sentido del lugar	La participación directa en acuicultura o el consumo de organismos cultivados localmente puede aumentar la conexión con el medio ambiente.	Bivalvos, peces, algas, otros invertebrados
	Simbolismos culturales	Especies en cultivo o su acuicultura son simbólicas para algunas culturas	Bivalvos, peces, algas, otros invertebrados

Las interacciones entre acuicultura y el medio ambiente son complejas y pueden originar una serie de compensaciones y/o sinergias entre varios servicios ecosistémicos, en los que algunos servicios se mejoran o aumentan su provisión, mientras que otros se reducen. De esta forma, el conocimiento de estas interacciones y cómo éstas pueden variar en diferentes contextos productivos, ambientales, espaciales y/o temporales, será esencial para el desarrollo sostenible de la actividad y la implementación del enfoque ecosistémico.

Existen umbrales o puntos aún poco explorados en los que los efectos netos sobre los servicios ecosistémicos pueden pasar de positivos a negativos (Barrett et al. 2019, Gentry et al. 2020, Lacoste et al. 2020). Por ejemplo, mientras que a densidades de cultivo y tamaños de granjas de cultivo mediobajo, los efectos positivos de los bivalvos en la claridad del agua y la eliminación de nutrientes pueden aumentar, a densidades o tamaños de granja grande-industrial, la relación posiblemente se vuelva negativa a medida que la producción de desechos aumenta (Gentry et al. 2020).

En el contexto de los servicios de regulación proporcionados por la acuicultura y el cambio climático, se han identificado como servicios principales:



#### Secuestro y almacenamiento de carbono

Múltiples estudios demuestran que tanto algas como bivalvos capturan y contienen cantidades significativas de carbono que cuando se cosechan, se remueven del ambiente marino (Gentry et al. 2020). La magnitud del impacto y la relevancia en términos de mitigación del cambio climático es aún tema de discusión, siendo fuertemente dependiente del destino del producto cosechado y la escala productiva, sin embargo, inicialmente, se estima que se requieren grandes escalas de cultivos de algas para impactar significativamente en el secuestro de carbono (Froehlich et al. 2019, Wu et al. 2020). Otro ítem asociado al secuestro de carbono, corresponde al "carbono azul" (i.e., carbono que puede ser almacenado, transportado y/o enterrado en sedimentos o en el océano profundo, convirtiéndose en sistemas sumideros de carbono global y de relevancia en el contexto del cambio climático global), que en los últimos años ha sido descrito en ecosistemas macroalgales (Ahmed et al. 2017, Xiao et al. 2017, Wu et al. 2020, Kuwae et al. 2022), e incluso bivalvos (van der Schatte Olivier et al. 2020, Alonso et al. 2021), y que puede ser referido también a los respectivos cultivos de ambos grupos. En el caso de los bivalvos, aún es poco claro, si son una fuente o sumidero de carbono, debido a que el proceso de formación de la concha es un productor neto de CO<sub>2</sub> (Barrett et al. 2022).

## Regulación de la acidificación

La actividad fotosintética de las macroalgas, además de impulsar la biosíntesis y la acumulación de biomasa, puede provocar aumentos en el pH, amortiguando la disminución del pH asociada con los aumentos antropogénicos de CO<sub>2</sub>, y mitigando los impactos de la acidificación de los océanos (Mongin et al. 2016). La acidificación de los océanos afecta principalmente a los organismos calcificadores, como los bivalvos. Recientemente se han propuesto que co-cultivos o policultivos que incluyan algas podría actuar como refugio químico para moluscos calcificadores en un escenario de acidificación oceánica (Fernández et al. 2019), sirviendo como una estrategia de adaptación de bajo costo a la acidificación y desoxigenación de los océanos (Xiao et al. 2021).

## Biorremediación y remoción de nutrientes

Se ha demostrado la capacidad de remoción de nutrientes (e.g., nitrógeno y fósforo), metales pesados, fitoplancton y material particulado, y potencialmente de biorremediación de monocultivos de bivalvos y algas, y también de policultivos (Xiao et al. 2017, Gentry et al. 2020, Suplicy 2020, Barrett et al. 2022). Efectos netos positivos o negativos, serán altamente dependientes de las condiciones del sitio (e.g., hidrodinámica, disponibilidad de alimento, temperatura) y de la escala y temporalidad del cultivo (Nielsen et al. 2016, Taylor et al. 2019).

## Mejoramiento de la claridad del agua

Cultivos suspendidos proporcionan un mayor potencial para clarificar agua debido al acceso directo al material particulado o disuelto disponible en la columna de agua (Nielsen et al. 2016, Smaal et al. 2018). Mediciones directas de la capacidad de clarificación del agua de las granjas de mitílidos han mostrado hasta un 80 % de consumo de partículas dentro de algunas secciones del cultivo (Smaal et



al. 2018). Por otro lado, cultivos intermareales en sistemas estuarinos con problemas de eutroficación y transparencia pueden también contribuir significativamente a la recuperación y mantención de la claridad, como en el caso de cultivos de ostreidos (Parker & Bricker 2020).

En resumen, la acuicultura puede proporcionar numerosos servicios ecosistémicos (aparte de los evidentes servicios de aprovisionamiento, i.e., provisión de alimento y productos no alimenticios), entre otros, los de regulación, que contribuyen potencialmente a mitigar efectos del cambio climático. Por otro lado, la acuicultura también hace uso de servicios ecosistémicos. De esta forma, el conocimiento de las compensaciones y los efectos positivos (netos) de ciertos tipos o enfoques de acuicultura permitiría dimensionar con mayor precisión los valores económicos, ecológicos y sociales de éstos (Alleway et al. 2019, Custódio et al. 2020, Gentry et al. 2020, Barrett et al. 2022), agregando una nueva dimensión a su manejo y planificación (Weitzman & Filgueira 2020).

En el caso de Chile, los servicios ecosistémicos han sido escasamente explorados, no existiendo una caracterización y dimensionamiento de su provisión, ni mucho menos de valoración económica (Cárcamo et al. 2022). Lo mismo respecto a precisar los impactos actuales y futuros del cambio climático en la acuicultura por especie o grupo objetivo, y los potenciales enfoques o estrategias de adaptación y/o mitigación (Yáñez et al. 2017, Ramajo et al. 2020, Saavedra et al. 2021).

En el contexto de la provisión de servicios ecosistémicos y el cambio climático, en los últimos años se ha sugerido fuertemente incrementar cultivos de especies bio-extractoras (i.e., acuicultura extensiva de filtradores y/o algas) o de bajo nivel trófico que generalmente implican menores impactos ambientales y bajas huellas de carbono (Barrett et al. 2022, Krause et al. 2022).

Contrastando con los resultados de la selección de especies de este estudio, de las 8 especies, 4 corresponden a especies bio-extractoras (bivalvos y algas). Sin embargo, para las otras 4 especies (peces y erizo) se discutió en los talleres y el análisis estratégico, la opción de disminuir impactos ambientales y reducir potenciales efectos del cambio climático a través de sistemas de cultivo cerrados o semicerrados (e.g., sistemas de recirculación de acuicultura - RAS).

# 6.4. Selección de especies y estrategias de consolidación de su acuicultura

Al comparar la selección de 14 especies, obtenidas aplicando los escenarios de selección propuestos en este estudio y en el previo del 2015 (Cooperación y Desarrollo Limitada 2015) (**Tabla 34**), se observa una alta coincidencia, si se consideran, por ejemplo, que no se incluyeron las algas el año 2015 y que las especies, congrio colorado, corvina y palometa están siendo abordadas a través de Programas Tecnológicos de CORFO en ejecución. De esta forma, 9 de las 14 especies preseleccionadas en este estudio (cojinoba, erizo, hirame, lenguado fino, puye, congrio dorado, ostra japonesa, almeja y camarón de rio del norte), ya habían sido preseleccionadas el 2015. Las otras 5 especies son huiro flotador, luga negra, luga roja, chicorea de mar y piure.

Lo anterior puede indicar la vigencia de la potencialidad de estas especies, falta de desarrollo en I+D+i para nuevas especies, dificultad en financiamiento público-privado para consolidar la acuicultura de la especie y/o baja disponibilidad/accesibilidad a información científica técnica de otras especies. Dentro de los casos que se escapan al patrón anterior, es decir, no aparecen como especies priorizadas el



2015 ni en el presente estudio, podemos nombrar 2 especies que si reportaron cosechas de acuicultura el año 2021 (**Tabla 1**), el esturión osetra y el ostión del sur.

**Tabla 34.**Especies potenciales preseleccionadas y seleccionadas para análisis estratégico el 2015 (Cooperación y Desarrollo Limitada 2015) y en el presente estudio.

Especies potenciales	Preselección 2015	Preselección 2022	Selección Análisis Estratégico 2015	Selección Análisis Estratégico 2022
Bacalao profundidad - Dissostichus eleginoides	X		Χ	
Palometa - Seriola lalandi	X			
Dorado – Coryphaena hippurus	Χ			
Corvina - Cilus gilberti	X			
Merluza austral - Merluccius australis	Χ		Χ	
Cojinoba - Seriorella caerulea	Χ	Χ		
Hirame – Paralichthys olivaceus	Χ	Χ	Χ	Χ
Congrio colorado – Genypterus chilensis	Χ		Χ	
Congrio dorado – Genypterus blacodes	Χ	Χ	Χ	Χ
Cod - Gadus morhua	Χ			
Lenguado fino - Paralichthys adspersus	Χ	Χ		Χ
Anguila - Ophichthus pacifici	Χ			
Anguila – Eptatretus polytrema	Χ			
Puye - Galaxias maculatus,	Χ	Χ		
Vieja Negra - Graus nigra	Χ			
Pejerrey - Basilichthys microlepidotus	Χ			
Lisa - Mugil cephalus	Χ			
Loco – Concholepas concholepas	Χ		Χ	
Macha – Mesodesma donacium	Χ		Χ	
Culengue - Gari solida	Χ		Χ	
Navaja o Huepo - <i>Ensis macha</i>	Χ		Χ	
Almeja – Ameghinomya antiqua	Χ	Χ	Χ	Χ
Almeja - Mulinia edulis	Χ		Χ	
Ostra japonesa - Crassostrea gigas	Χ	Χ		Χ
Camarón de río – Cryphiops caementarius	Χ	Χ	Χ	
Centolla - Lithodes antarctica	Χ			
Huiro flotador - Macrocystis pyrifera		Χ		Χ
Chicorea de mar - Chondracanthus chamissoi		Χ		
Luga negra - Sarcothalia crispata		Χ		Χ
Luga roja - Sarcopeltis skottsbergii		Χ		
Erizo rojo – Loxechinus albus	X	X	X	X
Piure – Pyura chilensis		Χ		



Más allá de los resultados de la selección y priorización inicial de especies obtenido al aplicar los escenarios de selección (**Tabla 19**), el análisis estratégico posterior a las 8 especies seleccionadas, mostró alta heterogeneidad de la posición de cada especie en cuanto a: nivel de TRL, conocimiento biológico, sanitario y tecnológico disponible, ventajas competitivas, oportunidades de negocios y mercado, planteles reproductivos disponibles, capacidades tecnológicas y recursos humanos disponibles, entre otros, que requieren ser re-analizados en otros contextos, por ejemplo, desde las brechas identificadas y/o del ajuste con estrategias o instrumentos de financiamientos. En particular y para acelerar los procesos de incorporación de nuevas especies a la matriz de acuicultura nacional, hay diferentes factores, que pueden ser incluidos en el análisis complementario para priorizar especies a intervenir, por ejemplo, las plataformas habilitantes existentes (e.g., recursos tecnológicos, infraestructura, recursos humanos), el nivel de conocimiento científico, tecnológico y TRL actual de la especie, el contexto institucional (en el que toma la decisión), los recursos financieros para el escalamiento productivo y comercial.

De esta forma, en la siguiente sección se entrega un resumen de los aspectos más relevantes de cada especie y una propuesta inicial para consolidar su acuicultura y ser incorporada a la matriz productiva nacional de acuicultura a corto, mediano o largo plazo.



## 7. Conclusiones/recomendaciones por especie

Los resultados del presente estudio, mostraron heterogeneidad en cuanto a las variables y dimensiones que pueden determinar la consolidación de la acuicultura de las especies seleccionadas y evaluadas (i.e., escalamiento productivo y comercial). Esto, implica diferencias en el estatus y la posición que cada especie tiene como punto de partida para iniciar un proceso de consolidación. Independiente de lo anterior, por distintas fuentes de información y análisis, se corroboró el potencial de las 8 especies evaluadas para diversificar la acuicultura nacional, ya sea, incorporando nuevas especies, diversificando tecnologías de cultivo y/o aumentando volúmenes productivos actuales. Sin embargo, las estrategias y recursos involucrados para consolidar su acuicultura a nivel de TLR 8 o 9 o escala productiva-comercial deberían diferir, al menos en términos de los posibles instrumentos de intervención, apoyo y/o financiamiento, y sus respectivas características.

Considerando la información y análisis obtenido en el presente estudio, a continuación, se entrega una síntesis de los atributos y potencialidades para cada especie seleccionada, y las posibles acciones y estrategias de consolidación como nueva especie para la acuicultura nacional, La información de respaldo y la profundización del análisis para cada especie se puede encontrar, principalmente, en las secciones:

- 5.5. Actividad 5. Análisis estratégico multidimensional para especies seleccionadas
- 5.6. Actividad 6. Estudio preliminar del potencial modelo de negocio para comercialización, impacto sectorial, e inversión para alcanzar desarrollo tecnológico TRL 8 o 9
- Anexos 3 y 5

## 7.1. Hirame - Paralichthys olivaceus

- Hirame se puede calificar como una especie marina exótica de pez plano, crecimiento rápido, alto valor económico y grandes oportunidades de mercado y desarrollo de negocios (Stieglitz et al. 2021, Dinh et al. 2022).
- Los desarrollos en hirame están discontinuados en Chile desde hace más de 10 años. Se estima que alcanzó un nivel de madurez tecnológica - TRL 7-8, y en países como Corea del Sur y Japón, su acuicultura está consolidada (i.e., TRL 9).
- Según la información recopilada, el hirame fue introducido en Chile (junto a otras especies de peces planos) mediante la ejecución de proyectos de I+D en los años 90 (Alvial & Manríquez 1999, Gallardo et al. 2022), y durante la década posterior, se reportaron cosechas en 4 años (Figura 20). Aparentemente por falta de interés de privados, su acuicultura y el negocio no se consolidó.
- En la actualidad no existe un plantel reproductivo, por lo cual se requiere de un proceso de importación para su formación. Si bien la especie es parte de la nómina de especies hidrobiológicas autorizadas para importación, no se puede precisar los tiempos asociados a la tramitación e importación. Los expertos, indican que la aclimatación de la especie es rápida y en menos de 6 meses se pueden obtener juveniles (Anexo 5).
- Geográficamente, el desarrollo de su acuicultura se debiese orientar al norte de Chile, aprovechando las condiciones de temperatura de agua de mar que otorga esta zona, y la



posibilidad de generación de energías limpias y su incorporación en los procesos productivos (e.g., fotovoltaica). La tecnología de cultivo propuesta es del tipo cerrado o semi-cerrado (e.g., RAS).

- Respecto a niveles productivos, y dadas las características de la especie, cultivo y disponibilidad (potencial) de sitios aptos, se proyecta de pequeña escala.
- Dada la valoración comercial y culinaria de la especie (i.e., producto gourmet), se identifican, inicialmente, como mercados potenciales de destino, mercado interno nacional, Norteamérica y Sudamérica (e.g., Brasil).
- Dentro de las principales brechas y posibles soluciones para consolidar su acuicultura se identifican:
  - Formulación y producción de dietas especie-específicas de manufactura nacional-regional, permitiendo asegurar el abastecimiento de alimento y disminuir los costos productivos asociados a este ítem.
  - Formación de un plantel reproductivo y productivo durante todo el año, considerando la tramitación asociada a la importación.
  - Validación de costos productivos en producción de juveniles y engorda para escalamiento.
  - Desarrollo de mercado potenciales para posicionar producto reconocido internacionalmente, pero producido en Chile.
  - o Desarrollo y evaluación de nuevos productos para comercialización (e.g., pan-size).
- En el ámbito del "sistema de actores relevantes" para consolidar su acuicultura (e.g., ejecutores tecnológicos, privados, institucionalidad, academia, cadenas logísticas), y dado que en la actualidad los desarrollos de acuicultura para esta especie no existen, se requiere habilitar una plataforma de conocimientos, tecnológica y de recursos humanos (e.g., empresas, investigadores, institucionalidad) que sustente la consolidación de su acuicultura. Entre los actores que han realizado desarrollos en la acuicultura de esta especie, se identifican principalmente: Fundación Chile y Universidad Arturo Prat.
- Entre las 8 especies analizadas, el nivel de inversión financiera para cierre de brechas tecnológicas y alcanzar TRL 9 se estima como MEDIO.

## Conclusión/recomendación

A nivel mundial, esta especie ya es relevante en términos de acuicultura y mercado. Su posición es más cercana a especies como esturión y cobia, donde en el caso de Chile, son privados los que han tomado el liderazgo en términos de importación, introducción y adaptación tecnológica, generando sus propios modelos de negocios. Cualquier desarrollo futuro en esta especie, debe asegurar, inicialmente, la formación y consolidación de un plantel reproductivo y un proceso de atracción de inversionistas interesados en escalar el cultivo.

## 7.2. Lenguado fino - Paralichthys adspersus

 Lenguado fino se puede calificar como una especie marina nativa de pez plano costero (endémica de Chile y Perú), crecimiento lento (al comparar con hirame), alto valor económico y reconocimiento culinario nacional. Su pesquería aparentemente está sobreexplotada. Desde hace más de una década no presenta desembarques mayores a 50 toneladas.



- Los desarrollos en lenguado fino, al igual que en hirame, están discontinuados en Chile desde hace más de 10 años. Se estima que alcanzó un nivel de madurez tecnológica TRL 6.
- Según la información recopilada, los desarrollos en lenguado fueron continuación y complemento de la introducción de cultivos de peces planos exóticos en Chile, mediante la ejecución de proyectos de I+D en los años 90 (Alvial & Manríquez 1999, Silva & Oliva 2010, Gallardo et al. 2022). Lenguado reportó cosechas de acuicultura durante 4 años (Figura 20). Aparentemente por falta de interés de privados, su acuicultura y el negocio no se consolidó. En la última década, Perú ha invertido en el desarrollo tecnológico de su cultivo (Carrera et al. 2013, Orihuela et al. 2018, Sánchez-Velásquez et al. 2022).
- En la actualidad no existe un plantel reproductivo, por lo cual se requiere su formación, la cual sería a través de la captura de ejemplares silvestres (i.e., mediante una pesca de investigación autorizada por SUBPESCA). Se indica que la aclimatación de la especie es rápida y tiene buena tolerancia a condiciones de cautiverio (**Anexo 5**). Mediante proyectos I+D ejecutados por diversas instituciones, se reporta la existencia de desarrollos tecnológicos para las distintas etapas del cultivo, pero aún se requiere optimizar y replicar los resultados obtenidos, incluido el escalamiento productivo (Silva & Oliva 2010, Piaget et al. 2011, Mendez et al. 2018).
- Geográficamente, el desarrollo de su acuicultura se podría orientar al centro-norte de Chile, aprovechando las condiciones de temperatura de agua de mar que otorga esta zona y su distribución geográfica natural. La tecnología de cultivo propuesta inicialmente es del tipo cerrado o semi-cerrado (e.g., RAS).
- Respecto a niveles productivos y dada las características de la especie, cultivo y disponibilidad (potencial) de sitios aptos, se proyecta de pequeña escala. Es importante destacar que el lenguado fino, ha sido especie objetivo de acciones de repoblamiento para mejorar capturas de la pesca artesanal, mediante la siembra de juveniles producidos en hatchery <sup>18</sup>.
- Dada la valoración comercial (e.g., lenguado es uno de los peces con mayor precio playa del país) y culinaria de la especie (producto gourmet), se identifican, inicialmente, como mercados potenciales de destino: el mercado interno nacional, y eventualmente posicionarse en mercados internacionales como Sudamérica y Norteamérica.
- El lenguado comparte algunas brechas y posibles soluciones para consolidar su acuicultura con hirame, entre ellas se identifican:
  - Formulación y producción de dietas especie-específicas que debería ser de manufactura nacional y regional, permitiendo asegurar el abastecimiento de alimento y disminuir los costos productivos asociados a este ítem.
  - o Formación de un plantel reproductivo y productivo durante todo el año.
  - Validación de costos productivos en producción de juveniles y engorda para escalamiento.
  - Desarrollo de nuevos mercados y estrategias de promoción para posicionar una especie nativa en el mercado internacional de peces planos.
  - Desarrollo de un programa de selección genética y domesticación que permita aumentar tasas de crecimiento y disminuir el periodo de cultivo.
- En el ámbito del "sistema de actores relevantes" para consolidar su acuicultura, y dado que en la actualidad los desarrollos de acuicultura para esta especie son menores, se requiere habilitar una

<sup>18</sup> https://fch.cl/noticianoticia-antigua/liberan-70-mil-lenguados-para-repoblamiento/



plataforma de conocimientos, tecnológica y de recursos humanos (e.g., empresas, investigadores, institucionalidad) que sustente la consolidación de su acuicultura. Entre los actores que han realizado desarrollos en la acuicultura de esta especie, se identifican principalmente: Universidad Andrés Bello, Universidad Católica del Norte y Fundación Chile.

• Entre las 8 especies analizadas, el nivel de inversión financiera para cierre de brechas tecnológicas y alcanzar TRL 9 se estima como ALTO.

## Conclusión/recomendación

Esta especie es comparable con hirame (compartiendo el mismo género), siendo atributos diferenciadores del lenguado, ser especie nativa y de crecimiento lento, y del hirame, especie exótica y de crecimiento rápido. Para lenguado, y considerando la brecha relacionada con mejorar las tasas de crecimiento (cultivo de engorda), la que podría ser mejorada mediante el manejo nutricional, seguramente, se requerirá el desarrollo de un programa de domesticación y selección genética que aumente la competitividad de la especie. Lo anterior, requerirá un esfuerzo temporal y de recursos en investigación básica y aplicada de mediano-largo plazo (e.g., superior a 5 años). De esta forma, las estrategias de consolidación de su acuicultura aún requieren apoyo mediante instrumentos más cercanos al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile (e.g., FONDEF-ANID). Por otro lado, la producción de juveniles puede ser orientada en estrategias y programas de repoblamiento para recuperar los stocks y mejorar la productividad de las pesquerías artesanales, incluyendo la evaluación de efectividad de este tipo de medidas.

## 7.3. Congrio dorado - Genypterus blacodes

- Congrio dorado es una especie marina nativa de hábito bentónico-demersal, de crecimiento lento, que se distribuye geográficamente en Nueva Zelanda, sur de Australia y Sudamérica (Chile, Argentina y Uruguay) (Baker et al. 2014, Horn 2022).
- Los desarrollos en congrio dorado iniciaron hace más de 10 años mediante el desarrollo de varios proyectos de I+D liderados por universidades y privados. Su desarrollo ha sido inicialmente en conjunto con congrio colorado, especie del mismo género, que hoy presenta un nivel de madurez tecnológica TRL 8-9 (Vega et al. 2015, 2018, Foss et al. 2020, Serrano et al. 2021). Para congrio dorado se estima en la actualidad un TRL 5, sin embargo, tiene como gran fortaleza y oportunidad, la homologación de los desarrollos en congrio colorado<sup>19</sup>. De hecho, existe un plantel reproductivo en condiciones de iniciar manejo reproductivo. Chile es el único país con desarrollos relevantes en acuicultura de especies de congrios del género *Genypterus*.
- Posee un alto valor económico y reconocimiento culinario nacional e internacional. Su producción en acuicultura, puede aprovechar los mercados de destino ya existentes para las especies de congrio nacionales (e.g., Europa), que no diferencian mayormente entre ellas (Anexo 5).
- Su pesquería ha transitado desde agotada a sobreexplotada en la última década (SUBPESCA 2022). Para el año 2021 se registró un desembarque de 1.293 toneladas.

<sup>19</sup> https://www.mundoacuicola.cl/new/escalamiento-productivo-diversificacion-y-homologacion-del-cultivo-del-congrio-en-chile/



- Geográficamente, el desarrollo de su acuicultura se debiese orientar al centro-sur de Chile, aprovechando las condiciones de temperatura de agua de mar que otorga esta zona y su distribución geográfica natural. La tecnología de cultivo propuesta inicialmente es del tipo cerrado o semi-cerrado (e.g., RAS).
- Respecto a niveles productivos y dada las características de la especie, cultivo y disponibilidad (potencial) de sitios aptos, se proyecta de pequeña escala. Sin embargo, se debe considerar la opción de masificar su cultivo en el sur de Chile, aprovechando las cadenas logísticas y operativas asociadas a la industria salmonicultura. Además, estaría la capacidad de producir congrio a contra temporada para el hemisferio norte, especialmente Europa.
- Dentro de las principales brechas y posibles soluciones para consolidar su acuicultura se identifican:
  - Formulación y producción de dietas especie-específicas para asegurar el abastecimiento de alimento y disminuir los costos productivos asociados a este ítem.
  - Mejoramiento de tasas de metamorfosis y producción de juveniles.
  - o Validación de costos productivos en producción de juveniles y engorda para escalamiento.
  - Desarrollo de modelos bio-económicos y de negocios para estimar rentabilidad económica de alternativas de acuicultura.
  - Desarrollo de un programa de selección genética que permita aumentar tasas de crecimiento y disminuir el periodo de cultivo.
- En el ámbito del "sistema de actores relevantes" para consolidar su acuicultura, existe, en la
  actualidad, una plataforma de conocimientos y tecnológica y de recursos humanos (e.g., empresas,
  investigadores, institucionalidad) asociadas al congrio colorado (Programa Tecnológico CORFO especie congrio), que puede ser base para desarrollos en congrio dorado. Adicionalmente, se
  identifican otros actores que han realizado desarrollos en esta especie como: Universidad Católica
  de Temuco, Universidad Andrés Bello, Universidad Católica del Norte, Fundación Chile,
  Universidad de Los Lagos.
- Entre las 8 especies analizadas, el nivel de inversión financiera para cierre de brechas tecnológicas y alcanzar TRL 9 se estima como ALTO.

## Conclusión/recomendación

Esta especie reúne atributos particulares, que, en la actualidad, la distancian de otras especies potenciales, el más relevante, la existencia de un plantel reproductivo. Un TRL 5 debe ser contextualizado en las oportunidades y ventajas de homologar los desarrollos tecnológicos ya logrados en congrio colorado, así como, las oportunidades de mercado y negocio exploradas en esta última especie. De esta forma, se pueden reducir recursos en el cierre de brechas tecnológicas para esta especie, otorgando un buen potencial de impacto en la diversificación de la acuicultura chilena. Se estima., que la consolidación tecnológica y escalamiento para esta especie, es plausible de lograr en el corto-mediano plazo (e.g., aproximadamente 5 años).



## 7.4. Ostra japonesa - Crassostrea gigas

- Ostra japonesa o del Pacífico es una especie de bivalvo marino exótica, con alta tolerancia ambiental, crecimiento rápido (e.g., al comparase con ostra chilena), alto valor económico y buenas oportunidades de mercado y desarrollo de negocios, siendo la especie de ostra más cultivada en el mundo (Astorga 2014) e introducida en 64 países (Martínez-García et al. 2022).
- Ha sido cultivada hace décadas en Chile, pero generalmente a baja escala productiva (Figura 20). Su identificación y alta preferencia como especie potencial en este estudio (Tabla 13), aparentemente respondió a la falta de provisión de larvas y semillas que se ha vistos en los últimos años, y un aumento de la demanda nacional y mundial del mercado de las ostras<sup>20</sup>. Dado que es un cultivo consolidado, tiene un TRL 8-9, siendo el costo comparativo de implementación de sistemas de cultivo bajo respecto a especies de peces.
- En la actualidad su comercialización es solo para el mercado interno, alcanzando valores unitarios muy altos en las últimas temporadas (**Anexo 5**).
- En general, se proyectan, buenas oportunidades para esta especie en el ámbito del desarrollo de APE, principalmente cultivo de engorda. También una oportunidad de negocios para hatcheries de producción de larvas, orientadas a centros de fijación remota, y producción de semillas de bajo calibre (2-3 mm) para exportar a países que engordan hasta talla comercial<sup>21</sup>. Lo anterior, aprovechando la extensa costa, acceso al mar de potenciales hatcheries productivos y ofertar semillas al hemisferio norte en contra-temporada.
- Respecto a planteles reproductivos, Fundación Chile reporta la existencia de un plantel en buenas condiciones genéticas que permite proyectar producción futura. Adicionalmente otras instituciones que producen semillas, indican la facilidad de obtención de reproductores y lograr desoves y cultivos exitosos. Esta especie es una de los moluscos bivalvos más estudiados en cuanto a su caracterización genética poblacional y aplicaciones para el mejoramiento de producción en acuicultura (Astorga 2014, de Melo et al. 2016).
- Geográficamente, el desarrollo de su acuicultura se ha implementado en zonas del norte, centro y sur de Chile y en ambientes submareales, intermareales y estuarinos (Cárcamo et al. 2022, Díaz & Sobenes 2022). La tecnología de cultivo comúnmente utilizado es de linternas o pearlnets suspendidos en long-lines, aunque también hay desarrollos en camillas y bolsas en ambientes intermareales, tanto en monocultivos como policultivos (Cárcamo et al. 2022).
- Respecto a niveles productivos y dada las características de la especie, cultivo y disponibilidad potencial de sitios aptos (APE), su producción nacional puede aumentar de manera significativa.
- Si bien el mercado actual es nacional, se pueden explorar mercados externos previa resolución de materias relacionadas a enfermedades y niveles de metales pesados, que pueden constituir barreras de entrada a otros países (**Tabla 24** y **Anexo 5**).
- Dado su actual TRL, las brechas y posibles soluciones para consolidar su acuicultura, son de bajo riesgo tecnológico al compararla con otras especies potenciales:
  - Estandarización y mejoramiento producción larval y de calidad de semillas entre hatcheries.

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> https://www.noticias.ucn.cl/destacado/semillas-de-ostion-y-ostra-seran-parte-de-la-oferta-de-aquapacifico-para-fortalecer-la-acuicultura-de-pequena-escala/

<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> <a href="https://www.mundoacuicola.cl/new/paul-van-de-grift-hoy-en-dia-cultimar-es-el-unico-hatchery-de-produccion-comercial-de-semillas-de-ostra-de-latinoamerica-2/">https://www.mundoacuicola.cl/new/paul-van-de-grift-hoy-en-dia-cultimar-es-el-unico-hatchery-de-produccion-comercial-de-semillas-de-ostra-de-latinoamerica-2/</a>



- Evaluar calidad sanitaria y de metales pesados para entrada a nuevos mercados.
- Desarrollo de mercado potenciales asociados a la exportación de semillas.
- En el ámbito del "sistema de actores relevantes" para su acuicultura, no se identifican mayores desarrollos en el ámbito I+D, sin embargo, en la actualidad, al menos 4 instituciones privadas cuentan con hatcheries productivos de pequeña escala: Fundación Chile, AquaPacifico, Fundación Chinquihue, Nanaku Chile.
- El nivel de inversión financiera para cierre de brechas tecnológicas y alcanzar TRL 9 se estima como BAJO entre las 8 especies analizadas.

#### Conclusión/recomendación

Para esta especie, las brechas tecnológicas son de menor envergadura en términos temporales y de financiamiento (e.g., estandarización y mejoramiento calidad de semillas, calidad sanitaria y de metales pesados para entrada a nuevos mercados), al igual que el abordar las oportunidades de una mayor demanda de mercado (e.g., desarrollo ostricultura en APE, cultivos intermareales). Se considera que, para poder incrementar los volúmenes productivos actuales no se requieren mayores inversiones en I+D (e.g., comparado con las otras especies potenciales), sino más bien instrumentos de fomento más clásico (e.g., INDESPA; otros instrumentos CORFO, SERCOTEC) y el desarrollo de alianzas y gobernanza público-privada para asegurar, por ejemplo, la provisión de larvas y/o semillas de calidad, implementación de centro de fijación remota.

## 7.5. Almeja - Ameghinomya antiqua

- La almeja A. antiqua (ex Venus) corresponde a una especie de bivalvo marino nativo que habita fondos blandos del inter y submareal (hasta 40 m aproximadamente), de crecimiento lento (5 años, aproximadamente, para alcanzar talla mínima legal de extracción en banco natural), de alto valor económico y buenas oportunidades de mercado y desarrollo de negocios (Uriarte 2009). En la actualidad su pesquería es clasificada como de plena explotación (SUBPESCA 2022), sin embargo, los desembarques actuales (12.759 toneladas para el año 2021) están lejos de los obtenidos en décadas pasadas (e.g., bahía de Ancud, Chiloé).
- A nivel mundial, son varias las especies de almejas que son cultivadas a nivel comercial e industrial (e.g., Ruditapes philippinarum, Ruditapes decussatus, Venerupis corrugataes) (da Costa et al. 2020).
- En Chile, las investigaciones en acuicultura de *A. antiqua* datan desde mediados de los 90 (Olavarria et al. 1996, Bustos & Olavarria 2000). A través de numerosos proyectos de I+D, esta especie y otras almejas y moluscos enterradores de importancia pesquera, económica y comercial (e.g., culengue *Gari solida*; taquilla *Mulinia edulis*, macha *Mesodesma donacium*, huepo *Ensis macha*) han sido objeto de estudio y desarrollos para avanzar en su acuicultura y el escalamiento productivo (Uriarte 2009, Abarca et al. 2012, Arriagada et al. 2013, Oliva et al. 2013, Contreras-Guzmán et al. 2014, Vivanco et al. 2014, Lizama et al. 2022). Sin embargo, a la fecha ninguna especie ha logrado masificar su cultivo e incorporarse a la matriz productiva nacional de acuicultura. La almeja *A. antiqua* es la que cuenta con mayores desarrollos tecnológicos y se estima que posee un TRL 5-6.



- Considerando su distribución geográfica natural, potencialmente, el desarrollo de su acuicultura se podría orientar a lo largo de toda la costa de Chile, con la opción de hacer engorda en sistema cerrados (e.g., linternas u otros equivalentes en sistemas suspendidos) o semicerrados (e.g., cultivos de fondo). Sin embargo, para la implementación de los cultivos de engorda se deben considerar las condiciones de energía existentes en ambientes expuestos (e.g., corrientes, vientos) y que dificultan la operación. Además, una revisión reciente sobre su distribución geográfica (Cárdenas 2018), mostró la presencia de dos linajes genéticos de A. antiqua, que agruparían a esta almeja en un clado norte y otro de la zona sur, correspondiendo a Prothotaca thaca en el norte de Chile y A. antiqua en el sur (desde Corral a Punta Arenas).
- Respecto a niveles productivos y dada las características de la especie, cultivo y disponibilidad potencial de sitios aptos (APE, AMERB), y un costo comparativo de implementación del cultivo bajo respecto a especies de cultivo intensivo, su producción nacional podría aumentar de manera significativa. Eventualmente esta especie puede ocupar sistemas de cultivo utilizados en otras especies de bivalvos. Es importante destacar que esta almeja, también ha sido especie objetivo de acciones de repoblamiento para mejorar capturas de la pesca artesanal, mediante la siembra de juveniles producidos en hatchery <sup>22</sup>.
- Se proyectan alternativas de producción en engorda que pueden reducir significativamente los tiempos de cultivo y acceder a diferentes mercados, tanto nacional como internacional. Por un lado, el formato baby clam orientado a un mercado gourmet, y la almeja carne, que sería producto de cultivo en sistemas suspendidos (que tienden a deformar la concha), permitiendo también, acortar el periodo de cultivo de engorda (Tabla 25 y Anexo 5).
- Dentro de las principales brechas y posibles soluciones para consolidar su acuicultura se identifican:
  - Validación de tecnologías de cultivo de engorda masiva en fondo y suspendido.
  - Manejo reproductivo y producción continua de semillas.
  - Validación de costos productivos en producción de juveniles y engorda para escalamiento.
  - Desarrollo de modelos bio-económicos y de negocios para estimar rentabilidad económica de alternativas de acuicultura (e.g., baby clam, almeja carne).
- En el ámbito del "sistema de actores relevantes" para consolidar su acuicultura, en la actualidad, no es reconocible una plataforma habilitante y productiva, si se disponen de numerosos actores con conocimientos, tecnología y recursos humanos que pueden ser base para la consolidación de la acuicultura de esta especie. En el ámbito del I+D se identifican, por ejemplo: Fundación Chile, Universidad de Los Lagos, Universidad de Valparaíso, Instituto de Fomento Pesquero; entre potenciales cultivadores: acuicultores APE, mitiliculturas, AMERB, y potencialmente, la industria asociada a la explotación, procesamiento y exportación de almejas en Chile.
- Entre las 8 especies analizadas, el nivel de inversión financiera para cierre de brechas tecnológicas y alcanzar TRL 9 se estima como MEDIO.

#### Conclusión/recomendación

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> https://www.aqua.cl/reportajes/almeja-nuevo-cultivo-punto-despegar/



Esta especie reúne atributos particulares, que en la actualidad, la distancian de otras especies potenciales, entre ellos, la existencia de instituciones de I+D con desarrollos científico-tecnológicos significativos y comparables; potencial espacio disponible para el escalamiento; y opciones de productos y mercados alternativos. Considerando los avances tecnológicos y las oportunidades anteriormente expuestas, esta especie otorga un buen potencial de impacto en la diversificación de la acuicultura chilena. Se estima, que la consolidación tecnológica y escalamiento para esta especie, es plausible de lograr en el corto-mediano plazo (e.g., aproximadamente 5 años).

## 7.6. Huiro flotador o canutillo - Macrocystis pyrifera

- Macrocystis pyrifera es una de las especies de macroalgas de mayor tasas de crecimiento y distribución en el planeta, siendo formadora de ecosistemas altamente diversos y productivos (Graham et al. 2007, Friedlander et al. 2020, Mora-Soto et al. 2020). En Chile, se distribuye en ambientes submareales hasta aproximadamente 40 metros de profundidad, y en gran parte de las costas de Chile. En los últimos años, su pesquería se concentra en las regiones de Atacama, Coquimbo y Los Lagos, siendo parte de la pesquería de huiros, de gran relevancia socioeconómica nacional, pero aportando volúmenes menores respecto a huiro palo y huiro negro (Vásquez et al. 2014). Considerar que Chile es el principal productor de algas pardas extraídas desde praderas naturales del mundo.
- En la actualidad su pesquería es clasificada como de plena explotación (SUBPESCA 2022), sin embargo, existe preocupación respecto al estado de explotación y conservación de los bosques de huiros en Chile (Pérez-Matus et al. 2017, Oyarzo-Miranda et al. 2023). En esta línea, esta especie también ha sido objetivo de acciones de repoblamiento con fines productivos y de restauración ecológica (Westermeier et al. 2014, Cárcamo et al. 2021, Oyarzo-Miranda et al. 2023).
- En Chile, la extracción de huiro flotador se orienta principalmente a la obtención de materia prima para extracción de alginatos y alimentación de abalones de cultivo. Otros usos y mercados son aún pequeños e incipientes (Tabla 26 y Anexo 2 y 5).
- En Chile, las investigaciones en acuicultura de huiro flotador datan desde los años 2000. A través de numerosos proyectos de I+D, esta especie ha sido objeto de estudio y desarrollos para avanzar en su acuicultura y el escalamiento productivo en las distintas etapas del cultivo (Westermeier et al. 2006, Correa et al. 2016, Camus et al. 2019b, 2019a, Saavedra et al. 2019), así como también, su cultivo como medida de biorremediación ambiental y mitigación del cambio climático (Varela et al. 2018, Fernández et al. 2019). Se estima un TRL 6-7 para esta especie, con experiencias documentadas de producción masiva de plántulas y cultivos pilotos de engorda en mar. En este sentido los avances de Chile en el cultivo de esta especie son significativos y destacables a nivel mundial (Purcell-Meyerink et al. 2021, Le et al. 2022). Sin embargo, una combinación de bajo valor comercial, escala de producción, costos productivos (comparativamente mayores a los de extracción desde praderas naturales), que inciden en la rentabilidad económica del cultivo, no han fomentado y consolidado su escalamiento productivo y comercial (Camus et al. 2016, 2019b, 2019a, Correa et al. 2016, Zuniga-Jara et al. 2016, Cárcamo et al. 2020).
- Potencialmente, el desarrollo de los cultivos de engorda se pueden ejecutar en gran parte de la costa chilena, considerando las restricciones operativas impuestas por ambientes muy expuestos (e.g., corrientes, vientos).



- Respecto a niveles productivos y dada las características de la especie, cultivo y disponibilidad potencial de sitios aptos (APE, AMERB, salmoniculturas), su producción nacional de engorda puede aumentar de manera significativa.
- Dentro de las principales brechas y posibles soluciones para consolidar su acuicultura se identifican:
  - Desarrollo de productos, aplicaciones y/o valor agregado en los ámbitos de nutrición (humana, animal), bio-productos, farmacéutica, bio-refinería, entre otros, que permitan obtener un mayor valor económico de la producción de acuicultura.
  - Manejo reproductivo y producción continua de plántulas.
  - Validación de costos productivos en producción de plántulas y engorda para escalamiento.
  - Exploración de su cultivo en el contexto del desarrollo de mercados e instrumentos alternativos (e.g., bonos de carbono, carbono azul).
- En el ámbito del "sistema de actores relevantes" para consolidar su acuicultura, en la actualidad, se identifica una plataforma habilitante y productiva orientada principalmente a la producción de plántulas. Sin embargo, existen numerosos actores con conocimientos, tecnología y recursos humanos que pueden ser base para la consolidación de la acuicultura integral de esta especie. En el ámbito del I+D se identifican numerosas instituciones de investigación con vasta experiencia en esta especie, muchas de las cuales realizan producción (e.g., Universidad Andrés Bello, Universidad Austral de Chile, Universidad de Los Lagos). En el ámbito productivo, productores privados de plántulas, potenciales cultivadores (acuicultores APE, AMERB), y potencialmente, la industria asociada a la explotación, procesamiento y exportación de huiros en Chile. También se puede mencionar la existencia de Núcleo Milenio de Agronomía Marina de Algas (MASH), que corresponde a un proyecto de investigación científica financiado por la Iniciativa Científica Milenio cuyos pilares son: entender y controlar los rasgos de interés para la acuicultura de macroalgas, diseñar estrategias de reproducción que maximicen la eficacia de la selección para la obtención de cepas mejoradas y manejar el recurso genético de las algas, promoviendo un cultivo sustentable y resiliente, incluyendo a huiro flotador<sup>23</sup>.
- Entre las 8 especies analizadas, el nivel de inversión financiera para cierre de brechas tecnológicas y alcanzar TRL 9 se estima como MEDIO.

#### Conclusión/recomendación

Esta especie presenta un actual significativo desarrollo tecnológico y productivo. Si bien, aún existen desafíos tecnológicos-productivos que requieren inversión en investigación aplicada (e.g., selección de cepas mejoradas para cultivo, respuesta ante escenarios de cambio climático, mecanización de procesos de cultivo de engorda y cosecha), y los que en el mediano plazo podrían contribuir a disminuir costos productivos, los principales desafíos de consolidación a corto plazo, provienen del mercado y el cómo aumentar el valor comercial en cultivo. Para lo último, se debe considerar la competencia que impone la extracción desde praderas naturales y cultivos de especies equivalentes en otros países (e.g., Saccharina japonica).



\_



## 7.7. Luga negra - Sarcothalia crispata

- Luga negra es un alga carragenófita endémica de nuestras costas, habitando en la zona intermareal baja y submareal, desde Valparaíso hasta el estrecho de Magallanes. En bahías puede extender su distribución hasta los 10 m de profundidad (Candia & Nuñez 2016). Esta especie posee un ciclo de vida isomórfico de tres fases reproductivas, gametofito, carposporofito y tetrasporofito (Romo et al. 2001, Candia & Nuñez 2016, Westermeier et al. 2022).
- Chile es uno de los países lideres en producción de carrageninas. Las lugas (S. crispata y Sarcopeltis skottsbergii) corresponden a las especies provenientes de praderas naturales más explotadas del mundo (Romo et al. 2001, Westermeier et al. 2022). La gran demanda por parte de la industria de las carrageninas, ha generado una fuerte presión de extracción, principalmente, en las regiones de Los Lagos y el Biobío, (Candia & Nuñez 2016). En la actualidad, su pesquería es clasificada como de plena explotación (SUBPESCA 2022), sin embargo, existe preocupación respecto al estado de explotación y conservación de sus praderas (Otaíza & Cáceres 2015, Candia & Nuñez 2016). En esta línea, esta especie también ha sido objetivo de acciones de repoblamiento con fines productivos (Westermeier et al. 2014, Otaíza & Cáceres 2015, Candia & Nuñez 2016, Cárcamo et al. 2021, Oyarzo-Miranda et al. 2023).
- La extracción de luga negra se orienta casi exclusivamente a la obtención de materia prima para extracción de carrageninas, las que son altamente demandadas en mercados internacionales como insumos en la industria alimenticia, cosmética y para aplicaciones biomédicas (Tabla 27 y Anexo 2 y 5). En la actualidad las fuentes mundiales de abastecimiento de carrageninas, provienen tanto desde praderas naturales como desde acuicultura, destacando en esta última, las especies Eucheuma spp. y Kappaphycus alvarezii (Kim et al. 2017, Valero et al. 2017, Hurtado et al. 2019).
- En Chile, las investigaciones en acuicultura de luga negra datan desde los años 2000. A través de numerosos proyectos de I+D, esta especie ha sido objeto de estudio y desarrollos para avanzar en su acuicultura y el escalamiento productivo en las distintas etapas del cultivo (Avila et al. 1999, Romo et al. 2001, Otaíza & Cáceres 2015, Candia & Nuñez 2016, Saavedra et al. 2019, Cárcamo et al. 2020). Se estima un TRL 5 para esta especie, con experiencias documentadas de producción experimental de plántulas y cultivos experimentales de engorda en mar. Una combinación de bajo valor comercial, escala de producción, costos productivos (comparativamente mayores a los de extracción desde praderas naturales), baja tasa de crecimiento (e.g., al comparar con huiro flotador), los que inciden en la rentabilidad económica del cultivo, probablemente, no han permitido el escalamiento productivo de esta especie y de otras carragenófitas nacionales (Zuniga-Jara & Soria-Barreto 2018b, Cárcamo et al. 2020, Zuniga-Jara et al. 2022)
- Potencialmente, el desarrollo de los cultivos de engorda de luga negra se pueden ejecutar en la zona sur de Chile, considerando las restricciones operativas impuestas por ambientes muy expuestos (e.g., corrientes, vientos).
- Respecto a niveles productivos y dada las características de la especie, cultivo y disponibilidad potencial de sitios aptos (APE, AMERB), su producción nacional de engorda puede aumentar de manera significativa.
- Dentro de las principales brechas y posibles soluciones para consolidar su acuicultura se identifican:
  - Manejo reproductivo y producción continua de plántulas.



- Validación de costos productivos en producción de plántulas y engorda para escalamiento.
- Mejoramiento de tasas de crecimiento.
- En el ámbito del "sistema de actores relevantes" para consolidar su acuicultura, en la actualidad, no se identifica una plataforma productiva. Sin embargo, existen numerosos actores con conocimientos y tecnología y recursos humanos que pueden ser base para la consolidación de la acuicultura integral de esta especie. En el ámbito del I+D se identifican numerosas instituciones de investigación con experiencia en esta especie (e.g., Universidad de Concepción, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Universidad Arturo Prat, Instituto de Fomento Pesquero, Universidad Austral de Chile). En el ámbito productivo, productores de plántulas privados, potenciales cultivadores (acuicultores APE, AMERB) y potencialmente, la industria asociada a la explotación, procesamiento y exportación de carragenófitas en Chile.
- Entre las 8 especies analizadas, el nivel de inversión financiera para cierre de brechas tecnológicas y alcanzar TRL 9 se estima como MEDIO.

### Conclusión/recomendación

Esta especie posee un ciclo de vida complejo, y aún existen brechas tecnológicas significativas que requieren inversión en investigación y desarrollo tecnológico, por ejemplo, la tecnificación de cultivos masivo en mar (sistemas de siembra y cosecha) y la estandarización de la producción en hatchery. Otros desafíos de consolidación, y al igual que con huiro flotador y otras algas nacionales, provienen del mercado y el cómo aumentar el valor comercial en cultivo, considerando la competencia que impone la extracción desde praderas naturales y cultivos de especies de carragenófitas equivalentes en otros países.

## 7.8. Erizo rojo - *Loxechinus albus*

- El erizo rojo corresponde a la principal especie de equinodermo de importancia comercial en Chile.
  Habita fondos duros desde el inter al submareal (hasta 100 m aproximadamente) (Moreno & Molinet
  2013), de crecimiento lento (aproximadamente 4-5 años, para alcanzar talla mínima legal de
  extracción en banco natural), de alto valor económico y buenas oportunidades de mercado y
  desarrollo de negocios (Bustos & Olave 2001, Vásquez 2020).
- Su pesquería en una de las más importantes en términos económicos y sociales a nivel artesanal nacional (Moreno & Molinet 2013, Barahona et al. 2021). En la actualidad es clasificada como de plena explotación (SUBPESCA 2022), sin embargo, los desembarques actuales (26.517 toneladas para el año 2021) están lejos de los obtenidos, por ejemplo, el año 2002 (60.166 toneladas).
- Chile es el principal exportador de erizo del mundo. El mercado nacional es pequeño y se orienta a la venta en fresco de ejemplares de tamaño muy superior a la talla minina legal (Barahona et al. 2021). El grueso de la extracción (más del 95%) se orienta al mercado internacional, principalmente Japón, siendo por lo tanto un mercado conocido y consolidado.
- En Chile, las investigaciones en acuicultura de erizo datan desde los años 80 (Bustos & Olave 2001, Vásquez 2020). A través de numerosos proyectos de I+D, esta especie ha sido objeto de estudio y desarrollos para avanzar en su acuicultura y el escalamiento productivo en las distintas etapas del cultivo (Zamora & Stotz 1994, Lawrence et al. 1997, Bustos & Olave 2001, Olave et al.



2001, 2007, Cárcamo 2004, 2015, Cárcamo et al. 2005, Vásquez 2020). Si bien se estima un TRL 5-6 para esta especie, a la fecha no se ha logrado masificar su cultivo de engorda, e incorporarse a la matriz productiva nacional de acuicultura. La producción masiva de larvas y semillas, tanto en Chile (Zamora & Stotz 1994, Carcamo 2004, Vásquez 2020) como en otros países (Lawrence et al. 2019), se considera un tema resuelto, existiendo a nivel nacional, producción de mediana escala y permanente por varios grupos de trabajo (**Tabla 28** y **Anexo 2 y 5**).

- Ha sido especie objetivo de numerosas acciones de repoblamiento para mejorar la pesca artesanal, incluyendo la siembra de juveniles producidos en hatchery, pero con poca evidencia de resultados positivos en términos de mejoramiento de la productividad pesquera (Jerez & Figueroa 2008, Vásquez 2020, Cárcamo et al. 2021). Esta incerteza respecto a resultados y efectividad en términos productivos y de rentabilidad económica asociada a modelos tipo repoblamiento o sea ranching, también ha sido reportada en países que han liderado la acuicultura de erizos como Japón y China (Kitada 2020, Liu et al. 2022). Además de la preocupación por potenciales efectos negativos (e.g., genéticos) en poblaciones receptoras (Segovia-Viadero et al. 2016, Kitada 2020).
- China ha masificado el cultivo de la especie comercial Strongylocentrotus intermedius, introducida desde Japón (Lawrence et al. 2019). El año 2017, produjo aproximadamente 200.000.000 de semillas en hatchery, las que son destinadas a siembra en fondo (~ 30% para sea ranching o repoblamiento) y para cultivo en long-lines o balsas en el mar (~ 70%). Según estos autores, el erizo cultivado corresponde a una variedad modificada genéticamente con ventajas significativas en tasas de crecimiento y calidad de la gónada respecto a ejemplares silvestres.
- Considerando que el principal producto comercial del erizo son las gónadas, apreciado en muchos países y comparable al caviar (Baião et al. 2021), en los últimos años y en varios países, la investigación en su acuicultura se ha centrado en la producción de gónadas de color y sabor de alta calidad para mercados gourmet. Lo anterior, ha requerido la comprensión y establecimiento de condiciones de cultivo y alimentación óptima (Watts et al. 2013, Sartori et al. 2016, Lourenço et al. 2019). Esta aproximación de cultivo también se ha utilizado para la engorda de erizos silvestres con bajo valor comercial, producto de bajos rendimientos y/o mala calidad de las gónadas (Pert et al. 2018, Angwin et al. 2022), convirtiéndose en la base para modelos productivos y de negocios altamente innovadores (Rubilar & Cardozo 2021) 24.
- Para el erizo L. albus también se han realizado avances en el diseño y testeo de dietas artificiales, tanto para la engorda de adultos (Lawrence et al. 1997, Olave et al. 2001) como de juveniles<sup>25</sup>, motivados también por la problemática de bajos rendimientos y calidad de gónadas provenientes de erizos extraídos desde bancos naturales.
- Considerando su distribución geográfica natural, su acuicultura se podría orientar a lo largo de toda la costa de Chile, con la opción de hacer engorda en sistema cerrados (e.g., bandejas o cajas en sistemas suspendidos) o semicerrados (e.g., cultivos en tierra). Sin embargo, para la implementación de los cultivos de engorda en mar se deben considerar las condiciones de energía existentes en ambientes expuestos (e.g., corrientes, vientos), las que pueden restringir la operación.

<sup>&</sup>lt;sup>24</sup> https://www.urchinomics.com/blog/urchinomics-series-a-fundraise-by-the-eneos-group-and-large-north-american-family-office-signals-global-expansion-ik8bb-tvici-ef6cs

<sup>25</sup> https://www.aqua.cl/2021/10/29/investigadores-desarrollaron-pellet-a-base-de-alga-para-fortalecer-semillas-de-erizo-rojo/#



- Respecto a niveles productivos y dada las características de la especie, cultivo y disponibilidad potencial de sitios aptos (APE, AMERB), su producción nacional de engorda puede aumentar de manera significativa.
- A corto plazo, y dado el largo periodo de cultivo para alcanzar tallas comercializables (al menos 2-3 años) y la incerteza asociada al modelo productivo que incluye el repoblamiento en AMERB, para esta especie se proyectan alternativas de producción en cultivo de engorda intensiva (e.g., 2-3 meses) orientada a obtener gónadas de calidad, y eventualmente mejorar el precio del producto y acceder a mercados más exigentes (Anexo 5).
- Dentro de las principales brechas y posibles soluciones para consolidar su acuicultura se identifican:
  - Validación de tecnologías de cultivo de engorda masiva orientada a mejorar calidad de gónadas.
  - Manejo reproductivo y producción continua de semillas.
  - Diseño de dietas artificiales costo-eficientes y de bajo impacto ambiental (e.g., incorporación de macroalgas como ingrediente principal).
  - o Validación de costos productivos en producción de juveniles y engorda para escalamiento.
  - Validación de modelos productivos que incluyen el repoblamiento y su respectiva evaluación económica, ambiental y ecológica.
  - Desarrollo de modelos bio-económicos y de negocios para estimar rentabilidad económica de alternativas de acuicultura (e.g., cultivo de engorda).
- En el ámbito del "sistema de actores relevantes" para consolidar su acuicultura, si bien, en la actualidad, es reconocible una plataforma habilitante y productiva, ésta se orienta principalmente a la producción de semillas. Sin embargo, se disponen de numerosos actores con conocimientos, tecnología y recursos humanos que pueden ser base para la consolidación de la acuicultura integral de esta especie. En el ámbito del I+D se identifican numerosas instituciones (e.g., Universidad Católica del Norte, Universidad de Magallanes, Universidad Andrés Bello, Instituto de Fomento Pesquero, Universidad Santo Tomás, Fundación Chinquihue, Universidad de Los Lagos). En el ámbito productivo, potenciales cultivadores como acuicultores APE, AMERB, caletas pesqueras, y potencialmente, la industria asociada a la explotación, procesamiento y exportación de erizos en Chile. Además, las capacidades nacionales en desarrollos tecnológicos y productivos de alimentos artificiales.
- Entre las 8 especies analizadas, el nivel de inversión financiera para cierre de brechas tecnológicas y alcanzar TRL 9 se estima como MEDIO.

#### Conclusión/recomendación

El cultivo integral de esta especie (i.e., desde producción de larvas hasta la cosecha de ejemplares comercializables en cautiverio), aún presenta desafíos tecnológicos que requieren inversión en investigación básica y aplicada, por ejemplo, aumentar tasas de crecimiento. Lo mismo ocurre para el modelo productivo que incorpora siembra de semillas en áreas abiertas como AMERB (i.e., repoblamiento). De esta forma, la consolidación y escalamiento de cultivos de engorda orientados a la producción de gónadas de buena calidad, constituye una alternativa para consolidar su acuicultura



en etapa de engorda, la que se estima es plausible de alcanzar con inversión de corto plazo (e.g., aproximadamente 2-3 años).

### 7.9. Diversificación de la acuicultura y pesquerías

Como se indicó anteriormente, muchas de las especies propuestas para desarrollar su acuicultura corresponden a especies de gran relevancia para la pesca en Chile. De las 8 especies evaluadas, 6 son nativas y con pesquerías de relevancia económica, social y cultural, y con problemas de conservación y/o sobreexplotación (lenguado fino, congrio dorado, almeja, huiro flotador, luga negra, erizo). Siendo 5 de ellas (lenguado fino, almeja, huiro flotador, luga negra, erizo) también, especies objetivo en acciones de repoblación (Jerez & Figueroa 2008, Cárcamo et al. 2021, Oyarzo-Miranda et al. 2023). Es esperable que estas últimas especies, particularmente erizo, almeja y algas, tengan un mayor impacto social dado su relevancia en la pesca artesanal y las oportunidades de desarrollo APE, respecto de especies de peces, donde el impacto puedes ser más privado dado el modelo de negocios asociado.

Las 6 especies nativas aún mantienen activas sus pesquerías, lo que implica que la producción de cultivo debe competir con el costo de extracción natural, para lo cual, al menos, se debe mejorar la costo-eficiencia de los procesos productivos y/o lograr diferenciación de atributos y mayor valor comercial de la biomasa cultivada versus la proveniente de bancos o praderas naturales. Lo anterior es un desafío mayor, principalmente en especies como las algas que poseen en la actualidad un menor valor comercial relativo respecto a las demás especies.

A excepción del cultivo del pelillo, que corresponde al único cultivo comercial y de gran escala en Chile (pero que ha tenido dificultades asociadas a la dinámica de precios que impone el mercado internacional y algunas productivas), la acuicultura de algas no ha sumado ninguna especie a la matriz de acuicultura nacional en las últimas 3 décadas. Situación contrastante con lo observado a nivel mundial, donde se ha masificado los cultivos de numerosas especies de algas, reemplazando en gran medida la extracción de biomasa de praderas naturales (Loureiro et al. 2015, Purcell-Meyerink et al. 2021). Considerando la existencia de conocimiento y desarrollo tecnológico de acuicultura para numerosas especies (Saavedra et al. 2019), incluidas especies con alto valor para la industria de los ficocoloides (e.g., lugas, huiros), alimentación (e.g., luche, cochayuyo, chicorea de mar), la conservación ecológica (e.g., huiros), mitigación ambiental y cambio climático (e.g., huiros), lo que se corrobora en este estudio y con TRLs cercanos a 4-5 (Tabla 13), no se proyecta en el corto plazo la consolidación y masificación de una nueva especie de alga. La Ley N°20.925 de Bonificación para el Repoblamiento y Cultivo de Algas, tampoco ha mostrado resultados positivos en esta línea. De manera paralela a los procesos de escalamiento, se requiere avanzar para las algas en modelos de negocios innovadores que consideren el valor agregado, nuevos productos y/o nuevos nichos de mercado (e.g., Kim et al. 2017, Purcell-Meyerink et al. 2021).

Finalmente, en la **Tabla 35**, se presenta un resumen de los elementos (atributos) considerados para la agrupación de especies según el nivel y características de las estrategias para consolidar su acuicultura a nivel nacional (i.e., escalamiento productivo y comercial) y que se desprenden de la Sección 7. Conclusiones/recomendaciones por especie. De esta forma, mediante la información multidimensional recopilada para cada especie, la aplicación de escenarios de selección y los análisis



estratégicos, sumado a condiciones y escenarios actuales propicios/desfavorables para la diversificación nacional (e.g., existencia y características de instrumentos y enfoques de financiamiento, oportunidades de corto plazo para el escalamiento efectivo (e.g., sitios e infraestructura de cultivo) y de contribución significativa a la producción de acuicultura, temporalidad involucrada al escalamiento, existencia de plataforma habilitante) se proyecta que las especies con mayor potencial de diversificación a corto-mediano plazo son: congrio dorado y almeja como cultivo integral, seguido de erizo, orientando su cultivo a la fase de engorda (**Tabla 35**).



**Tabla 35.**Resumen de atributos y ámbitos de intervención para consolidar acuicultura de las 8 especies evaluadas.

Nombre común especie	TRL <sup>26</sup>	Atributo(s) diferenciador(es) <sup>27</sup>	Nivel inversión <sup>28</sup>	Principal ámbito (y subsistema) donde residen las principales brechas para consolidación	Temporalidad cierre brechas
Congrio dorado	5	-Especie nativa con pesquería sobreexplotada -Especie de crecimiento lento -Opción de homologación con acuicultura y mercado de congrio colorado -Existencia de plataforma habilitante -Potencial de cultivo en el centro-sur de Chile -Potencial de cultivo en sistemas cerrados o semicerrados en tierra -Mercado conocido y en crecimiento	Alto <sup>29</sup>	-Cultivo integral con énfasis en producción de juveniles y masificación del cultivo de engorda	Corto-mediano plazo
Almeja	5	-Especie nativa con pesquería en plena explotación -Especie de crecimiento lento -Existencia de plataforma habilitante -Potencial de cultivo en gran parte de la costa de Chile -Oportunidad de corto plazo para desarrollo APE y proyección de aumento de volumen productivo -Potencial de cultivo en sistemas cerrados o semicerrados en mar (submareal e intermareal)	Medio	-Cultivo integral con énfasis en producción de juveniles y masificación del cultivo de engorda	Corto-mediano plazo

<sup>&</sup>lt;sup>26</sup> Corresponde al valor de TRL ajustado según resultados de sección 5.6. Actividad 6. Estudio preliminar del potencial modelo de negocio para comercialización, impacto sectorial, e inversión para alcanzar desarrollo tecnológico TRL 8 o 9

<sup>&</sup>lt;sup>27</sup> Incluye los principales elementos identificados en el análisis FODA, brechas, y algunas características conspicuas de la especie

<sup>&</sup>lt;sup>28</sup> Refiere a una estimación cualitativa relativa (i.e., entre especies) del nivel de inversión financiera para escalamiento o alcanzar TRL 9, basado en resultados de sección 5.6. Actividad 6. Estudio preliminar del potencial modelo de negocio para comercialización, impacto sectorial, e inversión para alcanzar desarrollo tecnológico TRL 8 o 9

<sup>&</sup>lt;sup>29</sup> Considerando un proceso de "no homologación" con congrio colorado



		-Reducción de tiempo de cultivo de engorda a través de formato productivo <i>baby clam</i> y cultivos suspendidos -Mercado conocido y potencial -Alternativa para repoblación con semillas producidas en hatchery			
Erizo rojo	6	-Especie nativa con pesquería en plena explotación -Especie de crecimiento lento -Existencia de plataforma habilitante -Potencial de cultivo en gran parte de la costa de Chile -Oportunidad de corto plazo para desarrollo APE y proyección de aumento de volumen productivo -Potencial de cultivo de engorda en sistemas cerrado o semicerrados en mar y tierra -Opción de nuevo modelo de negocios basado en engorda y mejora de calidad de gónadas mediante alimentación artificial o mejorada -Alternativa para repoblación con semillas producidas en hatchery -Mercado conocido y potencial	Medio	-Cultivo de engorda (2-3 meses) mediante dietas artificiales de bajo impacto ambiental	Corto-mediano plazo
Lenguado fino	6	-Especie nativa con pesquería sobreexplotada -Especie de crecimiento lento -No existe plantel reproductivo -Requiere inversión en investigación básica y aplicada (e.g., genética) -Potencial de cultivo en el norte-centro de Chile -Potencial de cultivo en sistemas cerrados o semicerrados en tierra -Alternativa para repoblación con juveniles producidos en hatchery -Mercado conocido y potencial	Alto	-Cultivo integral con énfasis en mejora de tasas de crecimiento, producción de juveniles y masificación del cultivo de engorda	Mediano-largo plazo



Huiro flotador	6	-Especie nativa con pesquería en plena explotación -Existencia de plataforma habilitante -Potencial de cultivo en gran parte de la costa de Chile -Especie de crecimiento muy rápido (respecto a otros grupos) -Oportunidad de corto plazo para desarrollo APE y proyección de aumento de volumen productivo -Alternativa para repoblación con plántulas producidas en hatchery -Necesidad de desarrollar nuevos modelos de negocio basado en nuevos productos algales o aumento del valor agregado -Mercado conocido y potencial	Medio	-Desarrollo de valor agregado, nuevos productos y mercados	Corto-mediano plazo
Luga negra	5	-Especie nativa con pesquería en plena explotación -Especie de crecimiento rápido (respecto a otros grupos) -Oportunidad de corto plazo para desarrollo APE y proyección de aumento de volumen productivo -Potencial de cultivo en el sur de Chile -Alternativa para repoblación con plántulas producidas en hatchery -Necesidad de desarrollar nuevos modelos de negocio basado en nuevos productos algales o aumento del valor agregado -Mercado conocido y potencial	Medio	-Cultivo integral con énfasis en la producción de plántulas juveniles y masificación del cultivo de engorda y repoblación.	Mediano-largo plazo
Hirame	8	-Especie exótica de rápido crecimiento entre los peces planos -TRL 9 en el extranjero -Producto gourmet y oportunidades de mercado -No existe plantel reproductivo -Potencial de cultivo en el norte-centro de Chile	Medio	-Formación plantel reproductivo y producción de juveniles	Mediano plazo



#### INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

		-Potencial de cultivo en sistemas cerrados o semicerrados en tierra -Proyección de escalamiento de cultivo (i.e, volumen productivo) es baja en el corto plazo			
Ostra japonesa	8	-Especie exótica de rápido crecimiento -Especies históricamente cultivada en Chile, pero a baja escala -Existencia de plataforma habilitante -Oportunidad de corto plazo para desarrollo APE y proyección de aumento significativo de volumen productivo -Potencial de cultivo todo Chile -Potencial de cultivo en sistemas cerrados en mar (submareal e intermareal) -Proyección de modelos de negocios en base a venta de semillas y larvas -Mercado nacional, pero con opciones de salida internacional	Bajo	-Estandarización en calidad de semillas entre productores -Aumento de volúmenes productivos	Corto plazo



# 8. Referencias bibliográficas

- Abarca A, Oliva D, Gutiérrez R, Celis A, Durán LR. 2012. Grown-out of seeds of the taquilla clam Mulinia edulis (King & Engorda de semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la Almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la Almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la Almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la Almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la Almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la Almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la Almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la Almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la Almeja taquilla Mulinia edulis (King & Engorda de Semillas de la Almeja taquilla edulis (King & Engorda de Semillas de la Almeja taquilla edulis (King & Engorda de Semillas de La Almeja taquilla edulis (King &
- Acuasesorias 2017. Diseño y Valoración de modelos de cultivo para la acuicultura de pequeña escala, informe final proyecto FIPA Nº 2015-02.
- ACHIPIA 2017. Norovirus. Ficha de peligros/ACHIPIA N°02/2017. ACHIPIA, Área Soporte al Análisis de Riesgo 9pp.
- Ahmed N, Bunting SW, Glaser M, Flaherty MS, Diana JS. 2017. Can greening of aquaculture sequester blue carbon? Ambio 46: 468–477.
- Albasri H, Sagala SL, Pratama I, Sammut J. 2020. An improved prioritization framework for selecting new finfish mariculture candidates for research and development in Indonesia. Aquaculture Research 51: 1464–1479.
- Alleway HK, Gillies CL, Bishop MJ, Gentry RR, Theuerkauf SJ, Jones R. 2019. The Ecosystem Services of Marine Aguaculture: Valuing Benefits to People and Nature. BioScience 69: 59–68.
- Alonso AA, Álvarez-Salgado XA, Antelo LT. 2021. Assessing the impact of bivalve aquaculture on the carbon circular economy. Journal of Cleaner Production 279: 123873.
- Alvarez-Lajonchère L, Ibarra-Castro L. 2013. Aquaculture species selection method applied to marine fish in the Caribbean. Aquaculture 408–409: 20–29.
- Alvial A, Manríquez J. 1999. Diversification of flatfish culture in Chile. Aquaculture 176: 65–73.
- Angwin RE, Hentschel BT, Anderson TW. 2022. Gonad enhancement of the purple sea urchin, Strongylocentrotus purpuratus, collected from barren grounds and fed prepared diets and kelp. Aguaculture International 30: 1353–1367.
- Arriagada D, Lépez I, Ruiz M, Contreras I. 2013. Inducción al desove de la navaja Ensis macha mediante inyección de serotonina. Revista de Biologia Marina y Oceanografia 48: 653–660.
- Astorga MP. 2014. Genetic considerations for mollusk production in aquaculture: Current state of knowledge. Frontiers in Genetics 5: .
- Avila M, Ask E, Rudolph B, Nuñez M, Norambuena R. 1999. Economic feasibility of Sarcothalia (Gigartinales, Rhodophyta) cultivation. Hydrobiologia 398–399: 435–442.
- Bachsmann K, Honorato A. 2016. Tesis: Plan de negocios: Flat Fish Chile: producción de Hirame. Tesis Universidad Andrés Bello.
- Baião LF, Moura AP, Rocha C, Valente LMP, Cunha LM. 2021. Dimensions for the valorisation of sea urchin (Paracentrotus lividus) gonads production through the eyes of experienced chefs. International Journal of Gastronomy and Food Science 26: 100438.
- Baker LL, Wiff R, Quiroz JC, Flores A, Céspedes R, Barrientos MA, Ojeda V, Gatica C. 2014. Reproductive ecology of the female pink cusk-eel (Genypterus blacodes): Evaluating differences between fishery management zones in the Chilean austral zone. Environmental Biology of Fishes 97: 1083–1093.
- Barahona N, Gallo O, Techeira C, Bularz B, Mardones M, Gonzalez C, Cárcamo F, Palta E, Araya A. 2021. SEGUNDO DOCUMENTO TÉCNICO. Convenio de desempeño, 2021. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas, 2021. .
- Barnes RD, Ruppert EE. 1996. Zoología de los invertebrados.
- Barrett LT, Swearer SE, Dempster T. 2019. Impacts of marine and freshwater aquaculture on wildlife: a global meta-analysis. Reviews in Aquaculture 11: 1022–1044.
- 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.
- Bhattacharya S, Kumar V, Narayan Nishad S. 2022. Technology Readiness Level: An Assessment of the Usefulness of this Scale for Translational Research. Productivity 62: 106–118.
- Borie C, Araos F, Romo M, Lira N, Duarte A. 2006. Potencialidades, usos y evidencias de explotación de algas marinas. antecedentes etnográficos y arqueológicos, implicancias y líneas de investigación. Memorias XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena Valdivia 2006.
- Brugère C, Aguilar-Manjarrez J, Beveridge MCM, Soto D. 2019. The ecosystem approach to aquaculture 10 years on a critical review and consideration of its future role in blue growth. Reviews in Aquaculture 11: 493–514.
- Brugere C, Troell M, Eriksson H. 2021. More than fish: Policy coherence and benefit sharing as necessary conditions for equitable aquaculture development. Marine Policy 123: .
- Buschmann A, Steven P, Potin P, Faugeron 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.
- Bustos E, Olavarria E. 2000. Manual: El cultivo de la almeja (Venus antiqua). División de Acuicultura, IFOP (Chile). 22 pp. .
- Bustos E, Olave S. 2001. Manual: El cultivo del erizo (Loxechinus albus). IFOP. División de Acuicultura. 22.
- Bustos G. 2015. Estudio de factibilidad técnico y económico para la producción de lenguado chileno formato tipo pan size en la región del Biobío. Universidad Católica de la Santísima Concepción Facultad de Ingeniería Ingeniería Civil Industrial
- Cai JN, Yan X, Leung PS. 2022. Benchmarking species diversification in global aquaculture. Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 605. Rome, FAO.
- Camus C, Ballerino P, Delgado R, Olivera-Nappa Á, Leyton C, Buschmann AH. 2016. Scaling up bioethanol production from the farmed brown macroalga Macrocystis pyrifera in Chile. Biofuels, Bioproducts and Biorefining 10: 673–685.
- Camus C, Hernández-González MDC, Buschmann AH. 2019a. The seaweed resources of Chile over the period 2006-2016: Moving from gatherers to cultivators. Botanica Marina.
- Camus C, Infante J, Buschmann AH. 2019b. Revisiting the economic profitability of giant kelp Macrocystis pyrifera (Ochrophyta) cultivation in Chile. Aquaculture 502: 80–86.
- Candia A, Nuñez M. 2016. Manual de Técnicas de repoblación y cultivo de "luga negra" (Sarcothalia crispata). Proyecto HUAM-FONDEF AQ 08I1031. Instituto de Fomento Pesquero.
- Cárcamo F, Henriquez L, Galleguillos F, Saavedra S, Torres D, Cook S, Leal P, Alanis Y. 2022. Informe Final. Programa Integral de Desarrollo de Acuicultura para Pescadores Artesanales y Acuicultores de Pequeña Escala. Convenio de Desempeño 2021. IFOP -SUBECON. .
- 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. .
- Carcamo PF. 2004. Massive production of larvae and seeds of the sea urchin Loxechinus albus. Sea Urchins: Fisheries and Ecology p. 299–306.
- Cárcamo PF. 2004. Effect of diet on gonadal and somatic production of the sea urchin Loxechinus albus under sea-based cultivation conditions. p. 222–229.
- Cárcamo PF. 2015. Effects of food type and feeding frequency on the performance of early juveniles of the sea urchin Loxechinus albus (Echinodermata: Echinoidea): Implications for aquaculture and restocking. Aquaculture 436: 172–178.
- Cárcamo PF, Candia AI, Chaparro OR. 2005. Larval development and metamorphosis in the sea urchin Loxechinus albus (Echinodermata: Echinoidea): Effects of diet type and feeding frequency. Aquaculture 249: 375–386.



- Cárcamo PF, Henríquez-Antipa LA, Galleguillos F, Figueroa-Fábrega L, Taylor MD. 2021. Marine stocking in Chile: a review of past progress and future opportunities for enhancing marine artisanal fisheries. Bulletin of Marine Science 97: 729–748.
- Cárdenas R. 2018. Caracterización genética de la almeja comestible Ameghinomya antiqua (Veneridae). Memoria de grado presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Biología Marina y Título Profesional de Biólogo Marino. UACH.
- Carrera L, Cota N, Montes M, Mateo E, Sierralta V, Castro T, Perea A, Santos C, Catcoparco C, Espinoza C. 2013. Broodstock management of the fine flounder Paralichthys adspersus (Steindachner, 1867) using recirculating aquaculture systems. Latin American Journal of Aquatic Research 41: 89–93.
- Castro V, Aldunate C, Varela V. 2006. El proyecto cobija... veinte años después. en homenaje a Bente Bittmann, Memorias XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena Valdivia 2006.
- Van Cauwenbergh N, Dourojeanni PA, van der Zaag P, Brugnach M, Dartee K, Giordano R, Lopez-Gunn E. 2022. Beyond TRL Understanding institutional readiness for implementation of nature-based solutions. Environmental Science and Policy 127: 293–302.
- CETMAR. 2017. Eel cultivo de la Ostra rizada en Galicia pasado, presente y futuro Centro Tecnológico del Mar-Fundación CETMAR; Centro de Investigacións Mariñas, Conselleria del Mar, Xunta de Galicia: Vigo (Pontevedra).
- Contreras-Guzmán RA, Puebla-Arce CE, Pacheco-Sánchez EG, Contreras-Saldaña FJ. 2014. Crecimiento y supervivencia de larvas d, Pediv??ligeras y postlarvas de gari solida (mollusca: Psammobiidae), Provenientes de reproductores acondicionados. Revista de Biologia Marina y Oceanografia 49: 607–614.
- Contreras Z. 2016 Evaluación del efecto de la densidad de carga (Kg/m3) en la tasa de crecimiento en el cultivo de juveniles de lenguado (*Paralichthys adspersus*) en el centro de acuicultura morro Sama de Fondepes
- Cooperación y Desarrollo Limitada. 2009. Informe Final. Consultoría para la selección de especies prioritarias para la diversificación de la acuicultura. Subsecretaría de Economía, Santiago.
- Cooperación y Desarrollo Limitada. 2015. Informe Final. Consultoría de actualización de ranking de especies prioritarias para la diversificación acuícola. CORFO, Gerencia de Capacidades Tecnológicas, Santiago.
- CORFO. 2020. Programas Tecnológicos y Consorcios. Boletin informativo Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO, 37 pp.
- Correa T, Gutiérrez A, Flores R, Buschmann AH, Cornejo P, Bucarey C. 2016. Production and economic assessment of giant kelp Macrocystis pyrifera cultivation for abalone feed in the south of Chile. Aquaculture Research 47: 698–707.
- da Costa F, Cerviño-Otero A, Iglesias Ó, Cruz A, Guévélou E. 2020. Hatchery culture of European clam species (family Veneridae). Aquaculture International 28: 1675–1708.
- Custódio M, Villasante S, Calado R, Lillebø AI. 2020. Valuation of Ecosystem Services to promote sustainable aquaculture practices. Reviews in Aquaculture 12: 392–405.
- Chandia N, Pavez H, Needham P, Álvarez C. 2021. Evaluación de la viabilidad de apertura del mercado de la unión europea para productos derivados de macroalgas extraídas en chile destinados al consumo humano, considerando las barreras impuestas por la UE para consumo "Novel Food"-FASE II, Informe Final CIU 2020-5-DDP-3, 168 pp.
- Chávez-Villalba J. Cultivo de ostión *Crassostrea gigas*: Análisis de 40 años de actividades en México Hidrobiológica 2014, 24 (3): 175-190.
- Díaz-Muñoz DN, Díaz N, Torres O, Leiva JC, Palacios H, Romero F, Benetti D. 2019. Culture of cobia rachycentron canadum in a recirculation aquaculture system in Northern Chile. Latin American Journal of Aquatic Research 47: 733–742.
- Díaz C, Sobenes C. 2022. Growth of Crassostrea gigas (Thunberg, 1793) cultivated in different cultivation devices deployed in sheltered and non-sheltered sites of central Chile. Aquaculture Research 53: 2330–2342.



- Dinh PTN, Park JW, Ekanayake W, Kim Y, Lee D, Lee D, Jung HS, Kim J, Yang HR, Lee H, Yoon S, Lee JH, Lee SH. 2022. Estimation of Genetic Parameters and Optimum Breeding Programme Design in Korean Flatfish Breeding Population. Fishes 7: .
- Dumorné K, Valdebenito I, Risopatron J, Figueroa E, Díaza R, Farías J. 2018 Morphology and ultrastructure of pink cusk-eel (Genypterus blacodes, Schneider 1801) spermatozoa by scanning and transmission electron microscopy. Tissue and Cell 54 (2018) 26–29.
- Ebbing APJ, Fivash GS, Pierik R, Bouma TJ, Kromkamp JC, Timmermans K. 2022. The SeaCoRe system for large scale kelp aquaculture: a plug-and-play, compatible, open-source system for the propagation and transport of clonal gametophyte cultures. Journal of Applied Phycology 34: 517–527.
- Elorreaga C. 2017. Proyecto de inversión para la comercializacion de lenguado "Paralichthys adspersus" criado en cautiverio en una planta a desarrollarse en huarmey año 2017 Tesis Universidad Privada del Norte.
- Escudeiro A. 2006. Crecimiento y Reproducción de la ostra rizada, Crassostrea gigas (Thunberg, 1793), cultivada en intermareal y en batea en galicia (Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Aquaculture and Fisheries) Centro de Investigacións Mariñas (Vilanova de Arousa, España)y Universidade do Algarve (Faro, Portugal).
- Espinoza R, Arriagada S. 2008. Repoblamiento de *Loxechinus albus*. Manual de producción de semilla con fines de repoblamiento, Documento técnico, Proyecto HUAM AQ08I1024, 21 pp.
- EUMOFA. 2018. Analisis de especies 2018 Observatorio Europeo del mercado de los productos de Pesca y Acuicultura.
- EUMOFA. 2020. Análisis de especies edición 2020. Observatorio Europeo del mercado de los productos de la pesca y la acuicucltura. Actualización: enero 2021, 116 pp.
- EUMOFA. 2020. Las noticias de mes Nº 8 / 2020. Boletin informativo del Observatorio Europeo del Mercado de los Productos de la Pesca y de la Acuicultura, 46 pp.
- EUMOFA. 2021. Analisis de especies 2021 Observatorio Europeo del mercado de los productos de Pesca y Acuicultura.
- EUMOFA. 2022. La ostra En la UE, Estructura de los precios en la cadena de suministro, Francia Irlanda y Países Bajos. European Market Obserbatory for Fishieries and Aguaculture products. 60 pp.
- EUROFISH. 2018. Perspectivas de mercado de las especies de acuicultura en Europa. Organización Internacional EUROFISH.
- FAO. 2007. Descripción del sector mitilicultor en la región de Los Lagos, Chile: evolución y proyecciones Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 189–198.
- FAO. 2009. Crassostrea gigas. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Helm, M.M. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New.
- FAO. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- FAO. 2020. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. https://doi.org/10.4060/ca9229es.
- FAO. 2022. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma, FAO. https://doi.org/10.4060/cc0461es.
- FAO. 2023. *Paralichthys olivaceus* Temminck & Schlegel,1846. Fisheries and Aquaculture Division [online]. Rome. [Cited Wednesday, February 15th 2023]. https://www.fao.org/fishery/en/aqspecies/3350/en
- Fernández PA, Leal PP, Henríquez LA. 2019. Co-culture in marine farms: Macroalgae may act as chemical refuge for shell-forming mollusks under an ocean acidification scenario. Phycologia 58: 542–551.
- Ferreira JG, Bricker SB. 2016. Goods and services of extensive aquaculture: shellfish culture and nutrient trading. Aquaculture International.
- Filun L. 2009. Cultivo de almeja Venus antiqua tipo "baby clam" en la zona intermareal del mar interior de la Xª región. Informe final FONDEF.



- Fisheries and Aquaculture Division. 2022 Paralichthys olivaceus Temminck & Schlegel,1846. [online]. Rome.
- Fundacion Chinquihue. 2014. Informe FIP N° 2014 -79: Determinación del Alcance, Puntos Críticos y Mejoras para el Fortalecimiento Estratégico dela Diversificación Acuícola y Costos Asociados.
- Foss A, Imsland AKD, Briceño FA, Magnolfi S, Magnolfi P, Gutiérrez X. 2020. Stocking density and its influence on the productivity of red cusk EEL, genypterus chilensis (Guichenot, 1848), in Shallow raceways. Latin American Journal of Aquatic Research 48: 818–825.
- Le François NR, Lemieux H, Blier PU. 2002. Biological and technical evaluation of the potential of marine and anadromous fish species for cold-water mariculture. Aquaculture Research 33: 95–108.
- Friedlander AM, Ballesteros E, Bell TW, Caselle JE, Campagna C, Goodell W, Hüne M, Muñoz A, Salinas-DeLeón P, Sala E, Dayton PK. 2020. Kelp forests at the end of the earth: 45 years later. PLoS ONE 15: e0229259.
- Froehlich HE, Afflerbach JC, Frazier M, Halpern BS. 2019. Blue Growth Potential to Mitigate Climate Change through Seaweed Offsetting. Current Biology 29: 3087-3093.e3.
- Fundación Chinquihue. 2017. Determinación del Alcance, Puntos Críticos y Mejoras para el Fortalecimiento Estratégico de la Diversificación Acuícola y Costos Asociados. Informe Final Proyecto FIP N° 2014 -79.
- Gallardo P, Bueno GW, Araneda C, Benfey T. 2022. Status of Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus) aquaculture production technology in Chile. Aquaculture Reports 22: .
- Gentry RR, Alleway HK, Bishop MJ, Gillies CL, Waters T, Jones R. 2020. Exploring the potential for marine aquaculture to contribute to ecosystem services. Reviews in Aquaculture 12: 499–512.
- Graham M, Vásquez J, Buschmann A. 2007. Global Ecology of the Giant Kelp Macrocystis. 39–88.
- Grant WS, Jasper J, Bekkevold D, Adkison M. 2017. Responsible genetic approach to stock restoration, sea ranching and stock enhancement of marine fishes and invertebrates. Reviews in Fish Biology and Fisheries 27: 615–649.
- Godoy J. 2020. Reutilización de la concha de mar desde un mar de residuos, a la valorización de un objeto cotidiano, Memoria para optar al título de Diseñadora Industrial.
- Gonzalez J., Tapia C, Wilson A, Garrido J, Ávila M. 2002. Estrategias de explotación Sustentable Algas Pardas en la Zona Norte de Chile. Informe final FIP Nº 2000-19, 376pp.
- Guillemin ML, Faugeron S, Destombe C, Viard F, Correa JA, Valero M. 2008. Genetic variation in wild and cultivated populations of the haploid- diploid red alga Gracilaria chilensis: How farming practices favor asexual reproduction and heterozygosity. Evolution 62: 1500–1519.
- Harvey B, Soto D, Carlsfeld J, Beverridge M, Bartley D. 2017. Planning for aquaculture diversification: the importance of climate change and other drivers. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 47.
- Henríquez-Antipa LA, Cárcamo F. 2019. Stakeholder's multidimensional perceptions on policy implementation gaps regarding the current status of Chilean small-scale seaweed aquaculture. Marine Policy 103: 138–147.
- Hertel T, Elouafi I, Tanticharoen M, Ewert F. 2021. Diversification for enhanced food systems resilience. Nature Food 2: 832–834.
- Horn P. 2022. A synopsis of the biology of ling (Genypterus blacodes) and a history of its fishery and assessment in New Zealand. New Zealand Fisheries Assessment Report 2022/27. .
- 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.
- ICEX. 2021. El mercado de la acuicultura en Corea del Sur. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Seúl.
- IFOP. 2004. Guia de campo de almejas chilenas. Identificacion de almejas presentes en la pesca artesanal chilena.
- IFOP. 2006. Taller de Difusión Proyecto FDI-CORFO: Transferencia Tecnológica del Cultivo de la Almeja



- Chilena (Venus antiqua) al Sector Productivo. Conference paper.
- IFOP. 2008. Ficha técnica recurso *Loxechinus albus*. Recursos objetivos areas de manejo, Pesca artesanal Chile, 5 pp.
- Incera M, Vázquez U, Maroto J, Gómez J, Fernández M. 2011 Las algas como recurso. Valorización. Aplicaciones industriales y tendencias. Edita Centro Tecnológico del Mar Fundación CETMAR, 244 pp.
- Jerez G, Figueroa M. 2008. Desafíos y perspectivas de la repoblación 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. Actas de Pesca y Acuicultura. Roma: FAO. p. 223–235.
- Junning C & PingSun L. 2019. Short-term projection of global fish demand and supply gap FAO Fisheries and Aquaculture technical paper 607.
- Kim JK, Yarish C, Hwang EK, Park M, Kim Y. 2017. Seaweed aquaculture: Cultivation technologies, challenges and its ecosystem services. Algae .
- Kitada S. 2020. Lessons from Japan marine stock enhancement and sea ranching programmes over 100 years. Reviews in Aguaculture 12: 1944–1969.
- Krause G, Brugere C, Diedrich A, Ebeling MW, Ferse SCA, Mikkelsen E, Pérez Agúndez JA, Stead SM, Stybel N, Troell M. 2015. A revolution without people? Closing the people–policy gap in aquaculture development. Aquaculture 447: 44–55.
- 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: .
- Kuwae T, Watanabe A, Yoshihara S, Suehiro F, Sugimura Y. 2022. Implementation of blue carbon offset crediting for seagrass meadows, macroalgal beds, and macroalgae farming in Japan. Marine Policy 138: 104996.
- Lacoste É, McKindsey CW, Archambault P. 2020. Biodiversity–Ecosystem Functioning (BEF) approach to further understanding aquaculture–environment interactions with application to bivalve culture and benthic ecosystems. Reviews in Aquaculture 12: 2027–2041.
- Lawrence JM, Olave S, Otaiza R, Lawrence AL, Bustos E. 1997. Enhancement of Gonad Production in the Sea Urchin Loxechinus albus in Chile Fed Extruded Feeds. Journal of the World Aquaculture Society 28: 91–
- Lawrence JM, Zhao C, Chang YQ. 2019. Large-scale production of sea urchin (Strongylocentrotus intermedius) seed in a hatchery in China. Aquaculture International 27: 1–7.
- Le DM, Desmond MJ, Buschmann AH, Pritchard DW, Camus C, Hurd CL, Hepburn CD. 2022. Reproduction, hatchery and culture applications for the giant kelp (Macrocystis pyrifera): a methodological appraisal. Applied Phycology 3: 368–382.
- Lester SE, Costello C, Halpern BS, Gaines SD, White C, Barth JA. 2013. Evaluating tradeoffs among ecosystem services to inform marine spatial planning. Marine Policy 38: 80–89.
- Liu S, Zhou X, Zeng C, Frankstone T, Cao L. 2022. Characterizing the development of Sea ranching in China. Reviews in Fish Biology and Fisheries 32: 783–803.
- Lizama C, Abarca A, Durán LR, Oliva D. 2022. Spawning induction and embryonic development of the clam Ameghinomya antiqua (King, 1832). Latin American Journal of Aquatic Research 50: 519–528.
- Llorente I, Luna L. 2016. Bioeconomic modelling in aquaculture: an overview of the literature. Aquaculture International 24: 931–948.
- Loureiro R, Gachon CMM, Rebours C. 2015. Seaweed cultivation: Potential and challenges of crop domestication at an unprecedented pace. New Phytologist 206: 489–492.
- Lourenço S, Valente LMP, Andrade C. 2019. Meta-analysis on nutrition studies modulating sea urchin roe



- growth, colour and taste. Reviews in Aquaculture 11: 766–781.
- Macchiavello J, Araya E, Bulboa C. 2010 Production of Macrocystis pyrifera (Laminariales; Phaeophyceae) in northern Chile on spore-based culture. J Appl Phycol (2010) 22:691–697.
- Magnolfi P. 2019. Lineamientos Tecnicos Generales Proyecto Congrio Colorado & Dorado. Presentación Summit acuicola PTEC CORFO.
- Mankins J. 1995. Technology Readiness Levels. NASA Office of Space Access and Technology, White Paper. Advanced Concepts Office of Space Access and Technology NASA.
- Manríquez PH, Delgado AP, Jara ME, Castilla JC. 2008. Field and laboratory pilot rearing experiments with early ontogenic stages of Concholepas concholepas (Gastropoda: Muricidae). Aquaculture 279: 99–107.
- Martínez-García MF, Ruesink JL, Grijalva-Chon JM, Lodeiros C, Arreola-Lizárraga JA, de la Re-Vega E, Varela-Romero A, Chávez-Villalba J. 2022. Socioecological factors related to aquaculture introductions and production of Pacific oysters (Crassostrea gigas) worldwide. Reviews in Aquaculture 14: 613–629.
- McHugh D. 2002. Perspectivas para la producción de algas marinas en los países en desarrollo. FAO Circular de Pesca No. 968 FIIU/C968(Es).
- Medina A. 2018. Selección de Probióticos Inmunoestimulantes en Lenguados (Solea senegalensis K) frente a Vibrio harveyi Y Photobacterium damselae subsp. Piscicida. Programa de Doctorado Biología Celular y Molecular.Universidad de Malaga.
- de Melo CMR, Durland E, Langdon C. 2016. Improvements in desirable traits of the Pacific oyster, Crassostrea gigas, as a result of five generations of selection on the West Coast, USA. Aquaculture 460: 105–115.
- Mendez KN, Zuloaga R, Valenzuela CA, Bastias-Molina M, Meneses C, Vizoso P, Valdés JA, Molina A. 2018. RNA-seq analysis of compensatory growth in the skeletal muscle of fine flounder (Paralichthys adspersus). Aguaculture 490: 270–280.
- Metian M, Troell M, Christensen V, Steenbeek J, Pouil S. 2020. Mapping diversity of species in global aquaculture. Reviews in Aquaculture 12: 1090–1100.
- Mongin M, Baird ME, Hadley S, Lenton A. 2016. Optimising reef-scale CO2 removal by seaweed to buffer ocean acidification. Environmental Research Letters 11: 034023.
- Mora-Soto A, Palacios M, Macaya EC, Gómez I, Huovinen P, Pérez-Matus A, Young M, Golding N, Toro M, Yaqub M, Macias-Fauria M. 2020. A high-resolution global map of giant kelp (Macrocystis pyrifera) forests and intertidal green algae (Ulvophyceae) with sentinel-2 imagery. Remote Sensing 12: rs12040694.
- Moreno CA, Molinet C. 2013. El paradigma de la distribución batimétrica de Loxechinus albus (Molina) en Chile. Revista Chilena de Historia Natural 86: 225–227.
- 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.
- Nielsen P, Cranford PJ, Maar M, Petersen JK. 2016. Magnitude, spatial scale and optimization of ecosystem services from a nutrient extraction mussel farm in the eutrophic Skive Fjord, Denmark. Aquaculture Environment Interactions 8: 311–329.
- Olavarria E, Farias A, Uriarte I. 1996. Morfometria y tasas de crecimiento larvario y postlarvario de los bivalvos Venus antiqua (King & Broderip, 1835) y Gari solida (Gray, 1828) cultivados en laboratorio. Revista de Biologia Marina y Oceanografia 31: 107–116.
- Olave S, Bustos E, Lawrence J, Cárcamo P. 2007. The Effect of Size and Diet on Gonad Production by the Chilean Sea Urchin Loxechinus albus. Journal of the World Aquaculture Society 32: 210–214.
- Olave S, Bustos E, Lawrence JM, Carcamo P. 2001. The effect of size and diet on Gonad production by the Chilean Sea Urchin Loxechinus albus. Journal of the World Aquaculture Society 32: 210–214.
- Olechowski AL, Eppinger SD, Joglekar N, Tomaschek K. 2020. Technology readiness levels: Shortcomings and improvement opportunities. Systems Engineering 23: 395–408.
- Olguin A. 2007. Especies Bentónicas de importancia comercial. Serie-Chile Recursos Pesqueros N° 2, 2007 IFOP, 28pp.



- Oliva D. 2006. Manual de cultivo comercial de la almeja fina chilena. *Mulinia edulis*.
- Oliva D, Abarca A, Gutiérrez R, Celis Á, Herrera L, Pizarro V. 2013. Efecto de la densidad de cultivo y dieta sobre el crecimiento y supervivencia de postlarvas de la almeja taquilla Mulinia edulis cultivadas en arena en un hatchery. Revista de Biologia Marina y Oceanografia 48: 37–44.
- Orellana J. 2015. Rendimientos de cultivo de Macrocystis integrifolia según método de siembra en long-line, a partir de bastidores con esporas, en la localidad de Bahía Inglesa, III Región. Proyecto para optar al título de Ingeniero Pesquero. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Facultad de Ciencias del Mar y Geografía escuela de ciencias del mar, 44pp.
- Orihuela L, Montes M, Linares J, Castro A, Carrera L, Lazo JP. 2018. Effect of Two Novel Experimental Microdiet Types on Growth, Survival, and Pigmentation during the Weaning Period of the Fine Flounder, Paralichthys adspersus, Larvae. Journal of the World Aquaculture Society 49: 770–779.
- Otaíza RD, Cáceres JH. 2015. Manual de una técnica para el repoblamiento de la luga negra, Sarcothalia crispata (Bory) Leister (Rhodophyta, Gigartinales), en praderas naturales, Región del Biobío. Proyecto FONDEF-HUAM AQ12I0004.
- Outeiro L, Villasante S. 2013. Linking salmon aquaculture synergies and trade-offs on ecosystem services to human wellbeing constituents. Ambio 42: 1022–1036.
- Oyarzo-Miranda C, Otaíza R, Bellorín A, Vega JMA, Tala F, Lagos NA, Oyarzún FX, Estévez RA, Latorre-Padilla N, Mora Tapia AM, Figueroa-Fábrega L, Jara-Yáñez R, Bulboa C, Contreras-Porcia L. 2023. Seaweed restocking along the Chilean coast: History, present, and inspiring recommendations for sustainability. Frontiers in Marine Science 9: 2719.
- Paredes F, Bravo R. 2005. Reproductive cycle, size at first maturation and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes*, in Chile. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 39: 1085-1096. doi: 10.1080/00288330.2005.9517377
- Paredes J, Muñoz J. 2010. Variabilidad de las exportaciones de *Loxechinus albus* en la región de Magallanes durante el periodo 2007-2009. Trabajo de titulación Ingeniería en Ejecución de Administración de Empresas. Universidad de Magallanes Chile, 77 pp.
- Parker M, Bricker S. 2020. Sustainable Oyster Aquaculture, Water Quality Improvement, and Ecosystem Service Value Potential in Maryland Chesapeake Bay. Journal of Shellfish Research 39: 269–281.
- Pérez-Matus A, Carrasco SA, Gelcich S, Fernandez M, Wieters EA. 2017. Exploring the effects of fishing pressure and upwelling intensity over subtidal kelp forest communities in Central Chile. Ecosphere 8: .
- Pert CG, Swearer SE, Dworjanyn S, Kriegisch N, Turchini GM, Francis DS, Dempster T. 2018. Barrens of gold: Gonad conditioning of an overabundant sea urchin. Aguaculture Environment Interactions 10: 345–361.
- Piaget, N. Vega, A. Silva, A, Toledo, P. 2007. Effect of the application of β-glucans and mannanoligosaccharides (βG MOS) in an intensive larval rearing system of Paralichthys adspersus (Paralichthydae). Investigaciones marinas, 2007, Vol.35 (2), p.35-43.
- Piaget N, Toledo P, Silva A, Vega A. 2011. Nivel óptimo de proteína dietaria para juveniles de lenguado Paralichthys adspersus (Pisces: Pleuronectiformes). Revista de Biologia Marina y Oceanografia 46: 9–
  16
- Piel et al, 2014. Criopreservación de estadios iniciales de gametofitos de Macrocystis pyrifera (Laminariales, Ochrophyta) en condiciones controladas de laboratorio. Revista de Biología Marina y Oceanografía. Vol. 50, S1: 157-162.
- Pickton DW, Wright S. 1998. What's swot in strategic analysis? Strategic Change 7: 101–109.
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2019. Estrategias de manejo de la pesquería de la almeja *Venus* antiqua en la región de Los Lagos y la región de Aysén del general Carlos Ibáñez del Campo. Escuela de Ciencias del Mar informe final Proyecto FIPA 2018-32
- Pro-Chile. 2013. Productos del mar en Europa. Estudio de mercado.
- Pro-Chile. 2016. Estudio de Mercado de Erizos en Japón 2016. Documento elaborado por la Oficina Comercial



- de Chile en Japón-ProChile,32 pp.
- Pro-Chile. 2016. Cómo Hacer Negocios con Japon Oficina Comercial Tokio, 18pp.
- Pro-Chile. 2017. Estudio de Mercado de Erizos en Francia 2017. Documento elaborado por la Oficina Comercial de Chile en Francia- ProChile, 19 pp.
- Pro-Chile. 2017. Estudio de Mercado Moluscos Bivalvos Congelados en Italia. Documento elaborado por la Oficina Comercial de Chile en Milán, Italia.
- Pro-Chile. 2017. El Mercado de Almejas en el Reino Unido. Ficha de mercado
- Pro-Chile. 2018. Cómo Hacer Negocios con España Oficina Comercial Madrid, 18pp.
- Pro-Chile. 2018. Cómo Hacer Negocios con Italia Oficina Comercial Italia, 15pp.
- Purcell-Meyerink D, Packer MA, Wheeler TT, Hayes M. 2021. Aquaculture production of the brown seaweeds Laminaria digitata and Macrocystis pyrifera: Applications in food and pharmaceuticals. Molecules 26: .
- Quitral V, Jofre M, Rojas N, Romero N, Valdes I. 2019. Algas marinas como ingrediente funcional en productos cárnicos. Rev Chil Nutr 2019; 46(2): 181-189
- Ramajo L, Valladares M, Astudillo O, Fernández C, Rodríguez-Navarro AB, Watt-Arévalo P, Núñez M, Grenier C, Román R, Aguayo P, Lardies MA, Broitman BR, Tapia P, Tapia C. 2020. Upwelling intensity modulates the fitness and physiological performance of coastal species: Implications for the aquaculture of the scallop Argopecten purpuratus in the Humboldt Current System. Science of the Total Environment 745: .
- Rimmer MA, Sugama K, Rakhmawati D, Rofiq R, Habgood RH. 2013. A review and SWOT analysis of aquaculture development in Indonesia. Reviews in Aquaculture 5: 255–279.
- Rojas PM, Saavedra S, Munoz C. 2016. Progress in farming of Chilean silverside Basilichthys microlepidotus Jenyns, 1841: an alternative for productive diversification. Latin American Journal of Aquatic Research 44: 342–354.
- Romo H, Alveal K, Werlinger C. 2001. Growth of the commercial carrageenophyte sarcothalia crispata (Rhodophyta, Gigartinales) on suspended culture in central Chile.
- Ross LG, Martinez Palacios CA, Morales EJ. 2008. Developing native fish species for aquaculture: The interacting demands of biodiversity, sustainable aquaculture and livelihoods. Aquaculture Research 39: 675–683.
- Rubilar T, Cardozo D. 2021. Blue growth: Sea urchin sustainable aquaculture, innovative approaches. Revista de Biologia Tropical 69: 474–486.
- Rybicka J, Tiwari A, Leeke GA. 2016. Technology readiness level assessment of composites recycling technologies. Journal of Cleaner Production 112: 1001–1012.
- Saavedra LM, Saldiás GS, Broitman BR, Vargas CA. 2021. Carbonate chemistry dynamics in shellfish farming areas along the Chilean coast: Natural ranges and biological implications. ICES Journal of Marine Science 78: 323–339.
- Saavedra S, Henríquez L, Leal P, Galleguillos F, Cook S, Cárcamo F. 2019. Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile. Convenio de Desempeño, Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño. Instituto de Fomento Pesquero. 106 pp.
- Sánchez-Velásquez JJ, Pinedo-Bernal PN, Reyes-Flores LE, Yzásiga-Barrera C, Zelada-Mázmela E. 2022. Genetic diversity and relatedness inferred from microsatellite loci as a tool for broodstock management of fine flounder Paralichthys adspersus. Aquaculture and Fisheries 7: 664–674.
- Sanz-Lazaro C, Sanchez-Jerez P. 2020. Regional Integrated Multi-Trophic Aquaculture (RIMTA): Spatially separated, ecologically linked. Journal of Environmental Management 271: 110921.
- Sartori D, Pellegrin D, Macchia S, Gaion A. 2016. Can echinoculture be a feasible and effective activity? Analysis of fast reliable breeding conditions to promote gonadal growth and sexual maturation in Paracentrotus lividus. Aquaculture 451: 39–46.
- 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.



- Secretaria General de Pesca. 2016. El mercado de la almeja en España Ministerio de Agricultura, Alimentacion y Medio Ambiente de España.
- Segovia-Viadero M, Serrão EA, Canteras-Jordana JC, Gonzalez-Wangüemert M. 2016. Do hatchery-reared sea urchins pose a threat to genetic diversity in wild populations? Heredity 116: 378–383.
- Sernapesca .2018. Manual de procedimiento de inscripción en el registro nacional de acuicultura de los centros experimentales y de investigación en laboratorios
- Sernapesca. 2020. Norma Técnica N° 1 Requisitos para la certificación zoosanitaria de animales acuáticos vivos y sus productos Departamento de salud animal subdireccion de acuicultura servicio nacional de pesca y acuicultura chile
- Sernapesca. 2021. Anuario estadistico | Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Available from: http://www.sernapesca.cl/informes/estadisticas?qt-quicktabs\_area\_trabajo=4
- Serrano E, Simpfendorfer R, Uribe JC, Medina A, Castro K, Morales R, Davies SJ. 2021. Dietary inclusion of Schizochytrium limacinum meal can maintain key productive parameters of pink cusk-eel (Genypterus blacodes) juveniles with a reduction in fish oil. Latin American Journal of Aquatic Research 49: 804–811.
- Servicio Nacional de Aduanas. 2021. Boletin Exportaciones Chilenas https://www.aduana.cl/el-2021-exportaciones-aumentaron-en-29-6-e-importaciones-56-7/aduana/2022-01-07/113126.html
- Silva A, Oliva M. 2010. Revisión sobre aspectos biológicos y de cultivo del lenguado chileno (Paralichthys adspersus). Latin American Journal of Aguatic Research 38: 377–386.
- Smaal AC, Ferreira JG, Grant J, Petersen JK, Strand Ø. 2018. Goods and services of marine bivalves.
- Stieglitz JD, Hoenig RH, Baggett JK, Tudela CE, Mathur SK, Benetti DD. 2021. Advancing production of marine fish in the United States: Olive flounder, Paralichthys olivaceus, aquaculture. Journal of the World Aguaculture Society 52: 566–581.
- SUBPESCA. 2022. Estado de situación de las principales pesquerías chilenas, año 2021. Departamento de pesquerías. División de Administracion Pesquera. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- Suplicy FM. 2020. A review of the multiple benefits of mussel farming. Reviews in Aquaculture 12: 204–223.
- Tascheri. R, Sateler J, Merino J, Díaz E, Ojeda V, Montecinos M. 2003. Estudio biológico-pesquero del congrio colorado, congrio negro y congrio dorado en la zona centro-sur Informe Final Proyecto FIP N° 2001-15, 356 pp.
- Taylor D, Saurel C, Nielsen P, Petersen JK. 2019. Production Characteristics and Optimization of Mitigation Mussel Culture. Frontiers in Marine Science 6: 698.
- Teletchea F. 2015. Domestication of marine fish species: Update and perspectives. Journal of Marine Science and Engineering 3: 1227–1243.
- Tello J. 2017. Plan de negocio para la implementación de una planta de acuicultura marina de lenguado en la costa centro del perú, 2017 Tesis universidad Catolica de Santa Maria.
- 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.
- Trinidad M. 2014. La ostra: técnica de cultivo, beneficios y características. https://agrotendencia.tv/agropedia/agropedia/acuicultura/cultivo-de-la-ostra/#:~:text=La%20ostricultura%20est%C3%A1%20b%C3%A1sicamente%20dominada,y%20Taiw%C3%A1n.
- 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.



- Trygve Gjedrem. 2012. Genetic improvement for the development of efficient global aquaculture: A personal opinion review. Aquaculture 344–349: 344–349.
- UACH. 2016. Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de erizo en la X y XI Regiones. Informe final proyecto PROYECTO FIP 2014-08, 250pp.
- UNAP. 2015. Estrategia para el Desarrollo de la Acuicultura en la region de Arica y Parinacota 2015 a 2024.
- Uriarte I. 2009. Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile. FAO
- Uriarte I, Astorga M, Navarro JC, Viana MT, Rosas C, Molinet C, Hernández J, Navarro J, Moreno-Villoslada I, Amthauer R, Kausel G, Figueroa J, Paredes E, Paschke K, Romero A, Hontoria F, Varó I, Vargas L, Toro J, Yáñez A, Cárdenas L, Enriquez R, Olivares A, Rey M, Izquierdo M, Sorgeloos P, Soto D, Farías A. 2019. Early life stage bottlenecks of carnivorous molluscs under captivity: a challenge for their farming and contribution to seafood production. Reviews in Aquaculture 11: 431–457.
- Valero M, Guillemin M-L, Destombe C, Jacquemin B, Gachon CMM, Badis Y, Buschmann AH, Camus C, Faugeron S. 2017. Perspectives on domestication research for sustainable seaweed aquaculture. Perspectives in Phycology.
- Varela DA, Hernríquez LA, Fernández PA, Leal P, Hernández-González MC, Figueroa FL, Buschmann AH. 2018. Photosynthesis and nitrogen uptake of the giant kelp Macrocystis pyrifera (Ochrophyta) grown close to salmon farms. Marine Environmental Research 135: 93–102.
- Vásquez J. 2018. Evaluación de biomasa y análisis del estado de explotación de las praderas naturales de algas pardas (huiro negro, huiro palo y huiro flotador) en las áreas de libre acceso de la XV región de Arica y Parinacota, I región de Tarapacá y II región de Antofagasta. informe final FIPA 2017-52, 251 pp.
- Vásquez JA. 2020. Loxechinus albus. In: JM Lawrence, editor. Developments in Aquaculture and Fisheries Science. SEa Urchins: Biology and Ecology Oxford: Elsevier B.V. p. 431–445.
- Vásquez J, Vega M, Buschmann A. 2006. Long term studies on El Niño– La Niña in northern Chile: effects on the structure and organization of subtidal kelp assemblages. J Appl Phycol 18:505–519
- 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.
- Vega R, Estrada JM, Ramirez D, Flores C, Zamorano J, Encina F, Mardones A, Valdebenito I, Dantagnan P. 2015. Crecimiento de juveniles de congrio colorado Genypterus chilensis en condiciones de cultivo. Latin American Journal of Aquatic Research 43: 344–350.
- Vega R, Sepúlveda C, Barnert M, Mardones A, Encina-Montoya F, Oberti C, Ramirez D, Estrada JM. 2018. Reproductive capacity of the red cusk-eel genypterus chilensis (Guichenot, 1848) in captivity. Latin American Journal of Aquatic Research 46: 489–494.
- Vidal G. 2004. Desarrollo de una dieta artificial para optimizar la calidad comercial de gónadas cafe de erizo Loxechinus albus de la XII región. Informe Final Proyecto FONDEF DOOI1149.
- Vivanco G, Oliva D, Abarca A. 2014. Efecto de dietas en base a microalgas tradicionales, nativas y dietas artificiales sobre el crecimiento y supervivencia en larvas velígeras de la almeja taquilla, Mulinia edulis. Revista de Biologia Marina y Oceanografia 49: 339–349.
- Watts SA, Lawrence AL, Lawrence JM. 2013. Chapter 10 Nutrition. Developments in Aquaculture and Fisheries Science p. 155–169.
- Weitzman J. 2019. Applying the ecosystem services concept to aquaculture: A review of approaches, definitions, and uses. Ecosystem Services 35: 194–206.
- Weitzman J, Filgueira R. 2020. The evolution and application of carrying capacity in aquaculture: towards a research agenda. Reviews in Aquaculture 12: 1297–1322.
- Westermeier R, González C, Murúa P, Morales J, Patiño DJ, Fabres N, Zamorano J, Müller DG. 2022. Seasonal variation of carrageenan yield, gel strength and viscosity in Sarcopeltis (ex Gigartina) skottsbergii from Southern Chile. Phycological Research 70: 42–49.



- 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.
- Westermeier R, Patiño D, Piel MI, Maier I, Mueller DG. 2006. A new approach to kelp mariculture in Chile: Production of free-floating sporophyte seedlings from gametophyte cultures of Lessonia trabeculata and Macrocystis pyrifera. Aquaculture Research 37: 164–171.
- Wiff R, Quiroz J, Ojeda V, Barrientos M. 2011. Estimación de mortalidad natural e incertidumbre para congrio dorado (*Genypterus blacodes* Schneider, 1801) en la zona sur-austral de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 39(2): 316-326, 2011.
- Wiff R, Quiroz J, Ojeda V. 2006. Investigación Evaluación de Stock y CTP Congrio Dorado Sur Austral. Informe final Código BIP 30033834-0, 75 pp.
- Willot PA, Aubin J, Salles JM, Wilfart A. 2019. Ecosystem service framework and typology for an ecosystem approach to aquaculture. Aquaculture 512: 734260.
- World Bank Group. 2014. Reducing disease risk in aquaculture, world bank report number 88257-qlb
- Wu J, Zhang H, Pan Y, Krause-Jensen D, He Z, Fan W, Xiao X, Chung I, Marbà N, Serrano O, Rivkin RB, Zheng Y, Gu J, Zhang X, Zhang Z, Zhao P, Qiu W, Chen G, Duarte CM. 2020. Opportunities for blue carbon strategies in China. Ocean & Coastal Management 194: 105241.
- Wurmann C, Routledge E. 2017. Aquaculture Diversification in South America: General views and facts and case studies of the Republic of Chile and Federative Reublic of Brazil. In B. Harvey, D. Soto, J. Carolsfeld, M. Beveridge & D.M. Bartley, eds. 2017. Planning for aquaculture divers. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 47 p. 51–91.
- Wurmann C. 2008. Problemática y desafíos de la producción chilena de moluscos bivalvos en pequeña escala. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). 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. No. 12. Roma, FAO, pp. 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.
- Xiao X, Agustí S, Yu Y, Huang Y, Chen W, Hu J, Li C, Li K, Wei F, Lu Y, Xu C, Chen Z, Liu S, Zeng J, Wu J, Duarte CM. 2021. Seaweed farms provide refugia from ocean acidification. Science of The Total Environment 776: 145192.
- Yáñez E, Lagos NA, Norambuena R, Silva C, Letelier J, Muck K-P, Martin GS, Benítez S, R. Broitman B, Contreras H, Duarte C, Gelcich S, Labra FA, Lardies MA, Manríquez PH, Quijón PA, Ramajo L, González E, Molina R, Gómez A, Soto L, Montecino A, Barbieri MÁ, Plaza F, Sánchez F, Aranis A, Bernal C, Böhm G. 2017. Impacts of Climate Change on Marine Fisheries and Aquaculture in Chile. Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture 239–332.
- Zamora S, Stotz W. 1994. Cultivo y producción masiva de juveniles de erizo rojo chileno Loxechinus albus (Molina, 1782) en laboratorio. Investigación pesquera Instituto de Fomento Pesquero 38: 37–54.
- 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.
- Zuniga-Jara S, Soria-Barreto K. 2018a. Economic analysis of loco abalone (Concholepas concholepas) commercial cultivation in Chile. Latin American Journal of Aquatic Research 46: 895–908.
- Zuniga-Jara S, Soria-Barreto K. 2018b. Prospects for the commercial cultivation of macroalgae in northern Chile: the case of Chondracanthus chamissoi and Lessonia trabeculata. Journal of Applied Phycology 30: 1135–1147.
- Zuniga-Jara S, Soria-Barreto K, Godoy-Alfaro D. 2022. Economic valuation of the commercial aquaculture of



Sarcopeltis skottsbergii in Southern Chile. Journal of Applied Phycology 34: 2645–2655.

# ANEXOS



## **INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

Sección Ediciones y Producción Almte. Manuel Blanco Encalada 839, Fono 56-32-2151500 Valparaíso, Chile www.ifop.cl



			AN	EXO 1
Cuestionarios utilizad	dos para identi	ficación y carad		
		1		

# 1. Encuesta 1. Identificación y caracterización general de especies potenciales

#### 1.1. Invitación a participar encuesta 1

De: SANDRA SAAVEDRA <sandra.saavedra@ifop.cl>

Date: jue, 22 sept 2022 a las 11:25

Subject: Selección de especies Potenciales para diversificación de la Acuicultura en Chile

To:

Estimada(o), junto con saludar, le comentamos que su nombre ha sido sugerido para ser parte de un estudio sobre "Selección de Especies Potenciales para Desarrollos en Diversificación de la Acuicultura en Chile", encargado por la Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Uno de los objetivos de este estudio es actualizar un ranking de especies susceptibles para diversificar la acuicultura nacional, considerando su potencial de desarrollo tecnológico, económico, social y ambiental.

En el archivo Excel adjunto, hemos preparado un cuestionario que incluye 6 secciones, 4 de las cuales refieren a la selección de especies (Peces, Moluscos, Algas y Otras especies) y otras 2, de carácter informativo general (Presentación y Contactos). Las instrucciones son también entregadas en la planilla, pero en general, solicitamos solo responder respecto a los grupos de especies en que usted tiene conocimiento y/o experiencia.

Nuestra estimación es que no debiese tomar más de 20 minutos responder este cuestionario. Una vez completado el cuestionario, guardar archivo y responder al remitente (sandra.saavedra@ifop.cl).

Desde ya agradecemos su aporte a este estudio e idealmente responder antes del 27 de septiembre.

Equipo IFOP.

Sandra Saavedra Muñoz Investigadora Semi Senior División de Investigación en Acuicultura. Instituto de Fomento Pesquero. Balmaceda 252. Puerto Montt, Chile. Fono: +56 323311304

Selección\_Especies\_Diversificación\_Acuicultura\_2022.xlsx 50K

## 1.2. Cuestionario aplicado en la encuesta 1



## **CUESTIONARIO**



# Selección de Especies Potenciales para Desarrollos en Diversificación de la Acuicultura en Chile

#### 1. PRESENTACION

La Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO ha solicitado al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) actualizar un ranking de especies susceptibles para diversificar la acuicultura nacional, considerando su potencial de desarrollo tecnológico, económico, social y ambiental. Usted ha sido seleccionado como experto para ser parte de este levantamiento de información. Nuestro compromiso es utilizar los datos exclusivamente con fines de investigación.

#### 2. CONTEXTO

Estadísticas de cosecha de acuicultura para el año 2021, indican la presencia de 20 especies (3 algas, 7 peces, 9 moluscos y 1 tunicado) (Sernapesca 2021), 10 de ellas corresponden a especies nativas y 10 a introducidas. En términos de volumen, la acuicultura nacional continúa siendo dominada por la salmonicultura (68,9 %) y la mitilicultura (29,5 %), sumando un 98,4 % de la cosecha total nacional. Un estudio reciente evaluó la diversificación de especies en la matriz productiva de la acuicultura mundial. Al construir un ranking que considerara países con una producción anual mayor a 100.000 toneladas y un índice que integrara el número de especies producidas y el volumen de cada una de ellas (ENS - Número Efectivo de Especies Cultivadas1), Chile se ubicó en la posición 26 de 38 (Cai et al. 2022). La diversificación de especies se ha convertido en una estrategia cada vez más importante para el desarrollo de la acuicultura sostenible a nivel mundial (Thomas et al. 2021, Cai et al. 2022). La diversificación se ve restringida por limitaciones en tecnología, rentabilidad, regulaciones, sostenibilidad y entornos propicios que incluyen la aceptación de la comunidad (Harvey et al. 2017). Si bien la diversificación podría reducir los riesgos biológicos y financieros, aumentando la capacidad para adaptarse a los cambios (i.e., construyendo resiliencia), muchas veces el sector privado puede carecer de incentivos para diversificar la composición de especies, porque desarrollar o adoptar nuevas especies y tecnologías tiende a ser costoso, de largo plazo y de alto riesgo (Metian et al. 2020, Cai et al. 2022).

Por otro lado, una matriz de especies pobremente diversificada puede aumentar la vulnerabilidad del sector y eventualmente conducir a trampas socio-ecológicas, especialmente, si no hay capacidad de adaptación y transformación del sistema de producción (Troell et al. 2014, Metian et al. 2020). Lo anterior, es de relevancia mayor en el contexto del cambio climático, los brotes de nuevas enfermedades, las fluctuaciones del mercado y otras incertidumbres.

<sup>1</sup> Indicador basado en el Índice de Diversidad de Shannon y que captura la riqueza de especies cultivadas y la uniformidad (i.e., cómo la producción individual aporta al total de la cosecha nacional).

	INFORMAC	IÓN DEL E	NCUESTADO
1.	Nombre:		
2.	Lugar de residend	cia actual:	
3.	Profesión u oficio	:	
4.	Cargo:		
5.	Antigüedad en el	cargo:	
6.	Institución/agrupad	ción/empresa:	
7. li	ndique el o los gru	pos de especi	es en la cual usted tiene mayor conocimiento, experiencia o ha realizado desarrollos:
a)	Peces		
b)	Moluscos		
c)	Macroalgas		
d)	Microalgas		
e)	Crustáceos		
f)	Equinodermos		
g)	Tunicados		
h)	Otro (Indicar)		

#### 4. SELECCIÓN DE ESPECIES

Considere la siguiente definición de especie potencial para diversificar la acuicultura nacional: "Especie (animal, vegetal, cromista) con un alto potencial de desarrollo tecnológico, económico, social y ambiental que puede contribuir a la diversificación y crecimiento de la acuicultura nacional. Esta especie puede ser nativa o exótica, cultivada en agua dulce o de mar, en sistemas abiertos, cerrados o semicerrados, bajo modalidades extensivas o intensivas de alimentación, dentro de concesiones de acuicultura, centros de cultivo en tierra, caletas pesqueras, Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) o Espacios Costeros Marinos Pueblos Originarios (ECMPO)".

De acuerdo a su conocimiento y experiencia, evalúe las siguientes dimensiones o criterios para cada especie seleccionada, considerando las siguientes definiciones:

- 1. **Biológicas.** Conocimiento biológico disponible para la especie. Considera variables como crecimiento, supervivencia, ciclo reproductivo, manejo de reproductores, producción de estadios tempranos (e.g., huevos, larvas, esporas), juveniles y semillas, mejoramiento genético, requerimientos nutricionales, manejo de variables abióticas críticas de la especie y cultivo (e.g., temperatura, salinidad y nivel de oxígeno de la especie y cultivo), entre otros.
- 2. **Sanitarias.** Conocimiento disponible sobre enfermedades, agentes patógenos y parásitos, así como de medidas o tratamientos preventivos o curativos.
- 3. **Tecnología e Ingeniería de cultivo.** Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional, incluyendo, disponibilidad de sistemas y componentes para implementar el cultivo en sus diferentes etapas y ambientes donde se proyecta el cultivo (e.g., balsas jaula, sistemas de fondeo, suministro de alimento, tecnología de cosecha), dietas especie- específica, acceso a proveedores de equipamiento e insumos, disponibilidad de análisis costo-producción y análisis bio-económicos, entre otros.
- 4. **Ventajas competitivas.** Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie, como posición y participación en el mercado y frente a equivalentes o competidores, costos del cultivo en sus diferentes etapas, costos en el procesamiento de productos y valor agregado, costos de transporte a mercados de destino, entre otros.
- 5. **Mercado.** Características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo, incluyendo, precios de mercado, tamaño potencial del mercado, variedad de productos y valor agregado, barreras o restricciones de entradas a mercados, nuevos nichos de mercado, existencia de recursos o productos sustitutos, entre otros.
- 6. **Impacto socio-económico.** Potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos, por ejemplo, en cuanto a generación de empleo, requerimiento de nivel de especialización de mano de obra, estacionalidad de uso de mano de obra, desarrollo de proveedores, generación de servicios.
- 7. **Normativa y Regulación.** Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial, por ejemplo, existencia de restricciones sanitarias y ambientales para su cultivo, restricción de importación e introducción de especies, espacio disponible para el cultivo.
- 8. Cambio climático. Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático (e.g., aumento de temperatura, acidificación, ambientes con mayor frecuencia de marejadas, escasez hídrica), considerando su tolerancia y capacidad de adaptación, así como oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación.
- 9. **Desarrollo sustentable.** Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional. Dentro de estas características se pueden mencionar: equidad en ingreso y costos, mejoras económicas y en empleo, acceso y seguridad alimentaria, impacto ambiental, oportunidad de implementación del enfoque ecosistémico, aceptabilidad social, entre otros.
- 10. **Impacto territorial.** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo de territorios específicos, como, por ejemplo, regiones administrativas, macrozonas, zonas áridas, y en ámbitos diversos, como, por ejemplo, desarrollo de proveedores, servicios, redes de colaboración tecnológica, logística, educativa. Finalmente se consulta respecto a:
- 11. **Escala de Madurez Tecnológica** (TRL Technology Readiness Level). Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial). Para ello y considerado la realidad a escala nacional, debe asignar un valor de 1 a 9, de acuerdo a las siguientes definiciones:

Nivel	Definición	Características del Nivel
TRL-1	Se observan e informan los principios básicos del concepto	Desarrollo a nivel de idea básica o descubrimiento. Se realiza investigación y observación científica básica con las propiedades de la tecnología. Se valida mediante publicaciones (artículos científicos) con las propiedades básicas de la tecnología.
TRL-2	Concepto tecnológico y/o aplicación formulada	Se realiza investigación aplicada, identificando aplicaciones prácticas basadas en principios científicos desarrollados durante TRL-1. La identificación de aplicaciones puede ser especulativa. Se valida mediante publicaciones analíticas para sustentar los conceptos del TRL-1.
TRL-3	Función crítica analítica y experimental y/o prueba de concepto	Se realiza "prueba de concepto" (demostración experimental de la tecnología), las que permiten validar las predicciones analíticas. La prueba de concepto se realiza en condiciones de laboratorio.
TRL-4	Componente y/o validación en un entorno de laboratorio	Se valida la "prueba de concepto" en laboratorio. Este nivel se asocia también a prototipos de pequeña escala probados en laboratorio. Los prototipos son de "baja fidelidad" comparados con el sistema completo. Se evalúan diferencias entre los resultados y lo previsto por los modelos analíticos.
TRL-5	Componente y/o validación en un entorno simulado	Se valida la tecnología en un ambiente simulado, fuera del laboratorio, en condiciones realistas. La tecnología y el ambiente en TRL-5 son más parecidos a la aplicación final que en TRL-4. Esta etapa se asocia a prototipos de gran escala probados en ambientes simulados.
TRL-6	Validación de sistema en entorno relevante	Se valida un modelo o prototipo, que representa una configuración casi deseada, generalmente más pequeño que la escala completa. Se prueba en un ambiente simulado, lo más parecido al ambiente real. Este nivel representa el inicio de desarrollos ingenieriles de la tecnología en ambientes operacionales (reales). En este nivel los prototipos deberían mostrar todas las funciones requeridas en un ambiente real.
TRL-7	Demostración del prototipo del sistema en un entorno operativo	Se pone a prueba un prototipo a escala completa en un ambiente operacional (real). Se demuestran resultados del prototipo en un ambiente real. El desarrollo de la tecnología alcanza un nivel pre- comercial en un ambiente real. La tecnología cumple normativas ambientales u otros estándares.
TRL-8	Certificación completa del sistema en entorno real	Se prueba que la tecnología funciona en su forma final y bajo las condiciones esperadas (entorno real). Esta etapa comúnmente representa el fin del desarrollo de la tecnología y la introducción inicial en el mercado.
TRL-9	Sistema probado con éxito en entorno real	La tecnología certificada opera en su forma final, en un ambiente real y el mercado se expande.

Para cada grupo de especies, se entrega un listado tentativo de especies que han sido seleccionadas como potenciales en ejercicios anteriores. Si la especie que usted considera como potencial no está en este listado puede agregarla. Si usted estima no poseer experiencia o conocimiento suficiente en un determinado grupo de especies, no está obligado a seleccionar y caracterizar especies.

3.1. GRUPO PECES. Si usted posee conocimiento o experiencia sobre este grupo, seleccione, un máximo de 5 especies. Si la especie no está en el listado propuesto, puede agregarla al final de la tabla. Para cada una de las 10 dimensiones y considerando las definiciones dadas anteriormente (Hoja Presentación), evalúe de 1 a 5 (1) Nada favorable, 2) Poco favorable, 3) Medianamente favorable, 4) Bastante favorable, o 5) Muy favorable). Para la Escala de Madurez Tecnológica (TRL) y considerando las definiciones dadas anteriormente (Hoja Presentación), asigne un valor de 1 a 9. Optativamente, indicar brevemente cuales serían las principales causas que han difficultado o impedido la consolidación del cultivo de la especie seleccionada (máximo de 3 causas), así como, cuales serían los principales essetores o subsectores impactados a nivel territorial (máximo de 3 impactos).

Nombre común	Nombre cientifico	1. Biológicas (1 a 5)	2. Sanitarias (1 a 5)	3. Tecnología-Ingeniería de cultivo (1 a 5)	4. Ventajas competitivas (1 a 5)	5. Mercado (1 a 5)	6. Impacto socio-económico (1 a 5)	7. Normativa y Regulación (1 a 5)	8. Cambio climático (1 a 5)	9. Desarrollo sustentable (1 a 5)	10. Impacto territorial (1 a 5)		12. Principales causas que han dificultado o impedido la consolidación de su cultivo (máximo 3)	13. Principales sectores o subsectores impactados a nivel territorial (máximo 3)
	Dissostichus eleginoides													
Palometa o Dorado	Seriola lalandi													
Corvina	Cilus gilberti													
Merluza Austral	Merluccius australis													
Cojinoba	Seriorella caerulea													
Hirame	Paralichtys olivaceus													
Congrio colorado	Genypterus chilensis													
Congrio dorado	Genypterus blacodes													
Lenguado chileno	Paralichtys adpersus													
Pejerrey chileno	Basilichthys microlepidotus													
Lisa	Mugil cephalus													
Puye	Galaxias maculatus													
		LΞ	LΞ		Ľ		$\perp$		Ľ	LΞ				
		1						1		1		_		

3.2. GRUPO MOLUSCOS. Si usted posee conocimiento o experiencia sobre este grupo, seleccione, un máximo de 5 especies. Si la especie no está en el listado propuesto, puede agregarla al final de la tabla. Para cada una de las 10 dimensiones y considerando las definiciones dadas anteriormente (Hoja Presentación), evalúe de 1 a 5 (1) Nada favorable, 2) Poco favorable, 3) Medianamente favorable, 4) Bastante favorable, o 5) Muy favorable). Para la Escala de Madurez Tecnológica (TRL) y considerando las definiciones dadas anteriormente (Hoja Presentación), asigne un valor de 1 a 9. Optativamente, indicar brevemente cuales serían las principales causas que han difficultado o impecidio la consolidación del cultivo de la especie seleccionada (máximo de 3 causas), así como, cuales serían los principales seutores o subsectores impactados a nivel territorial (máximo de 3 impactos).

				_					_		_			,
Nombre común	Nombre cientifico	1. Biológicas (1 a 5)	2. Sanitarias (1 a 5)	3. Tecnología-Ingeniería de cutivo (1 a 5)	4. Ventajas competitivas (1 a 5)	5. Mercado (1 a 5)	6. Impacto socio-económico (1 a 5)	7. Normativa y Regulación (1 a 5)	8. Cambio climático (1 a 5)	9. Desarrollo su stentable (1 a 5)	10. Impacto territorial (1 a 5)	11. TRL-Escala de Madurez Tecnológica (1 a 9)	Principales causas que han dificultado o impedido la consolidación de su cultivo (máximo 3)	Principales sectores o subsectores impactados a nivel territorial (máximo 3)
Loco	Concholepas concholepas													
Macha	Mesodesma donacium													
Culengue	Gari solida													
Navaja o Huepo	Ensis macha													
Almeja 1	Leukoma (ex - Venus) antiqua													
Almeja 2	Mulinia edulis													
Ostra Japonesa	Crassostrea gigas													
Ostión del Sur	Chlamys vitrea													
		1	<u> </u>			-	1	1	1	1	<u> </u>	<u> </u>		
		+	1	+		-	1	+	+	-	1	-		
		+	1	+			$\vdash$			1	1			
		-	1	_		-	-	_	_	-	-	-	1	l .

3.3. GRUPO ALGAS (incluye micro y macroalgas). Si usted posee conocimiento o experiencia sobre este grupo, seleccione, un máximo de 5 especies. Si la especie no está en el listado propuesto, puede agregarla al final de la tabla. Para cada una de las 10 dimensiones y considerando las definiciones dadas anteriormente (Hoja Presentación), evalúe de 1 a 5 (1) Nada favorable, 2) Poco favorable, 3) Medianamente favorable, 4) Bastante favorable, o 5) Muy favorable). Para la Escala de Madurez Tecnológica (TRL) y considerando las definiciones dadas anteriormente (Hoja Presentación), asigne un valor de 1 a 9. Optativamente, indicar prevemente cuales serán las principales causas que han dificultado o impedido la consolidación del cultivo de la especie seleccionada (máximo de 3 causas), así como, cuales serían los principales sectores o subsectores impactados a nivel territorial (máximo de 3 impactos).

Nombre común	Nombre científico	1. Biológicas (1 a 5)	2. Sanitarias (1 a 5)	3. Tecnología-Ingeniería de cultivo (1 a 5)	4. Ventajas competitivas (1 a 5)	5. Mercado (1 a 5)	6. Impacto socio-econó mico (1 a 5)	7. Normativa y Regulación (1 a 5)	8. Cambio climático (1 a 5)	9. Desarrollo sustentable (1 a 5)	10. Impacto territorial (1 a 5)	11. TRL-Escala de Madurez Tecnológica (1 a 9)	12. Principales causas que han dificultado o impedido la consolidación de su cultivo (máximo 3)	13. Principales sectores o subsectores impactados a nivel territorial (máximo 3)
Huiro flotador	Macrocystis pyrifera													
Huiro palo	Lessonia trabeculata													
Luga negra	Sarcothalia crispata													
Luga roja	Sarcopeltis skottsbergii													
Chicorea de mar	Chondracanthus chamissoi													
Cochayuyo	Durvillaea incurvata													
		Ľ	1		Ľ	L	$\perp$	Ľ						
			+	-	-	-	-	1	1		-	-		
		1	+	_	+	1	1	1	_			1		

3.4. GRUPO OTRAS ESPECIES (incluye crustáceos, equinodermos, tunicados, y otros). Si usted posee conocimiento o experiencia sobre este grupo, seleccione, un máximo de 5 especies. Si la especie no está en el listado propuesto, puede agregarla al final de la tabla. Para cada una de las 10 dimensiones y considerando las definiciones dadas anteriormente (Hoja Presentación), evalúe de 1 a 5 (1) Nada favorable, 2) Poco favorable, 3) Medianamente favorable, 4) Bastante favorable, o 5) Muy favorable). Para la Escala de Madurez Tecnológica (TRL) y considerando las definiciones dadas anteriormente (Hoja Presentación), asigne un valor de 1 a 9. Optativamente, indicar brevemente cuales serían las principales causas que han dificultado o impedido la consolidación del cultivo de la especie seleccionada (máximo de 3 causas), así como, cuales serían los principales sectores o subsectores impactados a nivel territorial (máximo de 3 impactos).

Nombre común	Nombre clentifico	1. Biológicas (1a5)	2. Sanitarias (1 a 5)	3. Tecnología-Ingeniería de cultivo (1 a 5)	4. Ventajas competitivas (1 a 5)	5. Mercado (1 a 5)	6. Impacto socio-económico (1 a 5)	7. Normativa y Regulación (1 a 5)	8. Cambio climático (1 a 5)	9. Desarrollo sustentable (1 a 5)	10. Impacto territorial (1 a 5)	11. TRL-Escala de Madurez Tecnológica (1 a 9)	Principales sectores o subsectores impactados a nivel territorial (máximo 3)
	Loxechinus albus												
	Lithodes antarctica												
	Cryphiops caementarius												
Piure	Pyura chilensis												
								lacksquare		L	L		
		-	$\vdash$	+						-	-	<u> </u>	
								+	-				
		-	-	-	_	_	_	-	-	-	-	_	

5.			
		EXP	

¿Conoce otros expertos que pudiesen responder la presente encuesta?

Nombre	E-mail o teléfono

#### MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

#### **REFERENCIAS**

Cai JN, Yan X, Leung PS. 2022. Benchmarking species diversification in global aquaculture. Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 605. Rome, FAO.

Harvey B, Soto D, Carlsfeld J, Beverridge M, Bartley D. 2017. Planning for aquaculture diversification: the importance of climate change and other drivers. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 47.

Metian M, Troell M, Christensen V, Steenbeek J, Pouil S. 2020. Mapping diversity of species in global aquaculture. Reviews in Aquaculture 12: 1090-1100

Sernapesca. 2021. [Internet]. Available from: http://www.sernapesca.cl/informes/estadisticas?qt-quicktabs\_area\_trabajo=4
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.





## Encuesta 2. Caracterización en detalle de especies potenciales preseleccionadas

### 2.1. Invitación (ejemplo) a participar encuesta 2

De: SANDRA SAAVEDRA <sandra.saavedra@ifop.cl>

Date: mié, 26 oct 2022 a las 10:46

Subject: Caracterización de Especies Potenciales para diversificación de la Acuicultura en Chile.

To:

Estimada(o), junto con saludarla(o), le comentamos que en el marco de un estudio sobre "Selección de Especies Potenciales para Desarrollos en Diversificación de la Acuicultura en Chile", encargado por la Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), su nombre ha sido identificado como experta(o) en la especie: Lenguado chileno (*Paralichtys adpersus*).

Uno de los objetivos de este estudio es actualizar la información disponible para especies con alto potencial para diversificar la acuicultura nacional, considerando su desarrollo tecnológico, económico, social y ambiental. Para obtener una buena caracterización de la potencialidad de la acuicultura de la especie seleccionada, el cuestionario adjunto (formato Word) consulta respecto a i) variables de 11 dimensiones relacionadas con la acuicultura de la especie, ii) Identificación de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (Análisis FODA), y iii) Identificación de brechas para consolidación de su acuicultura.

La información proporcionada por usted, junto a la recopilación de información bibliográfica/documental será la base para construir la ficha de la especie, caracterizar el potencial de la especie, y ser sometida a un análisis estratégico por parte de un grupo de expertos en acuicultura.

Si usted estima no poseer experiencia o conocimiento suficiente para responder alguna sección del cuestionario, no hay problema.

Considerando que el presente cuestionario es un instrumento de caracterización específica de la especie y su cultivo, se estima como tiempo de respuesta aproximadamente 1 hora, por lo tanto, agradecemos de antemano el tiempo de dedicación.

Nuestro compromiso es utilizar los datos exclusivamente con fines de investigación.

Una vez completado el cuestionario, guardar archivo y responder al remitente (sandra.saavedra@ifop.cl).

Desde ya agradecemos su aporte a este estudio e idealmente responder antes del 4 de noviembre.

Equipo IFOP.

--

Sandra Saavedra Muñoz Investigadora Semi Senior División de Investigación en Acuicultura. Instituto de Fomento Pesquero. Balmaceda 252. Puerto Montt, Chile.

Puerto Montt, Chile. Fono: +56 323311304

Certificación ISO 9001/2015: Sistema de Datos Biológico-Pesqueros (Arica, Iquique, Coquimbo, Valparaíso, San Antonio, Talcahuano y Calbuco, pesquerías industriales y artesanales)

CUESTIONARIO\_2\_Caracterización\_Especie\_Potencial\_final.docx 395K 2.2. Cuestionario aplicado en la encuesta 2

# **CUESTIONARIO**

# Caracterización de Especies Potenciales para Desarrollos en Diversificación de la Acuicultura en Chile

### 1. PRESENTACION E INSTRUCIONES GENERALES

La Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO ha solicitado al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) actualizar un ranking de especies susceptibles para diversificar la acuicultura nacional, considerando su potencial de desarrollo tecnológico, económico, social y ambiental.

Usted ha sido seleccionado como experto para ser parte de este levantamiento de información. Este cuestionario se orienta a la caracterización de una especie potencial para diversificar la acuicultura nacional, y para la cual, usted ha sido identificado como referente, dada su experiencia y conocimiento.

Para obtener una buena caracterización de la potencialidad de la acuicultura de la especie, este cuestionario consulta respecto a i) variables de 11 dimensiones relacionadas con la acuicultura de la especie, ii) Identificación de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (Análisis FODA), y iii) Identificación de brechas para consolidación de su acuicultura.

La información proporcionada por usted, junto a la recopilación de información bibliográfica/documental será la base para construir la ficha de la especie, caracterizar el potencial de la especie, y eventualmente ser sometida a un análisis estratégico por parte de un grupo de expertos en acuicultura.

Si usted estima no poseer experiencia o conocimiento suficiente para responder alguna sección del cuestionario, no hay problema.

Considerando que el presente cuestionario es un instrumento de caracterización especifica de la especie y su cultivo, se estima como tiempo de respuesta aproximadamente 1 hora, por lo tanto, agradecemos de antemano el tiempo de dedicación.

Nuestro compromiso es utilizar los datos exclusivamente con fines de investigación.

### 2. INFORMACIÓN DEL ENCUESTADO

- 1. Nombre:
- 2. Lugar de residencia actual:
- 3. Profesión u oficio:
- 4. Cargo:
- 5. Antigüedad en el cargo:
- 6. Institución/agrupación/empresa:

### 3. INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- 7. Nombre común:
- 8. Nombre Científico:
- 9. Distribución geográfica natural de la especie:
- 10. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro):
- 11. Estimación de años dedicados por usted a desarrollar la acuicultura de la especie:
- 12. Identificación de otros grupos/personas que ejecutan desarrollos para la especie:

# 4. CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES

Para cada característica/variable, complete con la información que usted sabe o dispone. Si usted dispone de valores y unidades de medición, indicarlos. En el caso de las variables en que no se dispongan de valores cuantitativos, como, por ejemplo, cuando se consulta sobre "niveles", sugerimos pueda asignar valores de 1 a 5, donde 1 es muy bajo y 5 muy alto. Agradecemos observar y/o justificar sus respuestas si corresponde.

1. E	<b>BIOLÓGICAS</b> : Coi	nocimiento bioló	baico dispo	nible para la	acuicultura de	la especie.
------	-------------------------	------------------	-------------	---------------	----------------	-------------

Caracteriation/Variable	Descripción de la	Volony Haidad (c!	Obcom/goiones/ivatific
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
1.1.Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	<u> </u>	400.0
1.2.Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo		
1.3.Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo		
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo		
1.5. Oxígeno	Rango de saturación/concentració n de oxígeno óptima en cultivo		
1.6.Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo		
1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo		

1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio	
1.9.Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda	

2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
2.1.Enfermedades	Nivel de conocimiento sobre enfermedades que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		
2.2. Agentes patógenos/parásitos/ epibiontes	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/epi biontes (epífitas o epizoicos) que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		
2.3.Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo		
2.4. Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/epi biontes en cultivo		

3. **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO:** Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justific
	variable	aplica)	ación

3.1.Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles (semillas) a nivel nacional	
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional	
3.3.Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de larvas y semillas	
3.4.Escala producción actual engorda	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de engorda	
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo	
3.6. Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo	
3.7.Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial	
3.8.Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bioeconómicos para el cultivo de la especie	

3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos de personas, para su implementación a escala comercial	
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	

# 4. VENTAJAS COMPETITIVAS: Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justific
Tal action of tal lable	variable	aplica)	ación
4.1.Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		
4.2.Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores		
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie		

**5. MERCADO**: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie		
5.2. Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie		
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie		
5.4. Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie		
5.5.Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial		
5.6.Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados		
5.7. Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie		
5.8. Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados		
5.9.Productos equivalentes o sustitutos	Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes		

5.10. Nivel de competidores Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos sustitutos o equivalentes	
---	--

6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO: Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo		
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo		
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)		
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie		

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el		

	cultivo de la especie en Chile	
7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile	
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile	

**8. CAMBIO CLIMÁTICO:** Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático		
8.2.Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático		
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático		
8.4.Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas		

	u otros eventos de alta energía	
8.5.Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo, a la escasez hídrica	
8.6.Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático	
8.7.Cambios en condiciones físico-químicas	Nivel de conocimiento disponible sobre condiciones físico- químicas esperadas (e.g., temperatura, salinidad, nutrientes, oxigeno) en el área candidata a desarrollar acuicultura de la especie	

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
9.1. Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos		
9.2. Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales		
9.3.Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del		

	acceso y seguridad alimentaria local y nacional	
9.4. Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	
9.5.Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	
9.6.Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular	
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada	

10. IMPACTO TERRITORIAL: Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
10.1. Ubicación geográfica del cultivo	Nombre la(s) región(s), macrozona(s) con mayor potencial para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		

10.2. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	
10.3. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	
10.4. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

De acuerdo a la siguiente escala y definiciones, determine en qué nivel de madurez TRL se encuentra el desarrollo de la acuicultura de la especie a nivel nacional.

ei desai	ei desarrono de la acdicultura de la especie a niver nacional.		
Nivel	Definición	Características del Nivel	
TRL-1	Se observan e informan los principios básicos del concepto	Desarrollo a nivel de idea básica o descubrimiento. Se realiza investigación y observación científica básica con las propiedades de la tecnología. Se valida mediante publicaciones (artículos científicos) con las propiedades básicas de la tecnología.	
TRL-2	Concepto tecnológico y/o aplicación formulada	Se realiza investigación aplicada, identificando aplicaciones prácticas basadas en principios científicos desarrollados durante TRL-1. La identificación de aplicaciones puede ser especulativa. Se valida mediante publicaciones analíticas para sustentar los conceptos del TRL-1.	
TRL-3	Función crítica analítica y experimental y/o prueba de concepto	Se realiza "prueba de concepto" (demostración experimental de la tecnología), las que permiten validar las predicciones analíticas. La prueba de concepto se realiza en condiciones de laboratorio.	
TRL-4	Componente y/o validación en un entorno de laboratorio	Se valida la "prueba de concepto" en laboratorio. Este nivel se asocia también a prototipos de pequeña escala probados en laboratorio. Los prototipos son de "baja fidelidad" comparados con el sistema completo. Se evalúan diferencias entre los resultados y lo previsto por los modelos analíticos.	

TRL-5	Componente y/o validación en un entorno simulado	Se valida la tecnología en un ambiente simulado, fuera del laboratorio, en condiciones realistas. La tecnología y el ambiente en TRL-5 son más parecidos a la aplicación final que en TRL-4. Esta etapa se asocia a prototipos de gran escala probados en ambientes simulados.
TRL-6	Validación de sistema en entorno relevante	Se valida un modelo o prototipo, que representa una configuración casi deseada, generalmente más pequeño que la escala completa. Se prueba en un ambiente simulado, lo más parecido al ambiente real. Este nivel representa el inicio de desarrollos ingenieriles de la tecnología en ambientes operacionales (reales). En este nivel los prototipos deberían mostrar todas las funciones requeridas en un ambiente real.
TRL-7	Demostración del prototipo del sistema en un entorno operativo	Se pone a prueba un prototipo a escala completa en un ambiente operacional (real). Se demuestran resultados del prototipo en un ambiente real. El desarrollo de la tecnología alcanza un nivel pre-comercial en un ambiente real. La tecnología cumple normativas ambientales u otros estándares.
TRL-8	Certificación completa del sistema en entorno real	Se prueba que la tecnología funciona en su forma final y bajo las condiciones esperadas (entorno real). Esta etapa comúnmente representa el fin del desarrollo de la tecnología y la introducción inicial en el mercado.
TRL-9	Sistema probado con éxito en entorno real	La tecnología certificada opera en su forma final, en un ambiente real y el mercado se expande.
NIVEL TR	RL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN

# 5. IDENTIFICACIÓN FODA

Identifique un **máximo de 3** Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas asociados a la acuicultura de la especie.

FORTALEZAS
1.
2.
3.
OPORTUNIDADES
1.
2.
3.
DEBILIDADES
1.
2.
3.
AMENAZAS

1.	
2.	
3.	

## 6. IDENTIFICACIÓN BRECHAS

Identifique un **máximo de 5** brechas relacionadas a la consolidación de la acuicultura de la especie, e indique a qué ámbito pertenece (e.g., tecnológica, conocimiento científico, económica, capital humano, mercado).

BRECHA	ÁMBITO O TIPO DE BRECHA
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

# 7. BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

Agradeceremos nos pueda compartir literatura (u otros recursos) científica, técnica, económica, u de otro ámbito aplicable a la acuicultura, para construir una base de datos de respaldo a la ficha de caracterización de la especie.

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

ANEXO 2
Fichas de caracterización de especies potenciales

### **PECES**

#### Hirame 1.

# INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- 1. Nombre común: Hirame
- 2. Nombre Científico: Paralycthys olivaceus
- 3. Distribución geográfica natural de la especie: Exótica
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): Intensivo, condiciones controladas

# **CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES**

1. BIOLÓGICAS: Conocimiento biológico disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
1.1.Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	Primeros 600 días de cultivo, un individuo puede alcanzar 1 kg de peso	Según A. Vélez (Com. Per), el cultivo de juveniles consta de 100 días y 500 días para la engorda. El cultivo puede durar entre 12 y 14 meses para alcanzar el 1 kg de peso.
1.2. Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	85 a 90% de supervivencia .	Según A. Vélez (Com. pers.), la supervivencia en la primera etapa alcanza el 75% hasta los 5g de peso por ejemplar. En la etapa de engorde alcanza entre un 85 a 90% de supervivencia.  Experimentalmente, el hirame ha mostrado una buena aclimatación al manejo en sistemas de recirculación, no registrándose mortalidades anormales en los experimentos realizados, y tanto el agua de mar bajo recirculación como el alimento probado, presentaron buenas características para fines productivos., siendo estos aspectos importantes en el desarrollo y optimización tecnológica de la especie.(https://www.aqua.cl/2008/09/12/hirame-una-nueva-especiede-exportacion/)
1.3.Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	18-21°C	El cultivo de esta especie precisa de una temperatura del agua de 18 a 21° C, por ello las regiones del

		I	
			norte de Chile son consideradas las más apropiadas para las instalaciones de cultivo (https://www.aqua.cl/2008/09/12/hir ame-una-nueva-especie-de-exportacion/).  Un estudio ha demostrado que las hembras adultas cambian sus hábitats durante el período reproductivo para encontrar temperaturas más altas que ofrezcan ventajas fisiológicas y ecológicas. (Yosuda et al 2010). Con temperaturas mayores se pueden lograr resultados superiores a los sistemas comerciales actuales. (https://www.aqua.cl/2008/09/12/hir ame-una-nueva-especie-de-exportacion/).
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo	30-35 psu	Según A. Vélez (Com. pers), el rango de salinidad para el cultivo es de 30-35 psu.
1.5. Oxígeno	Rango de saturación/concentració n de oxígeno óptima en cultivo	6 mg por litro.	Según A. Vélez (Com. pers), el mínimo de oxígeno que requiere es 6 mg por litro a la salida del agua del tanque.
1.6.Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo		Existe información sobre manejo y mejoramiento genético en países asiáticos que llevan la delantera en el cultivo de la especie (A. Velez conv. pers.). Por ejemplo, Nian Xin (2014) señala que la transferencia de genes (SMGT) es una tecnología prometedora, que se basa en la capacidad de los espermatozoides para internalizar ADN exógeno.
1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo		Taurina esencial para el crecimiento
1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar		El manejo de reproductores ha sido bastante estudiado, especialmente en países asiáticos donde el cultivo

	manejo de reproductores en cautiverio	ha sido desarrollado por años. Un ejemplo de ello es un estudio realizado por Yamamoto (1999) en la cual se buscó feminizar el cultivo debido a que las hembras tiene una mayor tasa de crecimiento.  Se examinaron las proporciones de sexos en diploides ginogenéticos y diploides normales y sus progenies para aclarar la determinación genética del sexo y permitir su manipulación artificial. Se reveló que esta especie tiene determinación sexual heterogamética masculina. Sin embargo, la diferenciación sexual de las hembras genéticas (XX) parece ser tan inestable que la inversión sexual espontánea a machos fisiológicos puede ser causada por factores exógenos, especialmente la temperatura alta del agua. Se establecieron técnicas de manipulación del sexo tanto fisiológico como genético utilizando esteroides sexuales y/o controlando la temperatura del agua de crianza. Se produjeron clones homocigóticos mediante la combinación de diploides ginogenéticos mitóticos inductores y diploides ginogenéticos mitóticos meióticos durante dos generaciones. Se produjeron clones heterocigóticos más vigorosos por hibridación entre diferentes clones. Estos parecen ser un buen material para la cría de
1.9. Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda	peces y la piscicultura comercial.  La tecnología e información existe y está bien desarrollada. El ciclo productivo del hirame en ambiente controlado, consiste en: Inicia con la incubación de ovas: 60 a 70 horas a 16°C. Luego el desarrollo larvario por 30 días. Luego la etapa de cultivo post larvas se realiza en estanques de fondo plano. Se realiza una selección de tallas y es posible obtener juveniles de 5g a los 100 días. Con una pigmentación del

	95% y una sobrevivencia 20%. Se cosechan juveniles con un peso promedio de 25 g
	(https://rnia.produce.gob.pe/wp- content/uploads/2019/11/11_chile_ antonio_velez.pdf)

2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
2.1.Enfermedades	Nivel de conocimiento sobre enfermedades que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		Existen algunas enfermedades bacterianas y protozooarias derivadas del cultivo. Sin embargo, en Chile no existen registros sobre enfermedades virales. (Bachsmann y Honorato, 2016)
2.2.Agentes patógenos/parásitos /epifitos	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/epif itos que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		Hirame novirhabdovirus (HIRRV) causa una enfermedad grave en los cultivos de peces marinos y de agua dulce, lo que provoca grandes pérdidas económicas en Asia y Europa (Tang et al 2018, Zhao et al 2019).
2.3. Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo		Doxiciclina e inmunoterapia eficientes contra scuticociliatosis en alevines (Yue Jai Knag 2014). El desarrollo de vacunas, especialmente vacunas orales, se ha convertido en una forma efectiva y conveniente de controlar las enfermedades infecciosas acuáticas. La glicoproteína HIRRV (G), una proteína viral inmunogénica, es una vacuna candidata potencial para la prevención de la enfermedad. recombinante que expresa HIRRV-G en la superficie celular como una vacuna oral para prevenir HIRRV (Zhao et al 2019)
2.4. Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/epif itos en cultivo		Sin información

# 3. **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO:** Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
3.1. Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles (semillas) a nivel nacional		Fundación Chile contaba con la tecnología y la infraestructura necesaria para desarrollar el cultivo de la especie en el país, tanto en su fase de hatchery como de engorda. En Tongoy llegó a desarrollar el cultivo en ciclo completo, desde ova a juvenil, incluyendo el manejo de reproductores.  (https://www.aqua.cl/2008/09/12/h irame-una-nueva-especie-de-exportacion/). El periodo del hatchery del hirame se puede dividir en diferentes fases: larval temprana, post larval, juveniles, donde se desarrollan hasta llegar a 100 días, momento en que tienen un peso de 5 g; es cuando están listos para pasar a la fase de pre engorda. Esta se prolonga hasta que cumplen 240 días y pesan 100 g en promedio. (https://www.aqua.cl/2008/09/12/h irame-una-nueva-especie-de-exportacion/)
3.2.Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional		Desarrollada y buenos niveles de eficiencia. Protocolos adaptados a las condiciones locales y basada en tecnología de cultivo de otros peces planos. La especie se cultiva en todas sus etapas, existiendo una completa domesticación con variadas técnicas de producción. La fase de engorda se realiza mediante cultivo intensivo en estanques tipo australiano, con flujo abierto . (https://www.aqua.cl/2008/09/12/hirame-una-nueva-especie-de-exportacion/). En esta fase los peces son alimentados con alimento formulado extruido, y se mantienen hasta cumplir 600 días de vida. Obtienen un peso de 1

3.3.Escala de producción actual larvas y semillas 3.4.Escala producción actual engorda	Nivel (escala) actual de producción en cultivo de larvas y semillas Nivel (escala) actual de producción en cultivo de		kg, que es el promedio de la talla comercial (https://www.aqua.cl/2008/09/12/h irame-una-nueva-especie-de-exportacion/).  Proceso de engorde del hirame consiste en engorde en estanques en tierra con un sistema abierto. En Iquique se ha cultivado con temperaturas que oscilan entre 14 a 24 °C. En esta etapa los individuos inician con 5 g y pueden alcanzar un peso final de 1300 g en 18 meses en engorde, con una tasa de conversión promedio 1,3:1. El alimento utilizado en esta etapa es alimento seco: 50% Prot ; 16% Líp. y se cultivan con una densidad de 30 a 40 kg / m3.  No existe producción actualmente
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	engorda  Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo		Existe el desarrollo de dietas específicas de la especie en países asiáticos (Jong Hyun Kim 2014, Okorie 2012)
3.6. Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo		Similares tecnologías de cultivo de otros peces planos, por lo que hay proveedores y equipamiento (A. Vélez Com. Pers)
3.7.Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial	\$2214 millones para 900 ton anuales	Según informes emanados por Fundación Chile, se requeriría de una inversión de \$2214 millones para 900 ton anuales.
3.8. Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bio-		

	económicos para el cultivo de la especie	
3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos para su implementación a escala comercial	Según A. Vélez (com pers). La tecnología es completamente transferible.
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	La tecnología de cultivo está totalmente desarrollada en países donde se cultiva e investiga durante años (países asiáticos). Además, ya se ha desarrollado la tecnología en el país y es posible retomar el cultivo (A. Velez com. pers)

# 4. VENTAJAS COMPETITIVAS: Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
4.1.Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		No existe producción actualmente
4.2. Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		Es muy importante, Corea produce 50.000 toneladas. Es muy apetecido por coreanos, japoneses, estadounidenses y brasileños (A. Vélez com. pers) Chile se ubica cerca de los principales centros de consumo a los que estarnos dirigidos, aun así los costos de fletes de los productos terminados tienen una incidencia importante en el costo final, dependiendo del estado del producto. En el caso de que el producto sea fresco, deben ser transportados vía aérea desde Chile a los Estados Unidos, y por vía marítima si el pescado está congelado. Para países como Perú o Brasil, los envíos se realizarían por vía terrestre, ya sea fresco o congelado. En tanto a nuestras ventajas competitivas, la localización del centro de

cultivo en sector norte de nuestro país cuenta con las condiciones naturales propicias para el espécimen (temperatura y calidad del agua) ahorrando así numerosos costos de acondicionamiento de agua. Además, el nivel de desarrollo tecnológico necesario está disponible y ya fue probado por Fundación Chile, con ejemplares en la región de Coquimbo y Tarapacá dando excelentes resultados en los ámbitos de crecimiento y mortalidad (http://repositorio.unab.cl/xmlui/h andle/ria/15906)

La aplicación de nuevas tecnologías debiera resultar en mayor productividad, menor riesgo y menores costos de producción para, finalmente, aprovechar de mejor forma las oportunidades y adquirir mejor competitividad frente a la acuicultura de países que están en constante desarrollo e innovación en esta industria. Esta misma tecnología de producción en sistemas cerrados, recirculados, puede ser aplicada a otras especies de nuestra acuicultura, La experiencia exitosa de Fundación Chile podría colocar a Chile como el proveedor ideal de hirame no sólo a nivel continental, sino también hacia Europa. Es muy probable que los importadores de pescado ofrezcan el producto a restaurantes japoneses en todo el viejo continente, en donde los chefs están muy familiarizados con este pescado y si lo pueden obtener a un precio razonable (UD\$ 13 el kilo), por supuesto que se transformaría en una muy buena opción.

		(https://www.aqua.cl/2008/09/12/ hirame-una-nueva-especie-de-
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores	exportacion/)  Menos seco que del lenguado. Se abre el mercado en Chile y América Latina. (A. Vélez, Com. Pers).
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie	No tiene mucha competencia, a pesar de ser un pez plano es considerado una marca en sí mismo, ya que tienen características organolépticas muy apreciadas por consumidores asiáticos (A. Vélez com, pers)  El mercado objetivo apunta a distribuidores y mayoristas en los países de América que posean una cantidad de colonias japonesas considerables. Brasil es uno de ellos, donde la población japonesa estimada es de 1,5 millones. También Estados Unidos, donde para el año 2010 se contaba con aproximadamente 1,3 millones de japoneses y otros 1,7 millones de japoneses y otros 1,7 millones de japoneses y otros 1,7 millones de coreanos, quienes también son importantes demandantes del producto Por otra parte Japón, principal punto de concentración de la demanda de esta especie, presenta la complejidad de competencia con Corea, quien produce grandes cantidades de Hirame y, por su cercanía con el país Nipón puede introducirse en dicho mercado con costos de flete más baratos, dejando inviable esta opción. En virtud de lo anteriormente mencionado, en América, se encuentra una gran población de origen japonés, por lo que en estos casos poseemos la ventaja geográfica para proveer a los consumidores del continente que actualmente tienen escasas posibilidades de acceder a una oferta del producto, existiendo

	así una amplia demanda no
	atendida.

**5. MERCADO**: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
5.1. Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie		Hace años el hirame estaba a 13 dólares el kilo en Santiago (A. Vélez, com pers)
5.2.Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie		\$4500 US\$/Ton FOB según Informes de Fundación Chile
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie		El mercado actual es alto especialmente en países asiáticos, pero ellos cultivan. En EEUU, Brasil hay mercado (A. Vélez com. pers)
5.4. Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie		Alto, es muy cotizado por el mercado asiático y otros lugares como California. A. Vélez
5.5. Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial		Es considerado ideal para la preparación del sushi, por lo cual su comercialización está enfocada a restaurantes de peces "finos" y mercados de países como Japón, donde se consume masivamente. Además de Estados Unidos, Perú, Brasil y Argentina, donde existen importantes colonias japonesas, con alto poder adquisitivo y que actualmente tienen la única posibilidad de acceder a una oferta de producto símil de hirame (https://www.aqua.cl/2008/09/12/hirame-una-nueva-especie-de-exportacion/) Comercializacion hirame  • Mercado : USA – Brasil, Perú y local.  • Producto: fresco enfriado entero eviscerado  • Rendimiento: 95%.

			Precio venta: aprox. US\$12/kg FOB STGO. Costo aprox. US\$ 6,5 / kilo (variable) Experiencia comercial de 5 años exportando (https://rnia.produce.gob.pe/wpcontent/uploads/2019/11/11_chile_antonio_velez.pdf)
5.6.Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados	4	Variaciones con leve alza
5.7. Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie		Producto vivo, fresco enfriado, entero eviscerado (A. Vélez com pers)
5.8.Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados		Lejanía con compradores aumenta el costo
5.9.Productos equivalentes o sustitutos	Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes		Similar al lenguado, cuya carne está considerada de mejor calidad y tarda menos en alcanzar la talla comercial (18 a 20 meses), respecto al tiempo que, por ejemplo, demora el salmón atlántico (24 a 30 meses)
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos sustitutos o equivalentes		Desarrollo tecnológico altísimo de cultivo de países competidores: Japón y China (A. Vélez Com. Pers)

6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO: Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo		Tecnología de cultivo intensivo con tendencia a la mecanización y automatización de los procesos. Según seminario de cultivo de Hirame en Tarapacá, se señala que el desarrollo futuro de esta actividad puede tener un alto impacto en la economía de la región dadas las condiciones naturales propicias que exhibe el borde costero al

		sur de Iquique, la existencia de un mercado potencial para el producto y la existencia de otros factores productivos y logísticos que favorecerían el cultivo comercial de hirame en la región de Tarapacá (https://www.unap.cl/prontus_unap/site/artic/20120705/pags/20120705164901.html)
6.2. Nivel de	Nivel de especialización	Alta especialización, la
especialización	de mano de obra	tecnología disponible tiene a la
	requerida para el cultivo	automatización
6.3. Estacionalidad de	Nivel de temporalidad	Muy baja estacionalidad, cultivo
uso de mano de	en el uso de mano de	bajo condiciones controladas
obra	obra asociada al cultivo	
	(e.g., año completo,	
	temporada, estación)	
6.4. Desarrollo de	Percepción del nivel de	Según A. Vélez, al ya haberse
proveedores y	desarrollo potencial de	realizado el cultivo, hay
servicios	proveedores y servicios	proveedores de insumos y
	asociados a la	servicios. Debido a que está
	consolidación del cultivo	disponible la tecnología.
	de la especie	

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		En el ámbito legal, el estatus del cultivo de Hirame en Chile es de una especie autorizada para su cultivo comercial con cultivos sólo autorizados en tanques en tierra <a href="http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/15906">http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/15906</a>
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		Solo cultivo en tierra, se somete a legislación acuícola y ambiental
7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para		Hay restricciones, pero se han resuelto, porque ya hay experiencias de exportaciones con la certificación correspondiente.

	desarrollar el cultivo en Chile	
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile	Ventaja geográfica para el mercado americano Existe tecnología disponible.  Disponibilidad de sitios en tierra; principalmente zona norte, para cultivos en sistema abierto de circulación de agua, o en sistema de re-circulación.(Buschmann y Honorato 2016) <a href="http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/15906">http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/15906</a>

**8. CAMBIO CLIMÁTICO:** Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático		Según A. Vélez, las condiciones controladas, no afectan el cultivo.
8.2. Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático		Condiciones controladas por lo tanto no afecta el cultivo, sin embargo hay estudios en Japón que indican que el aumento de la temperatura del agua puede desempeñar un papel importante en la selección del sitio de desove de esta especie, además aumenta la necesidad de ingesta de energía, documentando un aumento de la migración vertical en busca de alimento. (Yasuda 2010). Scharsack y Franke (2022) señalan que la infección de Paralichthys olivaceus con el virus (HIRRV) redujo significativamente la mortalidad con un cambio de temperatura de 10 a 20°C. La exposición prolongada de Hirame infectadas a 20°C resultó en una sólida inmunidad mediada por anticuerpos contra la reinfección con HIRRV (Wanget al., 2021). Esto sugiere que los patógenos virales como VHSV, SVC y HIRRV se han adaptado para

			infectar, proliferar y causar patología (e incluso mortalidad) en sus huéspedes a temperaturas relativamente bajas, aprovechando el sistema inmunitario adquirido menos activo de sus huéspedes, además aumenta la necesidad de ingesta de energía, documentando un aumento de la migración vertical en busca de alimento. (Yasuda 2010).
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático		Condiciones controladas por lo tanto no afecta el cultivo.
8.4. Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía		Existe tecnología para subsanar este tema. Punteras
8.5. Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo a la escasez hídrica	No aplica	Sin información
8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático		Al ser cultivos en tierra y por ende en condiciones controladas podría ser factible la incorporación de este tipo de cultivos como mitigación, bajo el contexto de seguridad alimentaria (A. Vélez com pers)

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
9.1. Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos		Social permite el desarrollo en distintas partes de la Chile. (A. Vélez com pers)

0.2 Majoras acanámicas	Nivol on aug of		La instalación de cultivas en
9.2.Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales		La instalación de cultivos en tierra permite la incorporación de mano de obra, lo que generaría empleo (A. Vélez com pers)
9.3.Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional		El cultivo en tierra permite una mayor seguridad de la producción ( A. Vélez com pers)
9.4. Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Se debe cultivar en sistema en RAS es más sustentable que el cultivo en balsas y las fecas son problemas del cultivador (A. Vélez com pers)
9.5.Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	3	Existe mucha desinformación de cómo funciona el cultivo y por lo tanto genera rechazo de la población, lo relacionan con la salmonicultura (A. Vélez com pers)
9.6. Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular		Sin información
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura		Sin información
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada		Con peces filtradores y macroalgas, que pueden como mitigación de los desechos de complejos nitrogenados, pero no es buen negocio porque aumenta costo. Quizás sea más rentable un cultivo multiespecie de peces. (A. Vélez com pers)

**10. IMPACTO TERRITORIAL:** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
10.1. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		La tecnología, las capacidades están y por lo tanto potencialmente se puede desarrollar mercados de proveedores nacionales. (A. Vélez com pers)
10.2. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Ya se habían desarrollado las redes de colaboración logística, en experiencias previas para la producción y exportación del Hirame. (A. Vélez com pers)
10.3. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Se habían probado anteriormente y existen, pero es bueno colaborar con países que tengan una mayor experiencia como Corea. (A. Vélez com pers)

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN
7-8	Se ha desarrollado el cultivo, la tecnología está probada

# BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

Buschamann v Honorato 2016)http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/15906

Scharsack, J. P., & Franke, F. (2022). Temperature effects on teleost immunity in the light of climate change. Journal of Fish Biology, 101(4), 780–796. https://doi.org/10.1111/jfb.15163

Tohya Yasuda, Ryo Kawabe, Tetsuya Takahashi, Hiromi Murata, Yutaka Kurita, Naoyuki Nakatsuka, Nobuaki Arai, Habitat shifts in relation to the reproduction of Japanese flounder Paralichthys olivaceus revealed by a depth-temperature data logger, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Volume 385, Issues 1–2, 2010, Pages 50-58,

Wang, H. Y., Tang, X. Q., Xing, J., Sheng, X. Z., Chi, H., & Zhan, W. B. (2021). Vaccination with live Hirame novirhabdovirus (HIRRV) at temperature-controlled condition induced protective immunity in flounder (Paralichthys olivaceus). Microbial Pathogenesis, 157, 7.

https://www.aqua.cl/2008/09/12/hirame-una-nueva-especie-de-exportacion/PPT: https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/11/11 chile antonio velez.pdf

## 2. Lenguado fino

## INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- 1. Nombre común: Lenguado fino, Lenguado chileno
- 2. Nombre Científico: Paralichthys adspersus
- 3. Distribución geográfica natural de la especie: Nativa Se distribuye desde la localidad de Paita (norte de Perú) hasta el golfo de Arauco (Chile), incluyendo el archipiélago de Juan Fernández (Pequeño, 1989; Siefeld et al., 2003).
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): Extensiva, condiciones controladas

# **CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES**

BIOLÓGICAS: Conocimiento biológico disponible para la acuicultura de la especie.      Característica/Variable			
Caracteristica/variable	variable	Unidad (si aplica)	Observaciones/justificacion
1.1. Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	36 meses	El tamaño comercial de un kilo se alcanza a los 3,5 años (Silva et al., 2001).
1.2. Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	75%	Las supervivencias en etapa (eclosión a juvenil) varían entre 10 y 25%. Pero en el cultivo completo, sería de un 75% (Silva., A & M. Oliva 2010)
1.3.Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	15-20°C	Para el cultivo de larvas se recomienda 18°C (Orellana, 2002). Según Silva et al. (2001) el rango de temperatura de cultivo oscila entre 14,9 y 17,3°C.
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo	30-35%	La salinidad fluctúa cercana al 35% siendo el valor óptimo 30%. El intervalo de resistencia es hasta un 40%. Dado que la salinidad del mar oscila en torno a 35%, se estima que el crecimiento máximo se da a salinidades por debajo de las que se encuentran en su medio natural (Bustos 2015).
1.5.Oxígeno	Rango de saturación/concentración de oxígeno óptima en cultivo		Según Silva (2001). El oxígeno disuelto debe ser de 7 mg/l, al momento de capturar reproductores. Según Bustos (2015), el lenguado en el fondo marino consume poco oxígeno 2mg/l = 11hr; rango ótimo a 8 mg/l, siendo el intervalo de resistencia de hasta 1mg/l donde éste muere.

1.6. Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo	Sin información
1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo	Se requiere una dieta con 57% de proteína.
1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio	Actualmente, la maduración natural y desove espontáneo de los reproductores se practica rutinariamente con buenos rendimientos.  Se utilizan reproductores de 3 a 4 años de edad (700 a 1.500 g), mantenidos bajo condiciones naturales se luz y temperatura en estanques de 6 a 10m3, con circuito abierto de agua de mar y aireación constante, En proporción de dos machos por hembra y densidades de 1-2 kg m² (Silva., A & M. Oliva 2010)
1.9.Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda	Existe, pero es limitada, según ficha (Silva., A & M. Oliva 2010)

2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
2.1.Enfermedades	Nivel de conocimiento sobre enfermedades que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		Se ha documentado Vibriosis en cultivo
2.2. Agentes patógenos/parásitos/ epifitos	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/epifit os que afectan a la		Septicemia por aeromonas móviles. Furunculosis. Vibriosis: Septicemia bacteriana hemorrágica (Pseudomonas sp).

	especie en cultivo o ambiente natural	Flexibacteriosis. Edwarsielosis. Pasteurelosis. Enfermedad ulcerativa. Enfermedad bacteriana del riñón (BKD). Botulismo. Tuberculosis. Nocardiosis. Necrosis Infecciosa Hematopoyetica (IHN). (Bustos 2015)
2.3. Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo	Los tratamientos contra la vibriosis en cultivo de peces son de aplicación frecuente y muy efectivos en la gran la mayoría de los casos. Se considera que este tipo de situaciones no representan un freno que limite el escalamiento productivo del cultivo de esta especie)
2.4.Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/epifit os en cultivo	Los peces reproductores son sometidos a tratamientos antiparasitarios (formaldehido 50 a 100 ppm) y de ser necesario antibacterianos para evitar infecciones (Bustos 2015)

# 3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO: Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
3.1. Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles (semillas) a nivel nacional		Se cuenta con la tecnología para realizar su cultivo a nivel comercial (Alvial & Manríquez, 1999; Silva & Vélez, 1998).  Diversos trabajos relacionados con el crecimiento de juveniles provenientes de capturas o cultivados, demuestran que P. adspersus puede ser engordado en estanques o jaulas, desde juvenil a tamaño comercial, sin dificultades de crecimiento, supervivencia ni manejo (Silva & Flores, 1994; Silva et al, 2001).
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional		Se han logrado avances importantes en la tecnología de cultivo de esta especie en los últimos años. De hecho, se han repoblado áreas costeras a partir de juveniles producidos en sistemas de cultivo.

3.3.Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel (escala) actual de producción en cultivo de larvas y semillas	Sin información	Sin información
3.4. Escala producción actual engorda	Nivel (escala) actual de producción en cultivo de engorda		Se desconoce la escala actual de producción, pero hay proyecciones teóricas
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo		En cultivo, esta especie acepta y se alimenta bien indistintamente de pellet húmedo y seco de diferentes calibres, según su tamaño. Comparado con otras especies, <i>P. adspersus</i> se alimenta lentamente, tanto en la columna de agua como en el fondo, presentando diferentes patrones de alimentación dependiendo del tipo de alimento y de su movimiento en el agua. Asimismo, se ha detectado que su consumo es variable dependiendo de su tamaño y estación del año. Así el lenguado chileno muestra consumos a saciedad que van de 11% a 9% de su biomasa/día entre los 2 y 5 g de peso, y entre 1,4 y 2,7% de su biomasa/día a partir de los 46 g de peso (Silva et al, 2001)
3.6. Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo		Equipo de uso común en la acuicultura de peces planos, al igual que Hirame.
3.7. Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial	\$786.785.81 0	Una inversión inicial es de \$786.785.810 pesos. Esta inversión se divide en fija, que corresponde a \$122.954.059 pesos y circulante (capital de trabajo), que asciende a \$663.831.751 pesos. La TIR obtenida fue de 25% mientras que el VAN fue de \$1.906.370.967 pesos. Además, la inversión se recuperará en el 3° año por lo que se considera como un proyecto de recuperación a mediano plazo (50 ton anuales) (Bustos 2015)
3.8. Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos		La superficie total del terreno apropiado, para la planta de producción acuícola de lenguado

	de producción, costo/beneficios, bio- económicos para el cultivo de la especie	asciende a 3.500 m <sup>2</sup> con una superficie construida de 2.385 m <sup>2</sup> que albergará a las 50 toneladas anuales de producción (Bustos 2015)
3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos para su implementación a escala comercial	Transferible, sin embargo, se requiere de manos de obra especializada y una alta inversión (A. Vélez)
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	Tecnologías disponibles de cultivos de peces planos en general

# 4. **VENTAJAS COMPETITIVAS**: Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
4.1.Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		Esta especie es de gran importancia para Chile y Perú por su alto valor comercial. La pesca artesanal de lenguado se encuentra severamente deprimida, alcanzando desembarques inferiores a las 10 toneladas en la región de Coquimbo, y 95 toneladas a nivel nacional (Informe Repoblamiento de Lenguado: Una solución Tecnológica para la pesca Artesanal en la IV región. 2004)
4.2. Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores		Esta especie es de gran importancia para Chile y Perú por su alto valor comercial.
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie		Es uno de los peces planos de mayor calidad, quizás solo superado por el turbot o rodaballo (Campbell, A. C. 1979). Es una especie magra, de carne exquisita y con alta

	demanda en el mercado nacional, peruano y asiático. Esto hace que esta especie sea atractiva para su cultivo. Además ofrece un importante aporte de proteínas y de vitaminas del grupo B, así como de magnesio, potasio, fósforo y sobre todo de yodo (Bustos 2015)
--	---

5. MERCADO: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie	\$5000 filete de lenguado	En el mercado nacional se puede encontrar como filete congelado a \$5000. (Alcopa precios 2022 www.alcopa.cl )
5.2. Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie	\$4500 US\$/Ton Fob	
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie	1	En Chile no hay mediciones formales del tamaño del mercado de peces planos, solamente se encuentra disponible la información de crecimiento que entregan las pocas empresas que hacen pública su gestión, (Bustos 2015)
5.4.Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie		Registros históricos de captura, con tendencia decreciente (95t en 2000, 47 t en 2007) (Ficha informe anterior)
5.5.Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial		Con alta demanda en el mercado nacional, peruano y asiático (Bustos 2015)
5.6. Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados		La demanda del producto "filetes de lenguado" se analizó tanto en Chile como en Perú, ya que el lenguado P. adspersus es endémico de las costas de estos dos países y además pertenece a un pescado conocido por ambas culturas, por lo que no es necesario una estrategia de ventas muy compleja para el conocimiento del producto por

			parte del consumidor y el posicionamiento de este en dicho mercado, ya que solo existen dos variedades de lenguado conocidas
			(P. adspersus y P. microps), lo que se traduce en una baja competencia (Bustos 2015)
5.7. Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie		Filetes de lenguado formato tipo "pan size". Debido a que con la tecnología de cultivo actual es posible cultivar lenguados de 600 grs en 1 año y diez meses, teniendo en cuenta un 50% de rendimiento por presa de lenguado para obtener filetes de 300 grs (formato tipo pan size) en tanques en tierra, reduciendo casi a la mitad el ciclo de crecimiento del lenguado, haciendo como mínimo un 46% más económico el proceso de cultivo de lenguado y a su vez mucho más rentable, posibilitando de esta forma su escalamiento industrial. (Bustos 2015)
5.8. Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados		La especie no es limitante, pero hay que cumplir con exigencias sanitarias a los países de destino y certificaciones de calidad
5.9. Productos equivalentes o sustitutos	Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes	Lenguado Solea-solea Lenguado Californiano Turbot	Europa se investiga sobre el cultivo del lenguado solea-solea y solea senegalés; México, produce semillas del lenguado californiano; en Brasil y Argentina se cultiva a nivel experimental el lenguado Paralichthys orbignyanus, sin embargo no hay estudios realizados sobre los costos de producción del lenguado P. orbignyanus porque ésta, corresponde a una especie nueva en el arte del cultivo, no obstante, se pudo encontrar información sobre costos de una especie sustituta próxima para el consumidor como es el turbot (Bustos, 2015)
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies		Especie de gran importancia a nivel comercial en Chile y Perú. (Bustos 2015)

o productos sustitutos o	
equivalentes	

6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO: Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo		Bajo, solo impacto en cultivo y procesamiento. Se debe contar con mano de obra especializada.
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo		Técnicos especializados y operarios entrenados
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)		No enfrenta periodos significativos de estacionalidad, el cultivo se puede realizar durante los 12 meses del año.
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie		La adaptación de tecnologías para el manejo de peces planos, es posible afirmar que se cuenta con las herramientas necesarias para abarcar una industria con importantes proyecciones para la acuicultura nacional, ya que se han disminuido los costos y mejorado los sistemas de cultivo de esta especie (Bustos 2015)

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		Bajas restricciones por ser especie nativa
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		El Artículo 4 del RAMA señala que en el cultivo existe probabilidad de vertimiento de residuos, traslado de desechos y la obligatoriedad de mantener la limpieza de playas y terrenos aledaños sin residuos sólidos de la acuicultura

7.3.Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile		Sin información
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile	Se desconoce	Se desconoce los espacios disponibles, pero se requiere electricidad, espacio para la infraestructura y disponibilidad de agua de mar. Si bien el clima no afecta de manera directa al cultivo del lenguado, puesto que los estanques estarán cubiertos, si es importante controlar la temperatura del agua de mar, ya que el sistema de cultivo es abierto y el rango óptimo de temperatura del agua de mar para el cultivo oscila entre los 13 a 18 °C (Bustos 2015)

8. CAMBIO CLIMÁTICO: Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático		Debido a que el cultivo se desarrolla bajo condiciones controladas, el cultivo se adapta con mayor facilidad al cambio de variables, debido a que son monitoreadas constantemente.
8.2.Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático		Idem anterior
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático		Idem anterior

8.4. Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía	Cultivo en tierra, debe estar protegido de lugares inundables por marejadas.
8.5. Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo a la escasez hídrica	Sin información
8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático	Sin información

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
9.1. Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos		Sin información
9.2. Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales		Sin información
9.3. Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional		Sin información
9.4.Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Los antecedentes para acreditar que el proyecto requiere someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental se encuentran en las disposiciones generales y en la

		generación o presencia de efectos, características o circunstancias que definen la pertinencia de presentar un estudio de impacto ambiental del Decreto Supremo N° 95, artículos 1, 2, 3 letra (n), 4, 5, 6, 7, 9 y 10 que avalan la elaboración de dicho estudio.
9.5.Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Sin información
9.6. Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular	Sin información
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	Sin información
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada	Con peces, filtradores y macroalgas, que pueden como mitigación de los desechos de complejos nitrogenados, pero no es buen negocio porque aumenta costo. Quizás sea más rentable un cultivo multiespecie de peces. (A. Vélez com pers)

**10. IMPACTO TERRITORIAL:** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
10.1. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Sin información

10.2. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Sin información
10.3. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Sin información

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN	
6	Experiencias de cultivo exitosas y desarrollo de tecnología de cultivo	

#### BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

Alvial, A. & J. Manríquez. 1999. Diversification of flatfish culture in Chile. Aquaculture, 176: 65-73.

Ángeles, B. & J. Mendo. 2005. Crecimiento, fecundidad y diferenciación sexual del lenguado Paralichthys adspersus (Steindachner) de la costa central del Perú. Ecol. Api., 4(1-2): 105-112.

Anthony Morales. 2013. Cultivo de lenguado Paralichthys adspersus en acuario.

Bustos, Gonzalo (2015) Estudio de factibilidad técnico y económico para la producción de lenguado chileno formato tipo pan size en la región del Biobío. Informe de proyecto de título para optar al título de ingeniero civil industrial. Universidad Católica de la Santísima Concepción Facultad de Ingeniería Civil Industrial. 116 pp.

Informe Repoblamiento de Lenguado: Una solución Tecnológica para la pesca Artesanal en la IV región. 2004 Orellana, Y. 2002. Efecto de la temperatura en el cultivo larval de lenguado Paralichthys adspersus (Steindachner 1867). Memoria de Ingeniería en Acuicultura. Universidad Católica del Norte, Coquimbo, 56 pp. Pequeño, G. 1989. Lista de peces de Chile. Revisada y comentada. Rev. Biol. Mar., 24: 1-132.

Siefeld, W, M. Vargas & I. Kong. 2003. Primer registro de Etropus edenes Jordán, 1889, Bothus constellatusJordán & Goss, 1889, Achirus klunzingeri (Steindachner, 1880) y Symphurus elongatus (Gunther, 1868) (Piscis, Pleuronectiformes) en Chile, con comentarios sobre la distribución de los lenguados chilenos. Invest. Mar. Valparaíso, 31: 51-65.

Silva & Vélez. 1998. Desarrollo y desafíos del rodaballo y del lenguado, acuicultura en Chile.

Silva, A. & H. Flores. 1994. Observations on the growth of the Chilean flounder (Paralichthys adspersus, Steindachner, 1867) in captivity. En: P. Lavens & R.A.M

Silva, A., C. Henríquez & C. Munita. 1994. Desafío del lenguado: de cultivo experimental pasar a etapa piloto. Aquanot. Int., 22: 42-51.

Silva, A., M. Oliva & F. Castelló. 2001. Evaluación del crecimiento de juveniles de lenguado chileno (Paralichthys adspersus, Steindachner, 1867) cultivado en estangues. Biol. Pesq., Chile, 29: 21-30.

Zúñiga, H. 1988. Comparación Paralichthys microps (Gunther, del Norte, Coquimbo, 144 pp.	morfológica y 1881) en Bahía	dietaria d de Coqui	de Paralich imbo. Tesis	nthys adspe de Biología	rsus (Steind Marina, Univ	achner, 18 versidad C	867) y atólica

# 3. Congrio dorado

# INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- 1 Nombre común: Congrio dorado
- 2 Nombre Científico: Genypterus blacodes
- Distribución geográfica natural de la especie: Se distribuye desde la región de Coquimbo al Cabo de Hornos, principalmente entre las regiones de Los Lagos y Magallanes.
- 4 Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): intensivo

#### CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
1.1.Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	30 meses aprox.	La información biológica básica para el cultivo de esta especie se encuentra basada en el cultivo de congrio colorado.
1.2.Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	60%	Homologación congrio colorado.
1.3. Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	12-14°C	Homologación congrio colorado.
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo	33 ppm	Homologación congrio colorado.
1.5. Oxígeno	Rango de saturación/concentración de oxígeno óptima en cultivo	6.5-9.6 ppm en estanques con una tasa de cambio de 1,5 (0,5 L s <sup>-1</sup> )	Homologación congrio colorado.
1.6.Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo		Falta información específica para esta especie.

1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo	Se ha probado alimento pelletizado Select broodstock dry mix (Skretting, 2013).  Se requieren futuros estudios para determinar el balance nutricional adecuado para cada etapa del ciclo productivo (Tacon & Cowey, 1988; Steffens, 1987; Wilson, 1989; Cho & Kaushik, 1990; NRC, 1993).
1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio	El manejo de reproductores se ha realizado en forma completa en congrio colorado. En congrio dorado, se ha avanzado con los protocolos asociados al manejo de reproductores de un plantel de aprox. 40 reproductores. Falta financiamiento para realizar más pruebas con esta especie.
1.9.Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda	No deberían existir grandes diferencias con el cultivo de congrio colorado. Las tecnologías están, solo falta financiamiento exclusivo para esta especie.

2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie. Observaciones/justific Característica/Variable Descripción de la variable Valor y Unidad (si aplica) ación 2.1.Enfermedades Nivel de conocimiento sobre Para evitar enfermedades que afectan a la enfermedades es especie en cultivo o ambiente requisito una buena natural condición sanitaria durante todo el proceso productivo. 2.2. Agentes Nivel de conocimiento sobre En general el patógenos/parásitos/ conocimiento de los agentes epibiontes patógenos/parásitos/epibiontes patógenos en esta

	(epífitas o epizoicos) que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural	especie se encuentra relacionado al cultivo del congrio colorado.
2.3.Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo	De la misma manera los tratamientos para las diferentes enfermedades se encuentran en relación al cultivo del congrio colorado.
2.4. Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/epibiontes en cultivo	Homologación del cultivo del congrio colorado.

3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO: Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
3.1.Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles (semillas) a nivel nacional		Se encuentra disponible la tecnología para desarrollar este cultivo. Esta especie se comporta de la misma manera que el congrio colorado.
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional		Homologación cultivo congrio colorado.
3.3. Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de larvas y semillas		El escalamiento es bajo porque falta financiamiento para seguir con el cultivo de esta especie.
3.4. Escala producción actual engorda	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de engorda		Falta financiamiento.
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo		Se ha ocupado la misma de congrio colorado.
3.6. Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo		Existe un alto nivel de proveedores de tecnología y de equipamiento para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo ya que en una

		primera fase se desarrolló el cultivo de congrio colorado. Además de existir la tecnología y proveedores de la industria del salmón.
3.7. Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial	Inversión público- privada de 7200 millones de pesos fue la inversión para el cultivo de congrio colorado (2017)
3.8. Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bio-económicos para el cultivo de la especie	No existe información disponible para esta especie, las proyecciones deben realizarse a partir del cultivo de congrio colorado.
3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos de personas, para su implementación a escala comercial	Aún no existe transferencia tecnológica para el cultivo de esta especie, se infiere que sea muy similar al cultivo de congrio colorado.
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	Se encuentra disponible la tecnología del cultivo del congrio colorado.

#### **4. VENTAJAS COMPETITIVAS:** Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie. Característica/Variable Descripción de la variable Valor y Unidad Observaciones/justific (si aplica) ación 4.1. Participación en Nivel actual de participación en Solo congrio colorado mercado nacional el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores 4.2. Participación en Nivel actual de participación en Internacionalmente el mercado el mercado internacional de congrio dorado es internacional especies (productos) similares, bastante cotizado, el equivalentes o competidores mercado de esta especie puede definirse como muy definido y de larga trayectoria.

4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores	Buena posición frente a competidores, tiene mucho potencial de exportación en mercados como Nueva Zelanda, Sudáfrica, Europa y Argentina, pues esta especie también se encuentra allá y es muy apetecida por los consumidores.
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie	Especie de excelente calidad, con buen mercado y precios.

5. MERCADO: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie		Los precios (US\$ FOB) a nivel de exportación de este pez en Chile varían entre US\$ 3,5/kg para el producto fresco refrigerado y de US\$ 4,2/kg para el formato congelado.
5.2.Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie		US\$ 3,5/kg para el producto fresco refrigerado y de US\$ 4,2/kg para el formato congelado.
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie		Posee un buen mercado, destinos como Nueva Zelanda, Sudáfrica, Europa y Argentina entre otros.
5.4.Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie		Existe buena percepción del mercado ya que la demanda se encuentra al alza.
5.5.Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial		España, seguido por Brasil, Hong Kong y Portugal.
5.6. Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados		Buena demanda, al alza. Esta especie es considerada una

5.7. Variedad de productos y valor	Nombre los principales productos y valor agregado	alternativa a la industria del salmón. Fresco refrigerado y congelado
agregado 5.8.Barreras de entrada	asociados a la especie  Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados	Este mercado requiere certificación sanitaria oficial, emitida en virtud de los requisitos SERNAPESCA establecidos en el Manual de Inocuidad y certificación.
5.9. Productos equivalentes o sustitutos	Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes	Congrio colorado
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos sustitutos o equivalentes	No existe información.

# **6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO:** Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo	(Зі ирпои)	El cultivo de esta especie junto con el cultivo de congrio colorado es un gran aporte para reactivar la economía y el empleo en el lugar que se desarrolle.
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo		Se requiere de personal técnico calificado para el desarrollo del cultivo en las diferentes etapas.
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)		Se requiere mano de obra durante el año completo.
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie		Se percibe un positivo nivel de desarrollo de proveedores y servicios, generalmente asociados a los grandes centros urbanos.

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		D.S. N° 320-2001 Reglamento Ambiental para la Acuicultura. (Actualizado D.S. N° 125-2019). Ley N° 20.434 del año 2010.
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		Toda exportación de productos pesqueros y acuícolas debe contar, previo a su embarque, con la autorización de SERNAPESCA.
7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile		Es una especie nativa, las restricciones de acuerdo a autorización de SERNAPESCA.
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile		Solo cultivos en tierra, para lo cual deben existir permisos asociados.

**8. CAMBIO CLIMÁTICO:** Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático		No se reporta información específica para esta especie.
8.2.Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático		En general, las especies poiquilotermas no regulan su temperatura; sus mecanismos fisiológicos les permiten vivir dentro de ciertos rangos óptimos. Cuando estos rangos son sobrepasados se produce, por ejemplo, reducción de oxígeno generando estrés

		fisiológico, el estrés debilita el sistema inmunitario con lo cual se abren oportunidades para expansión de enfermedades (Cubillos et al., 2021) Esta especie, no presenta respuesta adaptativa frente al aumento de temperatura.
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático	Esta especie, no presenta respuesta adaptativa conocida a la acidificación oceánica.
8.4.Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía	Esta especie, se pretende cultivar en sistemas de cultivo ubicados en tierra.
8.5. Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo, a la escasez hídrica	No aplica para este cultivo.
8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático	No existe información al respecto.
8.7. Cambios en condiciones físico-químicas	Nivel de conocimiento disponible sobre condiciones físico-químicas esperadas (e.g., temperatura, salinidad, nutrientes, oxígeno) en el área candidata a desarrollar acuicultura de la especie	Se homologa con el cultivo de congrio colorado, por lo tanto, las condiciones fisicoquímicas para su cultivo son conocidas.

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
9.1. Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos		No se reporta nada al respecto. El desarrollo de este cultivo podría mejorar las condiciones económicas del sector donde se desarrolle.

9.2. Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales	En otro tipo de cultivos (salmones) se han visto mejoras económicas locales.
9.3. Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional	Es una especie de alto valor nutricional.
9.4. Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Como es una especie con alimentación exógena posee un nivel de impacto ambiental que debe ser controlado.
9.5. Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Es una especie nativa y que con el desarrollo del cultivo podría permitir mejoras económicas locales.
9.6. Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular	Existe la factibilidad de desarrollo de este cultivo dentro de un enfoque y lineamientos de economía circular, pero aún no está desarrollado.
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	Existe la factibilidad, pero no se ha desarrollado.
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada	Es posible integrar esta especie bajo un esquema de acuicultura integrada.

**10. IMPACTO TERRITORIAL:** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
10.1. Ubicación geográfica del cultivo	Nombre la(s) región(s), macrozona(s) con mayor potencial para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Por su distribución puede desarrollarse desde Arica a Puerto Aysén. Aunque hasta ahora se ha probado en la zona norte.

10.2. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	De gran impacto territorial con la masificación del cultivo de esta especie.
10.3. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Con la masificación de este cultivo se desarrollan redes de colaboración logística.
10.4. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	También se desarrollan las redes de colaboración tecnológica con la masificación de este cultivo.

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN
5	Este cultivo es la homologación del cultivo de congrio colorado, está en fase de estudio (falta de financiamiento para pruebas de campo). Falta escalamiento.

# BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

Cho, C.Y. & S.J. Kaushik. 1990. Nutritional energetics in fish: protein and energy utilization in rainbow trout. In: G.H. Bourne (ed.). Aspects of food production, consumption and energy values. World Rev. Anim. Nutr., 61: 132-172.

Cubillos Santander, L., Norambuena Cleveland, R., Soto Benavides, D., Jacques Coper, M., Simon Rodgers, J. y Carmona Montenegro, M.A. 2021. Manual de capacitación en adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura en Chile. Santiago de Chile, FAO y Universidad de Concepción.

National Research Council (NRC). 1993. Nutrient requirements of fish. The National Academies Press, Washington DC, 114 pp

Skretting. 2013. Select broodstock dry mix: reproductores marinos altamente productivos. [http://www.skretting.cl/Internet/SkrettingChile/webInternet.nsf/wprid/2ABA4CC2ADE56314842575FC00578 DC5]. Revisado: 9 Mayo 2013.

Steffens, W. 1987. Principios fundamentales de la alimentación de los peces. Acribia, Madrid, 272 pp.

Tacon, A.G.J. & C. Cowey. 1985. Protein and amino acid requirements. In: P. Tytler & P. Calow (eds.). Fish energetics. New perspectives. Croom Helm, London, pp. 155184.

Wilson R.P. 1989. Amino acids and proteins. In: C.B. Cowey, A.M. Mackie & J.G. Bell (eds.). Fish nutrition. Academic Press, New York, 2: 111-145.

www.aqua.cl

www.mundoacuícola.cl

https://www.youtube.com/watch?v=iqlagD9L4iQ&ab\_channel=PortavozNoticias

#### 4. Puye

### INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- 1. Nombre común: Puye
- 2. Nombre Científico: Galaxias maculatus
- 3. Distribución geográfica natural de la especie: En el sur de Chile, se encuentra en sistemas dulceacuícolas y estuarinos desde los 32°S en la zona central hasta los 53°S en la región patagónica de Tierra del Fuego (Gosztonyi & McDowall, 1974; Arratia *et al,* 1981; Campos, 1984, 1985; Barriga *et al.*, 2002; Berra, 2003). Se reconocen dos poblaciones naturales, una que realiza su ciclo de vida completo en cuerpos de agua dulce (landloked) y otra migratoria (diadromous), que vive como adulto en agua dulce y en la época reproductiva migra hacia los estuarios para desovar y completar su desarrollo embrionario entre dos a cuatro semanas (Taylor & Kelly, 2001). (Valparaíso al sur de Chile, según experto).
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): intensivo

#### CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES

1. BIOLÓGICAS: Conocimiento biológico disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
1.1. Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	Tiene un crecimiento rápido (1,1% dia-¹) y alto metabolismo, con un promedio de vida de dos años	(1 año, según experto)  Numerosos estudios han descrito la taxonomía, ecología y fisiología de <i>G. maculatus</i> , sin embargo, aún no existe suficiente conocimiento para desarrollar su cultivo intensivo. Para alcanzar la alta productividad del sistema de cultivo intensivo en peces, expresados en términos de tasas de crecimiento o conversión del alimento, es deseable combinar alta densidad con alimentación a saciedad y parámetros óptimos como temperatura, concentración de oxígeno y concentración de productos metabólicos (Piper

			1971, 1983; Soderberg 1995)
1.2. Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	Sobrevivencia larval sobre el 50%  Las principales causas de mortalidad larvaria, están asociadas al canibalismo, deformaciones larvarias y a los problemas relacionados con la inflación de la vejiga natatoria	La temperatura del agua junto con la salinidad, representan los factores ambientales más importantes para el desarrollo de embriones y larvas de peces estuarinos, influyendo en las tasas de sobrevivencia; tasas de crecimiento y eclosión; longitud al momento de la eclosión; volumen de vitelo; tamaño de la ova y porcentaje de larvas deformes (Mihelakakis & Kitajima, 1994; Hart & Purser, 1995; Watson & Chapman, 1996; Pepin et al., 1997; Mihelakakis & Yoshimatsu, 1998; Atse et al., 2002; Blood, 2002; Ekmekçi, 2002; Albert et al., 2004; O'Neal & Weirich, 2004; Bhattacharya et al., 2006; Hassell et al., 2008)
1.3. Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	10 y 16°C es óptimo para la incubación de ovas 9-10°C (eclosión de larvas en 30 días) 6,9 y 7,3°C, promedio mensual invierno (larvas)	
1.4.Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo	Embrión entre 24-28 psu	0-33 gr/L (dato del experto)
1.5.Oxígeno	Rango de saturación/concentración de oxígeno óptima en cultivo	5 ppm (dato del experto)	El promedio del nivel crítico de la concentración de oxígeno disuelto para esta especie está en el

1.6.Manejo y	Nivel de existencia de	rango de 1,3 a 2,0 mg O2 L -1 sin presentar diferencias significativas entre juveniles y adultos. A esta concentración se puede esperar la pérdida del equilibrio (Landman et al. (2005) Hay publicaciones o
mejoramiento genético	información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo	protocolos para el cultivo Sin embargo no existen peces en cultivo lo cual es un punto crítico hoy en día.
1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo	Producción de alimento vivo para larvas de Puye en régimen térmico de 15° C el primer alimento que reciben las larvas de puyes son rotíferos y/o nauplios de copépodos.  Se adapta para comer alimentos pelletizados de salmón (dato del experto)
1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio	Existen publicaciones para reproducción en cautiverio (dato experto)
1.9. Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda	Existen publicaciones para producción de larvas en cautiverio (dato experto).

2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
2.1.Enfermedades	Nivel de conocimiento sobre enfermedades que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		(Por lo general, el cultivo se ve afectado por ectoparásitos, hongos, flavobacterias y SRS; muy similar a la salmonicultura)
2.2. Agentes patógenos/parásitos/ epibiontes	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/epibiontes		Es afectado por I. multifilis (protozoo

	(epífitas o epizoicos) que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural	parásito) (Información del experto).
2.3.Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo	Existe el tratamiento de sal, para el lchthyophthirius, del mismo modo que para las enfermedades que afectan a los salmones.
2.4. Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/epibiontes en cultivo	Por lo general se utiliza conocimiento de enfermedades de salmones.

# 3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO: Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
3.1.Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles (semillas) a nivel nacional		Existen publicaciones con información sobre la tecnología de cultivo. (Vega et al., 2013).
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional		(Universidad de Los Lagos logró disminuir tiempo de "engorda" larvas; de 2 cm a 6 cm en 1 mes)
3.3.Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de larvas y semillas		No existe.
3.4. Escala producción actual engorda	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de engorda		No existe.
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo		Se utiliza pellet de salmones.
3.6.Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo		Es la misma tecnología utilizada en el cultivo de salmones.
3.7.Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial	х	Sin información

3.8. Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bio-económicos para el cultivo de la especie	Sin información
3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos de personas, para su implementación a escala comercial	Existe la tecnología para producción a nivel piloto.  Se sugiere ser transferido a pescadores artesanales (mujeres). (com. Pers. P. Vergara ULA)
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	En el mundo el símil es el cultivo de angula (alevín de anguila). Existe la tecnología para este cultivo en países como España.

4. VENTAJAS COMPETITIVAS: Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
4.1.Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		Solo puye de captura silvestre
4.2. Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		Angula del hemisferio Norte y surimi artificial. (información del experto)
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores		La escasa captura no es competencia. (Información del experto)  Esta especie es sustituta de la anguila europea, de gran interés comercial
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie		Considerada una exquisitez y un símil de la angula europea.

**5. MERCADO**: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie		Alto precio (US\$ 28-100 kg-1) (Mardones et al., 2008)
			60 mil pesos el Kilo (Pedro Vergara,2019)
			https://www.paislobo.cl/2 019/09/puyes-mercado- pesca-artesanal.html
5.2. Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie		Valores superiores a US\$ 10 el kilo/juvenil Es considerada una delicatessen culinari a de alto valor comercial (US \$10-50 kg), que se ha exportado como sustituto de la larva cristalina de la anguila europea, Anguilla anguilla, conocida como "angula", "eel glass" o "civelle" (Mardones et al., 2008).
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie		Producción insuficiente para abastecer mercados internos.
5.4. Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie		Existe gran interés, buen mercado.
5.5.Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial		España y Japón
5.6.Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados		Alta demanda en países como España y Japón
5.7. Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie		Esta especie es el símil comercial de la larva cristalina europea del género Anguilla, que también alcanza un precio similar
5.8.Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados		Solo restricciones de productos de

		exportación (SERNAPESCA)
5.9. Productos	Nombre las principales especies	Símil de la angula
equivalentes o	y/o productos sustitutos o	europea
sustitutos	equivalentes	
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos sustitutos o equivalentes	España es un competidor que tiene desarrollado este cultivo.

6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO: Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo		Nivel de empleo similar a una piscicultura. (información del experto)
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo		Nivel de especialización similar a una piscicultura (información del experto).
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)		Año completo (información del experto)
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie		Proveedores y servicios similares a una piscicultura. (información del experto)

7. **NORMATIVA Y REGULACIÓN:** Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		Las mismas aplicadas en piscicultura.
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		Las mismas que se aplican a las pisciculturas.
7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas)		Principalmente por enfermedades.

	para desarrollar el cultivo en Chile	No debiera, ya que es una especie nativa del sur de Chile
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile	Cultivo en tierra (RAS)

**8. CAMBIO CLIMÁTICO:** Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático		Es un pez de aguas templado frías. Las temperaturas mayores a 20°C deberían afectar las poblaciones por mortalidades de enfermedades, como el lch. (información del experto)
8.2.Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático		No se conoce
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático		No se conoce
8.4.Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía		Afectaría las áreas de reproducción e incubación de la raza diadrómica en las áreas estuarinas (información del experto).
8.5. Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo, a la escasez hídrica		La escasez de agua dulce es un problema para el cultivo de esta especie.
8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático		El cultivo de la especie ayudaría a la repoblación.
8.7. Cambios en condiciones físico-químicas	Nivel de conocimiento disponible sobre condiciones físico- químicas esperadas (e.g., temperatura, salinidad, nutrientes, oxígeno) en el área		Es conocida, ya que es la misma de los salmones.

candidata a desarrollar	
acuicultura de la especie	

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
9.1.Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos		Generaría trabajos en las áreas rurales, mejor remunerados, que lo usual, como ha ocurrido con las pisciculturas. (información del experto).
9.2. Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales		Generaría trabajo y consumo en las áreas rurales, como las pisciculturas en general (información del experto).
9.3.Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional		Es un producto caro, que contribuiría al ingreso de divisas por la exportación, más que a la seguridad alimentaria. (información del experto).
9.4.Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		El impacto ambiental debiera ser menor al de los salmones, ya que es una especie nativa, por ej. Escapes, enfermedades, depredación, etc. (información del experto).
9.5. Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Si está pensado como diversificación APE debería tener una alta aceptabilidad social.
9.6.Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular		El producto a cosechas que es la larva cristalina se consume completo, por lo que no genera desechos. (información experta)

9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	Se cultiva en sistema RAS
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada	Dado que es un cultivo en piscicultura en tierra, la integración con la agricultura es posible.

**10. IMPACTO TERRITORIAL:** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
10.1. Ubicación geográfica del cultivo	Nombre la(s) región(s), macrozona(s) con mayor potencial para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Por su distribución natural desde la región de Coquimbo al sur
10.2. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Mismos que en la salmonicultura.
10.3. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Dependerá del desarrollo del cultivo, teniendo como referente a la forma de organización de la salmonicultura. (información del experto)
10.4. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Dependerá del desarrollo del cultivo, teniendo como referente a la forma de organización de la salmonicultura. (información del experto).

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN
5	Se ha cultivado a escala piloto, pero aún falta conocer, desarrollar y validar la selección de reproductores y desarrollo de alimentos balanceados.

#### BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

- Albert, A., M. Vetemaa & T. Saat. 2004. Effects of salinity on the development of peipsi whitefish *Coregonus lavaretus maraenoides* poljakow embryos. Ann. Zool. Fenn., 41(1): 85-88.
- Atse, C., C. Audet & J. De La Noüe. 2002. Effects of temperature and salinity on the reproductive success of arctic charr, *Salvelinus alpinus* (1): egg composition, milt characteristics and fry survival. Aquac. Res., 33(4): 299-309.
- Barile, Juan, Carreño, Eriko, Escudero, Manuel, & Bello, Ariel. (2013). Effect of temperature on survival of embryos of puye Galaxias maculatus (Jenyns, 1842). *Latin american journal of aquatic research*, 41(5), 839-845. https://dx.doi.org/103856/vol41-issue5-fulltext-4
- Barile, Juan, Escudero, Manuel, Carreño, Eriko, & San Martín, David. (2015). Efecto de la salinidad en la supervivencia embrionaria de puye Galaxias maculatus (Jenyns, 1842). *Latin american journal of aquatic research*, 43(2), 282-286. <a href="https://dx.doi.org/10.3856/vol43-issue2-fulltext-2">https://dx.doi.org/10.3856/vol43-issue2-fulltext-2</a>
- Bhattacharya, H., S.C. Zhang, Y.J. Wang & Y.Y. Xu. 2006. Effects of salinity on embryogenesis and hatching of the rosy barb *Puntius conchonius* Hamilton, 1822 (Cyprinidae). Trop. Zool., 19(1): 111-118.
- Blood, D. 2002. Low-temperature incubation of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) eggs from the southeast Bering Sea shelf and Shelifof Strait, Gulf of Alaska. Deep-Sea Res. II, 49(26): 6095-6108.
- Ekmekçi, F.G. 2002. The effects of high salinity on the production of *Capoeta tinca* in a naturally contaminated river. Turk. J. Zool., 26(3): 265-270.
- Hart, P. & G. Purser. 1995. Effects of salinity and temperature on eggs and yolk sac larvae of the greenback flounder (*Rhombosolea tapirina* Gunther, 1862). Aquaculture, 136(3-4): 221-230.
- Hassell, K., P. Coutin & D. Nugegoda. 2008. Hypoxia, low salinity and lowered temperature reduce embryo survival and hatch rates in black bream *Acanthopagrus butcheri* (Munro, 1949). J. Fish Biol., 72(7): 1623-1636.
- Landman M.J., Van der Heubel M.R. & Ling N. (2005) Relative sensitivities of common freshwater fish and invertebrates to acute hypoxia. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 39, 1061-1067.
- Mihelakakis, A. & C. Kitajima. 1994. Effects of salinity and temperature on incubation period, hatching rate and morphogenesis of the silver sea bream *Sparus sarba* (Forskal, 1775). Aquaculture, 126(3-4): 361-371.
- Mihelakakis, A. & T. Yoshimatsu. 1998. Effects of salinity and temperature on incubation period, hatching rate and morphogenesis of the red sea bream. Aquacult. Int., 6(2): 171-177.
- O'Neal, C. & C. Weirich. 2004. Effect of low levels of salinity on production characteristics of channel catfish *lctalurus punctatus* reared in multiple-crop ponds. J. World Aquacult. Soc., 35(2): 284-290.
- Pepin, P., D. Orr & J. Anderson. 1997. Time to hatch and larval size in relation to temperature and egg size in Atlantic cod (*Gadus morhua*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 54: 2-10.
- Piper R.G. (1971) A Review Methods of Calculating Carrying Capacity in Fish Hatcheries. 22 Annual Northwest Fish Culture Conference, Oregon, Canada, pp. 1-5.
- Piper R. G. (1983) Fish Hatchery Management. American Fisheries Society, Washington, DC, 518pp.
- Soderberg R. (1995) Flowing Water Fish Culture. Lewis Publisher, New York, USA. 56pp.
- Taylor, M. & G. Kelly. 2001. Inanga spawning habitats in the Wellington. National Institute of Water & Atmospheric Research, Wellington, 60 pp.
- Vega, Rolando, Dantagnan, Patricio, Mardones, Alfonso, Valdebenito, Iván, Zamorano, José, & Encina, Francisco. (2013). Bases biológicas para el cultivo del puye Galaxias maculatus (Jenyns, 1842): una revisión. *Latin american journal of aquatic research*, 41(3), 369-386. <a href="https://dx.doi.org/103856/vol41-issue3-fulltext-1">https://dx.doi.org/103856/vol41-issue3-fulltext-1</a>
- Watson, C. & F. Chapman. 1996. Artificial incubation of fish eggs. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Florida, 32: 4.

# 5. Cojinoba del norte

### INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- Nombre común: Cojinoba del Norte
   Nombre Científico: Seriorella violacea
- 3. Distribución geográfica natural de la especie: Nativa Pacífico sur, entre las costas de Chile e Islas Galápagos. Se distribuye en Chile desde Arica hasta Corral por el sur. Peces pelágicos que viven sobre la plataforma continental. Se encuentra entre los 50 y 200 m de profundidad (Murillo 2010)
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): Intensiva, condiciones controladas

# **CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES**

1. BIOLÓGICAS: Conocimiento biológico disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
1.1.Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo		Según Murillo (2010) a los 10 meses de cultivo se puede obtener un pez de 1 kg de peso. Por otro lado, Silva (2008) los peces alcanzan los 1,5-2 gr. a los 80 días, 100 gr. a los 5 meses y 1,5 a 2 Kg. entre los 18 y 20 meses de cultivo, lo que confirma su atractiva tasa de crecimiento para el cultivo.
1.2. Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo		sin información
1.3. Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	14 y 18 °C	Los juveniles crecen bastante bien a temperaturas entre los 14 y los 18 °C (Murillo et al 2010)
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo		La salinidad utilizada es de 33.0 ± 1.1 ppt (Allen et al 2021)
1.5.Oxígeno	Rango de saturación/concentració n de oxígeno óptima en cultivo	. 1.69 y 2.42 mg O <sub>2</sub> /kg pez/min	Según Nerici et al (2012) el máximo rango de consumo oxígeno fue de 1.69 y 2.42 mg O <sub>2</sub> /kg pez/min para 14 y 18 °C, respectivamente.
1.6.Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo		Araya-Jaime et al (2020) estudiaron el cariotipo de la especie y concluyeron que está formado por 48 cromosomas acrocéntricos. (2n = 48; FN = 48), NOR simple y cistrones ribosómicos (5S-18S rDNA). Mientras tanto, se encontró que el contenido de ADN nuclear era de 0,59 pg. Los autores señalan

1.7.Requerimientos	Nivel de existencia de	que es necesario realizar estudios adicionales de mapeo físico de ADN repetitivos en otros representantes del género Seriolella para comprender la participación de estas secuencias en el proceso de evolución cromosómica que estos peces pueden estar experimentando. Es especialmente necesario analizar la estructura de microcromosomas, esto ampliará el conocimiento de la fauna de peces que enfrenta serios problemas de conservación.  Existe información sobre
nutricionales	información científica y tecnológica para identificar	requerimientos nutricionales (Silva y Bustos 2011).
	requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo	En el cultivo desarrollado por la UCN, desde el día 25 hasta el día 45 se mantienen con esta dieta y luego consumen micropellet. A estas alturas las larvas presentan un tamaño aproximado de 10 mm. (prejuveniles), posteriormente, a los 50-60 días, los juveniles presentan pigmentación. A partir del día 60 los juveniles dejan el alimento vivo (https://www.conicyt.cl/fondef/2010/11/12/cultivo-de-cojinoba-en-el-norte-de-chile/)
1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio	Los reproductores de cojinoba del norte son acondicionados en cuatro estanques, dos con un sistema de recirculación y fototermoperiodo y dos con sistema abierto, cada uno contiene entre 9 a 14 ejemplares cuyo peso varía entre los 2.5 – 3.2 kg., el régimen alimenticio es de dos veces a la semana en época reproductiva (abril-agosto) y tres veces en periodos normales. La dieta consiste en un alimento húmedo fabricado en base harina de pescado y pescado fresco (https://www.conicyt.cl/fondef/2010/11/12/cultivo-de-cojinoba-en-el-norte-de-chile/)
1.9.Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la	Tecnología bien desarrollada (Silva 2008). La tecnología experimental de producción de juveniles utilizada,

sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda (realizada en estanques) ha permitido producir el primer ciento de juveniles de 100-200 g en 5-6 meses, los que pueden alcanzar el kilo de peso en 10 meses, lo que confirma la rapidez de crecimiento de la especie. La engorda se está realizando en balsas jaulas similares a las utilizadas por otros peces marinos.

(Murillo 2010)

Se ha trabajo en el cultivo de cojinoba del norte en la Universidad Católica del Norte, en una entrevista para Conicyt los investigadores señalan lo siguiente: "La fecundación ocurre dentro de los estanques y los huevos son recolectados con una malla de 500 micras, ubicada a la descarga de cada estangue, posteriormente, son recolectados en baldes y se trasladan al laboratorio de peces. Una vez que los huevos llegan al laboratorio de peces de la UCN, se lavan, desinfectan, cuantifican y, finalmente, se incuban por tres días en estangues de 500-1000 lt. en el hatchery donde se realiza también el cultivo larval. La eclosión ocurre al tercer día, donde se obtienen las larvas que poseen un gran saco vitelino, el ojo formado (no pigmentado) y la boca cerrada. Al tercer o cuarto día se comienza a pigmentar el ojo, posteriormente al día seis abren la boca. A los siete días de la eclosión la boca es funcional y están en condiciones de ser alimentados. La primera alimentación consiste en rotíferos. alimento que se mantiene hasta el día 25. Posteriormente, las larvas se alimentan con una mezcla de rotíferos y artemias enriquecidas (mayor tamaño, ingiere alimento). (https://www.conicyt.cl/fondef/2010/ 11/12/cultivo-de-cojinoba-en-elnorte-de-chile/)

2. SANITARIAS: Conoci	2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación	
2.1. Enfermedades	Nivel de conocimiento sobre enfermedades que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		Cerca de 18 especies de parásitos han sido reportadas para S. violacea. Muchos de estos parásitos pueden afectar a los humanos, principalmente cuando S. violacea es consumida cruda. Se pueden desarrollar patologías como: difilobotriasis y anisakiasis, ambos problemas para la población humana a nivel mundial.  Considerando esto determinó la incidencia de la fauna parasitaria (ecto- y endoparásitos) en peces cultivados por más de un año en un sistema de jaulas. Las conclusiones señalan que la falta de endoparásitos en S. violacea cultivada es probablemente el resultado de que los peces se alimentan de una dieta formulada, que es la principal vía de entrada de distintas especies endoparásitas. Este es favorable en términos de seguridad alimentaria, proporcionando una garantía de salud para el consumidor. Es más, S. violacea cultivada podría consumirse cruda con un menor riesgo de ingerir larvas de parásitos que podrían provocar difilobotriasis o anisakiasis, como ocurre con los peces salvajes (Flores et al 2019).	
2.2. Agentes patógenos/parásitos /epifitos	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/epif itos que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		Cerca de 18 especies de parásitos han sido reportadas para S. violácea (Flores et al 2019)	
2.3. Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo		Sin información	
2.4. Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes		Sin información	

patógenos/parásitos/epif	
itos en cultivo	

3. **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO:** Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
3.1. Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles (semillas) a nivel nacional		La especie se adapta perfectamente a condiciones de cultivo, mostrándose como un desovante espontáneo parcial entre Julio y septiembre. Se obtuvo un número promedio de ovas por desove/hembra de 153.100 ovas, con porcentajes de fertilización entre 80-97% y porcentajes de eclosión variables entre 6% y 97% dependiendo de la calidad del desove. Los huevos muestran un diámetro promedio de 1,16 mm y un período de incubación de 74 horas a una temperatura promedio de 11,5 oC. La especie mostró una buena adaptación a la técnica experimental estándar de cultivo larval y de juveniles empleada. (Silva 2008)
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional		La tecnología está desarrollada y hay centros de cultivo que han logrado funcionar, como es el caso del cultivo en la Universidad Católica del Norte.  (https://www.noticias.ucn.cl/destacado/cojinoba-del-norte-investigaciones-de-la-ucn-concluyen-que-es-viable-su-cultivo/)
3.3. Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel (escala) actual de producción en cultivo de larvas y semillas		Sin información
3.4. Escala producción actual engorda	Nivel (escala) actual de producción en cultivo de engorda		Se estima una producción de 588 t* ha-1 * ciclo productivo-1. (Murillo 2010)
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo		La empresa Biomar en conjunto con UCN desarrollo pellet para el engorde de la especie (https://www.noticias.ucn.cl/destacad o/cojinoba-del-norte-investigaciones- de-la-ucn-concluyen-que-es-viable- su-cultivo/)

3.6. Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo	La tecnología está desarrollada y hay centros de cultivo que han logrado funcionar, como es el caso del cultivo en la Universidad Católica del Norte. Por lo tanto existirían los proveedores de tecnología para poder desarrollar el cultivo (https://www.noticias.ucn.cl/destacad o/cojinoba-del-norte-investigaciones- de-la-ucn-concluyen-que-es-viable- su-cultivo/)
3.7.Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial	Según Silva (2008) los indicadores económicos preliminares del proyecto muestran un TIR de 30% y un VAN de US\$ 1.4 millones.
3.8. Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bioeconómicos para el cultivo de la especie	Proyecto de la UCN proyecto el 2014 una producción a escala comercial de 600 toneladas/año de producto final de 1,5kg de peso, en más o menos 2 años de cultivo. Se evaluó ese negocio a 5 dólares el kilo de producto final puesto en granja, es decir, peces de un tamaño de 1,5kg sin ningún tipo de procesamiento a 5 dólares el kilo. Dentro de la estructura de costo, se hizo una evaluación en un escenario pesimista, uno optimista y uno conservador, pensando que el precio puede variar entre 0,9 dólares y 1,4 dólares el kilo. Con eso, el negocio es rentable a partir de los 4 dólares de venta de precio final. Hoy en día el precio playa del producto capturado desde el ambiente natural es de 3 dólares aproximadamente, por lo tanto, hay un espacio para la introducción de este producto de cultivo. (com. Pers.Pamela Ramirez, https://www.noticias.ucn.cl/destacad o/cojinoba-del-norte-investigaciones-de-la-ucn-concluyen-que-es-viable-su-cultivo/)
3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos para su	El cultivo puede ser transferido a organizaciones de pescadores artesanales en su etapa de engorda ( <a href="https://www.noticias.ucn.cl/destacad-o/cojinoba-del-norte-investigaciones-">https://www.noticias.ucn.cl/destacad-o/cojinoba-del-norte-investigaciones-</a>

	implementación a escala comercial	de-la-ucn-concluyen-que-es-viable- su-cultivo/)
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	Sin información

4. VENTAJAS COMPETITIVAS: Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
4.1.Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		A la fecha no hay producción comercial de esta especie. (Murillo 2010)
4.2. Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		Sin información
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores		Sin información
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie		Sin información

5. MERCADO: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
5.1. Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie		El 2014 el precio playa del producto capturado desde el ambiente natural es de 3 dólares aproximadamente, por lo tanto, hay un espacio para la introducción de este producto de cultivo. (Pamela Ramirez, <a href="https://www.noticias.ucn.cl/destacad">https://www.noticias.ucn.cl/destacad</a> o/cojinoba-del-norte-

5.2.Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a		investigaciones-de-la-ucn-concluyen-que-es-viable-su-cultivo/)  En portales de venta de productos congelados el precio de Cojinova Filete Sin Piel Kg (segun peso) es \$13.790 (https://terramarcongelados.cl/product/cojinova-filete-sin-piel-1-kilo/)  El recurso presenta un precio que varía entre los US\$ 3,2 a 4,5 US\$/ Kg. y un amplio mercado (España,
	la especie		Japón, Portugal, China, Brasil).  (https://www.conicyt.cl/fondef/2010/ 11/12/cultivo-de-cojinoba-en-el- norte-de-chile/)
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie		Sin información
5.4. Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie		Sin información
5.5.Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial	UE y EEUU	Aduanas 2014
5.6. Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados		Tendencia al alza e incremento del precio en un 51% entre 2011-2006.
5.7.Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie		Silva 2008: Fresco o congelado
5.8.Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados		El precio (Prochile 2010)
5.9.Productos equivalentes o sustitutos	Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes		Cojinoba del sur, otros peces de carnes blancas más baratas
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos sustitutos o equivalentes		Nueva Zelanda y Patagonia

6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO: Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo		Sin información
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo		Se requiere de cierto grado de especialización especialmente en las etapas de manejo de reproductores, cultivo de larvas y juveniles.
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)		sin información
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie		Existen proveedores de alimentos en la zona norte. En este caso el pellet, que fue desarrollado por BioMar, empresa del rubro asociada al proyecto. Quienes podrían producir y vender bajas cantidades de alimentos para que esta industria se pueda desarrollar (https://www.noticias.ucn.cl/destac ado/cojinoba-del-norte-investigaciones-de-la-ucn-concluyen-que-es-viable-su-cultivo/)

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		Según Alfonso Silva, Director del proyecto que desarrollo el cultivo de esta especie en la zona norte el 2014, la principal dificultad que tuvieron en estos los últimos 4 años de trabajo, además de los aspectos biológicos, radicó en la legislación, que actualmente no permite el desarrollo de cultivos de peces marinos en la Zona Norte (https://www.noticias.ucn.cl/destac ado/cojinoba-del-norte-

700		investigaciones-de-la-ucn- concluyen-que-es-viable-su- cultivo/)
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile	Sin información
7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile	Sin información
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile	Sin información

**8. CAMBIO CLIMÁTICO:** Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático		Según Allen et al (2021) esta especie es prometedora para la acuicultura, debido a características como afinidad por altas densidades y aceptación temprana de dietas formuladas. Ambas situaciones son inusuales en las especies marinas.
8.2.Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático		Sin información
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático		Sin información

8.4.Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía		Sin información
8.5. Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo a la escasez hídrica	no aplica	Sin información
8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático		Sin información

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
9.1.Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos		El proyecto UCN el 2014, buscaba la posibilidad de transferir la tecnología generada por la Universidad a los pescadores artesanales, apuntando a desarrollar acuicultura de pequeña escala en las áreas de manejo. Sin embargo, los investigadores señalaron la necesidad de cambios en la legislación para el cultivo de jaulas de cultivo de peces marinos en AMERB (https://www.noticias.ucn.cl/destac ado/cojinoba-del-norte-investigaciones-de-la-ucn-concluyen-que-es-viable-su-cultivo/)
9.2. Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales		Al ser orientada como posible de realizar por pescadores en jaulas en sus áreas de manejo, podría generar mejoras económicas para las OPAs ( <a href="https://www.noticias.ucn.cl/destac-ado/cojinoba-del-norte-investigaciones-de-la-ucn-concluyen-que-es-viable-su-cultivo/">https://www.noticias.ucn.cl/destac-ado/cojinoba-del-norte-investigaciones-de-la-ucn-concluyen-que-es-viable-su-cultivo/</a> )

0.3 Access v accomided	Nivol on aug of	Las poblaciones han disminuida
9.3.Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional	Las poblaciones han disminuido en los últimos años debido al exceso de pesca (González et al., 2017). Como resultado, la investigación se ha centrado en métodos para la producción acuícola (González et al., 2017).
9.4. Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Según Peter Allen la cojinova no es tan demandante de su propio hábitat desde el punto de vista nutricional, lo que desde un punto de vista medioambiental es una ventaja (http://www.ceaza.cl/2019/09/04/estudio-la-cojinova-aportan-la-diversificacion-acuicola-regional-contexto-del-cambio-climatico/#:~:text=Actualmente%2 C%20las%20cojinovas%20utilizad as%20en,su%20cultivo%20a%20peque%C3%B1a%20escala).
9.5. Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	El año 2019, se entregaron juveniles de entre 120 a 200 gramos, a pequeños productores, pescadores artesanales que estaban iniciando su cultivo a pequeña escala (http://www.ceaza.cl/2019/09/04/estudio-la-cojinova-aportan-la-diversificacion-acuicola-regional-contexto-del-cambio-climatico/#:~:text=Actualmente%2C%20las%20cojinovas%20utilizad as%20en,su%20cultivo%20a%20peque%C3%B1a%20escala)
9.6. Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular	Sin información
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	Sin información
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie	Sin información

bajo esquemas de	
acuicultura integrada	

**10. IMPACTO TERRITORIAL:** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificación
10.1. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Empresas regionales como BioMar están dispuestas a producir alimentos para el cultivo. El impacto podría ser significativo (https://www.noticias.ucn.cl/destac ado/cojinoba-del-norte- investigaciones-de-la-ucn- concluyen-que-es-viable-su- cultivo/)
10.2. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		La Universidad Católica del Norte ha trabajado en el cultivo desde el 2010, generando redes con empresas privadas y organizaciones de pescadores artesanales (https://www.noticias.ucn.cl/destac ado/cojinoba-del-norte-investigaciones-de-la-ucn-concluyen-que-es-viable-su-cultivo/)
10.3. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		El año 2019 CEAZA, colaboraron con la Universidad Estatal de Mississippi, Estados Unidos, intentan colaborar con el potencial acuícola de cojinova en el norte chico de Chile a través del mejoramiento del cultivo de la cojinova, por medio del conocimiento de la fisiología de estos peces y la experiencia en terreno con pequeños pescadores artesanales de la Región de Coquimbo (http://www.ceaza.cl/2019/09/04/e studio-la-cojinova-aportan-la-diversificacion-acuicola-regional-contexto-del-cambio-climatico/#:~:text=Actualmente%2 C%20las%20cojinovas%20utilizad as%20en,su%20cultivo%20a%20p eque%C3%B1a%20escala)

	Según Allen et al (2021) cojinoba es una especie objetivo para la diversificación de la acuicultura en norte de Chile como parte de una
	colaboración entre el gobierno, la universidad y la industria.

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN
5-6	Los resultados obtenidos en Chile a la fecha (2009), permiten concluir que la especie se reproduce espontánea y exitosamente en estanques, lo que asegura la producción de huevos viables indispensables para su producción comercial (Murillo 2010)

#### BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

- Allen, P. J., Brokordt, K., Oliva, M., Alveal, K., Flores, H., & Álvarez, C. A. 2021. Physiological insights for aquaculture diversification: Swimming capacity and efficiency, and metabolic scope for activity in cojinoba Seriolella violacea. *Aquaculture*, *531*, 735968.
- Araya-Jaime, C., Palma-Rojas, C., Von Brand, E., & Silva, A. (2020). Cytogenetic characterization, rDNA mapping and quantification of the nuclear DNA content in Seriolella violacea Guichenot, 1848 (Perciformes, Centrolophidae). *Comparative Cytogenetics*, 14(3), 319.
- Bustos, C. A., & Silva, A. (2011). Endogenous feeding and morphological changes in hatchery-reared larval palm ruff Seriolella violacea (Pisces: Centrolophidae) under starvation. *Aguaculture Research*, 42(6), 892-897.
- Flores, H., Gómez, M. F., & Basaure, H. (2019). Low Prevalence of Metazoan Parasites in Cage-cultured Palm Ruff Seriolella Violacea.
- Gonzalez, A., Silva, A., Gajardo, G., Martinez, C., 2017. Survival and growth improvement of palm ruff, Seriolella violacea, larvae fed Artemia nauplii enriched with an experimental emulsion. J. World Aquacult. Soc. 48, 268–279. https://doi.org/10.1111/jiwas.12375.
- Silva, A. 2008. Informe final: Investigación y Desarrollo de una Tecnología Base de Cultivo para la Cojinoba del Norte (Seriolella violacea). PROYECTO FONDEF DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO. CÓDIGO DEL PROYECTO: DO2I1161.
- Murillo 2010. FIP Nº 2008-34 Informe final corregido: diagnóstico y proyección de las actividades de acuicultura entre Arica y Taltal. Instituto de Fomento Pesquero / División de Investigación en Acuicultura
- Nerici, C., Merino, G., Silva, A., 2012. Effects of two temperatures on the oxygen consumption rates of Seriolella violacea (palm fish) juveniles under rearing conditions. Aquac. Eng. 48, 40–46. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2011.12.011.
- https://www.noticias.ucn.cl/destacado/cojinoba-del-norte-investigaciones-de-la-ucn-concluyen-que-es-viable-su-cultivo/
- http://www.ceaza.cl/2019/09/04/estudio-la-cojinova-aportan-la-diversificacion-acuicola-regional-contexto-delcambio-
- climatico/#:~:text=Actualmente%2C%20las%20cojinovas%20utilizadas%20en,su%20cultivo%20a%20peque%C3%B1a%20escala
- https://www.conicyt.cl/fondef/2010/11/12/cultivo-de-cojinoba-en-el-norte-de-chile/

#### **MOLUSCOS**

# 6. Ostra japonesa

# INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- 1. Nombre común: ostra japonesa
- 2. Nombre Científico: Crassostrea gigas (actualmente es reconocida como Magallana gigas)
- 3. Distribución geográfica natural de la especie: nativa del noreste de Asia
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): extensivo

### CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES

1. BIOLÓGICAS: Conocimiento biológico disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
1.1.Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	8-12 meses dependiendo de talla inicial de semillas, disponibilidad de alimento, manejo del cultivo y temperatura. Se recomienda utilizar semillas de una talla entre 25 a 35 mm para disminuir el tiempo de cultivo hasta cosecha. Prolongar el tiempo de engorda más allá de 11 meses puede hacer no rentable el cultivo	Robledo Rivera, R. y Novoa Antiao, M. 2021. Procedimientos para la instalación y operación de un cultivo experimental de ostra japonesa (C. gigas). Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático. Santiago de Chile, FAO.
1.2. Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	>80%	La sobrevivencia de la especie es variable, depende de las condiciones del sitio (salinidad, alimento) y del cultivo (densidad). Experiencias desarrolladas en Chile con reporte de sobrevivencia indican sobrevivencia > 80%. Resultados similares se han reportado en otros países.

			(Moller et al., 2001, Grabowski et al., 2004)
1.3. Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	Especie soporta amplio rango de temperatura (4- 35°C), tanto para el crecimiento (4-35°C) como para el desove (16-30°C)	(Escudero, 2006)
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo	10 a 42 ppm	(Escudero, 2006)
1.5. Oxígeno	Rango de saturación/concentración de oxígeno óptima en cultivo	40 a100% saturación	(Escudero, 2006)
1.6.Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo	Existe mucha información científica disponible de programas de selección, principalmente orientados a aumentar la resistencia a enfermedades e identificar rasgos de crecimiento.	(Degremont et al., 2015; Chi et al., 2021)
1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo	Gran disponibilidad de información, preferentemente en la fase larva y engorda de juvenilesl	Badillo-Salas et al., 2009; Brown et al., 2002;
1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio	Gran disponibilidad de información en fase de acondicionamiento de reproductores.  Manejo de reproductores orientado a resistencia a enfermedades	Astorga, 2014. Trotter, 2020.
1.9.Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda	El suministro de larvas y/o semillas (en contexto de producción mundial) se combina entre captación natural de larvas y abastecimiento via	Nascimiento-Schulze et al., 2021.

hatcheries. Existe información disponible para producir semillas. Las cosechas del mayor productor mundial de ostra del pacifico (China) se basa en semillas
de hatchery.

2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
2.1.Enfermedades	Nivel de conocimiento sobre enfermedades que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural	Existe adecuado nivel de conocimiento sobre enfermedades, particularmente causadas por virus (OSHV-1 y Vibrio)	Lynch, S. A. et al. 2022.
2.2. Agentes patógenos/parásitos/ epifitos	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/epifitos que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural	Existe adecuado nivel de conocimiento sobre patógenos y parásitos	Lynch, S. A. et al. 2022.
2.3. Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo	No aplica uso de vacunas o fármacos (sistema inmune no responde a vacunas) Experimentalmente ha sido efectivo programas de selección de ejemplares resistentes.	Pernet et al.,2016
2.4. Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/epifitos en cultivo	Experimentalmente se ha probado el uso de filtración de agua (5µm) y agua estancada (48 h) para eliminar virus. También se han probado probioticos	Pernet et al., 2016

3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO: Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
3.1. Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles (semillas) a nivel nacional	En Chile se han desarrollado cultivo masivo de larvas y semillas (hasta 180 millones), a pesar de déficit de oferta actual	https://fch.cl/noticianotici a-destacadanoticia- antigua/la-ruta-de-las- semillas-de-ostra-de- cultimar/
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional	Existe tecnología probada de cultivo. La producción de ostra japonesa vía acuicultura en 2021 alcanzó 79 toneladas	Sernapesca
3.3. Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel (escala) actual de producción en cultivo de larvas y semillas	Hasta 150 millones de semillas	https://fch.cl/noticianotici a-destacadanoticia- antigua/la-ruta-de-las- semillas-de-ostra-de- cultimar/
3.4. Escala producción actual engorda	Nivel (escala) actual de producción en cultivo de engorda	En base a Sernapesca: 2021- 79 ton; 2020-94 ton; 2019-442 ton; 2018 246 ton	
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo	Existe desarrollo de dietas para larvas y semillas (juveniles)	Badillo-Salas et al., 2009; Brown et al., 2002;
3.6.Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo	Existen proveedores de insumos para la mayor parte del proceso de cultivo. Actualmente hay déficit de semillas e insumos específicos del proceso de engorda (mallas PVC)	
3.7. Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial	Esta información no es fácil de obtener, depende del sistema de producción, fuente de abastecimiento de semilla, sobrevivencia,	Matarazzo, 2021.

		formato del producto final, etc. Una estimación del costo de producción (por docena de ostras) en Brasil fluctúa entre 5,7 y 8,3 reales (	
3.8. Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bio-económicos para el cultivo de la especie	Información disponible para algunos modelos de producción.	Kamiyama et al, 2020
3.9.Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos para su implementación a escala comercial	Etapas de producción consolidadas y factibles de transferir	Robledo et al., 2021
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	Hay tecnología disponible para el desarrollo del cultivo de especies equivalentes. 12 especies se cultivan en el mundo	Botta et al, 2020

4. VENTAJAS COMPETITIVAS: Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
4.1. Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores	La producción es baja (79 ton en 2021), orientada a mercado nacional	Sernapesca
4.2. Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores	Chile no participa de mercados internacionales con ostra japonesa	Botta et al, 2020
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores	Chile está muy lejos de competir con actuales productores mundiales. El mercado de ostras es liderado por	Botta et al, 2020

		China (5,14 millones de toneladas). UK produjo en 2018 ~ 2000 ton	
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie	Espacio disponible (CCAA) Cultivo simple Potencial demanda mercados local y regional	Subpesca

**5. MERCADO**: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie	Entre \$300-500 unidad (fresca). Desde \$400 congelado (media concha). Valores +IVA	IFOP Garcia, com. Pers.
5.2.Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie	Precios de principales productores internacionales varían entre 0,5 y 3 USD. Francia Logra alcanzar valores de 7 USD	Botta et al, 2020
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie	El valor de la producción mundial de productos relacionados a ostras es de USD 7,46 billones. La producción mundial (2018) fue > 6 millones de toneladas	Botta et al, 2020
5.4.Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie	Indefinido Menos del 5% de la producción se transa en mercados externos a los países productores.	https://www.seafish.org/responsible-sourcing/aquaculture-farming-seafood/species-farmed-in-aquaculture/aquaculture-grofiles/oysters/sources-

			<u>quantities-and-</u> cultivation-methods/
5.5.Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial	Por la naturaleza de los productos (principalmente frescos) los intercambios son limitados. EU, Francia, España e Italia son los principales importadores. Francia es el principal exportador.	Botta et al, 2020
5.6.Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados	Indeterminado La producción mundial de países (excluyendo China) crece al 2% anual. La producción de China crece al 5% anual	Botta et al, 2020
5.7. Variedad de productos y valor agregado 5.8. Barreras de entrada	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie Nivel de existencia de barreras o restricciones de	Fresco, congelado, enlatado, ahumado salsa Chile presento barreras de entrada	Botta et al, 2020
5.9.Productos	entradas a mercados  Nombre las principales	por Vibrio Ostrea edulis	
equivalentes o sustitutos	especies y/o productos sustitutos o equivalentes	Crassostrea angulata	
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos sustitutos o equivalentes	El competidor mundial de más baja producción produce uno a dos órdenes de magnitud más que Chile	Botta et al, 2020

**6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO:** Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo	UE: una producción de 77 mil toneladas se emplearon 7246 empleos tiempo completo	SEAFOOD INDUSTRY WORKFORCE PROFILE TASMANIAN SEAFOOD INDUSTRY COUNCIL, 2017

		Tasmania: Una producción de 4 millones de docena de ostras emplea 445 personas a tiempo completo	
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo	Alto nivel de especialización en países líderes en la producción, especialmente en la fase de hatchery	
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)	En países como Francia hay una alta estacionalidad en las ventas (Navidad/Año nuevo)	Botta et al, 2020
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie	El desarrollo del cultivo de ostra del pacífico en Chile requiere de desarrollo de proveedores de insumos básicos y/o específicos (e.g. semillas, bolsas para cultivo)	

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile	Bajo nivel de restricciones regulatorias, se permite cultivo en CCAA y AMERB siempre y cuando se especifiquen en proyecto técnico	
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile	Aplican títulos II y III de reglamento APE	
7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies	Existe normativa que regula importación de	

	exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile	especies símiles a ostra chilena y ostra japonesa. No hay restricciones al movimiento de semillas en Chile	
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile	84 Ha operativas con producción de ostra 3000 ha potenciales para implementación de cultio en formato APE	Fuente: Subpesca

8. CAMBIO CLIMÁTICO: Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático	Cultivo y restauración de bancos de ostras son promovidos como una fuente de secuestro de carbono Las condiciones previstas de reducción de pH no impactan la fisiología de ostra japonesa, pero si la reducción de salinidad. Niveles elevados de CO <sub>2</sub> disminuyen las tasas de clearance y absorción, incrementando los costos metabólicos y pudiendo tener impactos en el cultivo de esta especie. También tiene un efecto negativo en el sistema inmune, pudiendo gatillar enfermedades	Pack et al., 2021. Weiwei et al, 2021 Wang, 2016

8.2. Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático	El aumento de temperatura en países productores (e.g Francia) ha gatillado mortalidades masivas, gatilladas por enfermedades virales asociadas al aumento de temperatura. Un aumento de temperatura disminuye el crecimiento pre y post asentamiento	Ko et al., 2016 Green et al., 2019
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático	Son más vulnerables las larvas que los adultos frente a escenarios de acidificación. Un aumento en la pCO <sub>2</sub> afecta el sistema inmune, haciendo más vulnerables las ostras a enfermedades. pH bajos disminuye el crecimiento pre y post asentamiento	Ducker et al., 2020 Wang et al., 2016 Cao et al., 2018
8.4.Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía	La especie podría ser ocupara (mediante estrategias de restauración de bancos naturales) para proteger infraestructura contra marejadas.	Hynes et al., 2022
8.5. Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo a la escasez hídrica	No aplica	
8.6.Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático	El cultivo de ostras junto a organismos fotosintetizadores ( <i>Zostera</i> ) podría incorporarse en programas de mitigación. Las	Hori et al., 2021

ostras crecen mejor en ambientes con <i>Zostera</i> , aún en escenarios de	
anoxia.	

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
9.1.Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos	El alto valor unitario del producto en mercados locales podría contribuir a incorporar actores APE y nuevos ingresos	
9.2. Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales	El desarrollo del cultivo podría generar nuevas actividades económicas (gastronomía local). Los ingresos a nivel de productor dependerán de sobrevivencia y precio de venta en playa. En un contexto APE, los ingresos por producción y venta de C. gigas pueden representar entre un 3 y 51% de los ingresos anuales de un hogar, dependiendo de si quienes las producen son hombres o mujeres.	Munzenmayer, 2018.
9.3.Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional	La producción y el mercado de ostras debería extenderse a consumo masivo en el mercado nacional, hoy es cautivo en nichos de demanda de alto	Nor Azra et al., 2021

		poder adquisitivo. En un contexto global, la producción de moluscos es ambientalmente más sustentable, y su consumo (el cual provee aminoácidos y nutrientes esenciales no disponibles en alimentos originados en tierra) podría mitigar problemas de nutrición. En ese contexto, C. gigas podría ser considerado un "alimento del	
9.4. Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	futuro"  Depende del sistema e cultivo a utilizar, cultivos de fondo podrían causar más impacto	Herbert et al., 2016
9.5. Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	El cultivo de ostra es una alternativa rentable de diversificación productiva en contexto APE	
9.6. Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular	Existen iniciativas de uso de conchas de ostras en industria de abonos, fertilizantes, material de construcción, etc.	https://symbioma.eu/?p= 507 Silva et al., 2019
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	La naturaleza del cultivo permitiría un EEA. La especie ha sido introducida en 46 territorios en el mundo, para ser cultivada o como poblaciones ferales	Silva et al., 2012 Martínez García et al., 2021

		donde se extrae. La presencia de C. gigas representa la posibilidad de generar trabajo y recursos. En países subdesarrollados la posibilidad de producir proteína de calidad a bajo costo y crear desarrollo social a partir del desarrollo de esta actividad. Los riesgos/impactos asociados a la introducción de esta especie han sido mejor estudiados en países on más recursos, a diferencia de	
		países con menos recursos en donde los vacíos de conocimientos son	
9.8. Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada	mayores.  Experiencias internacionales demuestran éxito en la integración de C. gigas en esquemas de cultivo IMTA, removiendo materia orgánica originada del cultivo de peces y la originada de aportes terrestres. Importancia del aporte de nutrientes originados de cultivos intensivos (peces) en la dieta de C. gigas varía en relación a la distancia y profundidad a la	Biswas et al., 2020. Sprague, 2016 Schupp, 2016 Mahmood et al., 2016

que son instaladas las ostras así como en relación a la
época del año.

**10. IMPACTO TERRITORIAL:** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justifica ción
10.1. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Proveeduría de semillas actualmente es débil en el mercado local. Mayor disponibilidad de insumos específicos asociados al cultivo (e.g. bolsas plásticas para cultivo) podrían impactar positivamente en la masificación del cultivo
10.2. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		El impulso de la APE que incluya ostras requiere fortalecer aspectos como producción y distribución regional de semillas.
10.3. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Se verifican instancias de colaboración entre Hatcheries (Fundación Chile) y Liceos Técnicos, Sindicatos de Pescadores, entre otros. https://fch.cl/noticias/potencial-de-venta-de-ostra-japonesa-podria-llegar-a-los-550-millones-de-pesos-anuales-en-los-proximos-ocho-anos/. https://www.mundoacuicola.cl/new/acuicultura-de-ostiones-en-liceo-de-tongoy-un-ejemplo-de-innovacion-social-para-la-empleabilidad-del-balneario/

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN
8-9	El cultivo de ostra se encuentra masificado en varias partes del mundo,
	con diferentes especies y sistemas de cultivo

## BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

- Astorga MP. Genetic considerations for mollusk production in aquaculture: current state of knowledge. Front Genet. 2014 Dec 10;5:435. doi: 10.3389/fgene.2014.00435. PMID: 25540651; PMCID: PMC4261805.
- Azra, M.N., Okomoda, V.T., Tabatabaei, M., Hassan, M., & Ikhwanuddin, M. (2021). The Contributions of Shellfish Aquaculture to Global Food Security: Assessing Its Characteristics From a Future Food Perspective. Frontiers in Marine Science. doi: 10.3389/fmars.2021.654897
- Badillo-Salas, C.E., Valenzuela-Espinoza, E., González-Gómez, M.A. et al. Comparative growth of Pacific oyster (Crassostrea gigas) postlarvae with microfeed and microalgal diets. Aquacult Int 17, 173 (2009). https://doi.org/10.1007/s10499-008-9189-3 [Artículo no disponible en pdf]
- Bischoff-Lang, A., Buck, B. H., & für Polar, H. Z. Biochemical composition and condition of Crassostrea gigas (Thunberg, 1793) in relation to integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) feed sources.
- Biswas, G., Kumar, P., Ghoshal, T. K., Kailasam, M., De, D., Bera, A., ... & Vijayan, K. K. (2020). Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) outperforms conventional polyculture with respect to environmental remediation, productivity and economic return in brackishwater ponds. Aquaculture, 516, 734626.
- Botta, R., Asche, F., Borsum, J. S., & Camp, E. V. (2020). A review of global oyster aquaculture production and consumption. Marine Policy, 117, 103952.
- Brown, M., & Robert, R. (2002). Preparation and assessment of microalgal concentrates as feeds for larval and juvenile Pacific oyster (Crassostrea gigas). Aquaculture, 207(3-4), 289-309. [Artículo no disponible en pdf]
- Chi, Y., Li, Q., Liu, S., & Kong, L. (2021). Genetic parameters of growth and survival in the Pacific oyster Crassostrea gigas. Aquaculture Research, 52(1), 282-290.
- Dégremont, L., Garcia, C., & Allen Jr, S. K. (2015). Genetic improvement for disease resistance in oysters: a review. Journal of invertebrate pathology, 131, 226-241.
- Ducker, J., & Falkenberg, L. J. (2020). How the Pacific oyster responds to ocean acidification: development and application of a meta-analysis based Adverse Outcome Pathway. Frontiers in Marine Science, 7, 597441.
- Escudero, A. 2006. Crecimiento y reproducción de la ostra rizada, Crassostrea gigas (Thunberg, 1793), cultivada en intermareal y en batea en galicia (nw España). Tesis Para obtención de Grado de Maestria en Acuicultura y Pesquerías. 91 pp.
- Grabowsky, J. C. Peterson., S Powers., D. Gaskill., H. Summerson. 2004. Growth and survivorship of non native (Crassostrea gigas and Crassostrea ariakensis) versus native eastern oysters (Crassostrea virginica). Journa Shellfish Research. 23 (3) 781-793.
- Green, T. J., Siboni, N., King, W. L., Labbate, M., Seymour, J. R., & Raftos, D. (2019). Simulated marine heat wave alters abundance and structure of Vibrio populations associated with the Pacific Oyster resulting in a mass mortality event. Microbial ecology, 77(3), 736-747.
- H. Silva, T., Mesquita-Guimarães, J., Henriques, B., Silva, F. S., & Fredel, M. C. (2019). The potential use of oyster shell waste in new value-added by-product. Resources, 8(1), 13.
- Herbert, R.J.H., Humphreys, J., Davies, C.J. et al. Ecological impacts of non-native Pacific oysters (Crassostrea gigas) and management measures for protected areas in Europe. Biodivers Conserv 25, 2835–2865 (2016). https://doi.org/10.1007/s10531-016-1209-4
- Hori, M., Hamaguchi, M., Sato, M., Tremblay, R., Correia-Martins, A., Derolez, V., ... & Lagarde, F. (2021). Oyster aquaculture using seagrass beds as a climate change countermeasure. Bulletin of Japan Fisheries Research and Education Agency. (50), 123-133.
- Hynes, S., Burger, R., Tudella, J., Norton, D., & Chen, W. (2022). Estimating the costs and benefits of protecting a coastal amenity from climate change-related hazards: Nature based solutions via oyster reef restoration versus grey infrastructure. Ecological Economics, 194, 107349.

- Kamiyama, R., Miyata, T., & Takahashi, H. (2021). Bioeconomic modeling of oyster farming in Miyagi Prefecture, Japan. Journal of the World Aquaculture Society, 52(2), 418-434.
- Ko, G.W.K., Dineshram, R., Campanati, C., Chan, V.B.S., Havenhand, J. & Thiyagarajan, V. 2014. Interactive Effects of Ocean Acidification, Elevated Temperature, and Reduced Salinity on Early-Life Stages of the Pacific Oyster. Environ. Sci. \& Technol. 48:10079–88.
- Lynch, Sharon A. and others, 'Diseases of molluscs', in Andrew F. Rowley, Christopher J. Coates, and Miranda W. Whitten (eds), Invertebrate Pathology (Oxford,2022;online edn,Oxford Academic, 24 Mar. 2022), https://doi.org/10.1093/oso/9780198853756.003.0008 [Artículo no disponible en pdf]
- Mahmood, T., Fang, J., Jiang, Z., & Zhang, J. (2016). Carbon and nitrogen flow, and trophic relationships, among the cultured species in an integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) bay. Aquaculture Environment Interactions, 8, 207-219.
- Martínez-García, M. F., Ruesink, J. L., Grijalva-Chon, J. M., Lodeiros, C., Arreola-Lizárraga, J. A., de la Re-Vega, E., ... & Chávez-Villalba, J. (2022). Socioecological factors related to aquaculture introductions and production of Pacific oysters (Crassostrea gigas) worldwide. Reviews in Aquaculture, 14(2), 613-629.
- Matarazzo, F. 2020. Economic analysis of five oyster farms in Southern Brazil. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.34, n.3, 2021
- Moller, P. P. Sànchez, J. Bariles, A. Muñoz. 2001. Cultivo de Ostra del Pacifico Cassostrea gigas. Una opción productiva para pescadores artesanales en un humedal estuarino del Sur de Chile. Gastiòn Ambiental 7:65-78.
- Munzenmayer, I. (2018). Impacto del desarrollo de acuicultura de pequeña escala en el tiempo destinado a trabajo remunerado y en los ingresos de los hogares de pescadores artesanales: El caso de Caleta Cardonal, Región del Maule, Chile. Tesis para optar al grado de Magíster en Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente. 97 pp. Disponible en http://repositorio.udec.cl/xmlui/handle/11594/318?show=full.
- Nascimento-Schulze, J. C., Bean, T. P., Houston, R. D., Santos, E. M., Sanders, M. B., Lewis, C., & Ellis, R. P. (2021). Optimizing hatchery practices for genetic improvement of marine bivalves. Reviews in Aquaculture, 13(4), 2289-2304.
- Pack, K. E., Rius, M., & Mieszkowska, N. (2021). Long-term environmental tolerance of the non-indigenous Pacific oyster to expected contemporary climate change conditions. Marine Environmental Research, 164, 105226.
- Pernet, F., Lupo, C., Bacher, C., & Whittington, R. J. (2016). Infectious diseases in oyster aquaculture require a new integrated approach. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 371(1689), 20150213.
- Robledo Rivera, R. y Novoa Antiao, M. 2021. Procedimientos para la instalación y operación de un cultivo experimental de ostra japonesa (Crassostrea gigas). Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático. Santiago de Chile, FAO.
- Sprague, S. J. (2015). Spatial and temporal influence of integrated multi-trophic aquaculture-derived organic effluent on the diet of cultured Pacific oysters (Crassostrea gigas), determined through stable isotope analysis (Doctoral dissertation).
- Trotter, A., Smith, G., Pertlb, L., & Cunninghamb, M. (2020). 4.3: Production of OsHV-1 µVar Free Pacific Oyster Spat. Future Oysters CRC-P: Enhancing Pacific Oyster Breeding to Optimise National Benefits, 28. [Artículo no disponible en pdf]
- Wang, Q., Cao, R., Ning, X., You, L., Mu, C., Wang, C., ... & Zhao, J. (2016). Effects of ocean acidification on immune responses of the Pacific oyster Crassostrea gigas. Fish & shellfish immunology, 49, 24-33.
- Weiwei Jiang, Xiaoqin Wang, Samuel P S Rastrick, Junwei Wang, Yitao Zhang, Øivind Strand, Jianguang Fang, Zengjie Jiang, Effects of elevated *p*CO2 on the physiological energetics of Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, *ICES Journal of Marine Science*, Volume 78, Issue 7, October 2021, Pages 2579–2590, https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab139
- Wijsman, J. W. M., Troost, K., Fang, J., & Roncarati, A. (2019). Global production of marine bivalves. Trends and challenges. Goods and services of marine bivalves, 7-26.

#### 7. Almeja

## INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- 1. Nombre común: almeja
- 2. Nombre Científico: Ameghinomya antiqua (ex Venus antiqua)
- 3. Distribución geográfica natural de la especie: Desde Isla San Lorenzo Callao Perú (12° Lat. S), hasta Puerto Williams, Chile; y por el Atlántico desde la Paloma Uruguay (34° Lat. S.), hacia el Sur por el litoral argentino e Islas Malvinas (Osorio, 2002). Para el estudio, se recolectaron individuos desde 16 puntos geográficos, desde Ilo en Perú hasta Punta Arenas, con un mayor enfoque en la Región de Los Lagos y mediante 5 marcadores genéticos, los investigadores demostraron la presencia de las especies *Protothaca taca y Ameghinomya antiqua*, las que además están separadas geográficamente, encontrándose a la primera estrictamente desde Arica a Tumbes y la segunda desde Corral a Punta Arenas.
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): extensivo

### CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES

1. BIOLÓGICAS: Conocimiento biológico disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
1.1.Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	Banco Natural: 5-6 años Cultivo en ambiente natural: 30 meses desde incubación a talla de cosecha Cultivo (baby clams): 14 meses (Fundación Chile) Almejas de 30-35 mm: 12 meses (Universidad de los Lagos),	En el Sur de Chile, los estudios de dinámica poblacional de <i>A. antiqua</i> , indican que la especie alcanza una longitud total entre 71,2 a 102 mm, sobre los 10 años de edad (Bustos et al., 1981; Jerez et al., 1991; Clasing et al., 1994). Las diferencias de talla en la zona sur, estarían determinadas por la actividad pesquera en el área investigada, en Bahía Yaldad, por ejemplo, la estimación de la talla máxima está determinada por la talla de extracción del recurso, donde individuos > 70 mm son preferentemente extraídos por la pesca artesanal (Clasing et al., 1994); además, en las estimaciones de

			parámetros poblacionales, influyen la metodología empleada, como análisis de frecuencia de tallas, altamente dependiente de la diversidad de tallas en la zona de estudio y lecturas de anillos de crecimiento (Clasing et al., 1994). Para A. antiqua se ha establecido la formación de un anillo de crecimiento anual, durante el periodo de otoño invierno (Clasing et al., 1994). El análisis de crecimiento, indica que A. antiqua, presenta un fuerte patrón estacional, con un mayor crecimiento en el periodo primavera y verano; en el invierno, en tanto, se presentan las tasas de crecimiento más bajas, las cuales pueden estar relacionadas con el patrón anual de producción primaria en las aguas del sur de Chile (Navarro et al., 1993).
1.2.Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	supervivencia desde semilla hasta baby clams (Tecnología de cultivo de Fundación Chile)  40% desde incubación a cosecha (datos IFOP: Proyecto Innova: Transferencia Tecnológica de la	Tecnología de cultivo de Fundación Chile

		almeja ( <i>Venus</i> antiqua) al sector productivo	
1.3.Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	Acondicionamient o: 15°C -17°C Larva: 15-20°C Engorde: 13°C - 15°C  Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que el cultivo de juveniles de sería factible a temperaturas más altas de su rango térmico (al menos hasta 18 °C) desde la perspectiva de su desempeño fisiológico, ya que, si bien hay un aumento en las tasas metabólicas, éste no genera un nivel de estrés celular que induzca daño de proteínas.  Datos Fundación Chile e IFOP	La temperatura es considerada un parámetro clave que permite controlar la reproducción de bivalvos (Sastry, 1970), pudiendo regular el tiempo de maduración (Fabioux et al, 2005) y el número de ovocitos (Honkoop & Van der Meer, 1998), ya que este factor influye en la velocidad del metabolismo que permite acumulación de lípidos y proteínas en las gónadas. Por otro lado, la fuente de alimentación de los bivalvos son las microalgas, por lo tanto, la cantidad y calidad del alimento que se entrega a los reproductores es muy importante para incrementar y acelerar la producción de gametos (Uttiing & Spencer, 1991). Matias et al. (2016), evaluaron el efecto de diferentes dietas y temperaturas en el desarrollo reproductivo de R. decussatus, concluyendo que la gametogénesis, el almacenamiento de energía y el éxito en el desove fuero todos influenciados por el valor nutricional de la dieta y la temperatura debe ser cuidadosamente

440 5 11 1		0.15	manejada para mejorar el acondicionamiento reproductivo en bivalvos.
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo	Cultivos se han realizado en rangos de salinidad entre 30-35 ppm	(Bustos & Olavarria 2000)
1.5. Oxígeno	Rango de saturación/concentración de oxígeno óptima en cultivo	5-30 mg O <sub>2</sub> / g hora (Tesis de postgrado UCN)	El objetivo de este estudio fue evaluar las bases fisiológicas de la variación interindividual de crecimiento y tolerancia a estrés en juveniles de almeja A. antiqua, como una herramienta para aplicar al mejoramiento por selección basal. Este estudio fue motivado por la observación de una gran dispersión de tallas entre semillas de almeja de una misma cohorte. Dado que la variación fenotípica de un rasgo es el sustrato sobre el cual actúa la selección (en este caso artificial), una variación amplia genera una mejor oportunidad de generar mejoras genéticas. Sin embargo, un mejor desempeño en crecimiento puede estar asociado a una mayor inversión energética en este rasgo, en desmedro de la energía disponible para otras necesidades biológicas como la tolerancia al estrés.
1.6.Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o		Desarrollo aún incipiente de información para manejo genético. Desarrollo de

	mejoramiento genético de la especie en cultivo		marcadores moleculares (Cárdenas 2018)
1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo		Alimentación en base a microalgas, comúnmente utilizadas en hatcheries de bivalvos (Bustos & Olavarria 2000, Lizama et al. 2022)
1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio		Alimentación y acondicionamiento de reproductores en base a temperaturas y microalgas, comúnmente utilizadas en hatcheries de bivalvos (Bustos & Olavarria 2000, Lizama et al. 2022)
1.9.Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda	Escala de escalamiento productivo	Hay reportes de desarrollos de tecnología de cultivo de escala piloto y pre- comercial por Fundación Chile, IFOP, Universidad de Los Lagos (Murillo et al. 2006, Filún 2009)

2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
2.1. Enfermedades	Nivel de conocimiento sobre enfermedades que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		Existe escasa información sobre el estado sanitario de los moluscos excavadores en Chile y no se han notificado enfermedades de declaración obligatoria de la OIE. La mayor parte de la información disponible está relacionada con los parásitos metazoarios, y más recientemente se han detectado parásitos más pequeños en estudios

			histopatológicos (Cáceres-Martínez & Vásquez-Yeomans 2007)
2.2. Agentes patógenos/parásitos/ epibiontes	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/epibiontes (epífitas o epizoicos) que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		La castración parasitaria debida a un trematodo digeneano de la familia Plagiorchidae fue descrita para la almeja venerida Leukoma (Venus) antiqua (Osorio & Castillo 1984), y para Eurhomalea lenticularis de Chile central (Valderrama et al. 2004). En la misma especie se reportó un microsporidiano intraovocítico, similar a Steinhausia, sin evidencia de daño reproductivo (Olivares 2005). Un estudio reciente describe mediante técnicas genéticos parásitos metacercarias en almejas de bancos naturales (Jaramillo et al. 2022)
2.3. Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo	Sin información disponible	
2.4.Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/epibiontes en cultivo	Sin información disponible	

3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO: Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
3.1. Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles (semillas) a nivel nacional		Hay reportes de desarrollos de tecnología de cultivo de escala piloto y pre- comercial por Fundación

3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional		Chile, IFOP, Universidad de Los Lagos (Murillo et al. 2006, Filún 2009, Uriarte 2009)  Hay reportes de desarrollos de tecnología de cultivo de escala piloto y precomercial por Fundación Chile, IFOP, Universidad de Los Lagos (Murillo et al. 2006, Filún 2009)
3.3. Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de larvas y semillas	Se reportan producción de semillas sobre el millón por batch (ULA)	Hay reportes de desarrollos de tecnología de cultivo de escala piloto y precomercial por Fundación Chile, IFOP, Universidad de Los Lagos (Murillo et al. 2006, Filún 2009).
3.4. Escala producción actual engorda	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de engorda	Cultivos pilotos en intermareal y en sistemas suspendidos	Hay reportes de desarrollos de tecnología de cultivo de escala piloto y precomercial por Fundación Chile, IFOP, Universidad de Los Lagos (Murillo et al. 2006, Filún 2009).
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo		En las fases de cultivo de larvas y juveniles en hatchery, se reporta alimentación con especies normalmente utilizadas en hatchery de bivalvos. En cultivo de engorda en ambiente natural es dependiente de la oferta alimentaria del medio.
3.6. Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo		En general, los requerimientos y proveedores no son distintos al cultivo de otras especies que utilizan producción de larvas y semillas en hatchery. De esta forma el mercado de proveedores nacionales puede satisfacer de

			manera general los requerimientos.
3.7. Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial	Medio (\$2.000 millones pesos/TON)	Know-how, infraestructura hatchery y engorde existente y plantas de proceso ocioso
3.8. Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bio-económicos para el cultivo de la especie	Universidad de los Lagos presenta dimensionamient o económico del paquete tecnológico (Filún 2009)	Existe una propuesta para desarrollar el modelo bioeconómico (Fundación Chile)
3.9.Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos de personas, para su implementación a escala comercial	Disponible para empresas	Desarrollar un escalamiento productivo del cultivo de la almeja, permitirá desarrollar prototipos y pilotajes en la elaboración de productos de baby clams en formato de conserva para acceder al mercado externo
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)		El cultivo de almejas se encuentra ampliamente desarrollado alrededor del mundo, por ejemplo, la almeja asiática, Ruditapes philippinarum (Lovatelli. et al. 2008, da Costa et al. 2020)

4. VENTAJAS COMPETITIVAS: Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
4.1.Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de	A. antiqua es la principal almeja explotada en	La almeja constituye el molusco bivalvo no cultivado de mayor

	especies (productos) similares, equivalentes o competidores	Chile, seguida por la almeja juliana (Tawera gayi) (Sernapesca 2021)  Sus desembarques han disminuido significativamente en los últimos 10 años. Para el año 2021, se desembarcaron 12.759 Ton.	importancia económica para Chile, tanto por los volúmenes de extracción que se generan, como por el número de pescadores que dependen de este recurso.
4.2. Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		Chile compite con grandes y reconocidos productores de almejas de cultivo como China, España y EEUU. Las almejas Ruditapes decussatus y Ruditapes philippinarum tienen una mayor participación del mercado.
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores		Sus principales competidores son las almejas finas producidas en España, Italia, Francia y USA. Los principales mercados internacionales para las almejas producidas en Chile son España, que concentra cerca del 84% de todas las exportaciones, le siguen Argentina con un 12% e Italia con 4% (Prochile, 2018). Generalmente, las almejas chilenas de banco natural son exportadas como productos sustitutos. No existe mayor desarrollo de productos. Hay oportunidades

			asociado al desarrollo de conservas.
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie	-Espacio disponible para cultivo -Alternativa de producción sin arena	

**5. MERCADO**: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie	Entre \$1.000- \$2.000 /Kg fresco concha en mercados locales	
5.2.Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie	5-6 US dólares/kg producto fresco 9.020 US\$/Ton FOB	El año 2018 alcanzó un desembarque total de 14.445 toneladas, exportándose 2.862 toneladas de almeja en diversos formatos. Esto genero un nivel de exportación cercano a los \$7.250 millones de dólares en el año 2018 (ProChile, 2018).
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie		El consumo de almejas en Europa se ha mantenido constante en los últimos años, sin embargo, se ha visto un aumento del consumo de alimentos del mar, lo que puede ser visto como una oportunidad para el mercado de almejas.
5.4. Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie		El mercado de las almejas en formato conserva para el año 2018 generó \$2.750 millones de dólares, pero algunos investigadores predicen que este mercado crecerá en un 4% para el año 2021. Según el

			informe de Seafood Supply de Seafood Health Facts, alrededor de dos quintas partes de los productos de mariscos en los Estados Unidos se compran en formato de conservas, lo que deja una estimación a que el aporte de esta industria a la economía aumente en promedio un 1,4% por año.
5.5. Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial	España, Estados Unidos, Italia, Argentina, México	Chile se encuentra en una posición privilegiada en cuanto a la exportación de almejas. Pese a que buena parte de estos productos son abastecidos desde Europa, nuestro país es el mayor proveedor desde el continente americano, resultando sumamente importante para conservar y mejorar dicha posición.
5.6. Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados		El consumo de almejas en Europa se ha mantenido constante en los últimos años, sin embargo, se ha visto un aumento del consumo de alimentos del mar, lo que puede ser visto como una oportunidad para el mercado de almejas.
5.7. Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie	Actualmente hay diversos países como Europa, Asia y América del Sur, los cuales comercializan diversos formatos de baby clams. Pero, las tendencias de consumo apuntan en formato	

		conserva, ya que	
		ha aumentado cerca del 29% en	
		los últimos años	
		tanto en Europa	
		como EE.UU, los	
		cuales serán nuestros	
		principales	
		destinos de	
		exportación de	
		nuestros	
5.8.Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras	Existen distintas	No hay antecedentes de
	o restricciones de entradas a	especies de	barreras de entradas en
	mercados	almejas	los mercados de
		posicionadas con su denominación	exportación más frecuentes, adicionales
		de origen.	a las requeridas para
		Las almejas	entrada de otros
		chilenas entran a	productos marinos (e.g.,
		los mercados	exigencias de
		como sustitutos. En el caso de las	exportación de productos en
		denominadas	conservas).
		"baby	,
C O Decelerates	Nembra las minainales	clams".	En la naturalidad na
5.9. Productos equivalentes o	Nombre las principales especies y/o productos	Las almejas Ruditapes	En la actualidad no existe un mercado
sustitutos	sustitutos o equivalentes	decussatus y	competente de
		Ruditapes	productos de conserva
		philippinarum	de almeja en formato
		tienen una mayor participación del	baby clams que se produzca a través de la
		mercado. Las	acuicultura, ya que, la
		almejas chilenas	reproducción de
		son consideradas	semillas nacionales solo
		productos sustitutos.	se produce en bancos de desoves naturales.
		Cacillatos.	Esta innovación en
			producto podría tener
			una gran aceptación de
			mercado derivado de sus ventajas en calidad
			y seguridad alimentaria
			a nivel internacional
5.10. Nivel de	Nivel productivo de países		Chile compite con
competidores	competidores que producen		grandes y reconocidos
	especies o productos sustitutos o equivalentes		productores de almejas de cultivo como China,
	- 5 Squiraiontos		España y EEUU. Las

	almejas Ruditapes
	decussatus y Ruditapes
	philippinarum tienen una
	mayor participación del
	mercado.

 IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO: Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad	Observaciones/justific
		(si aplica)	ación
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo		Puede ser equivalente a otras especies que requieren producción en hatchery y manejo en cultivo de engorda (e.g., ostiones, ostras)
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo		Producción en hatchery requiere de técnicos especializados, cultivo de semillas y de engorda es de menor especialización (Bustos y Olavarria 2000)y equivalente a otros cultivos (e.g., ostión, ostras)
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)		Estacionalidad es baja, si se mantiene producción continua de semillas mediante acondicionamiento y maduración de reproductores.
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie		En general, el cultivo puede desarrollarse con los insumos y proveedores existentes para la acuicultura nacional.

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		Dada su condición de especie nativa, no hay restricciones adicionales a cualquier otro tipo de cultivo de especie nativa

		(RNA; RAMA, SEA si corresponde)
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile	No hay restricciones distintas a cualquier otro tipo de cultivo de especie nativa (RAMA)
7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile	No hay restricciones
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile	Eventualmente se puede desarrollar cultivos en sus distintas etapas, en concesiones de acuicultura y AMERB existentes

**8. CAMBIO CLIMÁTICO:** Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático		Estudio reciente con juveniles de esta especie, muestran que ante aumento de acidez y temperatura por periodos cortos, pueden modificar la asignación energética en los procesos de mantención y crecimiento, pero con posibles costos poblacionales a largo plazo (Martel et al. 2022). Estudios adicionales son requeridos (Yáñez et al. 2017)
8.2.Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático		Estudio reciente con juveniles de esta especie, muestran que ante aumento de acidez y temperatura por periodos cortos, pueden modificar la asignación energética en los

			procesos de mantención y crecimiento, pero con posibles costos poblacionales a largo plazo (Martel et al. 2022).
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático		Estudio reciente con juveniles de esta especie, muestran que ante aumento de acidez y temperatura por periodos cortos, pueden modificar la asignación energética en los procesos de mantención y crecimiento, pero con posibles costos poblacionales a largo plazo (Martel et al. 2022).
8.4.Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía	Aplica a eventuales cultivos suspendidos de erizo	La respuesta debiese ser similar a otros cultivos (e.g., ostión, ostras)
8.5. Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo, a la escasez hídrica	No aplica	
8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático		Dada su condición de especie filtradora
8.7.Cambios en condiciones físico-químicas	Nivel de conocimiento disponible sobre condiciones físico-químicas esperadas (e.g., temperatura, salinidad, nutrientes, oxigeno) en el área candidata a desarrollar acuicultura de la especie		Los estudios sobre cambios y potenciales efectos están en desarrollo en Chile (Yáñez et al. 2017).

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
9.1. Equidad en ingresos	Nivel en que el desarrollo del		Es un cultivo de
económicos	cultivo de la especie puede		mediana complejidad,
	promover o contribuir a la		dada la fase hatchery.

	equidad en los ingresos	
	económicos	
9.2.Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales	Es una especie considerada como potencial para desarrollar acuicultura de pequeña escala.
9.3.Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional	Si bien es una especie altamente exportada, el consumo local es permanente.
9.4. Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Es una especie bioextractora, por lo tanto, su impacto debería ser bajo
9.5.Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Es una especie nativa e icónica de las pesquerías artesanales, se podrías esperar una buena aceptación.
9.6. Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular	En otros países se han propuesto desarrollos asociados a economía circular (Corbau et al. 2023)
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	Es una especie bioextractora, por lo tanto, su impacto debería ser bajo y puede reducir cargas de nutrientes
9.8. Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada	Es una especie bioextractora, por lo tanto, su impacto debería ser bajo y puede reducir cargas de nutrientes

**10. IMPACTO TERRITORIAL:** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad	Observaciones/justific
		(si aplica)	ación
10.1. Ubicación	Nombre la(s) región(s),	Para cultivo	Los crecimientos son
geográfica del	macrozona(s) con mayor	intermareal, sur	significativamente
cultivo	potencial para la consolidación	de Chile, zonas	mayores desde la cuarta
	y masificación del cultivo de la	con planicies	región hacia el norte
	especie	intermareales.	(Fundación Chile)

		Cultivo suspendido, en bahías semi o protegidas	
10.2. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Se proyecta como moderado, proveedores existentes en zonas con desarrollo de acuicultura (Coquimbo, Los Lagos)
10.3. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Considerando redes logísticas y de proveedores existentes en el país y los desarrollos previos para esta especie, su potencial se percibe como moderado
10.4. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Considerando desarrollos previos para la especie, con varios grupos de investigación como ejecutores, el potencial puede ser moderado-alto (Fundación Chile, Aquapacifico, Universidad de Valparaíso, Universidad de los Lagos)

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN
6	Escalamiento productivo realizado por varios grupos de trabajo

# BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

Astorga M., L. Cárdenas, R. Sepúlveda y R. Jaramillo. 2018. Diagnóstico de la estructura genética poblacional y grado de conectividad, tamaño efectivo poblacional e indicadores biométricos del recurso almeja *venus antiqua*. Informe Proyecto Fondef IdeA ID15I10271. Universidad Austral. 6 pp. Bayne B.L., Newell R.C. 1983. Physiological energetics of Marine Molluscs. In:Wilbur, K.M. (Ed.), The Mollusca, vol. 4. Saleuddin, Academic Press, New York, pp. 407–515.

Bustos. H., M. Guarda, C. Osorio, E. Lozada. I. Solís. M. Diaz y E. Valenzuela. 1981. Estudio biológico pesquero del recurso almeja en la Bahía de Ancud. Il Investigaciones específicas. Instituto Fomento Pesquero. Chile. 356 pp.

- Bustos E. & E. Olavarria. 2000. Manual para el cultivo de la almeja *Venus antiqua*. División de Acuicultura, Instituto de Fomento Pesquero, Chile. 21 pp.
- Clasing E., T. Brey, R. Stead, J. Navarro y G. Asencio. 1994. Population dynamics of *Venus antiqua* (Bivalvia: Veneracea) in the Bahía de Yaldad de Chiloé, Southern Chile. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 177: 171-186.
- Delgado, M. and A. Pérez-Camacho. 2005. Histological study of the gonadal development of *Ruditapes decussatus* (L.) :(Mollusca: Bivalvia) and its relationship with available food. Sci. Mar., 69(1): 87-97
- Delagado M. y A. Pérez-Camacho. 2007. Comparative study of gonadal development of *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve) and *Ruditapes decussatus* (L.) (Mollusca: Bivalvia): Influence of temperatura. Sci. Mar. 71(3):471-484.
- Fabioux, C., Huvet, A., Le Souchu, P., Le Pennec, M., y Pouvreau, S. 2005. Temperature and photoperiod drive *Crassostrea gigas* reproductive internal clock. Aquaculture, 250, 458–470.
- Honkoop, P. J. C., y J. van der Meer. 1998. Experimentally induced effects of water temperature and immersion time on reproductive output of bivalves in the Wadden Sea. Jour. Exp. Mar. Biol. Ec.. 220: 227–246.
- Jerez G., F. Ponce y D. Rivas. 1991. Análisis de la explotación del recurso almeja (*Venus antiqua antiqua* King y Broderip. 1835) en la Bahía de Ancud. Chile. Invest. Pesq. (Chile). Vol. 36: 3-16.
- Jinhong, BI., LI Qi, ZHANG Xinjun, ZHANG Zhixin, TIAN Jinling, XU Yushan, and LIU Wenguang. 2016. Seasonal Variation of Biochemical Components in Clam (*Saxidomus purpuratus Sowerby* 1852) in Relation to Its Reproductive Cycle and the Environmental Condition of Sanggou Bay, China. J. Ocean Univ. China. 15 (2): 341-350.
- Joaquim S., D. Matia, A.M. Matias, R. Gonçalves, C. Vera, L. Chícharo and M.B. Gaspar. 2016. Relationships between broodstock condition, oocyte quality, and 24 h D-larval survival during the spawning season of the pullet carpet shell *Venerupis corrugata* (Gmelin, 1791). Inv. Repr. Dev. 10 pp.
- Loor Mera, A. G. 2012. Desarrollo de protocolos de manejo para la inducción al desove y larvicultura de la ostra nativa *Crassostrea iridescens* (Hanley, 1854)(Doctoral dissertation).
- Lozada, E., y Bustos, H. 1984. Madurez sexual y fecundidad de *Venus antiqua* King & Broderip 1835, en la Bahía de Ancud (Mollusca: Bivalvia: Veneridae). Revista de Biología Marina, 20: 91-112.
- Lowe D.M., N.M. Moore y B.L. Bayne. 1982. Aspects of gametogenesis in the marine mussel *Mytilus edulis* L. J. Mar. Bioi. Assoc. UK 62: 133-145.
- Martínez-Guzmán, G. 2008. Control de la reproducción y producción de semillas de bivalvos en sistemas controlados. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). 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. No. 12. Roma, FAO. pp. 267–275.
- Matias D. S. Joaquim, A. Matias and A. Leitãoc. 2016. Reproductive effort of the European clam *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758): influence of different diets and temperaturas. Inv. Repr. & Dev. 10 pp.
- Navarro E., I.I. Iglesias, A. Perez Camacho, U. Labarta y R. Beiras. 1993. The physiological energetics of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) from different cultivation rafts in the Ria de Arosa (Galicia, N.W. Spain). Aquaculture. 94:197-212.
- Osorio C. 2002. Moluscos marinos en Chile, especies de importancia económica. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago. 211 pp
- Osorio C., D. Frassinetti y E. Bustos. 1983. Taxonomia y morfometría de Venus antiqua King y Broderip. 1835 (Molluscs. Bivalvia, Verenidae). Tethys. Vol 11. pp. 49-56.

- Padilla, M. & Olivares, G. 1986. Evaluación de la madurez vitelogénica en oocitos extirpados de la almeja *Venus antigua antigua*. Revista de Biología Marina, 22(1): 61-74.
- Pérez-Camacho, A. (1991). Cultivo de almejas en playa. Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura, Xunta de Galicia. A Coruña. 40 pp.
- Pérez-Camacho, A., M. Albentosa, M. J. Fernández-Reiriz y U. Labarta. 1997. Effect of microalgal and inert cornmeal and cornstarch/ diets on growth performance and biochemical composition of *Ruditapes decussatus* seed. Aquaculture 160: 89-102-
- Pérez-Camacho, A., M. Delgado, M. J. Fernández-Reiriz y U. Labarta. 2003. Energy balance, gonad development and biochemical composition in the *clam Ruditapes decussatus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 258:133-145.
- Sastry AN. 1979. Pelecypoda (excluding Ostreidae). In: Giese AC, Pearse JS (eds) Reproduction of marine invertebrates, Vol 5. Academic Press, New York, p 113–292
- Stead, R., Clasing, E., Navarro, J., Asencio, G. 1997. Reproductive cycle and cohort formation of *Venus antiqua* (Bivalvia:Veneridae) in the interidal zone of sothern Chile. Revista chilena de Historia Natural, 70: 181-190.
- Utting SD y BE. Spencer. 1991. The hatchery culture of bivalve mollusk larvae and juveniles. Vol 68. Lowestoft: Leaflet Laboratory of Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Directorate of Fisheries research; p. 31.
- Villanueva-Gutiérrez F., L.F. Enríquez-Ocaña, J.A. López-Elias. M. Garza-Aguirre, J.M. Mazón-Suástegui y L. Martínez-Córdova. 2019. Gonadic conditioning and maturation of the queen conch (*Dosinia ponderosa*) fed three microalgae at three temperaturas. Aquaculture Nutrition. 25:88-96.
- Walne PR y Mann R. 1975. Growth and biochemical composition in *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*. In: Proc 9th Europ Mar Biol Symp, p 587–607
- Weber, A.P. 1992. Ciclo gonadal de *Venus antiqua* King & Broderip 1835 (Mollusca: Bivalvia: Veneridae) en Bahia Metri, Seno de Reloncavf. Tesis de Licenciatura en Biologia Marina, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. 46 pp.
- Weibel, E. 1969. Stereological principles for morphometry in electron microscopic cytology. International review of cytology. Volumen 26:235-299.
- Weibel E. y D. Gómez. 1962. Special communications; a principle for counting tissue structures in random sections. Department of Medicine, Columbia University, College of Physicians and Surgeons; and Cardio-Pulmonary Laboratory, First Medical and Chest Services (Columbia University Division), Bellevue Hospital, New York City. 343 349.
- Bustos E, Olavarria E. 2000. Manual: El cultivo de la almeja (Venus antiqua). División de Acuicultura, IFOP (Chile). 22 pp. .
- Cáceres-Martínez J, Vásquez-Yeomans R. 2007. La patología en moluscos bivalvos: principales problemas y desafíos para la producción de bivalvos en América Latina. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura factores que afectan su sustentabilidad en América Latina 12: 327–337.
- Cárdenas R. 2018. CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LA ALMEJA COMESTIBLE Ameghinomya antiqua (Veneridae). Memoria de grado presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Biología Marina y Título Profesional de Biologo Marino. UACH.
- Corbau C, Nardin W, Vaccaro C, Vona I, Simeoni U. 2023. Experimental design and field deployment of an artificial bio-reef produced by mollusk shell recycling. Marine Environmental Research 183: 105833.
- da Costa F, Cerviño-Otero A, Iglesias Ó, Cruz A, Guévélou E. 2020. Hatchery culture of European clam species (family Veneridae). Aquaculture International 28: 1675–1708.
- Filún L. 2009. Informe Final Proyecto FONDEF D05I10272. Cultivo de almeja Venus antiqua tipo baby

- clam en la zona intermareal del mar interior de la Xª región. .
- Grosso L, Rakaj A, Fianchini A, Morroni L, Cataudella S, Scardi M. 2021. Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) system combining the sea urchin Paracentrotus lividus, as primary species, and the sea cucumber Holothuria tubulosa as extractive species. Aquaculture 534: .
- Jaramillo R, Prida V, Rubilar PS, Cardenas L, Prieto V, Astorga MP. 2022. Gonadal cycle, reproductive indices and detection of parasitism in the clam Ameghinomya antiqua in natural beds of importance for fisheries. PLoS ONE 17: .
- Lizama C, Abarca A, Durán LR, Oliva D. 2022. Spawning induction and embryonic development of the clam Ameghinomya antiqua (King, 1832). Latin American Journal of Aquatic Research 50: 519–528.
- Lovatelli. A, Farías A, Uriarte I. 2008. 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. 359.
- Manríquez PH, González CP, Brokordt K, Pereira L, Torres R, Lattuca ME, Fernández DA, Peck MA, Cucco A, Antognarelli F, Marras S, Domenici P. 2019. Ocean warming and acidification pose synergistic limits to the thermal niche of an economically important echinoderm. Science of the Total Environment 693: .
- Martel SI, Fernández C, Lagos NA, Labra FA, Duarte C, Vivanco JF, García-Herrera C, Lardies MA. 2022. Acidification and high-temperature impacts on energetics and shell production of the edible clam Ameghinomya antiqua. Frontiers in Marine Science 9: .
- Murillo V, Oyarzún M, Vergara A. 2006. Transferencia tecnológica de cultivo de la almeja chilena (Venus antiqua) al sector productivo. Informe Final Complementario Proyecto FDI N° O1CR3PD-09. Uriarte I. 2009. Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile. FAO
- Yáñez E, Lagos NA, Norambuena R, Silva C, Letelier J, Muck K-P, Martin GS, Benítez S, R. Broitman B, Contreras H, Duarte C, Gelcich S, Labra FA, Lardies MA, Manríquez PH, Quijón PA, Ramajo L, González E, Molina R, Gómez A, Soto L, Montecino A, Barbieri MÁ, Plaza F, Sánchez F, Aranis A, Bernal C, Böhm G. 2017. Impacts of Climate Change on Marine Fisheries and Aquaculture in Chile. Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture 239–332.

#### **MACROALGAS**

#### 8. Huiro flotador

### INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- 1. Nombre común: Huiro flotador o canutillo
- 2. Nombre Científico: Macrocystis pyrifera
- 3. Distribución geográfica natural de la especie: Desde Coquimbo (30° 55' S) al Cabo de Hornos (55°S)
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): Extensivo

### CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
1.1.Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	Unidades: Metro lineal (m-1) Tonelada húmeda por hectárea Longitud total (m-cm)  Gutiérrez et al, 2006, Camus et al., 2017, para el sur de Chile reportan: 2 meses en hatchery, 7 meses en mar. Producción: 14.4 kg m-1 (± 4.8 kg m-1). Camus et al., 2017, para el sur de Chile 4 meses en el mar (Cultivo de 21 há) para obtener una productividad entre 5.5. – 8.8. tons. húmeda/ há Macchiavello et al, 2010, para el norte de Chile: 2 meses en hatchery, 4 – 5 meses en mar. Producción: – 22 kg m-1. Westermeier et al., 2006: 12 meses	Valores obtenidos desde estudios pilotos en sistemas de cultivo de long-line publicados para el sur y norte del país. Se observan a veces amplias diferencias debido al gradiente latitudinal ambiental entre el sur y norte (Gutiérrez et al, 2006, Macchiavello et al, 2010, Camus et al., 2017), así como, cultivos de invierno y verano (Correa et al., 2016). En términos generales existe gran dependencia de la ubicación y estado de los sistemas de cultivo, su mantenimiento y eventos climáticos de especial importancia en invierno (Saavedra et al., 2019, Manual de cultivo de macroalgas IFOP)

		(hatchery + cultivo en mar) 80 kg m <sup>-1</sup> ,	
		en el sur de Chile.	
		Macchiavello et al, 2010, para el norte de Chile: Individuos de 1,75 m de largo alcanzados luego de 3 – 4 Meses en mar.  Westermeier et al., 2006: Individuos de 14 m (± 2 m) de largo en 12 meses.	
		Correa et al. (2016), reportó: 2 meses de hatchery + 2 meses de nursery (individuos de 10 cm) 7 meses de cultivo en mar (Cosecha verano) y 6 meses de cultivo en mar (Cosecha invierno), alcanzando 9 -10 kg m <sup>-1</sup> (cultivo de invierno) y 25.1 kg m <sup>-1</sup> (cultivo de verano)	
1.2. Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo		El único % reportado puede extraerse de Gutiérrez et al., (2006) donde individuos de 1mm fueron cultivados inicialmente a una densidad de 51 individuos mm-1 para luego ser llevados a cultivo en mar. cultivados en mar. Sin embargo, los resultados son indicados en términos de a biomasa producida por m lineal (m-1)
1.3. Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	Gutiérrez et al., Correa et al (2016) (2006), Hatchery, 9- 10 °C, Sur de Chile Camus et al., (2017), Hatchery 10 ± 2°C, Sur de Chile	Rangos de T° de cultivo son fuertemente moduladas por las condiciones locales. Esto ha sido determinado en experiencias piloto para el sur y norte de Chile, según literatura citada.

		Macchiavello et al., 2010. Hatchery 15 ± 1°C, Norte de Chile Camus et al., (2017) 9 – 12° C en Mar, Sur de Chile; 14 – 15°C en mar, Norte de Chile (Caldera) Westermeier et al., (2006), Hatchery 8 – 10°C, Sur de Chile.	
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo	32.4–32.7 ‰, Mar, (Silva 2008) Para la zona de canales del sur Chile 32.5 to 34.5 ‰ en la costa expuesta (Atkinson et al., 2002)	Los rangos de salinidad, así como T° de cultivo tanto en hatchery como en mar están determinados fuertemente por las condiciones locales. Tanto <i>M. pyrifera</i> como otras especies de macroalgas presentan alta adaptabilidad latitudinal y local. La distribución de la especie así lo confirma. Sin embargo, cambios drásticos llevan a stress fisiológico (Buschmann et al., 2006, Graham et al. 2007)
1.5. Oxígeno	Rango de saturación/concentració n de oxígeno óptima en cultivo	5-8- ml l-1; 90 -130 % de saturación (Silva, 2008) para el sur de Chile	Los rangos de O <sub>2</sub> , de cultivo tanto en hatchery como en mar están determinados fuertemente por las condiciones locales, las cuales han permitido realizar todas las experiencias de cultivo.
1.6.Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo	Existe información sobre programas de cruzamiento para la obtención de Heterosis (i.e., vigor híbrido) para mejoramiento de crecimiento. (Westermeier et al., 2011)	Los lineamientos de manejo genético y domesticación presentan desarrollo incipiente. Se ha determinado heterosis por cruzamiento de cepas selectas con mejor desempeño de crecimiento (Westermeier et al., 2011) (Cárdenas 2018)

1.7. Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo	Gutiérrez et al, 2006, Correa et al., 2006, reportan el uso de agua de mar enriquecida con medio Provasoli para el sur de Chile  Camus et al., 2017, Producción de semillas (8-10 cm) para el sur de Chile:  Medio de cultivo Provasoli suplementado con fertilizante comercial Salitre potásico, Anasac S.A., (15% nitrógeno y 14% potasio  Macchiavello et al, 2010, para el norte de Chile: Uso de medio de cultivo Von Stosch (Oliveira et al., 1995)  Westermeier et al., 2006, en el sur de Chile. agua de mar natural enriquecida con 20mL L-1 de Provasoli (PESmedium; Starr & Zeikus, 1993) 1993).  El monitoreo de la concentración de nutrientes en varias localidades durante períodos de cultivo experimentales de macroalgas a lo largo del Mar interior de Chiloé mostró nitratos totales entre 0.10 - 0.25 mg L-1 de (NO2 - + NO3 -) y entre 0.20 y 0.40 mg L-1
		nitratos totales entre 0.10 - 0.25 mg L <sup>-1</sup> de (NO2 - + NO3
1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio	Existe información incipiente sobre programas de cruzamiento para la obtención de Heterosis (i.e., vigor híbrido) desde parentales de distinta latitud para mejoramiento de crecimiento. (Westermeier et

		i	al., 2011). Además, existe información incipiento sobre efectos positivos de compatibilización sexual en la especie (Murúa et al., 2021)
1.9.Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda		La información producida ha involucrado distintas técnicas de producción masiva de semillas en hatchery como: esporocultivo (Guriérrez et al., 2006, Correa et al.,2006) y free-floating (Westermeier et al., 2006) y propagación vegetativa (Westermeier et al., 2016). Todas las experiencias han producido semillas para cultivos experimentales y de nivel piloto.

2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Varia ble	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
2.1.Enfermedades	Nivel de conocimiento sobre enfermedades que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		Escasa información sobre patógenos y endófitas de la especie en sistemas de cultivo y el ambiente. A nivel global el conocimiento y buenas prácticas para el control de pestes y patógenos en la industria de algas es aún incompleto. Una excepción es el estudio de Oomicetes patógenos en M. pyrifera en Chile y sus efectos fisiológicos (Murúa et al., 2020). Dificultades técnicas son la presencia de síntomas macroscópicos demasiado genéricos, fata de consenso y la compleja red de interacciones que permiten el desarrollo de comunidades bacterianas (u otras) en el ambiente de cultivo bajo distintos estresores multifactoriales externos (Murúa et al., 2021).

2.2. Agentes patógenos/parásit os/epibiontes	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/epibio ntes (epífitas o epizoicos) que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		Existe conocimiento basal sobre identidad, frecuencia y temporalidad de epibiontes/epífitos en cultivo de laboratorio y cultivos experimentales. Camus et al., reporta alta densidad de anfípodos (Sunamphitoe femorata) en cultivo en mar (Sur de Chile) durante primavera temprana (Camus et al., 2017). Así mismo, otros autores (Gutiérrez et al.,Camus et al., 2017) reportan gran cobertura del briozoo colonial Membraniphora sp. sobre frondas de individuos adultos, que ocasionan detrimentos en individuos adultos.
2.3. Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo	No existe información específica para la especie	
2.4. Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/epibio ntes en cultivo		Existen, de manera incipiente, medidas cautelares como temporadas específicas de cosecha, manejo y limpieza de sistemas de cultivo o aumento en la profundidad de cultivo para epibiontes (Fouling). Todas estas medidas han sido propuestas durante el desarrollo de experiencias de cultivo, pero no han sido adoptadas de manera sistemática para cada especie (Manual de cultivo de macroalgas IFOP, 2021).

3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO: Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
3.1.Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles		Las técnicas para obtención masiva de "semillas" para esta especie (Artículos científicos e Informes) son

	(semillas) a nivel		relativamente sencillas y han
	nacional		sido desarrolladas a nivel experimental y escala piloto (Gutiérrez et al., 2006, Westermeier et al., 2006, Macchiavello et al., 2010, Correa et al. 2016, Camus et al., 2017; Manual de cultivo de macroalgas, IFOP, 2019).
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional		Existe información (Artículos científicos e Informes) sobre diversas técnicas, la tecnología para "engorda" para esta especie y han sido desarrolladas a nivel experimental y escala piloto (Gutiérrez et al., 2006, Westermeier et al., 2010, Correa et al. 2016, Camus et al., 2017).
3.3. Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de larvas y semillas	Existe capacidad de producción de "semillas" suficientes para la producción masiva	La producción de masiva de semillas ha sido reportada en Artículos científicos e Informes de las universidades Austral, Católica del Norte, ULA, entre otras.
3.4. Escala producción actual engorda	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de engorda		La especie cuenta con al menos tres experiencias de escalamiento comercial, Experimental (Lab) y Piloto/comercial (Cultivo suspendido), principalmente resultados en informes y artículos de la ULA.
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo		No existen "dietas" o requerimientos específicos. Estos dependen de fuentes naturales bien caracterizadas (Sistema de surgencia costera) y/o medios de cultivo estandarizados para producción en laboratorio. Se utiliza comúnmente Biofertilizantes agrarios, Medios de cultivo como Provasoli, etc
3.6. Proveedores de tecnologías,	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de		El nivel de disponibilidad es alto, ya que se utilizan insumos de otros cultivos

equipamiento e insumos	tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo	consolidados comercialmente como Salmón, y/o choritos.
3.7. Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial	Para cultivo de 6 há: CL\$27.632.277 según análisis bioeconómico de Zúñiga et al., (2016)
3.8. Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bioeconómicos para el cultivo de la especie	Existe información y análisis bio-económico completo. Producción debe aumentar 211% y precio de la especie un 25% para rentabilizar. (i.e., ~78US\$/ ton. húmeda)
3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos de personas, para su implementación a escala comercial	Falta de información socio- ecológica sobre etapas de transferencia. Sin embargo, la información de experiencias existentes han sido y permanecen disponibles/ transferibles a nuevos usuarios (Saavedra et al. 2019, Manual de cultivo de macroalgas)
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	Existe desarrollo comercial completo en países como Canadá (Macrocystis) y bloque asiático (Especies similares). Esta información está disponible para nuevos usuarios.

4. VENTAJAS COMPETITIVAS: Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
4.1. Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		M. pyrifera corresponde ~ 9% del desembarque nacional de algas (36.521 tons.) ó ~12% del mercado nacional de algas pardas (Sernapesca.cl, Anuario 2021).
4.2. Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos)		M. pyrifera de Chile compite con otros productores como Perú, México, USA, Canadá y Nueva Zelanda (Peteiro

	similares, equivalentes o competidores	2018), mientras que plantas procesadoras de alginatos se ubican en China, USA, UK, Chile, Japón y Alemania (Peteiro 2018). En términos de desembarque de algas pardas, Chile es el primer exportador de Occidente (FAO 2020).
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores	Está en desventaja productiva frente a competidores externos como, China, Japón y Corea del Sur, productores de otras laminariales alginófitas. Lessonia y Laminaria comprenden el 65% del desembarque de alginófitas, Saccharina el 21%, mientras que Macrocystis el 5%, por sobre Ascophyllum, Ecklonia y Durvillaea (2%) También es la tercera en desembarque a nivel nacional después de las especies de <i>Lessonia</i> spp., todas extraídas de poblaciones naturales. La cosecha mundial de M. pyrifera ha disminuido debido a los potenciales efectos ecológicos de su extracción y la preferencia de Alginato G, el que ocurre en menores concentraciones para esta especie por kg seco (Peteiro, 2021). A nivel nacional, su desembarco ha ido en aumento (Sernapesca, 2021)
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie	Ambientes óptimos para el cultivo Rápido crecimiento Versatilidad en técnicas de cultivo Diversidad de usos/ productos (e.g., materia prima para alimento de abalón, biofertilizante, biocombustible, compuestos

	nutracéuticos y
	farmacológicos, etc.)

5. MERCADO: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

	generan potencial y atractivo.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n	
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie	20 ~ 80 CL\$/kg húmedo	El precio es variable en términos de variaciones del mercado internacional	
5.2. Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie	1421 – 1612 US\$ / ton (Materia prima seca)		
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie		Mercado mundial de alginatos equivalente a 95.000 ton de alga seca año 1. Sin embargo M. pyrifera sólo representó el 2% de la producción mundial el año 2009 (Fuente más actualizada: Peteiro, 2017)	
5.4. Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie		Existe potencial de crecimiento según autores especializados debido al valor de componentes biomoleculares y de la especie (Buschmann et al. 2008, 2014, Camus et al. 2016a).	
5.5. Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial	China, Japón, Noruega, Francia	Países importadores registrados en literatura (Buschmann et al. 2017, Camus et al. 2019)	
5.6. Tendencia de la demanda	Nombre las principales tendencias de la demanda de la especie y productos asociados		La tendencia de la demanda está en aumento para materia prima seca y producción de Alginatos, a su vez para, alimento animal. Marginalmente existe el potencial de extracción de bioetanol (BAL Chile)	
5.7.Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie		Ácido algínico, Alginato de sodio y Alginato de potasio Biofertilizantes (e.g., Macromix) Bioetanol Húmedo/fresco para alimento de abalón	

5.8. Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados		Marco regulatorio coordinado para la exportación de materia prima seca.  No hay antecedentes de barreras de entrada a mercados de exportación conocidos, que sean adicionales a las requeridas para entrada de otros productos marinos
5.9.Productos equivalentes o sustitutos	Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes	Laminaria digitata, L. Hyperborean, Saccharina japonica Lessonia nigrescens, L. Trabeculata, Ecklonia máxima Durvillaea potatorum, Ascophyllum nodosum	Algas laminariales asiáticas, europeas de Africa y Australia cultivadas/ cosechadas para extracción de ficocoloides
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos sustitutos o equivalentes		Países asiáticos predominan con la producción. Países Europeos dominan la producción de productos de valor agregado, luego del uso de materia prima de Chile.

6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO: Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació	
	variable	aplica)	n	
6.1.Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo		El cultivo comercial requiere técnicas sencillas fácilmente transferible a usuarios no técnicos y operarios para implementación. Sin embargo, su capacidad de creación de empleo está limitada actualmente a la actividad extractiva.	
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo		Nivel de especialización para cultivo en mar análogo al de la mitilicultura (Bajo). Implementación de hatchery puede requerir nivel técnico	
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo		Principalmente creación de empleos temporales durante la cosecha y/o explotación	

	(e.g., año completo, temporada, estación)	
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie	Se percibe falta de especificidad directa al cultivo de macroalgas auque el cultivo puede desarrollarse con los insumos y proveedores existentes para la acuicultura nacional

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

cultivo de la especie a escala comercial.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		No existen restricciones legales para su cultivo dado su status de especie nativa. Existen medidas regulatorias y legislativas para facilitar su cultivo como: Decreto Exento N° 1347, 08.10.2008 (Veda extractiva)  Ley N°20925 de bonificación para el repoblamiento y cultivo de algas  Reglamento APE
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		No existen restricciones distintas a cualquier otro tipo de cultivo para especie nativa (RAMA) conforme la ley de pesca y acuicultura; Reglamento APE
7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile		No existen restricciones actualmente diferentes a las leyes existentes son recapituladas en los siguientes documentos legales: Reglamento de Plagas Hidrobiológicas, D.S. N° 345/2005, Chile, 2005. Comité Operativo para el Control de las Especies Exóticas Invasoras (COCEI), Estrategia Nacional Integrada para la Prevención, el Control y/o Erradicación de

		las Especies Exóticas Invasoras, Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, 2014.
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile	Las restricciones legales según normativa vigente permiten el cultivo sólo en concesiones de acuicultura y AMERB.  D.S. N° 290 de 1993  Reglamento de Concesiones de Acuicultura. (Actualizado D.S. Nº 114 de 2019);  Reglamento APE

8. CAMBIO CLIMÁTICO: Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático		Especie considerada de alta vulnerabilidad ante alzas en temperatura, sin embargo, su rápido crecimiento y recambio de biomasa y una demanda de nitrógeno relativamente alta (< 1umol L <sup>-1</sup> ) favorecen su adaptación a cambios moderados (Reed et al. 2016). Por otro lado, para el ecosistema de la corriente Humboldt tales cambios pueden ser de menor intensidad que en el hemisferio norte
8.2.Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático		Altamente sensible a cambios de temperatura superficial del agua.
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático		Resultados experimentales (Fernández et al. 2015, 2020) sugieren que la absorción fotosintética de Ci y el crecimiento de Macrocystis no se verán afectados por la pCO2/pH elevado previsto para el futuro (Incremento del 200% CO2 en el agua). Pero

_		т	
			los efectos combinados con otros factores ambientales como la T° y la disponibilidad de nutrientes podrían cambiar la respuesta fisiológica ante Acidificación del mar. Por lo tanto, más estudios son necesarios
8.4. Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía		Es probable que la especie pueda adaptarse dentro de su rango natural al aumento de marejadas (Reed et al. 2016). En términos de cultivo, las marejadas que ocurren en sectores expuestos pueden verse afectados, pero, el cultivo de <i>M. pyrifera</i> puede desarrollarse en el mar interior y fiordos disminuyendo la incidencia de las marejadas oceánicas.
8.5.Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo, a la escasez hídrica		Estudios señalan que el uso de recursos hídricos para el cultivo de esta especie no es necesario en hatchery
8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático		Estudios enfocados en el concepto IMTA, evidencian el gran potencial de esta especie para mitigación de nutrientes disueltos (Troell et al. 2003, 2009, Chopin 2006)
8.7. Cambios en condiciones físico-químicas	Nivel de conocimiento disponible sobre condiciones físico-químicas esperadas (e.g., temperatura, salinidad, nutrientes, oxigeno) en el área candidata a desarrollar acuicultura de la especie		Existe información relevante y disponible, aunque sólo referencial (para otras latitudes). En Chile tiene desarrollo incipiente

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
9.1. Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a		Las políticas de equidad nacional promueven el cultivo de algas como una actividad que puede ser potenciada

	la amidad an las		
	la equidad en los ingresos económicos	por ambos sexos. Macrocystis no es la excepción, por lo tanto puede promover equio ingresos. Esta promoc ha registrado especial para mujeres que han desarrollado producto alternativos generalmo comestibles (e.g., sazonadores) basados macroalgas, aunque s desarrollo es a nivel lo incipiente.	dad de ción se Imente s ente s en
9.2.Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales	La tendencia del país que el desarrollo del conde de M. pyrifera puede se llevado a cabo por pescadores/ cultivado artesanales presentan potencial relativament bueno para desarrolla diversificar la acuiculto pequeña escala (Henra Antipa & Cárcamo 2000).	cultivo ser res ndo un e r y ura de ríquez-
9.3. Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional	Las macroalgas come y aquellas que productos ligados industria alimentaria ti potencial de ser un podesarrollo para aumer seguridad alimentaria mundial (Porter et al. 2 FAO 2020). Sin emba desarrollo de iniciativa este tipo es incipiente Chile. En términos intenacionales la especie presenta más asociad obtención de alginatos un consumo directo.	en a la enen el olo de ntar la 2014, rgo, el as de en ernos/ se la a la
9.4. Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	La literatura indica que cultivo de macroalgas efectos negativo marg sobre el ambiente, y s existen múltiples cultiv tamaño comercial (e.g (Walls et al. 2017, Hasselström et al. 201 Visch et al. 2020)	genera ginales sólo si yos de g., Asia)

9.5.Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Sólo potencial, ya que constituye una especie na de alto valor ecológico, se podrías esperar una buer aceptación	е
9.6. Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular	No hay información para nuestro país, sólo existe potencial de la especie, ayudando a establecer ur economía circular de nutrientes (Krause-Jense Duarte 2016, Duarte et al 2022)	n &
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	Debido a la naturaleza de especie (especie extracto de bajo nivel trófico) exist gran potencial para ser incorporada en el eslabór producción sustentable dentro del enfoque ecosistémico en acuicultu	ora te n de
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada	Existe suficiente informac y análisis en situaciones reales específicas para e especie como candidata principal para acuicultura integrada (Troell et al. 20 2009, Chopin et al. 2012, Chopin & Tacon 2021)	sta 03,

10. IMPACTO TERRITORIAL: Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad	Observaciones/justificació
	variable	(si aplica)	n
10.1. Ubicación geográfica del cultivo	Nombre la(s) región(s), macrozona(s) con mayor potencial para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Coquimbo Los Lagos	Según desembarques de pesca y acuicultura, desarrollo de prototipos de cultivo experimental-piloto y comercial (Camus et al. 2016a, 2016b, Sernapesca 2020)
10.2. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y		No hay información, sólo potencial de desarrollo en zonas de mayor potencial (Coquimbo, Los Lagos)

10.3. Desarrollo de redes de colaboración logística	masificación del cultivo de la especie  Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	No hay información, se percibe como viable a un nivel moderado pero concentrado en las regiones de mayor potencial. Se espera que desde éstas se puedan mejorar la colaboración hacia otras regiones.
10.4. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Potencial moderado

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

	NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN
,	6-7	

## BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

Bulboa C, Véliz K, Sáez F, Sepúlveda C, Vega L, Macchiavello J. 2013. A new method for cultivation of the carragenophyte and edible red seaweed Chondracanthus chamissoi based on secondary attachment disc: Development in outdoor tanks. Aquaculture 410: 86–94.

Buschmann A, Stead R, Hernández-González MC, Pereda S V., Paredes JE, Maldonado MA. 2013. Un análisis crítico sobre el uso de macroalgas como base para una acuicultura sustentable. Revista chilena de historia natural 86: 251–264.

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 52: 391–406.

Buschmann AH, del Carmen Hernandez-Gonzalez M, Varela D. 2008. Seaweed future cultivation in Chile: perspectives and challenges. International Journal of Environment and Pollution 33: 432–456. Buschmann AH, Moreno C, Vásquez JA, Hernández-González MC. 2006. Reproduction strategies of Macrocystis pyrifera (Phaeophyta) in Southern Chile: The importance of population dynamics.

Journal of Applied Phycology 18: 575.

Buschmann AH, Prescott S, Potin P, Faugeron S, V??squez JA, Camus C, Infante J, Hern??ndez-Gonz??lez MC, Gut??errez A, Varela DA. 2014. The status of kelp exploitation and marine agronomy, with emphasis on macrocystis pyrifera, in Chile. Advances in Botanical Research 71: 161–188.

Camus C, Ballerino P, Delgado R, Olivera-Nappa Á, Leyton C, Buschmann AH. 2016a. Scaling up

- bioethanol production from the farmed brown macroalga Macrocystis pyrifera in Chile. Biofuels, Bioproducts and Biorefining 10: 673–685.
- Camus C, Faugeron 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.
- Camus C, Infante J, Buschmann AH. 2016b. Overview of 3 year precommercial seafarming of Macrocystis pyrifera along the Chilean coast. Reviews in Aquaculture.
- Camus C, Infante J, Buschmann AH. 2019. Revisiting the economic profitability of giant kelp Macrocystis pyrifera (Ochrophyta) cultivation in Chile. Aquaculture 502: 80–86.
- Cárdenas R. 2018. CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LA ALMEJA COMESTIBLE Ameghinomya antiqua (Veneridae). Memoria de grado presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Biología Marina y Título Profesional de Biólogo Marino. UACH.
- Chopin T. 2006. Integrated multi-trophic aquaculture. What it is and why you should care ... and don't confuse it with polyculture. Northern Aquaculture 12: 4.
- Chopin T, Cooper JA, Reid G, Cross S, Moore C. 2012. Open-water integrated multi-trophic aquaculture: Environmental biomitigation and economic diversification of fed aquaculture by extractive aquaculture. Reviews in Aquaculture 4: 209–220.
- Chopin T, Tacon AGJ. 2021. Importance of Seaweeds and Extractive Species in Global Aquaculture Production. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture 29: 139–148.
- Duarte CM, Bruhn A, Krause-Jensen D. 2022. A seaweed aquaculture imperative to meet global sustainability targets. Nature Sustainability 5: 185–193.
- FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. .
- Fernández PA, Gaitán-Espitia JD, Leal PP, Schmid M, Revill AT, Hurd CL. 2020. Nitrogen sufficiency enhances thermal tolerance in habitat-forming kelp: implications for acclimation under thermal stress. Scientific Reports 10: 3186.
- Fernández PA, Leal PP, Henríquez LA. 2019. Co-culture in marine farms: macroalgae can act as chemical refuge for shell-forming molluscs under an ocean acidification scenario. Phycologia 58: 542–551.
- Fernández PA, Roleda MY, Hurd CL. 2015. Effects of ocean acidification on the photosynthetic performance, carbonic anhydrase activity and growth of the giant kelp Macrocystis pyrifera. Photosynthesis Research 124: 293–304.
- Fonck E, Martínez R, Vásquez J, Bulboa C. 2007. Factors that affect the re-attachment of Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales) thalli. Journal of Applied Phycology 20: 311.
- Gutierrez A, Correa T, Muñoz V, Santibañez A, Marcos R, Cáceres C, Buschmann AH. 2006. Farming of the Giant Kelp Macrocystis Pyrifera in Southern Chile for Development of Novel Food Products. Journal of Applied Phycology 18: 259–267.
- Hasselström L, Visch W, Gröndahl F, Nylund G, Pavia H. 2018. The impact of seaweed cultivation on ecosystem services a case study from the west coast of Sweden. Marine Pollution Bulletin 133: .
- Henríquez-Antipa LA, Cárcamo F. 2019. Stakeholder's multidimensional perceptions on policy implementation gaps regarding the current status of Chilean small-scale seaweed aquaculture. Marine Policy 103: .
- Krause-Jensen D, Duarte CM. 2016. Substantial role of macroalgae in marine carbon sequestration. Nature Geoscience 9: 737–742.
- Macchiavello J, Araya E, Bulboa C. 2010. Production of Macrocystis pyrifera (Laminariales; Phaeophyceae) in northern Chile on spore-based culture. Journal of Applied Phycology 22: 691–697.
- Peteiro C. 2018. Alginate Production from Marine Macroalgae, with Emphasis on Kelp Farming BT Alginates and Their Biomedical Applications. In: BHA Rehm and MF Moradali, editor. Singapore: Springer Singapore. p. 27–66.

- Porter JR, Xie L, Challinor AJ, Cochrane K, Howden SM, Iqbal MM, Lobell DB, Travasso MI. 2014. Food security and food production systems. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change 485–533.
- Reed D, Washburn L, Rassweiler A, Miller R, Bell T, Harrer S. 2016. Extreme warming challenges sentinel status of kelp forests as indicators of climate change. Nature Communications 7: 13757.
- Saavedra S, Henríquez L, Leal P, Galleguillos F, Cook S, Cárcamo F. 2019. Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile.
- Sernapesca. 2020. [Internet]. Available from: www.sernapesca.cl
- Troell M, Halling C, Neori A, Chopin T, Buschmann AH, Kautsky N, Yarish C. 2003. Integrated mariculture: Asking the right questions. Aquaculture 226: 69–90.
- Troell M, Joyce A, Chopin T, Neori A, Buschmann AH, Fang J-G. 2009. Ecological engineering in aquaculture Potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. Aquaculture 297: 1–9.
- Vásquez JA. 2009. Production, use and fate of Chilean brown seaweeds: re-sources for a sustainable fishery. In: MA Borowitzka, AT Critchley, S Kraan, A Peters, K Sjøtun, and M Notoya, editor. Nineteenth International Seaweed Symposium: Proceedings of the 19th International Seaweed Symposium, held in Kobe, Japan, 26-31 March, 2007. Dordrecht: Springer Netherlands. p. 7–17.
- Vásquez JA, Vega A. 2001. Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales) in northern Chile: ecological aspects for management of wild populations. Journal of Applied Phycology 13: 267–277.
- Visch W, Kononets M, Hall POJ, Nylund GM, Pavia H. 2020. Environmental impact of kelp (Saccharina latissima) aquaculture. Marine Pollution Bulletin 155: 110962.
- Walls AM, Kennedy R, Edwards MD, Johnson MP. 2017. Impact of kelp cultivation on the Ecological Status of benthic habitats and Zostera marina seagrass biomass. Marine Pollution Bulletin 123: 19–27.
- Westermeier R, Murúa P, Patiño DJ, Muñoz L, Müller DG. 2014. Giant kelp (Macrocystis) fishery in Atacama (Northern Chile): biological basis for management of the integrifolia morph. Journal of Applied Phycology 26: 1071–1079.
- 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.
- Zuniga-Jara S, Soria-Barreto K. 2017. Prospects for the commercial cultivation of macroalgae in northern Chile: the case of Chondracanthus chamissoi and Lessonia trabeculata. Journal of Applied Phycology.

#### 9. Chicorea de mar

## INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- 1. Nombre común: Chicoria de mar
- 2. Nombre Científico: Chondracanthus chamissoi
- 3. Distribución geográfica natural de la especie: Desde Paita, Perú (5° S) hasta Chiloé, Chile (42° S)
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): Extensivo, suspendido, fijación de disco secundario

#### CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES

	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n
1.1. Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	Unidades: Metro lineal (m-1) Tonelada húmeda por hectárea Longitud total (m - cm)  Estudios en el norte de Chile sugieren cosecha luego de 4 meses de cultivo suspendido vía propagación vegetativa con adhesión de disco secundario a 1 m de profundidad (Bulboa et al. 2005, 2013, Sáez & Macchiavello 2018). Se alcanzan biomasas de hasta 300 g m-1 para el centro-norte de Chile Cultivos vegetativos en el sur de Chile alcanzan entre 103 –	Cultivos de tipo experimental que probaron distintos sustratos, distintas densidades y profundidades de cultivo (Bulboa et al. 2005, 2013, Sáez & Macchiavello 2018, Saavedra et al. 2019).
1.2.Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	435 g m <sup>-1</sup> (IFOP) 60 -100% sustratos naturales 89 – 100% en sustratos artificiales	Alta Supervivencia de talos vegetativos con adhesión de disco secundario hasta su formación (40 días). 60-100 % sobre sustratos naturales

			mientras que sobre sustratos
			artificiales (cuerda) 89% - 98% (Bulboa et al. 2013, Sáez & Macchiavello 2018).
1.3. Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	13° C para cultivo en laboratorio de fases tempranas de desarrollo en norte y Sur de Chile de Chile	Esporofitos muestran mayor tasa de crecimiento a 13° C (Bulboa et al. 2005, 2013, Ávila et al. 2011, Sáez & Macchiavello 2018).
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo	Salinidad entre 25 - 33 ‰ (Laboratorio)	Valores obtenidos Esporocultivo durante el desarrollo de cultivos experimentales para determinar biología reproductiva y condiciones de crecimiento de fases tempranas de germinación (Avila et al. 2011)
1.5. Oxígeno	Rango de saturación/concentrac ión de oxígeno óptima en cultivo	No reportado	Especie es fenotípicamente plástica y adaptable a los rangos naturales de la zona costera y del mar interior de fiordos de sur de Chile según literatura especializada (Atkinson et al. 2002, Sievers & Silva 2008, Silva & Vargas 2014).
1.6. Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo		Se conocen técnicas de manejo para producción de fases tetrasporofítica y esporofítica que permiten el esporocultivo, propagación vegetativa y cultivo con fijación de disco secundario aunque sin desarrollo avanzado en manejo de cepas o fenotipos seleccionados (Fonck et al. 2007, Avila et al. 2011, Bulboa et al. 2013, Sáez & Macchiavello 2018). La investigación se encuentra en estado desarrollo y resultando en identificación de características fenotípicas en le gradiente latitudinal (Ecotipos) y contenido de compuestos biomoleculares de interés (carragenina, Agar, etc.) (Véliz et al. 2019)

1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo	Literatura reporta cultivos exitosos en laboratorio mantenidos con 0.057 g L <sup>-1</sup> Fertilizante Agricola (KNO3 and (NH4) 2HPO4) a un rango de 10:1 (Nitrógeno:Fósforo)	No existen requerimientos nutricionales específicos, más allá del uso de biofertilizante y medio de cultivo Provasoli en laboratorio (Bulboa et al. 2013). Requerimientos nutricionales se ajustan a los rangos naturales del mar interior, canales y fiordos de sur de Chile según literatura especializada
1.8. Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio		Existe información biológica suficiente para el manejo de reproductores (Fases tetrasporofítica, Esporofítica y propagación vegetativa) en cautiverio
1.9. Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda		Existe información y tecnología suficiente para el manejo y producción de "semillas" para cultivos de engorda

2. SANITARIAS: Conoci	2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n	
2.1.Enfermedades	Nivel de conocimiento sobre enfermedades que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		No existe información sobre enfermedades de la especie en sistemas de cultivo y el ambiente. A nivel global el conocimiento y buenas prácticas para el control de pestes y patógenos en la industria de algas es aún incompleto y permanece en su infancia. Dificultades técnicas son la presencia de síntomas macroscópicos demasiado genéricos, fata de consenso y la compleja red de interacciones que permiten el desarrollo de comunidades bacterianas (u otras) en el ambiente de cultivo bajo distintos	

		estresores multifactoriales
2.2. Agentes patógenos/parásitos/ epibiontes	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/e pibiontes (epífitas o epizoicos) que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural	externos (Murúa et al., 2021).  Existe conocimiento basal sobre identidad, frecuencia y temporalidad de epibiontes/epífitos en cultivo de laboratorio y cultivos experimentales, (e.g., Ceramium Bugula sp. (Rhodophyta) y Membraniphora spp. (Bryozoa)) (Sáez & Macchiavello 2018), aunque no existe desarrollo para erradicación específica para esta especie.
2.3.Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo	Existen, de manera incipiente, medidas cautelares como temporadas específicas de cosecha, manejo y limpieza de sistemas de cultivo o aumento en la profundidad de cultivo. Todas estas medidas han sido propuestas durante el desarrollo de experiencias de cultivo, pero no han sido adoptadas de manera sistemática para cada especie en cultivos piloto (Manual de cultivo de macroalgas IFOP, 2021).
2.4. Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/e pibiontes en cultivo	Conocimiento basal sobre manejo de variables (profundidad, luz y temporada de cultivo) condicionantes de epibiontes/epífitos en cultivo de laboratorio y cultivos experimentales, aunque no han sido sistematizadas para esta especie

3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO: Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació
3.1. Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo	ирпои	Existe tecnología disponible para la producción masiva de semillas en laboratorio y

	de larvas y juveniles	estanques de crecimiento
	(semillas) a nivel	para esta especie
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional	Existe suficiente información, tecnología y técnicas disponibles para realizar "engorda" en mar y estanques de cultivo (Esporocultivo, Long-line, Plansa de cultivo). Aunque, no es equivalente a interregionalmente
3.3. Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de larvas y semillas	La especie cuenta con escalamiento a nivel piloto/ experimental
3.4. Escala producción actual engorda	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de engorda	La especie cuenta con escalamiento a nivel piloto/experimental
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo	No existen dietas específicas ésta depende de las fuentes naturales bien caracterizadas y/o medios de cultivo estandarizados para producción en laboratorio
3.6.Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo	El nivel de disponibilidad es alto, ya que se utilizan insumos de acuicultura consolidada comercialmente (e.g., Salmón, Chorito)
3.7.Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial	Para cultivo de 6 há: CL\$20.426.343 (Zúñiga & Barreto, 2017)
3.8. Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bioeconómicos para el cultivo de la especie	Existe análisis Bioeconómico completo. Inversor privado necesita mejoramiento del rendimiento y productividad del cultivo para alcanzar rentabilidad Rentabilidad requerida es ~78US\$/ ton. húmeda.

		(Zuniga-Jara & Soria-Barreto 2017)
3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos de personas, para su implementación a escala comercial	Falta de información socio- ecológica sobre etapas de transferencia. Experiencias analizadas son positivas en cuanto a transferencia de conocimiento (Saavedra et al. 2019)
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	Existe desarrollo comercial completo en países como Canadá con una especies similar (e.g., <i>Chondrus crispus</i> )(Collén et al. 2014)

4. VENTAJAS COMPET	4. <b>VENTAJAS COMPETITIVAS</b> : Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n	
4.1.Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		El desembarque del año 2021 corresponde al 0.1 % del total del de macroalgas chilenas (i.e., 402 tons. húmedas) (Sernapesca, 2022)	
4.2. Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		C. chamissoi representó el 0.02% de la producción total de algas carragenófitas del mundo en 2014 con 2.715 tons. húmedas (Sernapesca, 2022). Sus desembarques han disminuido en los últimos años (2020 = 402 ton. húmedas) (FAO 2019)	
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores		No hay información específica	
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie		Según literatura académica Ambientes adecuados Rápido crecimiento Alto contenido de carragenina k- o λ, Alto contenido nutricional	

5. **MERCADO**: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie	US \$270/ ton. húmeda	Datos: 2013. Información elaborada por IFOP, fuente Aduanas de Chile
5.2. Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie	0.5 US\$ kg <sup>-1</sup> húmedo	Información obtenida de datos y proyecciones requeridas para el análisis bioeconómico de la especie de Zúñiga & Barreto (2017)
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie		De las especies extraídas del ambiente natural C. chamissoi representa el 0.02%, cuando la contribución de algas rojas carragenófitas. representa el 0.54% de la producción total por pesca (FAO 2019). En términos de algas rojas carragenófitas obtenidas de cultivo C. chamissoi no tiene representación, solo potencial.
5.4. Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie		Existe una percepción de un gran mercado potencial para el cultivo enfocado en alimentación y obtención de ficocoloides. El mercado de carragenanos esta evaluado en USD\$ 832 millones en 2021, cuya Tasa Compuesta de Crecimiento Anual (CARG) se proyecta en ~6% anual hasta el 2029. (Fuente: https://www.databridgemarket research.com/reports/global-carrageenan-market)
5.5. Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial	Japón, Taiwán (China), Perú	(Bulboa et al. 2005, Hayashi et al. 2014)
5.6. Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la		Tendencia al alza para carragenina y consumo humano. Esta tendencia al alza en la última década depende de la demanda por

	especie y productos asociados		productos alimenticios que requieren de base sustancias espesantes naturales (Bulboa et al. 2005, Hayashi et al. 2014)
5.7. Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie	Carragenina Alimento humano (Ensalada) (salada, decolorada y deshidratada)	(Bulboa et al. 2005, Hayashi et al. 2014)
5.8. Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados		No existen barreras de entrada para salada, decolorada y deshidratada y carragenina
5.9. Productos equivalentes o sustitutos	Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes	Para producción de carragenina: Chondracanthus teelei y otras especies del género Kappaphycus alvarezii Eucheuma spp. Para consume humano: Undaria pinnatifida, Porphyra spp. y Caulerpa spp	18 especies distribuidas en Nueva Zelanda, Japón, el Pacífico nororiental y sudoriental, y el Océano Atlántico Norte y Sur, con un centro de distribución en el Océano Pacífico Norte oriental (Hommersand et al. 1993; Yang et al. 2015)
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos sustitutos o equivalentes		El nivel de competencia se percibe como alto ya que las carragenófitas <i>Kappaphycus alvarezii</i> & <i>Eucheuma</i> spp. han demostrado gran crecimiento (11 millones de toneladas, 2015), siendo este incremento en la producción la que ha resultado en crecimiento del sector APE, e.g., en Indonesia y Filipinas (FAO 2020). Por otro lado, existen empresas internacionales como AcadianSea Plant (Canadá) especializada hace décadas a la producción de algas carragenófitas y de consumo humano donde se incluyen <i>Chondracanthus chamissoi</i> y <i>Chondrus crispus</i> , entre otras

**6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO:** Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

economicos.					
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n		
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo		No existe información socio- ecológica relacionada con el cultivo comercial de esta especie. Pero tiene potencial de generar empleo de forma similar a cualquier cultivo marino.		
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo		Cultivo en mar y cosecha no requieren de mano de obra especializada. La obtención de semillas requiere un nivel de especialización técnica básica, fácilmente transferible.		
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)		La especie tiene el potencial de ser cultivada a lo largo del todo el año por la disponibilidad de biomasa vegetativa. Mano de obra es crítica durante implementación cultivo, mantención y cosecha. Existe potencial de inclusión de operarios femeninos siempre más asociados a la producción y selección de alimentos del mar (FAO 2020)		
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie		Proveedores y servicios asociados definidos por acuicultura de salmones y choritos		

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		No existen restricciones legales para su cultivo dado su status de especie nativa. Existen medidas regulatorias y legislativas para regular

		explotación y promover el cultivo de algas como: Decreto Exento N° 1347, 08.10.2008 (Veda extractiva) Ley N°20925 de bonificación para el repoblamiento y cultivo de algas Reglamento APE
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile	No existen restricciones distintas a cualquier otro tipo de cultivo para especie nativa (RAMA) conforme la ley de pesca y acuiucltura; Reglamento APE
7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile	No existen restricciones actualmente diferentes a las leyes existentes son recapituladas en los siguientes documentos legales: Reglamento de Plagas Hidrobiológicas, D.S. N° 345/2005, Chile, 2005. Comité Operativo para el Control de las Especies Exóticas Invasoras (COCEI), Estrategia Nacional Integrada para la Prevención, el Control y/o Erradicación de las Especies Exóticas Invasoras, Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, 2014.
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile	Los espacios aptos están regulados según restricciones legales de normativa vigente que permiten el cultivo sólo en concesiones de acuiucltura y AMERB. D.S. N° 290 de 1993 Reglamento de Concesiones de Acuicultura. (Actualizado D.S. Nº 114 de 2019); Reglamento APE

**8. CAMBIO CLIMÁTICO:** Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático		No existe información específica para Chile, sin embargo, análisis decadales de efectos climáticos sugieren que especies similares como Chondracanthus acicularis/ Chondracanthus teedei (Atlántico NW) han disminuido su presencia en poblaciones naturales de 58% a 36 % en la última década. Por lo tanto, algas carragenófitas parecen mostrar una tolerancia media a cambios en T° superficial del agua, oleaje, T° del aire (Piñeiro-Corbeira et al. 2016)
8.2. Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático		No existe información específica para Chile, pero estudios en especies similares sugieren tolerancia media (Piñeiro-Corbeira et al. 2016)
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático		No existe información específica para Chile. La evidencia disponible indica que principales efectos del aumento del pH, primero, no actúan en como factor único (generalmente combinado con cambios simultáneos en nutrientes, T° y concentración de carbonatos). Se sugiere cierto nivel de adaptación a cambios paulatinos (Koch et al. 2013)
8.4. Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía		Las marejadas ocurren en sectores expuestos donde la especie puede tener cierta capacidad de adaptación. Por otro lado, los sistemas de cultivo de Chondracanthus pueden desarrollarse en el mar interior y fiordos donde el

8.5.Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo, a la escasez hídrica	efecto de aumento de marejadas puede ser disminuido. Estudios señalan que el uso de recursos hídricos para el cultivo en mar no es necesario, así como en Hatchery
8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático	Como productor primario, requiere de nutrientes disueltos y fotosíntesis para crecimiento, tiene gran potencial de mitigación para eutroficación, de disminución C disuelto en el agua y aumento o estabilización del pH del agua. Tiene gran potencial como cultivo azul y de mitigación de efectos de cambio climático como el resto de macroalgas comerciales (Chopin et al. 2001).
8.7. Cambios en condiciones físico-químicas	Nivel de conocimiento disponible sobre condiciones físico-químicas esperadas (e.g., temperatura, salinidad, nutrientes, oxigeno) en el área candidata a desarrollar acuicultura de la especie	No existe información específica para Chile

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
9.1. Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos		FAO sugiere que la APE (algas incluidas) tiene el potencial de contribuir a la generación de empleos para mujeres, las cuales tienen la capacidad de crear emprendimientos a nivel familiar-local, promoviendo desarrollo dentro de los grupos que se dedican a la actividad, particularmente

		cuando las especies son de
		consumo humano directo
		(FAO 2020), como Chondracanthus
9.2.Mejoras económicas	Nivel en que el	Existe potencial de desarrollo
locales	desarrollo del cultivo	según organizaciones
	de la especie puede	mundiales (FAO 2020)
	promover o contribuir	
	al mejoramiento de las	
	condiciones económicas locales	
9.3. Acceso y seguridad	Nivel en que el	Existe potencial de desarrollo
alimentaria	desarrollo del cultivo	según organizaciones
	de la especie puede	mundiales, particularmente si
	promover o contribuir	se trata de especies con
	al mejoramiento del	potencial para ser alimento
	acceso y seguridad alimentaria local y	humano (FAO 2020)
	nacional	
9.4. Impacto ambiental	Nivel de impacto	La literatura indica que el
	ambiental esperable o	cultivo de macroalgas genera
	proyectado para la	efectos negativos marginales
	consolidación y masificación del	sobre el ambiente, y sólo si, existen múltiples cultivos de
	cultivo de la especie	tamaño comercial (e.g., Asia)
		(Walls et al. 2017,
		Hasselström et al. 2018,
0.5.4 (1.3.1 1	AP 11 (1971)	Visch et al. 2020)
9.5.Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o	Sólo potencial, ya que constituye una especie nativa
	proyectado para la	de alto valor ecológico, se
	consolidación y	podrías esperar una buena
	masificación del	aceptación
0.0.5	cultivo de la especie	N. 1. 1. 6
9.6. Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo	No hay información para
	de la especie bajo el	nuestro país, sólo existe potencial de la especie.
	enfoque y	Evidencia en el extranjero
	lineamientos de	sugiere que el cultivo de
	economía circular	macroalgas facilita el
		establecimiento de una economía circular de
		nutrientes (Krause-Jensen &
		Duarte 2016, Duarte et al.
		2022)
9.7. Enfoque	Nivel de factibilidad de	Debido a la naturaleza de la
ecosistémico	desarrollar el cultivo	especie (especie extractora
acuicultura	de la especie bajo los principios y	de bajo nivel trófico) existe gran potencial para ser
	lineamientos del	incorporada en el eslabón de
		producción sustentable

	enfoque ecosistémico de la acuicultura	dentro del enfoque ecosistémico en acuicultura.
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada	Debido a la naturaleza de la especie esta tiene potencial para ser incluida como especie extractiva en sistemas de IMTA (Troell et al. 2003, 2009, Chopin et al. 2012, Chopin & Tacon 2021)

10. IMPACTO TERRITORIAL: Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
10.1. Ubicación geográfica del cultivo	Nombre la(s) región(s), macrozona(s) con mayor potencial para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Coquimbo Los Lagos	Según desembarques de pesca y acuicultura, desarrollo de prototipos de cultivo experimental-piloto y comercial (Bulboa et al. 2005, Fonck et al. 2007, Ávila et al. 2011, Sáez & Macchiavello 2018)
10.2. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		No hay información, sólo se percibe buen potencial de desarrollo en zonas de acuicultura (Coquimbo, Los Lagos). Sin embargo, la creación con la creación de proveedores de servicios asociados está unida al desarrollo y masificación de sus cultivos, lo cual presenta potencial ligado al actual desarrollo de la acuicultura en Chile Tanto para proveer servicios, como para, generación de plantas de proceso de carragenina y otros subproductos.
10.3. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		No hay información, se percibe como viable y moderado a un nivel moderado pero concentrado en las regiones de mayor potencial. Se espera que desde éstas se puedan mejorar la colaboración hacia otras regiones si avanza la implementación del cultivo a escala comercial.

10.4. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	No hay información, pero, se percibe potencial moderado y concentrado en las regiones de mayor potencial. Se espera que desde éstas se puedan mejorar la colaboración tecnológica hacia otras regiones si se avanza la implementación del cultivo a escala comercial.
---	---	---

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN
5	

# BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

- Atkinson LP, Valle-Levinson A, Figueroa D, De Pol-Holz R, Gallardo VA, Schneider W, Blanco JL, Schmidt M. 2002. Oceanographic observations in Chilean coastal waters between Valdivia and Concepción. Journal of Geophysical Research: Oceans 107: 13–18.
- Avila M, Piel M, Caceres J, Alveal K. 2011. Cultivation of the red alga Chondracanthus chamissoi: Sexual reproduction and seedling production in culture under controlled conditions. Journal of Applied Phycology J APPL PHYCOL 23: 529–536.
- Bulboa C, Véliz K, Sáez F, Sepúlveda C, Vega L, Macchiavello J. 2013. A new method for cultivation of the carragenophyte and edible red seaweed Chondracanthus chamissoi based on secondary attachment disc: Development in outdoor tanks. Aquaculture 410: 86–94.
- Bulboa CR, Macchiavello JE, Oliveira EC, Fonck E. 2005. First attempt to cultivate the carrageenan-producing seaweed Chondracanthus chamissoi (C. Agardh) Kützing (Rhodophyta; Gigartinales) in Northern Chile. Aquaculture Research 36: 1069–1074.
- Chopin T, Buschmann AH, Halling C, Troell M, Kautsky N, Neori A, Kraemer GP, Zertuche-González JA, Yarish C, Neefus C. 2001. Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key towards sustainability. Journal of Phycology 37: 975–986.
- Chopin T, Cooper JA, Reid G, Cross S, Moore C. 2012. Open-water integrated multi-trophic aquaculture: Environmental biomitigation and economic diversification of fed aquaculture by extractive aquaculture. Reviews in Aquaculture 4: 209–220.
- Chopin T, Tacon AGJ. 2021. Importance of Seaweeds and Extractive Species in Global Aquaculture Production. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture 29: 139–148.
- Collén J, Cornish ML, Craigie J, Ficko-Blean E, Hervé C, Krueger-Hadfield SA, Leblanc C, Michel G, Potin P, Tonon T, Boyen C. 2014. Chapter Three Chondrus crispus A Present and Historical Model Organism for Red Seaweeds. In: NBT-A in BR Bourgougnon, editor. Sea Plants Academic Press. p. 53–89.
- Duarte CM, Bruhn A, Krause-Jensen D. 2022. A seaweed aquaculture imperative to meet global sustainability targets. Nature Sustainability 5: 185–193.
- FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. .
- Fonck E, Martínez R, Vásquez J, Bulboa C. 2007. Factors that affect the re-attachment of Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales) thalli. Journal of Applied Phycology 20: 311.
- Hasselström L, Visch W, Gröndahl F, Nylund G, Pavia H. 2018. The impact of seaweed cultivation on ecosystem services a case study from the west coast of Sweden. Marine Pollution Bulletin 133: .

- Hayashi L, Bulboa C, Kradolfer P, Soriano G, Robledo D. 2014. Cultivation of red seaweeds: a Latin American perspective. Journal of Applied Phycology 26: 719–727.
- Koch M, Bowes G, Ross C, Zhang XH. 2013. Climate change and ocean acidification effects on seagrasses and marine macroalgae. Global Change Biology 19: 103–132.
- Krause-Jensen D, Duarte CM. 2016. Substantial role of macroalgae in marine carbon sequestration. Nature Geoscience 9: 737–742.
- Piñeiro-Corbeira C, Barreiro R, Cremades J. 2016. Decadal changes in the distribution of common intertidal seaweeds in Galicia (NW Iberia). Marine Environmental Research 113: 106–115.
- Saavedra S, Henríquez L, Leal P, Galleguillos F, Cook S, Cárcamo F. 2019. Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile. .
- Sáez F, Macchiavello J. 2018. Secondary attachment discs: a new alternative for restoring populations of Chondracanthus chamissoi (Gigartinales, Rhodophyta). Latin american journal of aquatic research 46: 140–146
- Sernapesca. 2020. [Internet]. Available from: www.sernapesca.cl
- Sievers HA, Silva N. 2008. Masas de agua y circulación en los canales y fiordos australes.
- Silva N, Vargas CA. 2014. Hypoxia in Chilean Patagonian Fjords. Progress in Oceanography 129: 62–74.
- De Silva SS, Soto D. 2009. Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. In: K Cochrane, C De Young, D Soto, and T Bahri, editor. Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. p. 151–212.
- Troell M, Halling C, Neori A, Chopin T, Buschmann AH, Kautsky N, Yarish C. 2003. Integrated mariculture: Asking the right questions. Aquaculture 226: 69–90.
- Troell M, Joyce A, Chopin T, Neori A, Buschmann AH, Fang J-G. 2009. Ecological engineering in aquaculture Potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. Aquaculture 297: 1–9.
- Vásquez JA, Vega A. 2001. Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales) in northern Chile: ecological aspects for management of wild populations. Journal of Applied Phycology 13: 267–277.
- Véliz K, Chandía N, Karsten U, Lara C, Thiel M. 2019. Geographic variation in biochemical and physiological traits of the red seaweeds Chondracanthus chamissoi and Gelidium lingulatum from the south east Pacific coast. Journal of Applied Phycology 31: 665–682.
- Visch W, Kononets M, Hall POJ, Nylund GM, Pavia H. 2020. Environmental impact of kelp (Saccharina latissima) aquaculture. Marine Pollution Bulletin 155: 110962.
- Walls AM, Kennedy R, Edwards MD, Johnson MP. 2017. Impact of kelp cultivation on the Ecological Status of benthic habitats and Zostera marina seagrass biomass. Marine Pollution Bulletin 123: 19–27.
- Zuniga-Jara S, Soria-Barreto K. 2017. Prospects for the commercial cultivation of macroalgae in northern Chile: the case of Chondracanthus chamissoi and Lessonia trabeculata. Journal of Applied Phycology.

# 10. Luga negra

#### INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- 1. Nombre común: Luga negra
- 2. Nombre Científico: Sarcothalia crispata
- 3. Distribución geográfica natural de la especie: en Chile central existe entre Concepción y Valparaíso (Quintero). Se distribuye hacia el sur hasta Tierra del Fuego. No ha sido encontrada al norte de Valparaíso. Especie endémica de la zona central y sur de Chile (Hoffman y Santelices, 1997)
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): extensivo

### CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
1.1. Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	9 a 11 meses considerando fase de hatchery y crecimiento en el mar	Romo et al., 2001.
1.2. Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	El rango de sobrevivencia es variable, entre 10 y 80%, depende del tipo de espora y del sustrato donde se fija	Hughes et al., 2019 Romo et al., 2001.
1.3.Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	10 a 15 °C	Romo et al., 2001.
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo	33 a 35 ppm	Romo et al., 2001.
1.5. Oxígeno	Rango de saturación/concentraci ón de oxígeno óptima en cultivo	7 a 10 mg/l	Romo et al., 2001. Saavedra et al., 2019
1.6.Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo	No se conocen experiencias de manejo genético	
1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la	No aplican requerimientos nutricionales específicos, si hay combinaciones	Werlinger et al., 2007.

	especie en las diferentes etapas del cultivo	optimas de nutrientes en hatchery	
1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio	Solo hay manejo de fases dentro del ciclo de vida	Hughes et al., 2019 Saavedra et al., 2019.
1.9.Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda	Se conocen mayoritariamente actividades experimentales de cultivo no vinculadas a producción masiva de semilla	Saavedra et al., 2019.

2. SANITARIAS: Conocii	miento sanitario disponibl	e para la aculcultura de la	a especie.
Característica/Variable	Descrinción de la	Valor v Unidad (si	Ohsarva

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
2.1.Enfermedades	Nivel de conocimiento sobre enfermedades que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural	No se conocen enfermedades	
2.2.Agentes patógenos/parásitos/ epifitos	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/e pifitos que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural	No se conocen patógenos o parasitos	
2.3. Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo	No se conocen medidas de tratamiento para enfermedades	
2.4. Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/e pifitos en cultivo	No se conocen medidas de tratamiento para patógenos	

#### 3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO: Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n

3.1.Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles (semillas) a nivel nacional	Desarrollo de cultivos a partir de esporas solo a escala experimental	Saavedra et al., 2019
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional	Desarrollo de cultivos en fase de mar solo a nivel experimental	Romo et al., 2001. Saavedra et al., 2019.
3.3. Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel (escala) actual de producción en cultivo de larvas y semillas	Baja. No existe producción de semillas	Saavedra et al., 2019
3.4. Escala producción actual engorda	Nivel (escala) actual de producción en cultivo de engorda	Baja. No existe cultivo de engorda en la actualidad, solo desarrollos a escala experimental y piloto a los cuales no se accedió a información (empresa privada)	Saavedra et al., 2019 Mercado, com. pers.
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo	No aplica Cultivo no requiere dietas. Algunos desarrollos experimentales han determinado la importancia de la presencia de algunos nutrientes específicos.	Werlinger et al., 2007
3.6.Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo	Insumos necesarios para cultivo son de fácil disponibilidad	
3.7.Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial	No se conoce esta información. Datos no publicados indican que un kilo de luga negra seca de cultivo cuesta USD 7 dólares	Mercado, com. pers.

3.8. Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bio-económicos para el cultivo de la especie	Se conoce solo un análisis bio- económico, con incertidumbre en estructura de costos (infraestructura cultivo) y bajas rentabilidades iniciales. Rentabilidad depende de costo de semillas, mano de obra, tipo de infraestructura instalada, ingresos esperados a repartir y tiempo de cultivo.	Cárcamo et al., 2019.
3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos para su implementación a escala comercial	Existen escasas experiencias de transferencia a otros grupos de interés diferentes de la Academia (experiencia piloto Multiexport)	Mercado, com. pers.
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	Desarrollos experimentales de especies similares de aguas templadas	McNeill & Falshaw, 2017

4. VENTAJAS COMPETITIVAS: Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
4.1. Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores	El cultivo de esta especie no se desarrolla actualmente	
4.2. Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores	El cultivo de esta especie no se desarrolla actualmente, ni de la especie en particular ni de símiles de aguas templadas	
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la	El uso de biomasa de esta alga tiene	Vidal, com. pers.

	especie frente a especies similares, equivalentes o competidores	ventajas frente a competidores, pero no se conoce la magnitud de ese nivel. Actualmente la biomasa de esta alga de aguas frías se transforma en carragenanos que son usados como aditivos o	
		complementos en la industria alimenticia	
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie	Actualmente la biomasa de esta alga de aguas frias se transforma en carragenanos que son usados como aditivos o complementos en la industria alimenticia. Los carragenanos son producidos a nivel local por dos industrias internacionales con presencia en Chile.	Vidal, com. pers.

**5. MERCADO**: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie	Entre \$250 y \$400 por kilo. Biomasa extraída desde praderas naturales	Pérez, com. pers.
5.2.Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie	La producción de esta especie se destina a carrageninas. Las carrageninas están segmentadas por tipo. El precio por kilo puede variar entre USD 3.5 y 30 /kg. Los precios de las carrageninas exportadas desde	IFOP, 2019 Nor et al., 2020

		Chile promedian los USD 11.000/t.	
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie	El tamaño del mercado mundial de carragenina se valoró en 817,31 millones de USD en 2021. Europa lidera el mercado de la carragenina.	https://www.globenewswire.c om/en/news- release/2022/10/18/2536716/ 0/en/Carrageenan-Market- Size-is-projected-to-reach- USD-1-35-Billion-by-2030- growing-at-a-CAGR-of-5-8- Straits-Research.html
5.4. Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie	Se prevé que alcance los 1357,55 millones de USD en 2030 con una CAGR del 5,8% de 2022 a 2030.	https://www.globenewswire.c om/en/news- release/2022/10/18/2536716/ 0/en/Carrageenan-Market- Size-is-projected-to-reach- USD-1-35-Billion-by-2030- growing-at-a-CAGR-of-5-8- Straits-Research.html
5.5. Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial	Para carrageninas: Dinamarca, EEUU, México, Brasil, España	
5.6.Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados	Tendencia de crecimiento cercana al 6%	https://www.globenewswire.c om/en/news- release/2022/10/18/2536716/ 0/en/Carrageenan-Market- Size-is-projected-to-reach- USD-1-35-Billion-by-2030- growing-at-a-CAGR-of-5-8- Straits-Research.html
5.7. Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie	La especie es usada como materia prima para carragenanos. Este ingrediente es multifuncional a muchas industrias ligadas a alimentos	Vidal, com.pers.
5.8. Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados	Se desconoce este aspecto	
5.9. Productos equivalentes o sustitutos	Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes	Kappaphycus Eucheuma	Nor et al., 2020
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos	Indonesia produce 9.795.400 ton via cultivo. Filipinas	Anuarios Estadísticos Sernapesca Cai_2021

sustitutos o equivalentes	produce 1.498.788 ton vía cultivo. Chile en 2018 produjo 4200 ton, extraídas desde praderas	
	naturales.	

 IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO: Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo	Se desconoce el dato porque no hay cultivos. Estimativamente una superficie cultivada de 1 ha podría emplear entre 2 y 4 personas	García, com. pers.
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo	Baja especialización, salvo en etapa de hatchery	Mercado, com. pers.
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)	Se desconoce porque no hay cultivos Si los hubiera debería concentrarse en producción de semillas, siembra y cosecha	Mercado, com. pers.
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie	No hay cultivo desarrollado para ninguna etapa, sin embargo, en la macrozona sur austral hay suficientes proveedores y servicios de apoyo que podrían abastecer demandas logísticas de un cultivo potencial de la especie.	Mercado, com. pers.

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n

7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile	No hay restricciones al cultivo, la especie puede ser cultivada en concesiones de acuicultura y áreas de manejo.	Saavedra et al., 2019
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile	No hay restricciones sanitarias	Saavedra et al., 2019.
7.3.Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile	No se conocen restricciones, ya que se trata de una especie endémica de la costa de Chile	Saavedra et al., 2019.
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile	Hay suficientes espacios disponibles para realizar cultivos. Los espacios de concesiones de mitílidos podrían diversificar con la incorporación del cultivo de luga negra. Se han desarrollado pruebas de cultivo en concesiones de salmónidos.	Mercado, com. pers.

**8. CAMBIO CLIMÁTICO:** Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático	No hay información disponible. Se podría suponer que un aumento de temperatura podría reducir el rango de distribución y los sitios factibles de cultivos	Mansilla et al., 2012

8.2.Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático	No hay información disponible. Se podría suponer que un aumento de temperatura podría reducir el rango de distribución y los sitios factibles de cultivos	
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático	No hay información disponible. Sin embargo, se teoriza que el co-cultivo de algas junto a organismos calcificantes podría mitigar efectos adversos de acidificación	Fernández et al., 2019.
8.4. Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía	No hay información disponible.	
8.5.Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo a la escasez hídrica	No aplica	
8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático	No hay información disponible.	

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificaci
	variable	aplica)	ón
9.1.Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos	No hay información disponible.	

9.2. Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales	No hay información disponible.	
9.3.Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional	No hay información disponible. El cultivo de esta especie en forma directa no contribuye a la seguridad alimentaria	
9.4. Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	No hay información disponible.	
9.5.Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	No hay información disponible.	
9.6. Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular	No hay información disponible.	
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	No hay información disponible.	
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada	No hay información disponible.	

**10. IMPACTO TERRITORIAL:** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justific ación
10.1. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	No hay información disponible que permita estimar este aspecto. Actualmente existen proveedores de insumos para suplir eventual demanda del cultivo	
10.2. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	El cultivo si se desarrollara podría potenciar colaboraciones en las regiones de los Lagos a Magallanes	
10.3. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Existen al menos 3 instituciones de investigación científico tecnológica que podrían colaborar mutuamente	

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN
5	

# BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

Hoffmann, A., B. Santelices. (1997). Flora Marina de Chile Central. Ediciones Universidad Católica de Chile. 434 páginas.

Romo, H., Alveal, K., & Werlinger, C. (2001). Growth of the commercial carrageenophyte Sarcothalia crispata (Rhodophyta, Gigartinales) on suspended culture in central Chile. Journal of Applied Phycology, 13(3), 227-232.

Hughes, M. H., Michetti, K. M., & Leonardi, P. I. (2019). Spore release and germling development on different substrates in the carrageenophyte Sarcothalia crispata from the southwestern Atlantic coast. Journal of Applied Phycology, 31(2), 1285-1295.

- Saavedra S, Henríquez L, Leal P, Galleguillos F, Cook S, y Cárcamo F. (2019) Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile. Convenio de Desempeño, Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño. Instituto de Fomento Pesquero. 106 pp.
- Mansilla, A., & Jaña, R. (2012, August). Coloquio Internacional" Cambio Climático en la Región de Magallanes y Antártica: Evidencia y Desafíos para el Futuro". International Colloquium" Climate change in Magellan and Antarctic Regions: Evidence and Challenges for the Future"(October 27-31, 2009). In Anales del Instituto de la Patagonia (Vol. 40, No. 1, pp. 7-24).
- Werlinger, C., Mansilla, A., Villarroel, A., & Palacios, M. (2007). Effects of photon flux density and agricultural fertilizers on the development of Sarcothalia crispata tetraspores (Rhodophyta, Gigartinales) from the Strait of Magellan, Chile. In Nineteenth International Seaweed Symposium (pp. 307-315). Springer, Dordrecht.
- McNeill, S. E., & Falshaw, R. (2017). Aquaculture of Sarcothalia atropurpurea tetraspores in New Zealand for carrageenan production. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 51(4), 528-542.
- IFOP. 2019. <a href="https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/exportaciones/2019/WEB-Exportaciones\_Enero-Diciembre\_2018\_y\_2019.pdf">https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/boletines/exportaciones/2019/WEB-Exportaciones\_Enero-Diciembre\_2018\_y\_2019.pdf</a>
- Nor, A. M., Gray, T. S., Caldwell, G. S., & Stead, S. M. (2020). A value chain analysis of Malaysia's seaweed industry. Journal of Applied Phycology, 32(4), 2161-2171.
- Cai, J., Lovatelli, A., Aguilar-Manjarrez, J., Cornish, L., Dabbadie, L., Desrochers, A., ... & Yuan, X. (2021). Seaweeds and microalgae: an overview for unlocking their potential in global aquaculture development. FAO Fisheries and Aquaculture Circular, (1229).
- Fernández, P. A., Leal, P. P., & Henríquez, L. A. (2019). Co-culture in marine farms: macroalgae can act as chemical refuge for shell-forming molluscs under an ocean acidification scenario. Phycologia, 58(5), 542-551.

### 11. Luga roja

#### INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- 1. Nombre común: Luga roja
- 2. Nombre Científico: Sarcopeltis skottsbergii (ex Gigartina skottsbergii)
- 3. Distribución geográfica natural de la especie: es un alga endémica del hemisferio Sur, que habita aguas templadas frías a frías, su distribución se ha documentado al Sur de Sudamérica; en Chile desde Niebla a cabo de Hornos (Ramírez & Santelices, 1991); en Argentina en la costa de Chubut en Bahía Camarones (Borazo & Zaixso 2011); en islas Falkland (Wiencke & Clayton 2002); en islas subantárticas: En islas Orkney, isla Kerguelen (Quartino et al., 2005), en islas Shetland del Sur y además en Península Antártica (Wiencke & Clayton 2002, Peters et al., 2005, Amsler et al., 2005).
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): extensivo

#### CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES

1. BIOLÓGICAS: Conoc	imiento biológico disponib	le para la acuicultura de	la especie.
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
1.1. Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	26 a 30 meses desde el cultivo vía esporas. 8-10 meses a partir de trozos vegetativos. Los cultivos vía esporas fueron desarrollados en tres fases: fase hatchery (inoculación de esporas sobre conchas de ostión), fase de crecimiento de juveniles sobre conchas en sistemas de cultivos suspendidos y fase de crecimiento de frondas sacadas de las conchas, las cuales crecieron de forma suspendida atadas a cuerdas. Los cultivos con trozos vegetativos mostraron mejores resultados cuando se ocuparon trozos triangulares, los cuales luego de 8-10 meses pasaron de	(Romo et al. 2006) (Westermeier et al. 2012)

		menos de 100 cm2 a	
		800-1000 cm2.	
1.2. Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	80 a 95% de mortalidad en esporas. Se han desarrollado experimentos de viabilidad en esporas, registrando mortalidades entre 79 y 88% para tetraesporas y entre 87 y 92% para carpoesporas.	(Avila et al. 1999) (Buschmann et al. 1999)
1.3.Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	10 a 14 °C	(Buschmann et al. 2004) Los autores identifican este rango como óptimo para el cultivo, junto con una iluminación baja (1-40 µmolm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )
1.4.Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo	Rango normal salinidad agua de mar (30 a 35 ppm)	(Hernández-González et al. 2007)
1.5.Oxígeno	Rango de saturación/concentraci ón de oxígeno óptima en cultivo	7 a 10 mg/l	Saavedra et al., 2019
1.6.Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo	No se conocen experiencias de manejo genético. Si se reportan aspectos genéticos que diferencian poblaciones	(Martinez et al. 2005)
1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo	Requerimientos nutricionales específicos en la etapa de crecimiento de plántulas (amonio+fosfato)	(Buschmann et al. 2004)
1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio	A la fecha solo se conocen manejo de fases del ciclo de vida para orientar el cultivo	Luga roja tiene un ciclo de vida trifásico isomórfico. Esto significa que la fase gametofito, cistocárpica y tetraespórica son macroscópicas e iguales en habito. Diversas experiencias

			de cultivo se han orientado a una fase específica del ciclo de vida (tetraesporofitos) mediante la germinación y crecimiento de carpoesporas. (Saavedra et al. 2019)
1.9.Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda	Existen diversas experiencias de manejo para obtención de esporas	(Buschmann et al. 2004, Romo et al. 2006)

2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie. Característica/Variable Descripción de la Valor y Unidad (si Observaciones/justificació variable aplica) 2.1. Enfermedades (Amsler et al. 2009) Nivel de conocimiento No se conocen sobre enfermedades enfermedades para la analizaron los tejidos de que afectan a la macroalgas de distribución especie especie en cultivo o Tampoco se registran sub-antartica. En el caso de ambiente natural endófitos luga roja no registraron endófitos ni enfermedades. 2.2. Agentes Nivel de conocimiento No se conocen (Amsler et al. 2009) patógenos/parásitos/ sobre agentes parásitos o epifitos patógenos/parásitos/e patógenos pifitos que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural 2.3. Medidas o Nivel de existencia de No se conocen tratamientos medidas o medidas o curativos tratamientos para tratamientos para tratar enfermedades enfermedades en cultivo potenciales 2.4. Medidas o Nivel de existencia de No se conocen tratamientos medidas o medidas o tratamientos para tratamientos para preventivos prevenir agentes potenciales patógenos/parásitos/e patógenos/parásitos pifitos en cultivo

3. **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO**: Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n
3.1.Disponibilidad de	Nivel de desarrollo y	Pocas actividades	(Romo et al. 2006,
tecnología de cultivo	disponibilidad de la	reportadas de cultivo	Westermeier et al. 2012)
de juveniles	tecnología de cultivo	a partir de esporas o	

	de larvas y juveniles (semillas) a nivel	fragmentos de plantas	
	nacional	piantao	
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional	Existen pocas experiencias exitosas de crecimiento de frondas hasta adultos desde esporas (Romo et al. 2006) Se han desarrollado experiencias a partir de material vegetativo, obteniendo frondas cosechables (800 cm2) a los 8 meses (Westermeier et al. 2012). Se han desarrollado experiencias de cultivo en base a trozos vegetativos en la región de Aysen, con resultados modestos.	(Romo et al. 2006, Westermeier et al. 2012) Fajardo, com. pers.
3.3. Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel (escala) actual de producción en cultivo de larvas y semillas	No hay instalaciones dedicadas a producción de esporocultivos o juveniles	Las esporas de luga roja sólo son viables en una ventana de tiempo acotada (invierno y primavera temprana). Se ha reportado una alta mortalidad de plántulas a partir de esporas (Westermeier et al. 2012)
3.4.Escala producción actual engorda	Nivel (escala) actual de producción en cultivo de engorda	Actualmente no se conocen centros de cultivo comerciales dedicados a la engorda de luga roja. Se han reportado experiencias de cultivo en base a material vegetativo en AMERB de Aysen, con cosechas totales de 1.350 kg	Fajardo, com. pers.
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo	No se requieren dietas específicas, salvo si se opta por el cultivo a partir de esporas, en donde se recomienda el uso de	Buschmann et al. (2004)

		amonio y fosfato	
		como enriquecedores	
		del medio	
3.6. Proveedores de	Nivel de existencia y	Los insumos	
tecnologías,	disponibilidad actual	requeridos para el	
equipamiento e	de proveedores de	cultivo se pueden	
insumos	tecnologías,	conseguir en	
mounios	equipamiento e	mercados locales sin	
	insumos para el	complejidades	
	desarrollo de las	(estanques, filtros,	
	distintas etapas del	UV, etc.). En general	
	cultivo	los insumos	
	Cultivo	requeridos para la	
		implementación de	
		cultivos, tanto en fase	
		de hatchery como	
		sistemas de cultivo	
		suspendido pueden	
		ser abastecidos por	
		proveedores locales	
3.7. Tamaño de la	Nivel o valor (e.g.,	Existe muy poca	
inversión requerida	valor/tonelada	información	
	producida) de la	disponible que	
	inversión requerida	permita estimar	
	para implementación	costos por tonelada	
	del cultivo a escala	producida. Un estudio	
	comercial	publicado por	
		(Westermeier et al.	
		2012) en base a	
		cultivos usando	
		material vegetativo,	
		asumiendo	
		escenarios de alta	
		producción (entre	
		9200 y 10400 kg ha-	
		1) muestran un valor	
		de producción de	
		alrededor de entre	
		105-120 USD/ton	
3.8. Análisis costo-	Nivel de existencia de	Existe muy poca	(Zuniga-Jara et al. 2022)
producción y/o bio-	información y análisis	información bio-	
económicos	que permitan estimar	económica	
	costos de producción,	disponible. Un	
	costo/beneficios, bio-	estudio de	
	económicos para el	modelación	
	cultivo de la especie	económica indica que	
		cultivo no es rentable	
		con parámetros de	
		producción biológica	
		asumidos por modelo	

3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos para su implementación a escala comercial	El cultivo no es complejo y podría ser transferido. Pescadores titulares de AMERB de la Región de Aysén han implementado cultivos en base a material vegetativo.	
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	Especies equivalentes (Kapaphycus/Eucheu ma) son cultivadas en forma vegetativa de forma masiva.	(Good agronomy practices for Kappaphycus & Eucheuma: including an overview of basic biology, Neish, SEAPlant.net Monograph no. HB2F 1008 V3 GAP).

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
4.1.Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores	арпса)	No hay biomasa de cultivo en el mercado nacional. Toda la biomasa proviene de bancos naturales. Las principales áreas de explotación se ubican entre las regiones de Los Lagos y Magallanes. Según estadísticas de Sernapesca, en 2021 se extrajeron 14.022 ton de este recurso desde praderas naturales. La principal región que abastece de biomasa es Los Lagos.
4.2. Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		Es difícil estimar la participación de luga roja en el mercado internacional de forma directa, ya que a biomasa extraída desde praderas naturales es procesada para elaborar carrageninas, las cuales constituyen aditivos (de muy bajo porcentaje) en procesos productivos como preparación de alimentos, cosméticos, etc. La producción de algas para elaboración de carrageninas es dominada ampliamente

			por Indonesia y Filipinas (sobre 11 milones de toneladas, producción vía acuicultura). Chile explota algas para carrageninas solo desde praderas naturales (Cai, 2021)
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores	Los carragenanos elaborados a partir algas que habitan aguas frías son valorados en la industria, pero solo complementan fórmulas de carragenanos, desde ese punto de vista no se conoce cuanto más podría expandirse la demanda de materia prima (algas) producidas via acuicultura.	Vidal, com. pers.
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie	Los carragenanos obtenidos de algas como luga roja son del tipo Kappa y Lambda, que principalmente se obtienen de algas de aguas frías.	Zamorano, com. pers.

**5. MERCADO**: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie	Luga roja obtenida desde praderas naturales es vendida en playa en formato húmedo y semiseco. Los precios pagados en playa durante la temporada 2022 fluctuaron entre \$900 \$1400	Pérez, com. pers.
5.2.Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los		En 2019 el valor FOB de las exportaciones de carrageninas producidas en

		T	0
	productos asociados a la especie		Chile fue de USD 68,5 millones, exportándose 5.934 toneladas
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie		El mercado global de carragenanos en 2021 se estimó en USD 820 millones, con proyecciones de alcanzar USD 1300 millones en 2030
5.4. Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie		Proyecciones de alcanzar USD 1300 millones en 2030
5.5.Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial	Para carrageninas: Dinamarca, EEUU, México, Brasil, España	IFOP, 2018
5.6. Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados	La tendencia de crecimiento en la demanda es 8% aprox	
5.7. Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie	Las carrageninas obtenidas de esta especie (lambda carrageninas) son usadas en aplicaciones donde no se requiere formación de gel, sino de soluciones de alta viscosidad	Hotchkiss et al., 2016
5.8.Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados	No se conocen barreras de entrada para productos derivados de luga roja	
5.9.Productos equivalentes o sustitutos	Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes	Kappaphycus Eucheuma	
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos	En 2019, Indonesia produce 9.795.400 ton de algas destinadas a la elaboración de	Cai, 2021

sustitutos o equivalentes	carragenanos, mientras Filipinas produjo 1.498.788 ton. La producción de ambos países proviene de acuicultura. Chile obtuvo 61.450 ton de algas destinadas a elaboración de carrageninas desde	
	praderas naturales	

6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO: Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

	economicos.				
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n		
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo	Se desconoce el dato porque no hay cultivos en Chile. Una estimación para Tanzania indica que una producción de 10000 ton secas requeriría de 2800 puestos de trabajo a tiempo completo	Krishnan & Narayanakumar, (2013)		
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo	Baja especialización, salvo en etapa de hatchery			
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)	Se desconoce porque no hay cultivos Si los hubiera debería concentrarse en siembra y cosecha			
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie	No hay cultivo desarrollado para ninguna etapa, sin embargo, en la macrozona sur austral hay suficientes proveedores y servicios de apoyo que podrían abastecer demandas logísticas de un	Zamorano, com pers.		

	cultivo potencial de la	
	especie.	

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile	No hay restricciones al cultivo	
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile	No hay restricciones sanitarias	
7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile	No se conocen restricciones	
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile	Hay suficientes espacios disponibles para realizar cultivos	

**8. CAMBIO CLIMÁTICO:** Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático	Existe información científica que predice disminución de rango de distribución geográfica	Murcia et al_2020
8.2.Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento),	Existe información científica que predice disminución de rango de distribución geográfica	Murcia et al_2020

8.3.Acidificación	según valores pronósticos de cambio climático  Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático	No hay información disponible.	Marambio et al_2016
8.4.Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía	No hay información disponible.	
8.5. Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo a la escasez hídrica	No aplica	
8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático	No hay información disponible.	

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació
9.1.Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos	No hay antecedentes que permitan estimar esta variable (no hay cultivos en desarrollo)	"
9.2. Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales	No hay antecedentes que permitan estimar esta variable (no hay cultivos en desarrollo)	
9.3.Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo	El cultivo de la especie no contribuye	

	de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional	directamente a la seguridad alimentaria	
9.4. Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	No hay antecedentes que permitan estimar esta variable (no hay cultivos en desarrollo)	
9.5.Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	No hay antecedentes que permitan estimar esta variable (no hay cultivos en desarrollo)	
9.6. Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular	No hay información disponible que permita estimar este aspecto	
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	No hay antecedentes que permitan estimar esta variable (no hay cultivos en desarrollo)	
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada	No hay antecedentes que permitan estimar esta variable (no hay cultivos en desarrollo)	

**10. IMPACTO TERRITORIAL:** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n
10.1. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y	No hay información disponible que permita estimar esta variable, sin embargo, en la macrozona sur austral hay suficientes	

	masificación del cultivo de la especie	proveedores y servicios de apoyo que podrían abastecer demandas logísticas de un cultivo potencial de la especie.	
10.2. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	El cultivo si se desarrollara podría potenciar colaboraciones en las regiones australes	
10.3. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Existen al menos 3 instituciones de investigación científico tecnológica que podrían colaborar mutuamente	

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN
4-5	Se han desarrollados pruebas de cultivo a nivel experimental en laboratorio y en terreno, con cultivos generados a partir de esporas y de material vegetativo

# BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

- Reyes, J. (2013). Patrones de estructuración poblacional y filogeografia del alga roja, *Gigartina skottsbergii* (Setchell & Gardner 1936). Tesis de Grado presentada comoparte de los requisitos para optar al grado de Bachiller en ciencias, Licenciado en Biología Marina y Título Profesional de Biólogo Marino. Universidad Austral de Chile. 59 pp.
- Cai, J., Lovatelli, A., Aguilar-Manjarrez, J., Cornish, L., Dabbadie, L., Desrochers, A., ... & Yuan, X. (2021). Seaweeds and microalgae: an overview for unlocking their potential in global aquaculture development. FAO Fisheries and Aquaculture Circular, (1229).
- Amsler CD, Amsler MO, McClintock JB, Baker BJ. 2009. Filamentous algal endophytes in macrophytic Antarctic algae: prevalence in hosts and palatability to mesoherbivores. Phycologia 48: 324–334.
- Avila M, Candia A, Núñez M, Romo H. 1999. Reproductive biology of Gigartina skottsbergii (Gigartinaceae, Rhodophyta) from Chile. p. 149–157.
- Buschmann AH, Correa JA, Westermeier R. 1999. Recent advances in the understanding of the biological basis for Gigartina skottsbergii (Rhodophyta) cultivation in Chile. p. 427–434.

- Buschmann AH, Varela D, Cifuentes M, del Carmen Hernández-González M, Henríquez L, Westermeier R, Correa JA. 2004. Experimental indoor cultivation of the carrageenophytic red alga Gigartina skottsbergii. Aquaculture 241: 357–370.
- Correa J, Beltrán J, ... AB-J of applied, 1999 U. 1999. Healing and regeneration responses in Gigartina skottsbergii (Rhodophyta, Gigartinales): optimization of vegetative propagation for cultivation. Springer 11: 315–327.
- Hernández-González MC, Buschmann AH, Cifuentes M, Correa JA, Westermeier R. 2007. Vegetative propagation of the carrageenophytic red alga Gigartina skottsbergii Setchell et Gardner: Indoor and field experiments. Aquaculture 262: 120–128.
- Martinez E, Correa J, Faurgeron S, Mancilla A, Ávila M, Camus PA. 2005. Levantamiento demográfico y genético del alga roja Gigartina skottsbergii Setchell et Gardner (Rhodophyta, Gigartinales) a lo largo de su rango de distribución en el Pacífico Sur. Ciencia y Tecnología del Mar 28: 63–74.
- Romo H, Avila M, Núñez M, Pérez R, Candia A, Aroca G. 2006. Culture of Gigartina Skottsbergii (Rhodophyta) in Southern Chile. A Pilot Scale Approach. Journal of Applied Phycology 18: 307–314.
- Westermeier R, Patiño DJ, Murúa P, Quintanilla JC, Correa J, Buschmann AH, Barros I. 2012. A pilot-scale study of the vegetative propagation and suspended cultivation of the carrageenophyte alga Gigartina skottsbergii in southern Chile. Journal of Applied Phycology 24: 11–20.
- Zuniga-Jara S, Soria-Barreto K, Godoy-Alfaro D. 2022. Economic valuation of the commercial aquaculture of Sarcopeltis skottsbergii in Southern Chile. Journal of Applied Phycology 34: 2645–2655.
- Saavedra S, Henríquez L, Leal P, Galleguillos F, Cook S, y Cárcamo F. (2019) Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile. Convenio de Desempeño, Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño. Instituto de Fomento Pesquero. 106 pp.
- Hotchkiss, S., Brooks, M., Campbell, R., Philp, K., & Trius, A. (2016). The use of carrageenan in food. Carrageenans: sources and extraction methods, molecular structure, bioactive properties and health effects, 229-243.
- Krishnan, M. & Narayanakumar, R. 2013. Social and economic dimensions of carrageenan seaweed farming in India. In D. Valderrama, J. Cai, N. Hishamunda & N. Ridler, eds. Social and economic dimensions of carrageenan seaweed farming, pp. 163–184. Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 580. Rome, FAO. 204 pp.
- Murcia, S., Riul, P., Mendez, F., Rodriguez, J. P., Rosenfeld, S., Ojeda, J., ... & Mansilla, A. (2020). Predicting distributional shifts of commercially important seaweed species in the Subantarctic tip of South America under future environmental changes. Journal of Applied Phycology, 32(3), 2105-2114.
- Marambio, J., Rosenfeld, S., Ojeda, J., & Mansilla, A. (2016). Variación estacional en la composición de ensambles sublitorales de macroalgas asociadas al alga roja Gigartina skottsbergii Setchell & Gardner, en el Estrecho de Magallanes, Chile. In Anales del Instituto de la Patagonia (Vol. 44, No. 2, pp. 5-22). Universidad de Magallanes.

#### **OTROS**

## 12. Erizo rojo

## INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

Nombre común: Erizo rojo, erizo
 Nombre Científico: Loxechinus albus

- 3. Distribución geográfica natural de la especie: Todo Chile. Desde la Isla Lobos de Afuera (6°53' 50" S) en el litoral Peruano hasta las últimas islas del extremo Sur (55°S) de Chile. Su dispersión oriental llega hasta la Isla de los Estados y se distribuye batimétricamente, desde la zona intermareal hasta 340 m de profundidad.
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): extensivo, intensivo,

#### CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES

1. BIOLÓGICAS: Conocimiento biológico disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n
1.1. Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	55 meses hasta talla legal (70 mm) 30-35 meses hasta talla comercial (45-50 mm)	La talla mínima legal de extracción (70 mm) en condiciones naturales se alcanza entre 5-6 años.  Dependiendo de la tecnología empleada en su cultivo y en especial del tipo de alimento se podría reducir su tiempo de crecimiento (Lawrence et al. 1997).
1.2. Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	Cultivo de engorda 80% Desde larva a cosecha 20%	Trabajos IFOP
1.3.Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	15-20 °C	Trabajos IFOP
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo	30-35 ppm	Trabajos IFOP
1.5.Oxígeno	Rango de saturación/concentración de oxígeno óptima en cultivo	>8 mg/L	Trabajos IFOP

1.6. Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo	El conocimiento es incipiente y aún no aplicado a la acuicultura. Principalmente estudios sobre mitogenoma y marcadores moleculares (Arévalo et al. 2014, Antiqueo et al. 2021)
1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo	Se reportan varios trabajos e informes con información nutricional para las diferentes etapas del ciclo de vida
1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio	Generalmente se aprovechan individuos maduros provenientes de bancos naturales, los que pueden desovar fácilmente en laboratorio. No hay información publicada a nivel nacional, pero en especies similares hay desarrollos potencialmente aplicables (e.g., maduración por fotoperiodo y alimentos artificiales)
1.9. Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda	Trabajos IFOP, UCN, UNAB, ULA, UST. Producción de semillas es más permanente en UNAB y UCN

2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie. Valor y Unidad (si Observaciones/justificació Característica/Variable Descripción de la variable aplica) n 2.1. Enfermedades Nivel de conocimiento A nivel nacional, no hay sobre enfermedades mayores reportes sobre que afectan a la enfermedades que afecten a especie en cultivo o las fases de cultivo. El nivel ambiente natural de conocimiento a nivel nacional es aún escaso y referido a caracterizaciones de flora bacterianas y

			respuesta inmune (Medina et al. 2019, Dettleff et al. 2020). A nivel internacional, se reportan numerosos eventos de mortalidades masivas y enfermedades principalmente asociadas a bacterias y amebas en bancos naturales (Lawrence 2020) y recientemente a cultivos en China (Hu et al. 2022)
2.2. Agentes    patógenos/parásitos/    epibiontes	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/e pibiontes (epífitas o epizoicos) que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural	Si bien el conocimiento es aún bajo, tampoco hay reportes de enfermedades que afecten significativamente los cultivos, más allá de contaminación por manejo en cultivos en hatchery	A nivel internacional, se reportan numerosos eventos de mortalidades masivas y enfermedades principalmente asociadas a bacterias y amebas en bancos naturales (Lawrence 2020) y recientemente a cultivos en China (Hu et al. 2022)
2.3. Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo		A nivel nacional no hay desarrollos al respecto, lo que puede responder a la baja incidencia de enfermedades y patógenos. A nivel internacional se pueden mencionar tratamiento que más bien corresponden a prácticas de manejo para disminuir contagios o bajar carga bacteriana (Chi et al. 2022, Hu et al. 2022)
2.4. Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/e pibiontes en cultivo		A nivel nacional no hay desarrollos al respecto, lo que puede responder a la baja incidencia de enfermedades y patógenos. A nivel internacional se pueden mencionar tratamiento que más bien corresponden a prácticas de manejo para disminuir contagios o bajar carga bacteriana (Chi et al. 2022, Hu et al. 2022)

# 3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO: Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n ¯
3.1. Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles (semillas) a nivel nacional		Varios centros nacionales de investigación han desarrollado producción de larvas y semillas de forma exitosa. De manera más permanente continúan UNAB y UCN
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional		Los diseños y desarrollo para cultivos de engorda no han mostrado mayores avances, respecto a desarrollos tempranos (Bustos et al. 1991). En general, el cultivo de engorda a escala piloto se ha realizado en jaulas. Países como China y Noruega muestran avances en el diseño e ingeniera de cultivo, con nuevos prototipos de cultivo de engorda que permiten mayores densidades y volúmenes de cultivo en mar o tierra.
3.3. Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de larvas y semillas	Se reportan escalas de producción desde decenas de miles a un millón de semillas/año	Se reportan distintas escalas de producción históricas, la que incluye producciones cercanas al millón/año (Carcamo 2004). En la actualidad, UNAB y UCN se identifican como centros productores más permanentes
3.4.Escala producción actual engorda	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de engorda		La producción ha sido solo a nivel experimental. En la actualidad no se identifican cultivos de engorda.
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo		En la fases de cultivo de larvas y juveniles, se reportan trabajos con desarrollo de dietas naturales que permiten satisfacer los requerimientos nutricionales (Cárcamo et al. 2005, Cárcamo 2015). El desarrollo de dietas artificiales es un ámbito que ha sido bastante desarrollado

			a nivel mundial ners senseits
			a nivel mundial para especies de equinoideos (Lawrence 2020). A nivel nacional y para la especie, también se reportan desarrollos desde fines de los 90 (Olave et al. 2001, Fraysse et al. 2017). Adicionalmente se identifican dos proyectos Fondef que han tenido como objetivos la generación de alimentos artificiales para mejorar productividad de gónadas (Fondef D00I1149 y D99I1094) y rendimiento de juveniles (Fondef ID18I10127).
3.6.Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo		En general, los requerimientos y proveedores no son distintos al cultivo de otras especies que utilizan producción de larvas y semillas en hatchery. De esta forma el mercado de proveedores nacionales puede satisfacer de manera general los requerimientos.
3.7. Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial	12.300 US\$/Ton año Para cultivo de engorda, considerando cultivo en sistemas de long- lines y utilizando jaulas rectangulares como sistema de cultivo	No se reporta información actualizada al respecto. Sin embargo, se estima que la inversión inicial mayor corresponde a la implementación de un hatchery.  El estudio más completo corresponde al ejecutado por IFOP (2005), donde se estimaron costos de inversión asociados a un módulo productivo, que incluye la producción en hatchery, cultivo de juveniles y engorda, incorporando el uso de alimentos artificiales.
3.8.Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bioeconómicos para el cultivo de la especie		Existen dos reportes que incluyen estimaciones de costos de producción y análisis económicos, pero que tienen cerca de 20 años de antigüedad (del Campo Barquín 2002, IFOP 2005).

		En el trabajo de IFOP se modelaron escenarios productivos (e.g., Long-lines, corrales de fondo, estanques en tierra), obteniéndose resultados positivos en algunas combinaciones (rentables). En general, la variable más significativa en términos de costos es la alimentación en etapa de engorda.
3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos de personas, para su implementación a escala comercial	Son varias los centros de investigación y algunos productivos que han logrado producir semillas. La fase de engorda puede homologarse en términos de manejo al típico cultivo en long-line (e.g., de abalones, ostiones). Variantes como cultivos de fondo pueden implicar mayores desafíos de tranferencia.
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	El cultivo de equinoideos ha tenido un desarrollo relevante a nivel mundial. Se pueden destacar cultivos comerciales en Noruega y China.

# 4. VENTAJAS COMPETITIVAS: Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n
4.1. Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		Corresponde al único equinodermo explotado y comercial en Chile. Es una de las principales pesquerías bentónicas. El mercado nacional es pequeño y se orienta a la venta en fresco de ejemplares de tamaño mayor a la TML, si se compara con el erizo con destino el mercado de exportación (Barahona et al. 2021)

4.2. Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		Según datos de SERNAPESCA, los desembarques de los últimos 10 años han oscilado cercano a las 30.000 Ton. El año 2020, 37.464 Ton, y el 2021, 26.517 Ton. Valores muy inferiores a los reportados para la década del 90 y 2000. Sin embargo, Chile sigue siendo el principal exportador de gónadas de erizo. Para el año 2020 aportó un 97% del volumen total mundial de erizos procesados. En 2020, Chile exportó 2.305 t de erizo procesado, valorados en 99,27 millones de dólares, siendo Japón el destino principal.
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores		La calidad del producto es equivalente a especies similares que importa Japón. Pero generalmente se considera un producto sustituto o alternativo de los erizos endémicos de Japón, y se reporta un precio menor (Stefánsson et al. 2017)
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie	De manera inicial no se identifican atributos que otorguen competitividad respecto a otras especies, más allá de las oportunidades de mercado ya existentes	

5. MERCADO: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie	Se han reportado valores entre \$500- 1000 por unidad de erizo	Mercado local corresponde a venta en fresco (Barahona et al. 2021)

5.2. Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie	En los últimos cinco años, los precios de exportación registraron una tendencia positiva, pasando de \$23.600 a 34.200 por kilogramo  En 2020, Chile exportó 2.305 t de erizo procesado, valorados en 99,27 millones de dólares	Datos para el 2020 (Barahona et al. 2021)
5.3. Tamaño actual del	Nivel o tamaño del	Timorios de delares	Chile es el principal
mercado	mercado actual de los productos asociados a la especie		exportador mundial de erizos procesados (Barahona et al. 2021).
5.4. Tamaño potencial	Percepción del		La demanda general está
del mercado	tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie		alza. El mercado de erizos vivos también es una alternativa, para lo cual se deben resolver temas logísticos
5.5.Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial	Japón y secundariamente, Estados Unidos. También Taiwán, China.	
5.6. Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados		La demanda general está alza. El mercado de erizos vivos también es una alternativa, para lo cual se deben resolver temas logísticos
5.7. Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie		Entre 2016 y 2020, la producción nacional de erizo ha fluctuado entre 2.134 y 2.828 toneladas anuales, con un incremento en los dos últimos años ( <b>Figura 15</b> ). Los principales productos fueron erizos congelados y fresco refrigerados, con volúmenes muy similares (Barahona et al. 2021)
5.8.Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras o		No hay antecedentes de barreras de entradas en los mercados de exportación

	restricciones de entradas a mercados		más frecuentes, adicionales a las requeridas para entrada de otros productos marinos.
5.9. Productos equivalentes o sustitutos	Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes	Strongylocentrotus sp. (S. intermedius, S. franciscanus, y S. droebachiensis)	
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos sustitutos o equivalentes		Chile es el principal productor mundial de erizos extraídos desde banco natural (Stefánsson et al. 2017, Lawrence 2020).

6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO: Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo	Según datos IFOP (2005), 1,5 personas por Ton de producción	Puede ser equivalente a otras especies que requieren producción en hatchery y manejo en cultivo de engorda (e.g., ostiones, abalones)
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo		Producción en hatchery requiere de técnicos especializados, cultivo intermedio y de engorda es de menor especialización (Instituto de Fomento Pesquero 2001) y equivalente a otros cultivos (e.g., ostión, abalon)
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)		Estacionalidad es baja, si se mantiene producción continua de semillas mediante acondicionamiento y maduración de reproductores. Alimentación en engorda es permanente.
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie		En general, el cultivo del erizo puede desarrollarse con los insumos y proveedores existentes para la acuicultura nacional. Un potencial desarrollo comprende la eventual producción de dietas artificiales.

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		Dada su condición de especie nativa, no hay restricciones adicionales a cualquier otro tipo de cultivo de especie nativa (RNA; RAMA, SEA si corresponde)
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		No hay restricciones distintas a cualquier otro tipo de cultivo de especie nativa (RAMA)
7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile		No hay restricciones
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile		Eventualmente se puede desarrollar cultivos en sus distintas etapas, en concesiones de acuicultura y AMERB existentes

8. CAMBIO CLIMÁTICO: Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático		En general los efectos del cambio climático sobre equinodermos y especies equivalentes a <i>L. albus</i> son esperados, de moderados a severos. A nivel nacional, los estudios aún son escasos (Yáñez et al. 2017, Manríquez et al. 2019)
8.2.Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al		En especies equivalentes se esperan efectos severos a moderados dada el amplio

	aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático		rango de tolerancia a niveles de temperatura (Byrne & Hernández 2020)
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático		En especies equivalentes se esperan efectos moderados dada el amplio rango de tolerancia a niveles de pH (Dorey et al. 2022)
8.4.Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía	Aplica a eventuales cultivos suspendidos de erizo	La respuesta debiese ser similar a otros cultivos (e.g., ostión, abalón)
8.5. Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo, a la escasez hídrica	No aplica	
8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático		Considerando la necesidad de alimentación exógena del cultivo (i.e., intensivo)
8.7. Cambios en condiciones físico-químicas	Nivel de conocimiento disponible sobre condiciones físico-químicas esperadas (e.g., temperatura, salinidad, nutrientes, oxigeno) en el área candidata a desarrollar acuicultura de la especie		Dada la distribución geográfica del erizo, su cultivo sería factible desde el punto de vista de las condiciones abióticas en todo Chile. Los estudios sobre cambios y potenciales efectos están en desarrollo en Chile (Yáñez et al. 2017).

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

110.010110111			
Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n

	ı		
9.1.Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos		Es un cultivo de mediana complejidad, dada la fase hatchery, y que puede ser transferido a otros grupos
9.2. Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales		Erizos son comercializados por comunidades locales. Es una especie considerada como potencial para desarrollar acuicultura de pequeña escala.
9.3.Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional		Si bien es una especie altamente exportada, el consumo local es permanente.
9.4. Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		El uso de dietas artificiales puede eventualmente aumentar el impacto ambiental (e.g., aumento sedimentación, y carga orgánica)
9.5.Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Es una especie nativa e icónica de las pesquerías artesanales, se podrías esperar una buena aceptación.
9.6.Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular		En otros países se ha propuesto y modelado su inclusión y factibilidad en esquemas de economía circular (Zilia et al. 2021)
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	l l	Se puede avanzar en esquemas de cultivo que incorporen manejo de praderas o cultivos de algas
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo		Hay propuesta y evaluación de incorporación de erizos en algunos diseños IMTA (Grosso et al. 2021)

esquemas de	
acuicultura integrada	

**10. IMPACTO TERRITORIAL:** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
10.1. Ubicación geográfica del cultivo	Nombre la(s) región(s), macrozona(s) con mayor potencial para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Todo Chile, pero mayor potencial por condiciones de energía (sur de Chile, costa más protegida)	Dada la distribución geográfica del erizo, su cultivo sería factible desde el punto de vista de las condiciones abióticas en todo Chile.
10.2. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Se proyecta como moderado, proveedores de alimento podrían ser un nuevo tipo de proveedores.
10.3. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Considerando redes logísticas y de proveedores existentes en el país y los desarrollos previos para esta especie, su potencial se percibe como moderado
10.4. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Considerando desarrollos previos para la especie, con varios grupos de investigación como ejecutores, el potencial puede ser moderado-alto. Considerar la existencia de grupos de trabajo y empresas del rubro de la manufactura de alimento artificial.

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9) OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN

	Considerando que el cultivo del erizo, tiene al menos 3 fases/etapas con requerimientos distintos (producción larvas y semillas, cultivo de
6	juveniles, y engorda), se observa y reporta una menor consolidación/validación de las etapas y desarrollos tecnológicos
	asociados a la engorda y obtención de producto final

## **BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA**

#### **Proyectos FONDEF**

Proyecto D99I1094. Optimización del cultivo de erizo comestible L. albus, mediante el uso de alimento artificial. ejecutores: ifop

Proyecto D00I1149. desarrollo de dieta artificial para optimizar calidad comercial de gónadas café de erizos (Loxechinus albus) de la XII región destinadas al mercado de exportación. Ejecutores: UNIVERSIDAD DE SANTIAGO, IFOP, UCN

Proyecto ID18I10127. Desarrollo de un alimento extruido con harina de macroalgas para estimular el crecimiento de juvenil es de erizo rojo (Loxechinus albus) destinados a la repoblación en AMERBs de la región de Los lagos y Magallanes. Ejecutores: UNIVERSIDAD DE MAGALLANES, UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

#### **Publicaciones**

- Antiqueo P, Zuloaga R, Bastias-Molina M, Meneses C, Estrada JM, Molina A, Valdés JA. 2021. De novo assembly and analysis of tissue-specific transcriptomes of the edible red sea urchin loxechinus albus using rna-seq. Biology 10:.
- Arévalo A, Bruning P, Sanchez R, Cárdenas L. 2014. Development and characterization of EST-microsatellites for the edible sea urchin Loxechinus albus using next generation sequencing. Conservation Genetics Resources 6: 433–435.
- Barahona N, Gallo O, Techeira C, Bularz B, Mardones M, Gonzalez C, Cárcamo F, Palta E, Araya A. 2021. SEGUNDO DOCUMENTO TÉCNICO. Convenio de desempeño, 2021. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas, 2021. .
- Bustos E, Godoy C, Olave S, Troncoso R. 1991. Desarrollo de técnicas de producción de semillas y repoblación de recursos bentónicos. I: Investigaciones en el erizo chileno Loxechinus albus (Molina, 1782). PNUD, Instituto de Fomento Pesquero, Gobierno de Chile.
- Bustos E, Olave S. 2001. Manual: El cultivo del erizo (Loxechinus albus). IFOP. División de Acuicultura. 22.
- Bustos E, Olave S, Troncoso R, Godoy C. 1992. Investigación repoblamiento de recursos bentónicos Area Piloto IV Region. Etapa IV. 5. Investigaciones en erizo Loxechinus albus (Molina. 1782). Unidad Tecnica Ediciones, CORFO-IFOP (SGI-IFOP 92/8). .
- Byrne M, Hernández JC. 2020. Sea urchins in a high CO2 world: Impacts of climate warming and ocean acidification across life history stages. Developments in Aquaculture and Fisheries Science 43: 281–297.
- del Campo Barquín L. 2002. A bio-socio-economic simulation model for management of the red sea urchin fishery in Chile. PhD Thesis. University of Stirling, UK.
- Carcamo PF. 2004. Massive production of larvae and seeds of the sea urchin Loxechinus albus. Sea Urchins: Fisheries and Ecology p. 299–306.
- Cárcamo PF. 2015. Effects of food type and feeding frequency on the performance of early juveniles of the sea urchin Loxechinus albus (Echinodermata: Echinoidea): Implications for aquaculture and restocking. Aquaculture 436: 172–178.
- Cárcamo PF, Candia AI, Chaparro OR. 2005. Larval development and metamorphosis in the sea urchin Loxechinus albus (Echinodermata: Echinoidea): Effects of diet type and feeding frequency. Aquaculture 249: 375–386.

- Chi X, Huang X, Hu F, Yang M, Yin D, Tian R, Li X, Chang Y, Zhao C. 2022. Transmission of black mouth disease shed light on the aquaculture management of the sea urchin Strongylocentrotus intermedius. Aquaculture 549: .
- Dettleff P, Villagra M, González J, Fuentes M, Estrada JM, Valenzuela C, Molina A, Valdés JA. 2020. Effect of bacterial LPS, poly I:C and temperature on the immune response of coelomocytes in short term cultures of red sea urchin (Loxechinus albus). Fish and Shellfish Immunology 107: 187–193.
- Dorey N, Butera E, Espinel-Velasco N, Dupont S. 2022. Direct and latent effects of ocean acidification on the transition of a sea urchin from planktonic larva to benthic juvenile. Scientific Reports 12: .
- Fraysse C, Malanga G, Pérez AF. 2017. Effects of artificial diets with different carotene content on the organoleptic characteristics of the gonads and reproductive condition of Loxechinus albus (Echinodermata: Echinoidea). Revista de Biología Tropical 65: S207–S220.
- Grosso L, Rakaj A, Fianchini A, Morroni L, Cataudella S, Scardi M. 2021. Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) system combining the sea urchin Paracentrotus lividus, as primary species, and the sea cucumber Holothuria tubulosa as extractive species. Aquaculture 534: .
- Hu F, Zhao Z, Tian R, Ding P, Yin D, Li X, Qiao Y, Chang Y, Zhao C. 2022. A cost-effective approach to decreasing the disease transmission of the sea urchin Strongylocentrotus intermedius: New information for seed production and longline culture. Aquaculture 548: .
- IFOP. 2005. Informe Final Plan de negocios Cultivo\_Erizo. Proyecto FONDEF D00T1010. .
- Instituto de Fomento Pesquero. 2001. Manual: El Cultivo del Erizo. Diversificación de la Acuicultura en la X Región 23.
- Lawrence JM. 2020. Sea Urchins: Biology and Ecology. London: Academic Press.
- Lawrence JM, Olave S, Otaiza R, Lawrence AL, Bustos E. 1997. Enhancement of Gonad Production in the Sea Urchin Loxechinus albus in Chile Fed Extruded Feeds. Journal of the World Aquaculture Society 28: 91–96.
- Manríquez PH, González CP, Brokordt K, Pereira L, Torres R, Lattuca ME, Fernández DA, Peck MA, Cucco A, Antognarelli F, Marras S, Domenici P. 2019. Ocean warming and acidification pose synergistic limits to the thermal niche of an economically important echinoderm. Science of the Total Environment 693: .
- Medina D, Suarez R, Navarrete F, Godoy M. 2019. Inner and outer microbiota associated to young red sea urchin Loxechinus albus farming under controlled conditions. Poster USS. .
- Olave S, Bustos E, Lawrence JM, Carcamo P. 2001. The effect of size and diet on Gonad production by the Chilean Sea Urchin Loxechinus albus. Journal of the World Aquaculture Society 32: 210–214.
- Stefánsson G, Kristinsson H, Ziemer N, Hannon C, James P. 2017. Markets for sea urchins: A review of global supply and markets. Skýrsla Matís 45 pp.
- Vásquez JA. 2020. Loxechinus albus. Developments in Aquaculture and Fisheries Science 43: 431–445.
- Yáñez E, Lagos NA, Norambuena R, Silva C, Letelier J, Muck K-P, Martin GS, Benítez S, R. Broitman B, Contreras H, Duarte C, Gelcich S, Labra FA, Lardies MA, Manríquez PH, Quijón PA, Ramajo L, González E, Molina R, Gómez A, Soto L, Montecino A, Barbieri MÁ, Plaza F, Sánchez F, Aranis A, Bernal C, Böhm G. 2017. Impacts of Climate Change on Marine Fisheries and Aquaculture in Chile. Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture 239–332.
- Zamora S, Stotz W. 1994. Cultivo y producción masiva de juveniles de erizo rojo chileno Loxechinus albus (Molina, 1782) en laboratorio. Investigación pesquera Instituto de Fomento Pesquero 38: 37–54.
- Zilia F, Bacenetti J, Sugni M, Matarazzo A, Orsi L. 2021. From waste to product: Circular economy applications from sea urchin. Sustainability (Switzerland) 13: .

#### 13. Piure

# INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

1. Nombre común: Piure

2. Nombre Científico: Pyura chilensis

- 3. Distribución geográfica natural de la especie: Se extiende desde el sur del Perú hasta el sur de Chile 43°S (Lagger *et al.* 2009)
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): Extensivo

#### CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
1.1. Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo		Se estima que el período que demora una cuelga de piures asentados, hasta su cosecha es de 13 meses (Guisado et al. 2017)
1.2. Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo		La supervivencia se estimó en un 83% si las fijaciones permanecen en laboratorio. Sin embargo, no hay estudios que consideren etapas posteriores (Stotz 2013)
1.3. Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	11-15°C	La temperatura óptima en el período de reclutamiento es de 18°C. Sin embargo, no hay estudios que consideren etapas posteriores. (Stotz 2013)
			Según Jessica Cabrera Torres, Acuicultora APE, la temperatura óptima es de 11- 15° C, considerando su conocimiento personal.
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo		En una experiencia con cuelgas de piure en 2 sectores de la región de coquimbo, se establece que los rangos de 34-36 ppm, son los que proporcionaron mejor crecimiento (Stotz 2013)
1.5. Oxígeno	Rango de saturación/concentraci	5 a 8 mg/l	Según la revisión realizada, en sistema de cultivo se requiere de aireador, pero no

	ón de oxígeno óptima en cultivo	indica la cantidad de flujo (Stotz 2013).  Según Jessica Cabrera Torres, Acuicultora APE, la concentración de oxígeno óptima es de 5 a 8 mg/l
1.6.Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo	La información genética encontrada está relacionada a la distribución geográfica de la especie. Sin embargo, no fue encontrada información de mejoramiento.
1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo	Etapa inicial de fijación, hasta el día 14, se recomienda alimentar con <i>Isochrysis galbana</i> y <i>Nannochoris</i> sp.por sus altos grados de ingestabilidad como de digestión (Stotz 2013)  Posterior a ello medio natural, considerada la mejor forma de engorda (Stotz 2013)
1.8.Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para realizar manejo de reproductores en cautiverio	Individualizar, lavar con agua dulce, alcohol al 20% y escobillar, dejarlos con los sifones hacia arriba libres y alimentarlos con una mezcla de Isochrysis galbana y Chaetoceros sp. (20.000 cel/ml) (Stotz 2013)
1.9. Producción de larvas y semillas	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para la sistematización y masificación de larvas, juveniles y semillas para cultivos de engorda	Para el asentamiento de larvas, se recomienda hacer la siembra en mallas anchoveteras cortada, luego estas cuelgas se les debe realizar una mantención en laboratorio por 14 días, previo al traslado al mar (Stotz 2013)

2. **SANITARIAS**: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie. Descripción de la Valor y Unidad (si Observaciones/justificació Característica/Variable aplica) variable 2.1.Enfermedades Nivel de conocimiento Según la literatura, sólo se sobre enfermedades indica un organismo está

	que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural	dañado cuando se evidencia descomposición de la túnica, sin embargo, no se ahonda en los motivos directos de mortalidad o patología (Stotz 2013).  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, se desconocen los motivos directos.
2.2. Agentes patógenos/parásitos/ epibiontes	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/e pibiontes (epífitas o epizoicos) que afectan	
	a la especie en cultivo o ambiente natural	
2.3. Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo	
2.4. Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/e pibiontes en cultivo	

3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO: Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n
3.1.Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles (semillas) a nivel nacional		Según Guisado et al. 2017, para la totalidad de lo materiales y equipos de producción, se requiere de 9.285.000 CLP (361 UF)  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, esta es una característica muy baja para el recurso
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional		Según Guisado et al. 2017, para la totalidad del sistema de crecimiento y engorda, se requiere de 17.841.450 CLP (695 UF)

			Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE,
			esta es una característica media para el recurso
3.3.Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de larvas y semillas	Captación natural en La Herradura	Según Arredondo com pers. ex presidente STI La Herradura, se realiza captación natural en el sector de La Herradura en Coquimbo, para ello se ponen colectores en sistema de cultivo suspendido, tipo Long Line.
			Producción por Stripping en la UCN, pero no se realiza a gran escala, por el acondicionamiento que requiere, sólo para fijaciones de experiencias a realizar (Stotz 2013)
3.4. Escala producción actual engorda	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de engorda		Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, esta es una característica cercana a media para el recurso
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo		
3.6. Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo	Kupfer, UCN, Distribuidores locales de Tongoy	Según la experiencia del equipo de repoblación y cultivo de IFOP Coquimbo, los proveedores de materiales para APE de piure son distribuidores locales de Tongoy, Sin embargo, los proveedores estarán centralizado en Santiago y en el sur.
3.7. Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del cultivo a escala comercial		El total de inversión requerido para la implementación de APE en la Región de Coquimbo es de 66.035.308, correspondiente a los gastos preoperativos e infraestructura (en mar y en tiera) (Guisado et al. 2017)

3.8. Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bioeconómicos para el cultivo de la especie		Un documento que realiza este análisis es el de Guisado <i>et al.</i> 2017, el cual hace la referencia de costos en las regiones de Coquimbo y Bio-Bio
3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos de personas, para su implementación a escala comercial		En el proyecto de Stotz 2013, se hace un completo análisis de las nuevas tecnologías para el cultivo de piure, con un apartado de la transferencia tecnológica del cultivo de piure en APE.  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, esta es una característica media para el recurso
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	Japón: Halocinthya roretzy	

4. VENTAJAS COMPETITIVAS: Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
4.1.Participación en mercado nacional	Nivel actual de participación en el mercado nacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		El piure es un recurso que hasta el momento está sin competencia a nivel nacional. El más cercano es <i>Pyura praeputialis</i> el cual sólo es producido en Antofagasta (Stotz 2013)
4.2. Participación en mercado internacional	Nivel actual de participación en el mercado internacional de especies (productos) similares, equivalentes o competidores		
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores	Sin competencia	

4.4. Atributos de	Nombre los	Según Marine feed,
competitividad	principales atributos	actualmente trabajan con
	que otorgan ventajas	Cionna intestinalis, indicando
	competitivas al cultivo	en su página web que dentro
	de la especie	de los beneficios del trabajo
		con esta especie, se
		encuentra el de
		comercializarlo como
		carbono azul, esto dado a
		que tiene una capacidad de
		fijar el CO2, quizás esta
		característica podría
		investigarse en piure
		https://marinefeed.com/the-
		process
		Según Jessica Torres,
		Acuicultora Cabrera APE, el
		piure tiene buena
		disponibilidad de semillas,
		poco manejo del cultivo, baja
		mortalidad, nulo
		desprendimiento,

**5. MERCADO**: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie	CLP\$ 8.000 a 65.000 /kg	La revisión de diversas fuentes, como mercado libre, Facebook market, visita a la muelle de Coquimbo y búsqueda en motores de búsqueda, se identificó que los precios Desde fresco en la caleta a conserva en internet van desde 8.000 a CLP\$ 65.000 /kg respectivamente.  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, los precios de 1 kilo de piure están entre \$7.000 a \$10.000
5.2.Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie	CLP\$ 65.000 /kg	Asociado al punto anterior, se indica que la revisión del producto en internet. El kilo de piure cuesta 65.000 CLP, sin embargo, el formato de

			venta es de frascos de
			conserva de 250 gramos.
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie	1.801 Ton desembarque año 2021	El anuario estadístico de pesca del año 2021, publicado el 2022, indica que el desembarque de piure en el año 2021, equivale a 1.801 toneladas (Sernapesca 2022)
5.4. Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie	Variedad de preparaciones, como un complemento	Mediante la revisión realizada, se considera un potencial al recurso, debido a que se encontraron variadas preparaciones, tanto frías como calientes. A excepción del ceviche de piure, en la mayoría de las preparaciones el piure es un complemento y no el ingrediente principal, esto debido al sabor "fuerte" del recurso. (https://comidaschilenas.com/ ?s=piure)
5.5. Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques comerciales de destino, actual y potencial	Japón, Corea, Francia, Italia, principalmente por ser países que comen Ascidias	Los países potenciales, son los actuales consumidores de ascidias presentes en sus correspondientes países (Cañete 2022).
5.6. Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados		Según la exposición realizada por Cañete 2022, el piure en Chile es consumido fresco, cocido o ahumado, formando parte de preparaciones frías y calientes.
5.7. Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie	Piure ahumado Potes de piures fresco o congelado	El piure es comercializado en variadas preparaciones, como por ejemplo Mariscal o ceviche, Sopa de mariscos o marinera y sus formatos de venta son fresco, congelado, conserva y ahumado (https://comidaschilenas.com/?s=piure).  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el piure es comercializado en

			tiras ahumado, en potes, que puede estar fresco o ahumado.
5.8. Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados	Fuerte sabor del producto	Según el sitio web de cocina es un sabor metálico que no es de gusto colectivo, por lo tanto, se asocia a que su entrada en diferentes mercados esté relacionado más a lo gourmet, principalmente por lo exótico de su sabor, color y textura. (https://comidaschilenas.com/?s=piure)
5.9. Productos equivalentes o sustitutos	Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes		
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos sustitutos o equivalentes		

6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO: Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo	10 personas total	Según lo propuesto en el balance económico en Guisado et al. 2017, un cultivo debiera de contar con 10 personas en total, en los que se considera personal administrativo inclusive  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel de generación de
			empleos es alto.
6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo	Buzo profesional Personal administrativo  Media: No se	Para Guisado et al. 2017, el nivel de especialización de la mano de obra para un cultivo, consiste en tener un buzo profesional, que debiera de
		requiere de mano de obra muy calificada para dicha actividad	ser correspondiente a comercial para las labores de fondeo y mantención de las

			líneas, sin embargo, se entiende que las labores se realizarán con un buzo mariscador básico, que requiere de un certificado emitido por la DGTM y MM. Además, considera que debiera haber personal administrativo, el cual debiera tener una formación profesional a fin.  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel de especialización para el cultivo de piure es medio, porque no se requiere de mano de obra muy calificada para dicha actividad
6.3.Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)	1 año por ciclo	Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el periodo de cultivo, desde siembra de las cuelgas con piure fijado, hasta la cosecha, corresponde a 12 meses. Según Guisado et al. 2017 y Stotz 2013, indican que este período en Coquimbo corresponde a 13 meses.
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie		Actualmente STI La Herradura, comercializa Piure, como centro certificado por SERNAPESCA. (https://www.mundoacuicola. cl/new/pescadores-de-caleta- hornos-incursionan-en- cultivo-de-piure-para- diversificar-oferta-y-mejorar- productividad/)  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de piure es medio.

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile	Ninguna	Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de piure es medio
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile	Ninguna	
7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile		Según Enrique Arredondo, ex presidente del STI La Herradura, las restricciones actuales son los trámites que se deben realizar para la generación de la orden de transporte y que la proveniencia del recurso (para estar de manera legal), debe ser desde un centro certificado
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile		Stotz 2013 define que los espacios aptos para la realización de estos cultivos son los frentes protegidos.  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo de piure es medio, ya que los lugares disponibles son áreas de manejo, y éstas no siempre son aptas para este cultivo, debido a que son muy expuestas.

8. CAMBIO CLIMÁTICO: Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático	Alto nivel de adaptabilidad	Según Stotz 2013, el recurso piure tiene un alto nivel de adaptabilidad al cambio climático.  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático de piure es medio
8.2. Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático	Buena	Según Stotz 2013, el nivel de adaptabilidad a los camios de temperatura del piure es buena.
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático		Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático del piure es media
8.4.Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía	Propensas a enredarse	Según Arredondo com pers., Ex presidente STI La Herradura, las marejadas afectan al sistema de cultivo más que al recurso propiamente tal, debido a que, al ser un cultivo suspendido, si las cuelgas están muy cercanas o bien si las marejadas son muy fuertes o el peso es muy bajo, las cuelgas ante marejadas, tienden a enredarse.  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el

8.5. Escasez de agua	Nivel de respuesta		nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía del piure es alta
dulce (si aplica)	esperada de la especie y cultivo, a la escasez hídrica		
8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático	Alta, en Suecia es utilizada como carbono azul	El potencial que podría tener <i>P. chilensis</i> si emulara lo que se realiza en Suecia con <i>Ciona intestinalis</i> es alto, esto dado a que en este país la ascidia es utilizada como carbono azul.  (https://www.swissinfo.ch/spa/suiza-chile-en-el-innovador-mercado-del-carbono/6177814)  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático del piure es medio
8.7. Cambios en condiciones físico-químicas	Nivel de conocimiento disponible sobre condiciones físico-químicas esperadas (e.g., temperatura, salinidad, nutrientes, oxigeno) en el área candidata a desarrollar acuicultura de la especie	Baja, sólo en sitios aptos para APE de otras especies	

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n
9.1. Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir		Según Arredondo com pers. Ex presidente STI La Herradura, se podría mantener una equidad de ingresos económicos entre

	a la aquidad an las		los socios mientros les
	a la equidad en los ingresos económicos		los socios mientras los participantes o socios trabajen en igualdad de condiciones.  Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos
9.2. Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales	Bajo costo de implementación, alto precio por kilo.	económicos de piure es alto Según Guisado et al. 2017, el piure es el recurso de menor nivel de inversión y gastos de operaciones, en su estudio, considerando un ciclo de cultivo, se logra prácticamente recuperar la inversión, por lo tanto, para el segundo año la ganancia debiera mejorar las condiciones económicas locales.
			Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales de piure es muy alto
9.3.Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional	Medio, el producto	El nivel que se puede atribuir a piure es medio, debido a que se indica que el producto es de consumo de paladares específicos, no es de gusto masivo, sin embargo, puede utilizarse como complemento en preparaciones, aportando sus propiedades.
			Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel en que el desarrollo del cultivo de piure puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional es muy alto

9.4. Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Se podría esperar que el recurso tenga un alto impacto, debido a iniciativas que den valor agregado al recurso, siempre y cuando se identifique y explote el potencial que se ha encontrado en otras ascidias, como la extracción de bioetanol en Ciona intestinalis, o el ser considerado para carbono azul (https://www.ltu.se/ltu/media/news/Sjopungar-ny-ravara-for-bioetanol-1.162982?l=en https://marinefeed.com/the-process/)  En Chile se ha utilizado la túnica como abono. (https://www.ulagos.cl/ciencia ulagos/la-apuesta-por-dar-valor-agregado-a-los-desechos-de-piures/) y para hacer membranas de celulasa a partir de piure (Quero et al. 2019)
9.5.Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de piure es medio
9.6.Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular	Reutilización de materiales de desecho	Según Guisado et al. 2017 y Stotz 2013 el cultivo de piure se puede hacer con materiales de desecho, por lo cual tendría un alto nivel respecto a la economía circular.
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	Mientras el gobierno apoye las iniciativas y elimine la burocracia, es lograble	Según Arredondo com pers. Ex presidente STI La Herradura, mientras el gobierno apoye las iniciativas y elimine la burocracia, es factible lograr un gran nivel Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el

			nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de piure bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura es medio
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada	Actividades en Chungungo B con IFOP, avanzan en esa corriente y es factible.	Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel de factibilidad de incorporar el piure o el cultivo del mismo bajo esquemas de acuicultura integrada es medio

**10. IMPACTO TERRITORIAL:** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació
10.1. Ubicación geográfica del cultivo	Nombre la(s) región(s), macrozona(s) con mayor potencial para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Los Lagos a Coquimbo	Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, desde la región de Los Lagos, hasta Coquimbo se tiene el mayor potencial para la consolidación y masificación del cultivo de piure.
10.2. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Indespa ha potenciado el cultivo de la especie en ambas regiones.	Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de piure es medio
10.3. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Alto	Según Arredondo com pers. Ex presidente STI La Herradura, el nivel de creación de redes es alto, en estos momentos se están enviando coipas de piure desde La Herradura al sur de Chie.
			Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y

		masificación del cultivo de piure es alto
10.4. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Según Jessica Torres, Acuicultora Cabrera APE, el nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de piure es medio

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN
5	Programas INDESPA financiando proyectos de implementación de líneas de cultivo de piure.
	Los métodos utilizados en el cultivo del piure son colectores o cordeles usados por los acuicultores, que normalmente son para captar choritos.

#### BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

- Cañete J. 2022. Pyura chilensis (Tunicata): de la mesa a la biotecnología. Presentación Centro de Biología Marina de Sao Paulo. https://www.youtube.com/watch?v=yD7mkK4Pa dw&ab\_channel=CentrodeBiologiaMarinha-CEBIMar%2FUSP
- Guisado Ch, M Campos, F Inostroza, J Ortúzar, D Díaz, R Maltrain M Benelli & D Lissard. 2017. Diseño y valoración de modelos de cultivo para la acuicultura de pequeña escala. Informe Final Proyecto FIPA N°2015-02, 556 pp. Acuasesorías, Viña del Mar.
- Lagger C, V Haussermann, G Forsterra & M Tatian. 2009. Ascidians from the southern Chilean Comau Fjord (Chordata, Ascidiacea). Spixiana 32(2): 173–185.
- Manríquez P & J Castilla. 2010. Fertilization efficiency and gamete viability in the ascidian *Pyura praeputialis* in Chile. Marine Ecology Progress Series 409: 107–119.
- Quero F, A Quintro, N Orellana, G Opazo, A Mautner, N Jaque, F Valdebenito, M Flores & C Acevedo. 2019. Production of Biocompatible Protein Functionalized Cellulose Membranes by a Top-Down Approach. ACS Biomaterials Science & Engineering 5(11): 5968–5978.
- Stotz W. 2013. Tecnologías de cultivo de piure (*Pyura chilensis*) asociado a áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos: Producto para venta directa o para el mejoramiento de producción y rendimientos del loco *Concholepas concholepas*. Informe Final Proyecto FONDEF de Investigación y Desarrollo AQ0811030, 214 pp. Universidad Católica del Norte, Coquimbo.

#### 14. Camarón del rio del norte

## INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

- 1. Nombre común: Camarón de río del norte
- 2. Nombre Científico: Cryphiops caementarius
- 3. Distribución geográfica natural de la especie: habita principalmente los ríos y quebradas que drenan las aguas de los contrafuertes altiplánicos, con pesquerías a nivel artesanal desde el río Loa por el norte hasta el río Aconcagua en su límite sur, siendo los de mayor intensidad de captura los ríos ubicados en la región de Atacama y Coquimbo (Meruane *et al.* 2006)
- 4. Tipo de cultivo asociado a la especie(extensivo/intensivo/otro): Intensiva

#### CARACTERIZACIÓN POR DIMENSIONES

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
Curacteriotica/ variable	variable	aplica)	n
1.1. Crecimiento en talla/peso	Tiempo para alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo		Según Meruane et al. 2006, un camarón de río demora casi un año a la talla de primera madurez 20 mm.  Según Jaime Meruane com pers. (UCN), C. caementarius tiene un período de sultivo de 26
1.2 Supervivencia	Taga a paraentaja da	40 %	período de cultivo de 36 meses. Los juveniles son cosechados al alcanzar la talla comercial de 40 gramos
1.2. Supervivencia	Tasa o porcentaje de supervivencia hasta alcanzar talla comercial o de cosecha en cultivo	40 %	Jaime Meruane com pers. (UCN), indica que el porcentaje de supervivencia desde incubación a la talla de cosecha es de 40%
1.3. Temperatura	Rango de temperatura óptima en cultivo	La temperatura óptima de cultivo está entre los 15 y 20 °C	Meruane et al. 2006, indican que el rango óptimo de temperatura en cultivo es entre los 17°C a los 27°C, sin embargo, mediante una comunicación profesional, indica que actualmente se encuentra entre los 15 y 20°C
1.4. Salinidad	Rango de salinidad óptimo en cultivo		Según Meruane et al. 2006, el rango óptimo de salinidad en cultivo es entre 0‰ y 21.6‰ dependiendo de la fase de desarrollo.

1.5. Oxígeno	Rango de saturación/concentració n de oxígeno óptima en cultivo	7 a 10 mg l <sup>-1</sup>	Según Meruane <i>et al.</i> 2006, el rango óptimo de salinidad en cultivo es entre 7 a 10 mg l <sup>-1</sup> .
1.6.Manejo y mejoramiento genético	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para desarrollar prácticas de manejo y/o mejoramiento genético de la especie en cultivo	Medio	Velásquez et al. 2022 indican que la genética poblacional de camarones dulceacuícolas de Chile ha sido escasamente estudiada, por lo tanto, los antecedentes obtenidos de los estudios poblacionales de C. caementarius en la cuenca del río Choapa, lo posicionan como el río mayormente estudiado en el país, pudiendo convertirse en un modelo de aplicación y validación de estrategias pesqueras y acuícolas que pudieran replicarse luego en otras cuencas hidrográficas del norte del país.
1.7.Requerimientos nutricionales	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para identificar requerimientos nutricionales de la especie en las diferentes etapas del cultivo	Medio	Según Meruane et al. 2006, para los primeros estados de desarrollo, microalgas y posteriormente utilizar Artemia sp. También se ha probado con otro tipo de alimento vivo como: cladóceros, copépodos y anfípodos jóvenes, ya sea de poblaciones naturales o cultivados.  Dietas mixtas con mejores resultados, microalgas (Isochrysis sp., Monocrysis sp., Nannochloris sp. y Tetraselmis sp.), Artemia sp,  En juveniles pellets secos, usando raciones completas cuya proteína total entre un 22% y un 34%.
1.8. Manejo de reproductores	Nivel de existencia de información científica y tecnológica para	bajoa	Según Meruane <i>et al.</i> 2006, falta información científica y tecnológica para realizar

	realizar manejo de reproductores en cautiverio		manejo de reproductores en cautiverio.  Según Jorge Moreno com pers. (UCN), se ha desarrollado experimentalmente manejo de reproductores, descripción histológica y caracterización de los estados de madurez gonadal de hembras de C. caementarius (Molina, 1782) (Decapoda: Palaemonidae)
1.9.Producción de	Nivel de existencia de	Medio	Según Velásquez com pers.
larvas y semillas	información científica y	modio	Investigador IFOP, existe
	tecnológica para la		Tecnología desarrollada,
	sistematización y		sólo para tratamiento con
	masificación de larvas,		hembras ovígeras extraídas
	juveniles y semillas para cultivos de engorda		de ambiente natural

2. SANITARIAS: Conoci	2. SANITARIAS: Conocimiento sanitario disponible para la acuicultura de la especie.			
Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n	
2.1.Enfermedades	Nivel de conocimiento sobre enfermedades que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural		Según García-Huidobro 1999 y Meruane et al. 2006, se conocen enfermedades de tipo bacterianas y micóticas como por ejemplo Zoothanmnium sp  María Cristina Morales com pers. (UCN), indica que hay presencia ocasional de sanguijuelas parasitando adultos de esta especie en ambiente natural.	
2.2. Agentes patógenos/parásitos/ epibiontes	Nivel de conocimiento sobre agentes patógenos/parásitos/epi biontes (epífitas o epizoicos) que afectan a la especie en cultivo o ambiente natural			
2.3. Medidas o tratamientos curativos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo	Limpieza del agua	Según García-Huidobro 1999, uno de las principales medidas o tratamientos para tratar enfermedades en cultivo es realizar limpieza	

		periódica del agua del cultivo.
2.4. Medidas o tratamientos preventivos	Nivel de existencia de medidas o tratamientos para prevenir agentes patógenos/parásitos/epi biontes en cultivo	

# 3. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO: Desarrollo de la tecnología de cultivo disponible a nivel nacional e internacional.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
2.1 Dianonikilidad da	variable	<b>aplica)</b> Alto	n Cogrin Maruana et al. 2006h
3.1. Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de larvas y juveniles (semillas) a nivel nacional		Según Meruane et al. 2006b, a nivel nacional, la tecnología de cultivo, permite que en 65 días se logre una larva competente para el medio
3.2. Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo de engorda a nivel nacional	En desarrollo	María Cristina Morales com pers. (UCN), indica que la tecnología de cultivo para la engorda a nivel nacional está en desarrollo
3.3. Escala de producción actual larvas y semillas	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de larvas y semillas	50.000 juveniles por año	Jaime Meruane com pers. Profesional UCN, indica que el nivel de escalamiento de la producción de larvas es de 50.000 juveniles por año.
3.4. Escala producción actual engorda	Nivel de escalamiento actual de la producción en cultivo de engorda		
3.5. Desarrollo de dieta especie-específica	Nivel de desarrollo y disponibilidad de dietas específicas para la especie en cultivo	Biofloc	Ulloa <i>et al.</i> 2020, trabajaron en una dieta específica para camarón de río, llamada biofloc.
3.6. Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	Nivel de existencia y disponibilidad actual de proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo	Sólo UCN en Chile	Según Velásquez com pers. Investigador IFOP, indica que sólo UCN cuenta con la tecnología, equipamiento e insumos para el desarrollo de las distintas etapas del cultivo de camarón del norte.
3.7. Tamaño de la inversión requerida	Nivel o valor (e.g., valor/tonelada producida) de la inversión requerida para implementación del		Según Velásquez et al. 2022, indica que el valor de un Módulo de engorda para 24 socios en el mayor tamaño, es de \$6.782.420 CLP

	cultivo a escala		
	comercial		
3.8.Análisis costo- producción y/o bio- económicos	Nivel de existencia de información y análisis que permitan estimar costos de producción, costo/beneficios, bioeconómicos para el cultivo de la especie		Según Velásquez et al. 2022, en la publicación "Propuesta de plan de manejo integrado para el camarón de río del norte ( <i>Cryphiops</i> caementarius) en la cuenca del río Choapa", se encuentra información que permite estimar costos de producción para el cultivo de la especie
3.9. Transferencia de la tecnología	Percepción del nivel de transferibilidad de la tecnología de cultivo a otros grupos de personas, para su implementación a escala comercial	Alta	Según Velásquez et al. 2022, en la publicación, "Propuesta de plan de manejo integrado para el camarón de río del norte ( <i>Cryphiops</i> caementarius) en la cuenca del río Choapa" se realiza la transferencia de la tecnología de cultivo a camaroneros locales, por lo cual el nivel es alto.
3.10. Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	Nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo a nivel internacional para especie(s) equivalente(s)	Alta en Brasil	Según María Cristina Morales com pers. Especialista en Camarón de río del Norte, en Brasil el nivel de desarrollo y disponibilidad de la tecnología de cultivo es alta.

#### 4. VENTAJAS COMPETITIVAS: Actuales o potenciales ventajas competitivas de la especie. Característica/Variable Descripción de la Valor y Unidad (si Observaciones/justificació variable aplica) 4.1. Participación en Nivel actual de 7 y 5 ton en los años Según Meruane et al. 2006b, mercado nacional participación en el 1993 y 94, único en base al único registro que mercado nacional de registro existe de la especie en los especies (productos) años 1993 y 1994, la similares, equivalentes producción a nivel nacional o competidores fue de 7 y 5 toneladas respectivamente. 4.2. Participación en Nivel actual de Nulo Según Tapia et al. 2020, el precio de exportación del mercado participación en el internacional mercado internacional camarón ecuatoriano ha de especies (productos) variado entre poco más de similares, equivalentes US\$5 a US\$9 el kg para el o competidores periodo 2011-2019, con un

			precio máximo en marzo de 2014, con un descenso que ha vuelto a estabilizar el precio en torno a los alcanzados durante el año 2011
4.3. Posición frente a competidores	Posición actual o potencial de la especie frente a especies similares, equivalentes o competidores	Poco conocido, respecto a su competidor el camarón ecuatoriano	Según Velásquez com pers. Investigador IFOP, el competidor más fuerte es camarón ecuatoriano, sin embargo, el símil sería el camarón de vega, el cual se explota en la zona sur
4.4.Atributos de competitividad	Nombre los principales atributos que otorgan ventajas competitivas al cultivo de la especie		Según Velásquez com pers. Investigador IFOP, el camarón de río tiene un sabor característico, además es de un tamaño mayor y se puede realizar el aprovechamiento comestible de todo el organismo.

5. MERCADO: Corresponde a las características de la oferta y demanda nacional o internacional que generan potencial y atractivo.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
5.1.Precio de mercado nacional	Precio en el mercado nacional de los productos asociados a la especie	\$ CLP 20.000 kg	Según Hugo Araya com pers. (Camaronero Choapa), el precio por kilo de camarón de río, es de \$ CLP 20.000
5.2.Precio de mercado internacional	Precio en el mercado internacional de los productos asociados a la especie		
5.3. Tamaño actual del mercado	Nivel o tamaño del mercado actual de los productos asociados a la especie		Según Tapia et al. 2020, el mayor volumen desembarcado se encuentra en Perú, que actualmente oscila alrededor de las 1.000 toneladas anuales.
5.4. Tamaño potencial del mercado	Percepción del tamaño o nivel del mercado potencial de los productos asociados a la especie	Restaurantes de Santiago y distribución local en el Choapa.	Según Tapia et al. 2020, el mercado del camarón de río es principalmente los restaurantes locales de Santiago y distribución local entre pobladores.
5.5. Mercados de destino	Nombre los principales países o bloques		

	comerciales de destino, actual y potencial		
5.6. Tendencia de la demanda	Nombre las principales características de la tendencia de la demanda de la especie y productos asociados	Tamaño y sabor	Según Hugo Araya com pers. (Camaronero Choapa), las principales características del camarón de río son su gran tamaño y su sabor característico, que proviene del "coral"
5.7. Variedad de productos y valor agregado	Nombre los principales productos y valor agregado asociados a la especie	Congelado, colitas en preparaciones frías y calientes	Según Hugo Araya com pers. (Camaronero Choapa), los principales productos comercializados son los camarones congelados enteros, las colitas en preparaciones frías y calientes.
5.8. Barreras de entrada	Nivel de existencia de barreras o restricciones de entradas a mercados	Trazabilidad, no hay registro de la pesquería	Según Tapia et al. 2020, una de las barreras actuales para la entrada a mercados es que no hay trazabilidad en el recurso, además, no hay registro de la pesquería
5.9. Productos equivalentes o sustitutos	Nombre las principales especies y/o productos sustitutos o equivalentes		Según Velásquez com pers. Investigador IFOP, las especies simil son el camarón ecuatoriano, langostino colorado y langostino amarillo. Sin embargo, el equivalente es el camarón de vega.
5.10. Nivel de competidores	Nivel productivo de países competidores que producen especies o productos sustitutos o equivalentes		Según Velásquez com pers. Investigador IFOP, Ecuador, alto nivel de producción de camarón ecuatoriano.

**6. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO:** Corresponde a los potenciales impactos en los ámbitos sociales y económicos.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
6.1. Generación de empleo	Percepción del nivel de generación de empleo asociado al cultivo		Según Velásquez com pers. Investigador IFOP, la producción de camarón de río permite subsistir a familias locales

6.2. Nivel de especialización	Nivel de especialización de mano de obra requerida para el cultivo	Bajo	Según Velásquez et al. 2022, en la publicación "Propuesta de plan de manejo integrado para el camarón de río del norte (Cryphiops caementarius) en la cuenca del río Choapa", identifica que el nivel de especialización requerida para el cultivo es bajo, dado que un módulo cultivo podría ser administrado por pescadores locales.
6.3. Estacionalidad de uso de mano de obra	Nivel de temporalidad en el uso de mano de obra asociada al cultivo (e.g., año completo, temporada, estación)		Según Hugo Araya com pers. (Camaronero Choapa) la explotación de recurso es casi el año completo, independiente de la veda (verano), sólo cesa post lluvias por falta de visibilidad
6.4. Desarrollo de proveedores y servicios	Percepción del nivel de desarrollo potencial de proveedores y servicios asociados a la consolidación del cultivo de la especie	Sólo proveedores de juveniles por parte de la UCN	Según Velásquez com pers. Investigador IFOP, los únicos proveedores de juveniles es la UCN

7. NORMATIVA Y REGULACIÓN: Escenario normativo y regulatorio que permitiría el desarrollo del cultivo de la especie a escala comercial.

Característica/Variable	Descripción de la	Valor y Unidad (si	Observaciones/justificació
	variable	aplica)	n
7.1.Restricciones legales para el cultivo	Nivel de existencia de restricciones legales generales para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		Según Tapia et al. 2020 y Velásquez et al. 2022, indican que la mayor restricción legal es que no hay reconocimiento de la pesquería del recurso.
7.2.Restricciones sanitarias y/o ambientales	Nivel de existencia de restricciones sanitarias, ambientales u de otro tipo para desarrollar el cultivo de la especie en Chile		Tapia et al. 2020 y Velásquez et al. 2022, indican que el recurso es considerado como vulnerable en el Boletín 47 del MNHN (desde Arica a la región de Coquimbo) y En Peligro de Extinción en la región de Valparaíso y Región Metropolitana.

7.3. Restricción de importación e introducción	Nivel de existencia de restricciones de importación o introducción (especies exóticas) o movimiento (especies nativas) para desarrollar el cultivo en Chile	No hay	
7.4. Espacio disponible y apto para el cultivo.	Nivel de existencia de espacios aptos y/o autorizados para desarrollar el cultivo en Chile	Bajo	

**8. CAMBIO CLIMÁTICO:** Características de la especie que la convierten en atractiva para desarrollar su cultivo comercial en un escenario de cambio climático.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificació n
8.1.Tolerancia y capacidad de adaptación	Nivel general de tolerancia y capacidad de adaptación de la especie a forzantes del cambio climático	upilouj	Según Tapia et al. 2020, la resiliencia del camarón de río está fuertemente ligada a sus atributos biológicos, en especial los reproductivos y tróficos.
8.2. Aumento de temperatura	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, al aumento de temperatura del agua (calentamiento), según valores pronósticos de cambio climático		Según Tapia et al. 2020, la resiliencia del camarón de río está fuertemente ligada a sus atributos biológicos, en especial los reproductivos y tróficos.
8.3. Acidificación	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie, a la acidificación oceánica, según valores pronósticos de cambio climático		Sin información
8.4. Marejadas	Nivel de respuesta adaptativa esperada de la especie y cultivo, a un aumento de la frecuencia de marejadas u otros eventos de alta energía		No aplica
8.5. Escasez de agua dulce (si aplica)	Nivel de respuesta esperada de la especie y cultivo, a la escasez hídrica	Su resiliencia está fuertemente ligada a sus atributos biológicos, en especial los reproductivos y tróficos.	Según Tapia et al. 2020, la resiliencia del camarón de río está fuertemente ligada a sus atributos biológicos, en especial los reproductivos y tróficos.

8.6. Mitigación	Nivel de oportunidades de que su cultivo pueda ser incorporado en programas de mitigación del cambio climático		Javier Toro com pers. Asesor del gobernador provincial de Choapa, indica que en el Choapa existen oportunidades por parte de los planes de escasez hídrica parte de programas provinciales
8.7. Cambios en condiciones físico-químicas	Nivel de conocimiento disponible sobre condiciones físico-químicas esperadas (e.g., temperatura, salinidad, nutrientes, oxigeno) en el área candidata a desarrollar acuicultura de la especie	Alta	Velásquez et al. 2022, indica que el nivel de conocimiento disponible sobre condiciones físico-químicas esperadas (e.g., temperatura, salinidad, nutrientes, oxigeno) en el área candidata a desarrollar acuicultura del camarón de río es alta, abordado en el documento "Propuesta de plan de manejo integrado para el camarón de río del norte (Cryphiops caementarius) en la cuenca del río Choapa"

9. DESARROLLO SUSTENTABLE: Características de la especie que la convierten en atractiva para que su cultivo comercial se desarrolle en el marco de los lineamientos para el desarrollo sustentable o sostenible de la acuicultura mundial (e.g., FAO) o que contribuya al desarrollo de esta meta a nivel nacional.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificaci ón
9.1. Equidad en ingresos económicos	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir a la equidad en los ingresos económicos		Según Velásquez et al. 2022, para lograr la equidad en ingresos económicos para 24 socios, se debe utilizar el módulo 4, referido en el documento "Propuesta de plan de manejo integrado para el camarón de río del norte ( <i>Cryphiops caementarius</i> ) en la cuenca del río Choapa"
9.2. Mejoras económicas locales	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento de las condiciones económicas locales	Con 24 socios en el módulo	Según Velásquez et al. 2022, para mejorar las condiciones económicas locales para 24 socios, se debe utilizar el módulo 4, referido en el documento "Propuesta de plan de manejo integrado

			para el camarón de río del norte ( <i>Cryphiops</i> <i>caementarius</i> ) en la cuenca del río Choapa"
9.3.Acceso y seguridad alimentaria	Nivel en que el desarrollo del cultivo de la especie puede promover o contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional	Baja, ventas a comercio local	Según Velásquez et al. 2022, el nivel de desarrollo del cultivo para contribuir al mejoramiento del acceso y seguridad alimentaria local y nacional es bajo, debido a que las ventas son prácticamente a nivel local.
9.4.Impacto ambiental	Nivel de impacto ambiental esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		
9.5. Aceptabilidad social	Nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Según Velásquez com pers. Investigador IFOP, el nivel de aceptabilidad social esperable o proyectado para la consolidación y masificación del cultivo de camarón de río es media, debido a que hay conflictos en una de las organizaciones y la otra trabaja con un grupo acotado
9.6.Economía circular	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo el enfoque y lineamientos de economía circular	Mediana, si se logra cambiar el esquema cultural, quizás podría aplicarse	Según Velásquez com pers. Investigador IFOP, el nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo del camarón de río, bajo el enfoque y lineamientos de economía circular es medio, si se lograra cambiar el esquema cultural de los camaroneros, quizás podría aplicarse.
9.7.Enfoque ecosistémico acuicultura	Nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo de la especie bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura	Mediana	Según Velásquez com pers. Investigador IFOP, el nivel de factibilidad de desarrollar el cultivo del camarón de río, bajo los principios y lineamientos del enfoque ecosistémico de la acuicultura es

		mediana, debido a que depende de la cohesión del grupo humano agrupado como "camaronero", al menos en el Choapa están los actores que podrían permitir que se logre.
9.8.Acuicultura integrada	Nivel de factibilidad de incorporar la especie o el cultivo de la especie bajo esquemas de acuicultura integrada	Según Tapia et al. 2020, la tecnología para aplicar la acuicultura integrada está siendo desarrollada por la UCN integrando camarón de río del norte, trucha y hortalizas.

**10. IMPACTO TERRITORIAL:** Características de la especie y su cultivo que pueden promover o impactar el desarrollo económico de territorios, regiones, macrozonas.

Característica/Variable	Descripción de la variable	Valor y Unidad (si aplica)	Observaciones/justificaci ón
10.1. Ubicación geográfica del cultivo	Nombre la(s) región(s), macrozona(s) con mayor potencial para la consolidación y masificación del cultivo de la especie	Norte de Chile, especialmente región de Coquimbo	Proveedor de juveniles, proyecto de gobernación regional en marcha para entrega de piscinas y capacitaciones realizadas a camaroneros
10.2. Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	Nivel de impacto potencial en la creación de proveedores y servicios regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Según Javier Toro com pers. Asesor del gobernador provincial de Choapa, la Gobernación provincial estaba en la gestión de una ruta que incluyera una actividad con camarón, pero la pandemia lo bajó.
10.3. Desarrollo de redes de colaboración logística	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración logística regionales/zonales asociados a la consolidación y masificación del cultivo de la especie		Según Velásquez com pers. Investigador IFOP, durante la ejecución del proyecto de camarón que lideraba IFOP, se realizaron gestiones para mantener una mesa de trabajo del recurso, pero no hubo adherencia
10.4. Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	Nivel de potencial en la creación de redes de colaboración tecnológica regionales/zonales asociados a la consolidación y		

masificación del cultivo de	
la especie	

11. ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL - Technology Readiness Level): Que corresponde a una herramienta para situar el nivel de madurez, desarrollo o avance de una determinada tecnología (desde una idea hasta el despliegue comercial).

NIVEL TRL QUE ASIGNA (1 a 9)	OBSERVACIONES/JUSTIFICACIÓN
5	

### BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICA

- García-Huidobro T. 1999. Crianza intensiva e integral del camarón de río del Norte *Cryphiops caementarius*, base para el Desarrollo de una nueva acuicultura en chile. Informe final Proyecto FIA N- A94-DA-020. 50 pp.
- Meruane J, M Morales, C Galleguillos, M Rivera & H Hosokawa. 2006. Experiencias y resultados de investigaciones sobre el camarón de río del norte *Cryphiops Caementarius* (Molina 1782) (Decapoda: Palaemonidae): Historia Natural y Cultivo. Gayana Zoología, 70(2): 280-292.
- Meruane J, M Rivera, C Morales, C Galleguillos & H Hosokawa. 2006b. Producción de juveniles en condiciones de laboratorio del camarón de río. Indicadores de condición larval en *Cryphiops caementarius* (Decapoda: Palaemonidae) en Coquimbo Chile. Gayana Zoología, 70(2): 228-236.
- Tapia C, P Trejo & J Chávez. 2020. Propuesta de plan de manejo de *Cryphiops caementarius* de la cuenca del río Choapa. Informe Final CESSO. 184 pp.
- Ulloa D, MC Morales & M Emerenciano. 2020. Biofloc technology: principles focused on potential species and the case study of Chilean river shrimp Cryphiops caementarius. Review in Aquaculture, 12: 1759-1782.
- Velásquez C, Wilson AE, Torres-Avilés D, Alanís Y, Cárcamo F, Morales MC, Tapia C. 2022. Propuesta de plan de manejo integrado para el Camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius*) en la cuenca del río Choapa. Instituto de Fomento Pesquero. 108 pp.

	E X O 3
Verificadores de actividades de Presentación de estudio, Validación de resu	iltados y Talleres estratégicos

#### Talleres de presentación estudio 1.

### 1.1. Presentación del estudio a servicios públicos

Este taller se realizó vía telemática el 30 de agosto del 2022. Se adjunta lista de invitados y asistentes, invitación, primera lámina de la presentación y fotografías de la sesión.

	Nombre experto	Institución/empresa	Asiste al Taller
1	Andrés Zahler	MINECON	
2	Heinz Doebbel Aponte	MINECON	SI
3	Cristian Lagos	ANID-FONDEF	SI
4	Constanza Silva	SERNAPESCA	SI
5	José Pablo Irribarra	SERNAPESCA	SI
6	Marisol Alvarez	SUBPESCA	SI
7	Benjamín Eyzaguirre	SUBPESCA	
8	Sergio Mesa	SUBPESCA	SI
9	Daisy Carreño	SUBPESCA	SI
10	Héctor Chocobar	CORFO	SI
11	Macarena Aljaro	CORFO	SI
12	Patricio Villagrán	CORFO	SI
13	Sandra Saavedra	IFOP	SI
14	Francisco Galleguillos	IFOP	SI
15	Francisco Cárcamo	IFOP	SI
16	Leonardo Guzmán	IFOP	
17			

#### Ranking de especies acuícolas

22 de agosto de 2022, 16:16

Patricio Villagrán Streeter <pvillagran@corfo.cl>
22 de agosto de 2022, 16:
Para: "P. Francisco Cárcamo" <francisco.carcamo@ifop.cl>, "Francisco Galleguillos <francisco.galleguillos@ifop.cl)" <francisco.galleguillos@ifop.cl)" <francisco.galleguillos@ifop.cl)" <sandra.saavedra@ifop.cl>, "leonardo.guzman (leonardo.guzman@ifop.cl)" <leonardo.guzman@ifop.cl>, "leonardo.guzman@ifop.cl>, "leonardo.guzman@ifop.cl>, "gabogasi@defensa.cl" <gabogasi@defensa.cl", "IRRIBARRA TRIVELLI, JOSE PABLO" <jirribarra@sernapesca.cl", "cmsilva@sernapesca.cl"</p> -gaougasi@uelisa.d-, invibativa invibili, 303E PABLO \quintalla@seriapesca.d-, cilisina@seriapesca.d-, censilva@seriapesca.d-, censilva@seriapesca.d-, radivarez@subpesca.d-, radivarez@subpesca.d-, "smesa@subpesca.d-, smesa@subpesca.d-, smesa.d-, sme

Estimadas y estimados,

Por parte de Corfo se solicitó al Instituto de Fomento Pesquero la actualización del ranking de especies acuícolas que pudiesen ser susceptibles de desarrollar, para lo cual se los invita para ser informados de como se elaborará este ranking.

La confección del ranking incluye consultar a los organismos sectoriales y a expertos del ámbito académico y del sector privado, lo que se realizará con posterioridad

Esperamos contar con su presencia y apoyo a esta iniciativa.

Saludos





# Análisis de Potenciales Especies para Desarrollos en Diversificación Acuícola



G E N E R A N D O CONOCIMIENTO Y SUSTENTABILIDAD









Departamento de Repoblación y Cultivo División de Investigación en Acuicultura Instituto de Fomento Pesquero

Agosto 2022







### 1.2. Presentación del estudio a Direcciones Regionales de CORFO

Este taller se realizó vía telemática el 11 de octubre en dos sesiones (AM y PM). Se adjunta lista de invitados y asistentes, invitación, primera lámina de la presentación y fotografías de la sesión.

	Nombre experto	Institución/empresa	Asiste al Taller
1	Camila Caro	CORFO	SI
2	Carla Paredes	CORFO	
3	Claudia Huber	CORFO	
4	Etienne Choupay	CORFO	SI
5	Fernando Johnson	CORFO	
6	Humberto Marín	CORFO	SI
7	Juan Burgos	CORFO	
8	María José Navajas	CORFO	
9	Oscar Strautch	CORFO	SI
10	Pablo Díaz	CORFO	
11	Paola Moncada	CORFO	
12	Roberto Lama	CORFO	
13	Ximena Riffo	CORFO	
14	Alfredo Cancino	CORFO	
15	Catalina Cortés	CORFO	
16	Fernando Cabrales	CORFO	
17	Andrés Zurita	CORFO	SI
18	Hugo Escobar	CORFO	SI
19	Gabriel Pérez	CORFO	SI
20	Gustavo Dubó	CORFO	
21	Juan Zamorano	CORFO	
22	Manuel Alballay	CORFO	SI
23	Melissa Gajardo	CORFO	SI
24	Pedro Maturana	CORFO	
25	Rosa Román	CORFO	
26	Héctor Chocobar	CORFO	SI
27	Macarena Aljaro	CORFO	SI
28	Patricio Villagrán	CORFO	SI
29	Sandra Saavedra	IFOP	SI
30	Francisco Galleguillos	IFOP	SI
31	Francisco Cárcamo	IFOP	SI

#### Ranking especies acuícolas

3 mensajes

#### Patricio Villagrán Streeter <pvillagran@corfo.cl>

6 de octubre de 2022, 10:34

Para: Gabriel Perez Gonzalez 'sgabriel.perez@corfo.cl>, Andres Zurita Silva <andres.zurita@corfo.cl>, Fernando Cabrales Gomez <fernando.cabrales@corfo.cl>, Catalina Cortes Cortes <catalina.cortes@corfo.cl>, Melissa Gajardo Castillo <melissa.gajardo@corfo.cl>, Rosa Roman Gonzalez <rosa.roman@corfo.cl>, Etienne Choupay Magna <etienne.choupay@corfo.cl>, Roberta Lama Bedwell <roservollerta.lama@corfo.cl>, Paola Moncada Venegas <pacla.moncada@corfo.cl>, Pablo Diaz Barraza <pablo.diaz@corfo.cl>, Maria Jose Navajas Dominguez <mariajose.navajas@corfo.cl>, Humberto Marin Leiva <humberto.marin@corfo.cl>, Affredo Cancino Heredia <acancino@corfo.cl>, Manuel Alballay Silva <manuel.alballay@corfo.cl>, Juan Ignacio Zamorano Suárez <jzamorano@corfo.cl>, Pedro Maturana Monardez spraturana@corfo.cl>, Gustavo Dubó Galleguillos <gdubo@corfo.cl>, Camila Caro Poblete <camila.caro@corfo.cl>, Ximena Rifo Vargas <xriffo@corfo.cl>, Juan Burgos Sandoval <jburgos@corfo.cl>, Claudia Huber Hegetschweiler <chuber@corfo.cl>, Carla Paredes Gyllen <carlaparedes@corfo.cl>, "fjohnson@corfo.cl" <fjohnson@corfo.cl>, Oscar Strauch Bertin <oscar.strauch@corfo.cl>)

Cc: Francisco Carcamo <francisco.carcamo@ifop.cl>, "Francisco Galleguillos <francisco.galleguillos@ifop.cl> (francisco.galleguillos@ifop.cl)" <francisco.galleguillos@ifop.cl)" <francisco.galleguillos@ifop.cl>, Macarena Aljaro Inostroza <maljaro@corfo.cl>, Hector Chocobar Guerra <hector.chocobar@corfo.cl>

Estimadas y estimados Directora(e)s y Subdirectora(e)s Regionales de Corfo,

La Gerencia de Capacidades Tecnológicas por medio de la Dirección de Programas Tecnológicos con el apoyo del Instituto de Fomento Pesquero, IFOP, están actualizando el ranking de especies acuícolas susceptibles de un desarrollo productivo cuyo último ranking fue efectuado en el 2015. Esta actualización que realiza el Instituto entregaría el informe final en diciembre de 2022.

La invitación es para que IFOP directamente les informe respecto de la metodología de esta actualización junto con los factores que se incluyeron como requisitos por parte de la Dirección de Programas Tecnológicos en este levantamiento. En el caso de las regiones que tengan contemplada la acuicultura como un sector estratégico de desarrollo para su territorio, posterior a esta reunión el IFOP los consultaría por medio de un cuestionario por las especies que tendrían interés en desarrollar productivamente al considerar que parte de la información a obtener en esta actualización implicaría tener información relacionada con tecnologías específicas para la especie, aspectos biológicos sanitarios y de tecnología e ingeniería de cultivo, variables de mercado, escala productiva y comercial, variables socioeconómicas, sustentabilidad y adaptación al cambio climático, estimación de recursos para que el desarrollo logre una madurez equivalente a un TRL 8 o 9, la forma de financiamiento, entre otras.

Las reuniones se agendarían por Teams y propone efectuarlas por macrozonas regionales con la siguiente distribución y agenda.

ZONA CENTRO SUR	ZONA NORTE
VALPARAÍSO	AR <b>I</b> CA
BÍO BÍO	ANTOFAGASTA
ARAUCANÍA	TARAPACÁ
LOS RÍOS	ATACAMA
LOS LAGOS	COQUIMBO
AYSÉN	
MAGALLANES	

Zona Centro Sur martes 11 de octubre de 11:00 a 12:00hrs

Zona Norte martes 11 de octubre de 15 de 15:00 a 16:00hrs

Agradecemos desde ya su participación para avanzar en esta misión para estos desafíos.

Considerar que si por compromisos previos alguno de ustedes no pudiese participar asegurar que Corfo Regional esté presente en esta reunión por medio de un representante.

Saludos y buena semana



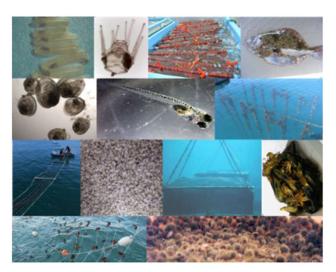
Patricio Villagrán S.

Dirección Programas Tecnológicos (56) 226 318 636 www.corfo.cl



# Análisis de Potenciales Especies para Desarrollos en Diversificación Acuícola

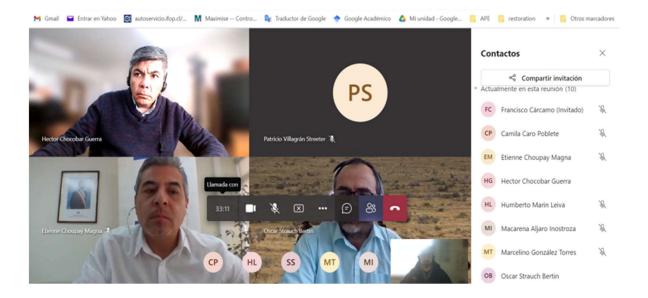




Departamento de Repoblación y Cultivo División de Investigación en Acuicultura Instituto de Fomento Pesquero

Octubre 2022





### 2. Talleres de presentación y validación de resultados

# 2.1. Presentación de sistemas de ponderación (escenarios de selección de especies)

Este taller se realizó vía telemática el 28 de noviembre del 2022. Se adjunta lista de invitados y asistentes, invitación, primera lámina de la presentación y fotografías de la sesión.

	Nombre experto	Institución/empresa	Asiste al Taller
1	Antonio Vélez	Consultor / AVM tecnología Acuícola	
2	Marcelo Campos	Consultor / Acuasesorías	
3	Carlos Muñoz	Consultor	
4	Marcelo Martínez	Consultor	
5	Gonzalo Romero	Programa Salmón Sustentable	
6	Guillermo Molina	Programa Transforma Masmar	
7	Fernando Hentzchel	CORFO	SI
8	Andrés Zurita	CORFO	SI
9	Hugo Escobar	CORFO	SI
10	Gabriel Pérez	CORFO	SI
11	Claudio Maggi	CORFO	
12	Rodrigo Salas	CORFO	SI
13	Carlos Wurmann	Consultor/Award Chile	SI
14	Lidia Vidal	Consultor / ASVID	SI
15	Carla Falcón	MINECON	
16	Ricardo Radebach	INDESPA	
17	Cristian Lagos	ANID-FONDEF	
18	Constanza Silva	SERNAPESCA	
19	José Pablo Irribarra	SERNAPESCA	SI
20	Marisol Alvarez	SUBPESCA	
21	Benjamín Eyzaguirre	SUBPESCA	
22	Sergio Mesa	SUBPESCA	SI
23	Eduardo Anderson	SUBPESCA	SI
24	Héctor Chocobar	CORFO	SI
25	Macarena Aljaro	CORFO	SI
26	Patricio Villagrán	CORFO	SI
27	Sandra Saavedra	IFOP	SI
28	Francisco Galleguillos	IFOP	SI
29	Francisco Cárcamo	IFOP	SI



# Invitación Taller Especies Potenciales para Diversificación de la Acuicultura en Chile (CORFO-IFOP)

12 mensajes

Francisco Carcamo <francisco.carcamo@ifop.cl>

22 de noviembre de 2022, 18:57

Para: Marcelo Campos Larraín <mcl@acuasesorias.cl>, marcelo,martinez.f@mail.pucv.cl, antonio,velez@avmacui.cl, lvidal@asvid.cl, Carlos Muñoz <car.munoz.torres@gmail.com>, carwur@gtdmail.com

Estimada(o)s, junto con saludarla(o)s, les comento que en el marco de un estudio sobre "Selección de Especies Potenciales para Desarrollos en Diversificación de la Acuicultura en Chile", encargado por la Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), realizaremos un taller vía telemática el día lunes 28 de noviembre de 09:15 a 10:45 hrs (1,5 horas de duración) para presentar y recoger opiniones respecto a una propuesta de un sistema de ponderación de dimensiones y variables relativas a la acuicultura de diversas especies (i.e., escenario de selección), que permita disponer de un listado y ranking de especies potenciales para desarrollar y diversificar la acuicultura en Chile. Será muy valioso contar con su participación, por lo que le pedimos confirmar su asistencia.

Una vez confirmada su asistencia se enviará el respectivo link (Google Meet) de conexión al taller.

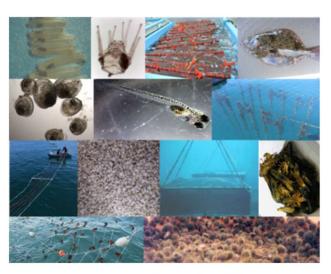
Desde ya agradecemos su aporte al desarrollo de este estudio.

Equipo IFOP.



# Análisis de Potenciales Especies para Desarrollos en Diversificación Acuícola

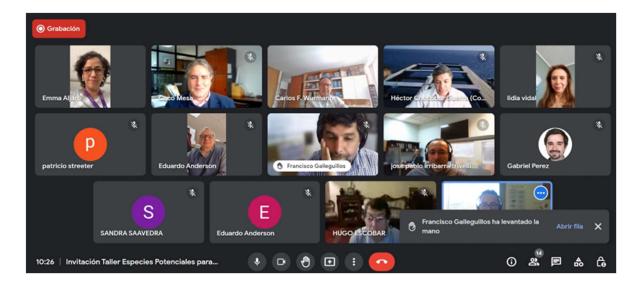




Departamento de Repoblación y Cultivo División de Investigación en Acuicultura Instituto de Fomento Pesquero

28 noviembre 2022





#### 2.2. Presentación de resultados finales estudio

Este taller se realizó vía telemática el 24 de enero del 2023. Se adjunta lista de invitados y asistentes, invitación, láminas de la presentación y fotografías de la sesión.

	Nombre experto	Institución/empresa	Asiste al Taller
1	Claudio Maggi	CORFO	
2	Fernando Hentzchel	CORFO	
3	Gustavo Dubó	CORFO	SI
4	Constanza Silva	SERNAPESCA	SI
5	José Pablo Irribarra	SERNAPESCA	SI
6	Marisol Alvarez	SUBPESCA	SI
7	Benjamín Eyzaguirre	SUBPESCA	SI
8	Sergio Mesa	SUBPESCA	SI
9	Héctor Chocobar	CORFO	SI
10	Macarena Aljaro	CORFO	SI
11	Patricio Villagrán	CORFO	SI
12	Gastón Maltraín	Consultor IFOP	SI
13	Denisse Torres	IFOP	SI
14	Sandra Saavedra	IFOP	SI
15	Francisco Galleguillos	IFOP	SI
16	Francisco Cárcamo	IFOP	SI

#### Reunión análisis final - Ranking Diversificación Acuícola (IFOP)

1 mensaje

Macarena Aljaro Inostroza <maljaro@corfo.cl>

16 de enero de 2023, 10:04

Para: Fernando Hentzschel Martinez <a href="final-action-like-">final-action-like-</a>
Para: Fernando Hentzschel Martinez <a href="final-action-like-">final-action-like-</a>
Morales C." <a href="final-action-like-">canho de giocorfo.cl></a>, Patricio Villagrán Streeter <pvillagran@corfo.cl></a>, Hector Chocobar Guerra <a href="final-action-like-">hector.chocobar@corfo.cl></a>, Benjamin Eyzaguirre del Real <a href="final-action-like-">heyzaguirre@subpesca.dl></a>, "SILVA HERNANDEZ, CONSTANZA MARIA" <a href="final-action-like-">consilva@sernapesca.dl></a>, Francisco Galleguillos <a href="final-action-like-">francisco.galleguillos@ifop.dl></a>, "francisco.carcamo@ifop.cl" <a href="final-action-like-">francisco.galleguillos@ifop.cl></a>, "sandra.saavedra@ifop.cl" <a href="final-action-like-">final-action-like-">final-action-like-">final-action-like-">final-action-like-">final-action-like-">final-action-like-</a> <a href="final-action-like-">final-action-like-<a href="final-action-like-">final-action-l

### Reunión de Microsoft Teams

Únase a través de su ordenador, aplicación móvil o dispositivo de sala

Haga clic aquí para unirse a la reunión

ID de la reunión: 269 600 086 840 Código de acceso: KQs8Sn

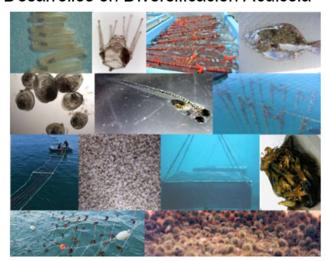
Descargar Teams | Unirse en la web

Infórmese | Opciones de reunión



# Análisis de Potenciales Especies para Desarrollos en Diversificación Acuícola





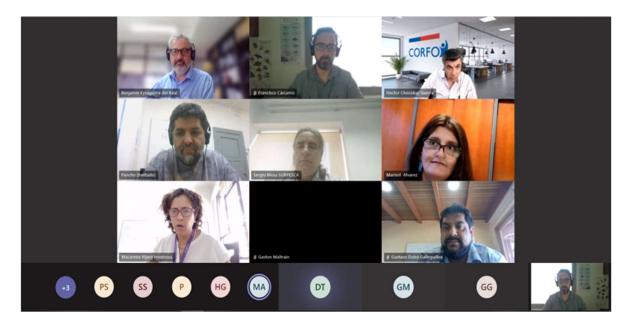
División de Investigación en Acuicultura Instituto de Fomento Pesquero

24 enero 2023

## PRIORIZACIÓNFINAL - Análisis estratégico

Ranking	Escenario 1 Certidumbre tecnológica	Puntaje Total	Escenario 2 Impacto económico	Puntaje Total	Escenario 3 Acuicultura 2.0	Puntaje Total
1	Ostra japonesa	3,84	Almeja	3,71	Ostra japonesa	3,75
2	Almeja	3,76	Hirame	3,68	Almeja	3,62
3	Huiro flotador	3,56	Ostra japonesa	3,65	Hirame	3,60
4	Hirame	3,50	Erizo rojo	3,60	Huiro flotador	3,59
5	Erizo rojo	3,49	Lenguado fino	3,59	Lenguado fino	3,55
6	Lenguado fino	3,46	Huiro flotador	3,41	Erizo rojo	3,45
7	Luga negra	3, 12	Congrio dorado	3,40	Luga negra	3,25





## 3. Talleres de Análisis Estratégico Especies Potenciales

### 3.1. Peces planos (Hirame y Lenguado)

Este taller se realizó vía telemática el 21 de diciembre del 2022. Se adjunta lista de invitados y asistentes, invitación, primera lámina de la presentación y fotografías de la sesión.

	Nombre experto	Institución/empresa	Asiste al Taller
1	Antonio Vélez	Consultor / AVM tecnología Acuícola	
2	Renzo Pepe	Aquainnova / Universidad Arturo Prat	SI
3	Elio Segovia	Universidad Arturo Prat	SI
4	Pablo Gallardo	Universidad de Magallanes	SI
5	German Bueno	Universidad Arturo Prat	SI
6	Héctor Flores	Universidad Católica del Norte	SI
7	Carlos Wurmann	Consultor/Award Chile	SI
8	Juan Manuel Estrada	Universidad Andrés Bello	
9	Lidia Vidal	Consultor / ASVID	
10	John Barraza	Fundación Chile	
11	Julián Plaza	Universidad de Antofagasta	
12	Pedro Toledo	Universidad Católica del Norte	SI
13	Marcia Oliva	Universidad Católica del Norte	SI
14	Edison Serrano	Universidad Católica del Norte	SI
15	Gastón Maltrain	Consultor	SI
16	Cristian Lagos	ANID-FONDEF	
17	Carlos Ladrix	ANID-FONDEF	
18	José Pablo Irribarra	SERNAPESCA	
19	Sergio Mesa	SUBPESCA	
20	Eduardo Anderson	SUBPESCA	
21	Héctor Chocobar	CORFO	SI
22	Macarena Aljaro	CORFO	SI
23	Patricio Villagrán	CORFO	SI
24	Denisse Torres	IFOP	SI
25	Sandra Saavedra	IFOP	SI
26	Francisco Galleguillos	IFOP	SI
27	Francisco Cárcamo	IFOP	SI



# Invitación Taller Análisis Estratégico Acuicultura Peces Planos – Proyecto Diversificación de la Acuicultura en Chile (CORFO-IFOP)

32 mensaies

Francisco Carcamo <francisco.carcamo@ifop.cl>

16 de diciembre de 2022, 14:40

Cc: Macarena Aljaro Inostroza <maljaro@corfo.cl>, Hector Chocobar Guerra <hector.chocobar@corfo.cl>, Patricio Villagrán Streeter <pvillagran@corfo.cl>, Francisco Galleguillos <francisco.galleguillos@ifop.cl>, DENISSE TORRES <denisse.torres@ifop.cl>, SANDRA SAAVEDRA <sandra.saavedra@ifop.cl>, gaston maltrain <gmaltrain@gmail.com>

Estimada(o), junto con saludarla(o), le comentamos que en el marco de un estudio sobre "Selección de Especies Potenciales para Desarrollos en Diversificación de la Acuicultura en Chile", encargado por la Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), realizaremos un taller (vía telemática), el día miércoles 21 de diciembre de 09:15 a 11:15 hrs, con el objetivo de realizar un análisis estratégico de las especies potenciales: hirame (*Paralichthys olivaceus*) y lenguado (*Paralichthys adspersus*). Este taller consistirá en el desarrollo participativo de un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y la identificación de brechas, viabilidad técnica y estrategias para desarrollar/consolidar la acuicultura de estas especies.

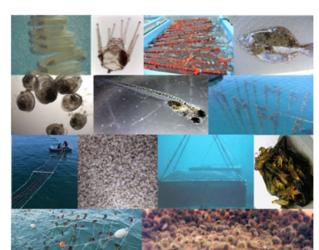
Su nombre ha sido identificado/sugerido como clave para el desarrollo de este taller, por lo que será muy valioso contar con su participación. De esta forma, <u>pedimos confirmar su asistencia</u>, para así, enviar el respectivo link de conexión (Google Meet) .

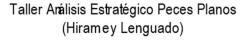
Desde ya agradecemos enormemente su aporte al desarrollo de este estudio.

Equipo IFOP.



# Análisis de Potenciales Especies para Desarrollos en Diversificación Acuícola





21 diciembre 2022



G E N E R A N D O CONOCIMIENTO Y SUSTENTABILIDAD







### PRESENTACIÓN DE LA ESPECIE A ANALIZAR



# HIRAME (Olive flounder ) Paralichthys olivaceus

Distribución geográfica: Océano Pacífico noroccidental

Origen : Exótica

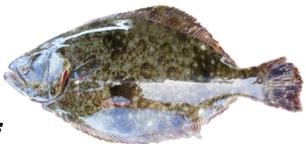
Mercado: Internacional (acuicultura)

Desarrollo acuicultura internacional : Korea y Japón

Desarrollo acuicultura nacional : Proyectos I+D (Fundación Chile)

Cosecha acuicultura nacional : Si (4 años)

#### PRESENTACIÓN DE LA ESPECIE A ANALIZAR



# Lenguado fino Paralichthys adspersus

Distribución geográfica: Océano Pacífico suroriental

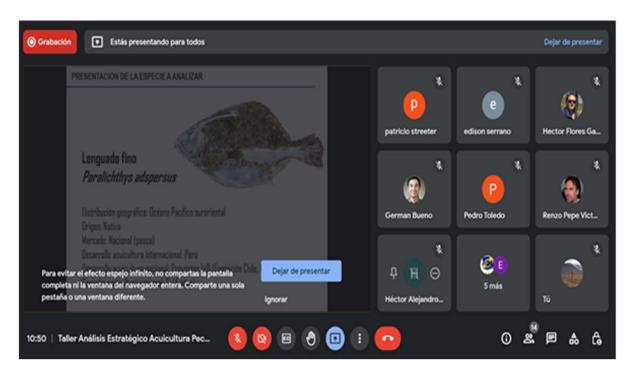
Origen : Nativa

Mercado: Nacional (pesca)

Desarrollo acuicultura internacional : Perú

Desarrollo acuicultura nacional : Proyectos I+D (Fundación Chile, UCN, UNAB)

Cosecha acuicultura nacional : Si (4 años)





### 3.2. Algas (Huiro flotador y Luga negra)

Este taller se realizó vía telemática el 21 de diciembre del 2022. Se adjunta lista de invitados y asistentes, invitación, primera lámina de la presentación y fotografías de la sesión.

	Nombre experto	Institución/empresa	Asiste al Taller
1	Javier Infante	Empresa / Patagonia Seaweeds	
2	Cristian Bulboa	Universidad Andrés Bello	
3	Loreto Contreras	Universidad Andrés Bello	
4	Lidia Vidal	Consultor / ASVID	
5	Patricio Chávez	Empresa / Algas Chile Spa	
6	Fadia Tala	Universidad Católica del Norte	SI
7	Jaime Zamorano	Empresa / Gelymar	
8	Carolina Camus	Universidad de Los Lagos	
9	Alfonso Gutiérrez	Universidad de Los Lagos	
10	Alejandro Buschmann	Universidad de Los Lagos	
11	Marcela Ávila	Universidad Arturo Prat	
12	Renato Westermeier	Universidad Austral	
13	Patricio Steffen	Empresa	SI
14	Cristóbal Thompson	Empresa / Cultivos Marinos San Cristóbal	SI
15	Gastón Maltrain	Consultor	SI
16	Cristian Lagos	ANID-FONDEF	
17	Carlos Ladrix	ANID-FONDEF	
18	José Pablo Irribarra	SERNAPESCA	
19	Sergio Mesa	SUBPESCA	SI
20	Tatiana Riquelme	INDESPA	SI
21	Héctor Chocobar	CORFO	SI
22	Macarena Aljaro	CORFO	SI
23	Patricio Villagrán	CORFO	SI
24	Denisse Torres	IFOP	SI
25	Sandra Saavedra	IFOP	SI
26	Francisco Galleguillos	IFOP	SI
27	Francisco Cárcamo	IFOP	SI
28	Pablo Leal	IFOP	SI



# Invitación Taller Análisis Estratégico Acuicultura Algas – Proyecto Diversificación de la Acuicultura en Chile (CORFO-IFOP)

30 mensajes

Francisco Carcamo <francisco.carcamo@ifop.cl>

16 de diciembre de 2022, 15:17

Cc: wacarena Aljaro inostroza <maijaro@corio.d>, Hector Cnocobar Guerra <nector.cnocobar@corio.d>, Patricio Villagrar Streeter <pvillagran@corfo.d>, DENISSE TORRES <denisse.torres@ifop.d>, Francisco Galleguillos <francisco.galleguillos@ifop.d>, SANDRA SAAVEDRA <sandra.saavedra@ifop.d>

Estimada(o), junto con saludarla(o), le comentamos que en el marco de un estudio sobre "Selección de Especies Potenciales para Desarrollos en Diversificación de la Acuicultura en Chile", encargado por la Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), realizaremos un taller (vía telemática), el día miércoles 21 de diciembre de 14:30 a 16:30 hrs, con el objetivo de realizar un análisis estratégico de las especies potenciales de algas: huiro (*Macrocystis pyrifera*) y luga negra (*Sarcothalia crispata*). Este taller consistirá en el desarrollo participativo de un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y la identificación de brechas, viabilidad técnica y estrategias para desarrollar/consolidar la acuicultura de estas especies.

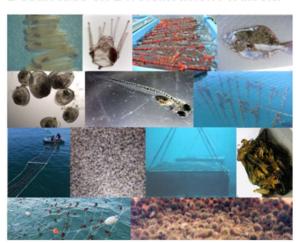
Su nombre ha sido identificado/sugerido como clave para el desarrollo de este taller, por lo que será muy valioso contar con su participación. De esta forma, <u>pedimos confirmar su asistencia</u>, para así, enviar el respectivo link de conexión (Google Meet).

Desde ya agradecemos enormemente su aporte al desarrollo de este estudio.

Equipo IFOP.



# Análisis de Potenciales Especies para Desarrollos en Diversificación Acuícola



Taller Arálisis Estratégico Algas (Huiro flotador yluga negra)

21 diciembre 2022



G E N E R A N D O CONOCIMIENTO Y SUSTENTABILIDAD







### PRESENTACIÓN DE LA ESPECIE A ANALIZAR

## HUIRO, HUIRO FLOTADOR

# Macrocystis pyrifera

**Distribución geográfica :** Aguas templadas frías (hemisferios norte-sur)

Origen : nativa

Mercado: nacional (pesca), internacional

Desarrollo acuicultura internacional : Saccharina japonica , Undaria pinnatifida ,

Sargassum fusiforme (Asia). M. pyrifera (USA, México, Canadá)

Desarrollo acuicultura nacional : Proyectos I+D+i, APE, bio-combustibles, repoblación

(ULA, UNAB, UCN, IFOP, privados)

Cosecha acuicultura nacional : Si (7 años)

#### PRESENTACIÓN DE LA ESPECIE A ANALIZAR

## ШGA NEGRA

# Sarcothalia crispata

Distribución geográfica : Valparaíso a Magallanes+Patagonia Argentina

Origen: nativa -endémica

Mercado: internacional (pesca)

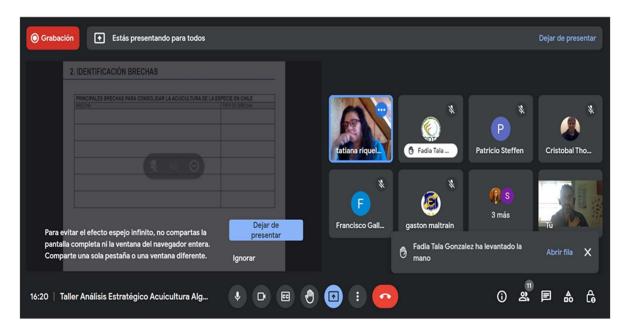
Desarrollo acuicultura internacional :  $N_0$ 

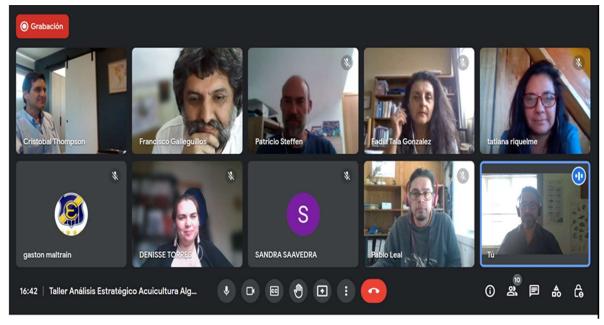
Desarrollo acuicultura nacional : Proyectos I+D+i, APE, repoblación

(UC, UCSC, UMAG, UNAP, IFOP, privados)

Cosecha acuicultura nacional : Si (2 años)







### 3.3. Bivalvos (Almeja y Ostra japonesa)

Este taller se realizó vía telemática el 22 de diciembre del 2022. Se adjunta lista de invitados y asistentes, invitación, primera lámina de la presentación y fotografías de la sesión.

	Nombre experto	Institución/empresa	Asiste al Taller
1	Daniel Arriagada	Fundación Chile	SI
2	Luis Filún	Universidad de Los Lagos	SI
3	Doris Oliva	Universidad de Valparaíso	SI
4	René Durán	Universidad de Valparaíso	
5	Vladimir Murillo	IFOP	SI
6	Carlos Muñoz	Consultor	SI
7	Justo García	Empresa / Cultivos Cholche	
8	Alberto Paredes	Empresa / Ostras Chile	SI
9	Jessica Cabrera	Empresa / Granja Marina Coliumo	
10	Sandra Ogalde	Empresa / Cultivos Nanaku	SI
11	Cristian Sepúlveda	Universidad Católica del Norte	SI
12	Hernán Pérez	Aquapacifico	SI
13	Jorge Tillería	Fundación Chinquihue	SI
14	Gastón Maltrain	Consultor	SI
15	Cristian Lagos	ANID-FONDEF	
16	Carlos Ladrix	ANID-FONDEF	
17	José Pablo Irribarra	SERNAPESCA	SI
18	Sergio Mesa	SUBPESCA	SI
19	Tatiana Riquelme	INDESPA	SI
20	Héctor Chocobar	CORFO	SI
21	Macarena Aljaro	CORFO	SI
22	Patricio Villagrán	CORFO	SI
23	Denisse Torres	IFOP	SI
24	Sandra Saavedra	IFOP	SI
25	Francisco Galleguillos	IFOP	SI
26	Francisco Cárcamo	IFOP	SI



#### Invitación Taller Análisis Estratégico Acuicultura Almeja y Ostra Japonesa – Proyecto Diversificación de la Acuicultura en Chile (CORFO-IFOP).

23 mensajes

Francisco Carcamo <francisco.carcamo@ifop.cl>

16 de diciembre de 2022, 15:32

Para: "Luis Filun V." < ffilun@ulagos.cl>, Doris Oliva Ekelund < doris.oliva@uv.cl>, john.barraza@fch.cl, Vladimir Murillo <vladimir.murillo@ifop.cl>, rene.duran@uv.cl, Carlos Muñoz <car.munoz.torres@gmail.com>, Marisol Alvarez <malvarez@subpesca.cl>, Daniel Andres Arriagada Obregon <daniel.arriagada@fch.cl>, cultivoscholche@hotmail.com, jcabreratorres@gmail.com, Cristián Sepúlveda Cortés <csepulveda@ucn.cl>, sandra.ing.acua@gmail.com, contacto@cultivosnanaku.com, jorgetilleria@fundacionchinquihue.cl. hernan perez@aquapacifico.cl, "IRRIBARRA TRIVELLI. JOSE PABLO" <iirribarra@sernapesca.cl>, Sergio Mesa <smesa@subpesca.cl>, Alberto Paredes <albertparedes@gmail.com>, Cristian Lagos Villegas <clagos@anid.cl>, cladrix@anid.cl Cc: Macarena Aljaro Inostroza <maljaro@corfo.cl>, Hector Chocobar Guerra <hector.chocobar@corfo.cl>, Patricio Villagrán Streeter <pvillagran@corfo.cl>, Francisco Galleguillos <francisco.galleguillos@ifop.cl>, DENISSE TORRES <denisse.torres@ifop.cl>, SANDRA SAAVEDRA <sandra.saavedra@ifop.cl>, gaston maltrain <gmaltrain@gmail.com>

Estimada(o), junto con saludarla(o), le comentamos que en el marco de un estudio sobre "Selección de Especies Potenciales para Desarrollos en Diversificación de la Acuicultura en Chile", encargado por la Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), realizaremos un taller (vía telemática), el día jueves 22 de diciembre de 09:15 a 11:15 hrs, con el objetivo de realizar un análisis estratégico de las especies potenciales de moluscos bivalvos: almeja (Ameghinomya antiqua) y ostra japonesa (Crassostrea gigas). Este taller consistirá en el desarrollo participativo de un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y la identificación de brechas, viabilidad técnica y estrategias para desarrollar/consolidar la acuicultura de estas especies.

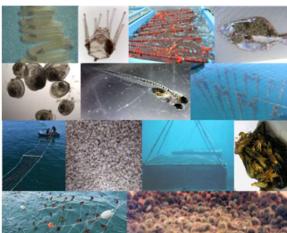
Su nombre ha sido identificado/sugerido como clave para el desarrollo de este taller, por lo que será muy valioso contar con su participación. De esta forma, pedimos confirmar su asistencia, para así, enviar el respectivo link de conexión (Google Meet).

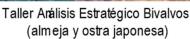
Desde ya agradecemos enormemente su aporte al desarrollo de este estudio.

#### Equipo IFOP.



# Análisis de Potenciales Especies para Desarrollos en Diversificación Acuícola





22 diciembre 2022



GENERANDO CONOCIMIENTO Y SUSTENTABILIDAD







#### PRESENTACIÓN DE LA ESPECIE A ANALIZAR

### **ALMEJA**

# Ameghinomya antiqua



**Distribución geográfica :** Perú, Chile, Argentina, Uruguay

Origen : nativa

**Mercado:** nacional e internacional (pesca)

Desarrollo acuicultura internacional : Europa, Asia, USA

Desarrollo acuicultura nacional : Proyectos I+D+i, APE, repoblación

(ULA, Fundación Chile, UV, IFOP)

Cosecha acuicultura nacional : No

### PRESENTACIÓN DE LA ESPECIE A ANALIZAR

# OSTRA JAPONESA, DEL PACIFICO Crassostrea (Magallana) gigas



Distribución geográfica : Japón y Corea (Noroeste Asia)

Origen: exótica introducida

Mercado: nacional - internacional (acuicultura)

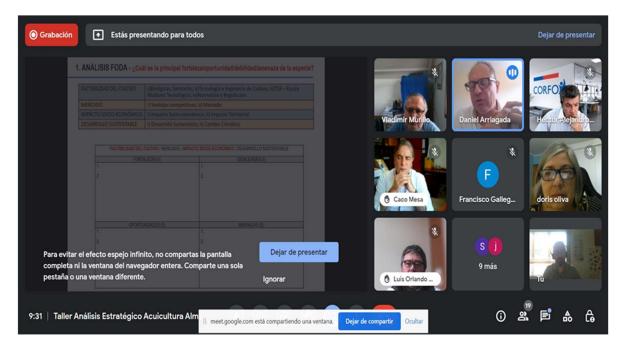
Desarrollo acuicultura internacional : Ampliamente cultivada (Japón, China,

Francia, Norte y Sudamérica)

Desarrollo acuicultura nacional : Producción de larvas y semillas, APE (Fundación Chile,

Cultimar , Aquapacifico , privados)

Cosecha acuicultura nacional : Si (40 años)





### 3.4. Congrio dorado

Este taller se realizó vía telemática el 22 de diciembre del 2022. Se adjunta lista de invitados y asistentes, invitación, primera lámina de la presentación y fotografías de la sesión.

	Nombre experto	Institución/empresa	Asiste al Taller
1	Piero Magnolfi	Empresa / Colorado Chile	SI
2	Rolando Vega	Universidad Católica de Temuco	SI
3	Jaime Maturana	Consultor	SI
4	Héctor Flores	Universidad Católica del Norte	SI
5	Juan Carlos Uribe	Universidad de Los Lagos	SI
6	Héctor Flores	Universidad Católica del Norte	SI
7	Marcia Oliva	Universidad Católica del Norte	
8	Edison Serrano	Universidad Católica del Norte	SI
9	Gastón Maltrain	Consultor	SI
10	Cristian Lagos	ANID-FONDEF	
11	Carlos Ladrix	ANID-FONDEF	
12	José Pablo Irribarra	SERNAPESCA	
13	Sergio Mesa	SUBPESCA	SI
14	Eduardo Anderson	SUBPESCA	SI
15	Héctor Chocobar	CORFO	SI
16	Macarena Aljaro	CORFO	SI
17	Patricio Villagrán	CORFO	SI
18	Denisse Torres	IFOP	SI
19	Sandra Saavedra	IFOP	SI
20	Francisco Galleguillos	IFOP	SI
21	Francisco Cárcamo	IFOP	SI



# Invitación Taller Análisis Estratégico Acuicultura Congrio Dorado – Proyecto Diversificación de la Acuicultura en Chile (CORFO-IFOP)

18 mensajes

Francisco Carcamo <francisco.carcamo@ifop.cl>

16 de diciembre de 2022, 15:41

Para: contacto@coloradochile.cl, Piero Magnolfi consultores.cl, Hector Flores Gatica <ndocuments</pre>
consultores.cl, "IRRIBARRA TRIVELLI, JOSE PABLO"
cjirribarra@sernapesca.cl>, Sergio Mesa <smesa@subpesca.cl>, Eduardo Anderson <eanderson@subpesca.cl>, Cristian Lagos Villegas <clagos@anid.cl>, cladrix@anid.cl

Cc: Macarena Aljaro Inostroza <maljaro@corfo.cl>, Patricio Villagrán Streeter <pvillagran@corfo.cl>, Hector Chocobar Guerra <hector.chocobar@corfo.cl>, DENISSE TORRES <denisse.torres@ifop.cl>, SANDRA SAAVEDRA <a href="mailto-sandra.saavedra@ifop.cl">sandra.saavedra@ifop.cl></a>, Francisco Gallequillos <a href="mailto-sandra.saavedra@ifop.cl">francisco.gallequillos.gaallequillos.gaallequillos.gaaton maltrain <a href="mailto-sandra.saavedra@ifop.cl">gaston mailto-sandra.saavedra.gaav

Estimada(o), junto con saludarla(o), le comentamos que en el marco de un estudio sobre "Selección de Especies Potenciales para Desarrollos en Diversificación de la Acuicultura en Chile", encargado por la Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), realizaremos un taller (vía telemática), el día jueves 22 de diciembre de 14:30 a 16:00 hrs, con el objetivo de realizar un análisis estratégico de la especie potencial congrio dorado (*Genypterus blacodes*). Este taller consistirá en el desarrollo participativo de un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y la identificación de brechas, viabilidad técnica y estrategias para desarrollar/consolidar la acuicultura de estas especies.

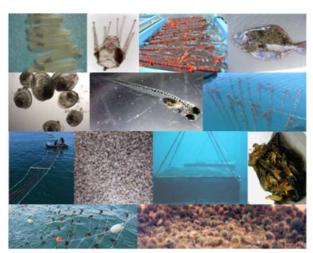
Su nombre ha sido identificado/sugerido como clave para el desarrollo de este taller, por lo que será muy valioso contar con su participación. De esta forma, <u>pedimos confirmar su asistencia</u>, para así, enviar el respectivo link de conexión (Google Meet).

Desde ya agradecemos enormemente su aporte al desarrollo de este estudio.

Equipo IFOP.



# Análisis de Potenciales Especies para Desarrollos en Diversificación Acuícola





22 diciembre 2022



G E N E R A N D O CONOCIMIENTO Y SUSTENTABILIDAD







### PRESENTACIÓN DE LA ESPECIE A ANALIZAR

# CONGRIO DORADO, Golden Kingclip Genypterus blacodes

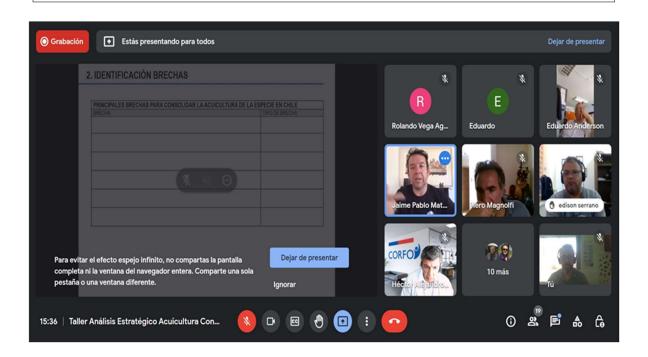
Distribución geográfica : Australia, Chile, Brasil, Nueva Zelanda

Origen : nativa

**Mercado** : nacional, internacional (pesca) **Desarrollo acuicultura internacional** : *No* 

**Desarrollo acuicultura nacional :** Proyectos I+D+i (Fundación Chile, Colorado Chile, ULA)

Cosecha acuicultura nacional: No





### 3.5. Erizo rojo

Este taller se realizó vía telemática el 27 de diciembre del 2022. Se adjunta lista de invitados y asistentes, invitación, primera lámina de la presentación y fotografías de la sesión.

	Nombre experto	Institución/empresa	Asiste al Taller
1	Pedro Arroyo	Empresa / Chile Seafoods	SI
2	Jorge Tillería	Fundación Chinquihue	SI
3	Pablo Gallardo	Universidad de Magallanes	SI
4	Florencia Navarrete	Universidad Santo Tomás	SI
5	René Espinoza	Universidad de Los Lagos	SI
6	Sylvia Oyarzún	Universidad de Magallanes	SI
7	Juan Manuel Estrada	Universidad Andrés Bello	SI
8	Luis Pereira	Universidad Católica del Norte	
9	Rodrigo Muro	Empresa / NH Foods	
10	Elio Segovia	Universidad Arturo Prat	
11	Juan Spaarwater	Empresa / Palo Colorado	
12	Cristian Lagos	ANID-FONDEF	
13	Carlos Ladrix	ANID-FONDEF	
14	José Pablo Irribarra	SERNAPESCA	
15	Sergio Mesa	SUBPESCA	SI
16	Eduardo Anderson	SUBPESCA	SI
17	Héctor Chocobar	CORFO	SI
18	Macarena Aljaro	CORFO	
19	Patricio Villagrán	CORFO	SI
20	Denisse Torres	IFOP	SI
21	Sandra Saavedra	IFOP	SI
22	Francisco Galleguillos	IFOP	SI
23	Francisco Cárcamo	IFOP	SI



# Invitación Taller Análisis Estratégico Acuicultura Erizo Rojo – Proyecto Diversificación de la Acuicultura en Chile (CORFO-IFOP)

22 mensajes

Francisco Carcamo <francisco,carcamo@ifop,cl>

16 de diciembre de 2022, 15:50

Para: Juan Manuel Estrada <mestrada@unab.cl>, Luis Pereira <|pereira@ucn.cl>, jspaarwaterg@gmail.com, "Segovia Mattos, Elio Norman" <elsegovi@unap.cl>, Florencia Navarrete <florencia.navarrete@gmail.com>, andres.mansilla@umag.cl, "valeria Scabini V." <valeria.scabini@umag.cl>, Rodrigo Muro <rmuro@nipponchile.cl>, parroyo@chileseafoods.com, "IRRIBARRA TRIVELLI, JOSE PABLO" <jirribarra@sernapesca.cl>, Sergio Mesa <smessa@subpesca.cl>, Marisol Alvarez <malvarez@subpesca.cl>, Cristian Lagos Villegas <clagos@anid.cl>, cladrix@anid.cl

Cc: Macarena Aljaro Inostroza <maljaro@corfo.cl>, Hector Chocobar Guerra <hector.chocobar@corfo.cl>, Patricio Villagrán Streeter <pvillagran@corfo.cl>, DEN|SSE TORRES <denisse.torres@ifop.cl>, SANDRA SAAVEDRA <sandra.saavedra@ifop.cl>, Francisco Galleguillos <francisco.galleguillos@ifop.cl>, gaston maltrain <gmaltrain@gmail.com>

Estimada(o), junto con saludarla(o), le comentamos que en el marco de un estudio sobre "Selección de Especies Potenciales para Desarrollos en Diversificación de la Acuicultura en Chile", encargado por la Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), realizaremos un taller (vía telemática), el día martes 27 de diciembre de 09:15 a 10:45 hrs. con el objetivo de realizar un análisis estratégico de la especie potencial erizo rojo (*Loxechinus albus*). Este taller consistirá en el desarrollo participativo de un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y la identificación de brechas, viabilidad técnica y estrategias para desarrollar/consolidar la acuicultura de estas especies.

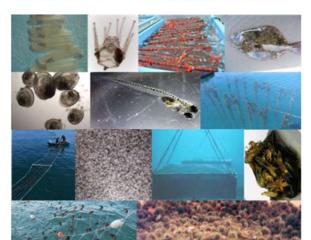
Su nombre ha sido identificado/sugerido como clave para el desarrollo de este taller, por lo que será muy valioso contar con su participación. De esta forma, <u>pedimos confirmar su asistencia</u>, para así, enviar el respectivo link de conexión (Google Meet).

Desde ya agradecemos enormemente su aporte al desarrollo de este estudio.

Equipo IFOP.



# Análisis de Potenciales Especies para Desarrollos en Diversificación Acuícola





28 diciembre 2022



G E N E R A N D O CONOCIMIENTO Y SUSTENTABILIDAD







#### PRESENTACIÓN DE LA ESPECIE A ANALIZAR

## ERIZO ROJO

## Loxechinus albus



Distribución geográfica : Perú, Chile, Argentina

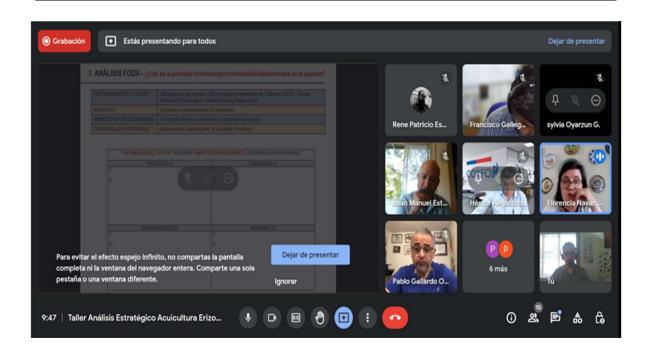
Origen : nativa

**Mercado:** nacional (5%), internacional (95%) (pesca)

**Desarrollo acuicultura internacional :** *Engorda, sea ranching (China, Japón, Noruega)* **Desarrollo acuicultura nacional :** Proyectos I+D+i, APE (UCN, UNAB, IFOP, ULA, UST,

Fundación Chinquihue, privados)

Cosecha acuicultura nacional : Si (5)





ΔΝ	F	x c	<b>)</b> 4
Escenarios para selección y priorización de e			
1			

#### Ponderación en escenarios de selección 1.

Tabla 1.

Escenarios de selección propuestos para priorización de las especies seleccionadas. Se indica la ponderación de cada dimensión y variable. Variables en rojo no fueron consideradas en la selección.

	Dimensión/variable	Escenario 1 Certidumbre tecnológica	Escenario 2 Impacto económico	Escenario 3 Acuicultura 2.0
1.	BIOLÓGICAS	5,0%	4,3%	4,2%
1.1.	Crecimiento en talla/peso	0,3	0,3	0,3
1.2.	Supervivencia	0,2	0,2	0,2
1.3.	Temperatura	0	0	0
1.4.	Salinidad	0	0	0
1.5.	Oxígeno	0	0	0
1.6.	Manejo y mejoramiento genético	0,1	0,1	0,1
1.7.	Requerimientos nutricionales	0,1	0,1	0,1
1.8.	Manejo de reproductores	0,1	0,1	0,1
1.9.	Producción de larvas y semillas	0,2	0,2	0,2
2.	SANITARIAS	5,0%	4,3%	4,2%
2.1.	Enfermedades	0,4	0,4	0,4
2.2.	Agentes patógenos/parásitos/epibiontes	0,2	0,2	0,2
2.3.	Medidas o tratamientos curativos	0,2	0,2	0,2
2.4.	Medidas o tratamientos preventivos	0,2	0,2	0,2
3.	TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DE CULTIVO	30,0%	20,0%	20,0%
3.1.	Disponibilidad de tecnología de cultivo de juveniles	0,25	0,25	0,25
3.2.	Disponibilidad de tecnología de cultivo de engorda	0,2	0,2	0,2
3.3.	Escala de producción actual larvas y semillas	0,1	0,1	0,1
3.4.	Escala producción actual engorda	0,1	0,1	0,1
3.5.	Desarrollo de dieta especie-específica	0,1	0,1	0,1
3.6.	Proveedores de tecnologías, equipamiento e insumos	0,05	0,05	0,05
3.7.	Tamaño de la inversión requerida	0,05	0,05	0,05
3.8.	Análisis costo-producción y/o bio-económicos	0	0	0
3.9.	Transferencia de la tecnología	0,1	0,1	0,1
3.10.	Disponibilidad de tecnología de cultivo para especie(s) equivalente(s)	0,05	0,05	0,05
4.	VENTAJAS COMPETITIVAS	10,0%	10,0%	4,2%
4.1.	Participación en mercado nacional	0,25	0,25	0,25
4.2.	Participación en mercado internacional	0,25	0,25	0,25
4.4.	Posición frente a competidores	0,25	0,25	0,25
4.4.	Atributos de competitividad	0,25	0,25	0,25
5.	MERCADO	10,0%	30,0%	15,0%
5.1.	Precio de mercado nacional	0,1	0,1	0,1
5.2.	Precio de mercado internacional	0,2	0,2	0,2
5.5.	Tamaño actual del mercado	0,05	0,05	0,05
5.4.	Tamaño potencial del mercado	0,2	0,2	0,2
5.5.	Mercados de destino	0	Ó	Ó
5.6.	Tendencia de la demanda	0,2	0,2	0,2
5.7.	Variedad de productos y valor agregado	0,05	0,05	0,05
5.8.	Barreras de entrada	0,05	0,05	0,05

5.9.	Productos equivalentes o sustitutos	0,05	0,05	0,05
5.10.	Nivel de competidores	0,1	0,1	0,1
6.	IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO	5,0%	4,3%	4,2%
6.1.	Generación de empleo	0,4	0,4	0,4
6.2.	Nivel de especialización	0,2	0,2	0,2
6.3.	Estacionalidad de uso de mano de obra	0,2	0,2	0,2
6.4.	Desarrollo de proveedores y servicios	0,2	0,2	0,2
7.	NORMATIVA Y REGULACIÓN	5,0%	4,3%	4,2%
7.1.	Restricciones legales para el cultivo	0,3	0,3	0,3
7.2.	Restricciones sanitarias y/o ambientales	0,15	0,15	0,15
7.3.	Restricción de importación e introducción	0,15	0,15	0,15
7.4.	Espacio disponible y apto para el cultivo.	0,4	0,4	0,4
8.	CAMBIO CLIMÁTICO	5,0%	4,3%	15,0%
8.1.	Tolerancia y capacidad de adaptación	0,5	0,5	0,5
8.2.	Aumento de temperatura	0,2	0,2	0,2
8.3.	Acidificación	0,1	0,1	0,1
8.4.	Marejadas	0	0	0
8.5.	Escasez de agua dulce (si aplica)	0	0	0
8.6.	Mitigación	0,2	0,2	0,2
8.7.	Cambios en condiciones físico-químicas	0	0	0
9.	DESARROLLO SUSTENTABLE	5,0%	4,3%	15,0%
9.1.	Equidad en ingresos económicos	0,1	0,1	0,1
9.2.	Mejoras económicas locales	0,2	0,2	0,2
9.3.	Acceso y seguridad alimentaria	0,1	0,1	0,1
9.4.	Impacto ambiental	0,3	0,3	0,3
9.5.	Aceptabilidad social	0,05	0,05	0,05
9.6.	Economía circular	0,05	0,05	0,05
9.7.	Enfoque ecosistémico acuicultura	0,1	0,1	0,1
9.8.	Acuicultura integrada	0,1	0,1	0,1
10.	IMPACTO TERRITORIAL	5,0%	4,3%	4,2%
10.1.	Ubicación geográfica del cultivo	0	0	0
10.2.	Desarrollo de proveedores y servicios territoriales	0,5	0,5	0,5
10.3.	Desarrollo de redes de colaboración logística	0,25	0,25	0,25
10.4.	Desarrollo de redes de colaboración tecnológica	0,25	0,25	0,25
11.	ESCALA DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL)	15,0%	10,0%	10,0%
11.1.	TRL	1	1	1
	SUMATORIA DIMENSIONES	100%	100%	100%

		NEXO 5
Resultados talleres anális	sis estratégicos de	e especies potenciales

# **PECES**

# 1. Hirame - Paralichthys olivaceus

FACTIBILIDAD DEL CULTIVO		
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)	
1. El ciclo de cultivo se ha desarrollado completamente y está disponible para todas las etapas de cultivo.     2. Crecimiento rápido (15 meses se puede producir un pez de un kilo)     3. Rápida adaptación de alevines y reproductores importados.	1. No hay reproductores en el país, por lo tanto, se depende de reproductores y material genético del exterior.  2. Especie exótica que se cultiva en sistema cerrado de recirculación (RAS).  3. No existe disponibilidad de alimentos balanceados especie-específico para peces planos en Chile.  4. Es necesario considerar nuevos estudios de patógenos que afecten el cultivo.	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)	
1. En el norte del país existe la oportunidad de cultivar hirame por qué existen condiciones geográficas óptimas para el cultivo: terreno, calidad y temperatura de agua apropiada y además se encuentran empresas de harina de pescado que es la materia prima para alimento de peces.  2. Es posible producir alimento de peces a pequeña escala, permitiendo mayor disponibilidad de alimento.  3. Desde el punto de vista normativo, es posible la importación de reproductores. Especie dentro de la nómina de especies hidrobiológicas de importación autorizada	<ol> <li>Potencial ingreso de patógenos por la importación de ejemplares.</li> <li>En el norte, baja disponibilidad de empresas de servicios e insumos para la acuicultura.</li> <li>El transporte de materias primas y alimentación por ahora se realizaría desde el sur del país, lo que encarece la ejecución de cultivos de peces en la zona norte.</li> <li>El otorgamiento de concesiones para sitios de cultivo es lento y complicado.</li> </ol>	
MERCA	ADO	
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)	
<ol> <li>Al ser una especie de crecimiento rápido, el retorno es más rápido que otros peces planos.</li> <li>Especies apreciada y apetecida a nivel nacional e internacional.</li> <li>Existe mercado, y está en expansión.</li> </ol>	No hay interés en invertir, debido a que no se han generado buenos modelos de negocios ya que han sido de una alta inversión y no ha logrado convencer a inversionistas.	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)	
<ol> <li>Explorar otros productos que demande el mercado objetivo, por ejemplo, un filete más pequeño lo que acortaría el ciclo de cultivo.</li> <li>Apuntar a los mercados locales y regionales (Brasil, Perú), con ejemplares vivos que tienen mejor precio.</li> <li>Explorar rutas de exportación por el norte del país, podría abaratar el costo de transporte y exportación.</li> </ol>	En la inversión privada compite con el salmón. En los análisis de inversión, el salmón tiene un crecimiento más rápido, el problema de la alimentación ya está solucionado y por lo tanto es más barato.      Corea es el gran exportador de hirame y llega a grandes mercados como EEUU, con peces vivos.	

	·
4. Existe la logística para poder exportar y es fácil acoplarse a la logística del salmón.	
IMPACTO SOCIO	)-ECONÓMICO
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
1. El modelo de negocios debería ser para pequeños	1. Eventuales protestas de grupos ambientalistas
productores, por ejemplo, desarrollar cooperativas	por desarrollar el cultivo de la especie en
en el norte de Chile para su cultivo de engorda.	estanques, aun cuando se trata de una especie
	que no requiere grandes espacios.
DESARROLLO S	USTENTABLE
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
1. Debe usar sistema RAS, por lo tanto, el cultivo	1. Especie exótica que requiere alimentación
permite controlar mejor ciertas variables como la	artificial.
contaminación, manejo de residuos y cambio	
climático.	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
1. Rangos de temperatura hasta 25 °C, lo que protege	1. Al ser una especie exótica, habría que resguardar
al cultivo de un eventual aumento de temperatura	alguna posible incorporación accidental de
del agua.	ejemplares al ambiente.
2. Es posible el desarrollo RAS con energías	
renovables en el norte del país (e.g., solar).	
3.En la alimentación sería posible reemplazar la	
harina de pescado por proteínas vegetales.	

PRINCIPALES BRECHAS PARA CONSOLIDAR LA ACUICULTURA DE LA ESPECIE EN CHILE		
BRECHA	TIPO DE BRECHA	
Existen problemas de logística respecto a los insumos necesarios para la ejecución del cultivo. Por ejemplo, el alimento y materiales necesarios son transportados desde el sur de Chile, lo que encarece y dificulta el desarrollo de cultivos en el norte del país. Para consolidar el cultivo es necesario invertir en la industria de alimento en el norte de Chile.	Tecnológica	
Desarrollo de un alimento específico para este cultivo (ojalá con materia prima local) para rentabilizar de mejor manera el cultivo.	Tecnológica	
Capacitación de personal técnico capacitado a nivel nacional, si se piensa cultivar a gran escala.	Tecnológica	
No existe un modelo de negocio definido para el hirame.	Mercado	

# 1.3. Factibilidad tecnológica productiva actual

FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL	
¿Cuál es el nivel	productivo actual?
En la actualidad n	no hay producción de hirame en Chile.

# ¿Cuál es el tiempo y recursos asociados a la formación o consolidación de plantel reproductivo y primera producción?

Consolidar un plantel reproductivo depende de la importación de los peces. Si se traen reproductores se demora aproximadamente 4-6 meses para obtener juveniles.

#### 1.4. Identificación Estrategias

#### ¿Cuál debería ser la estrategia Público/Privada para consolidar la acuicultura de la especie en Chile?

Importar juveniles y alevines desde el exterior y formar capacidades para producir masivamente juveniles en hatchery, a un precio rentable para quien quiera engordar.

Se debería situar la estrategia en empresas medianas o pequeñas (cooperativas) que puedan lograr la rentabilidad en el cultivo, y que cuenten con el apoyo de socios capitalistas como empresas mineras y apoyo técnico desde las universidades.

Generar una planta de alimentos regional para bajar precio de los alimentos y retornos del cultivo.

# 2. Lenguado fino - Paralichthys adspersus

FACTIBILIDAD DEL CULTIVO		
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)	
1. Se cuenta con tecnología para la reproducción controlada y la obtención de ovas viables a escala piloto; la tecnología y experiencia para la producción experimental y piloto de larvas y alevines de la especie y la tecnología para la etapa de pre engorda a escala experimental y piloto.	1. En la actualidad no se dispone de plantel de reproductores. El desarrollo del cultivo de esta especie ha estado suspendido desde hace años.  2. La especie tiene bajas tasas de crecimiento en cautiverio y aparentemente también en el medio ambiente.  3. No existen programas de selección genética de la especie. Una selección de reproductores para disminuir los tiempos de crecimiento puede tardar hasta 10 años.  4. No existe disponibilidad de alimentos balanceados especie-específico para peces planos en Chile.  5. Para la producción de juveniles se requieren insumos importados.	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)	
<ol> <li>Existen profesionales e investigadores nacionales con experiencia comprobada en el cultivo de la especie y manuales para el cultivo a escala piloto y experimental.</li> <li>En otras partes del mundo existe información sobre la selección genética que se puede aplicar en el país.</li> <li>Posible encadenamiento (integración vertical) con empresas de alimentos.</li> <li>Hay espacio (cultivo RAS) con disponibilidad de agua con temperatura óptima de cultivo.</li> <li>Especie tolerante a eventuales interrupciones en el suministro de agua fresca y bajas en la concentración de oxígeno disuelto (OD).</li> </ol>	<ol> <li>El otorgamiento de concesiones para sitios de cultivo es lento y complicado.</li> <li>Interés de países vecinos en desarrollar el cultivo de la especie. Existe interés tanto del Gobierno del Perú como de inversionistas del país vecino en retomar el cultivo de esta especie.</li> </ol>	
MERCA		
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)	
Buen rendimiento por filete.     Elevado precio en playa y en restaurantes, el más alto de los peces costeros, superando a otras valiosas y conocidas especies como congrio y corvina.	<ol> <li>En el mercado internacional no es posible exportar lenguado por hirame. Sin embargo, en el mercado local (Chile) si es posible.</li> <li>No se han desarrollado modelos de negocios adecuados. Los modelos propuestos requieren una gran inversión, por lo tanto, no hay interés en invertir.</li> </ol>	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)	

<ol> <li>Mercado nacional e internacional insatisfecho. debido a que es un producto conocido de elevada demanda (peces planos).</li> <li>Se pueden explorar otros formatos de venta (por ejemplo, pan size).</li> <li>La disminución de las pesquerías de la especie puede provocar que el valor aumente lo suficiente para que se considere un producto premium o de lujo. Lo que afectaría el mercado local y por ende a los consumidores nacionales.</li> </ol>	
IMPACTO SOCIO	-ECONÓMICO
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
Recurso reconocido e importante para la pesca artesanal y restaurantes.	,,
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
Existen profesionales para realizar mejoramiento genético para acortar los tiempos de crecimiento.     El impacto de su cultivo sería más relevante en regiones del norte y centro de Chile.     Especie candidata para programas de repoblación.	
DESARROLLO S	USTENTABLE
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
1. Especie nativa.     2. El cultivo genera menos desechos y demanda menos energía que el de otras especies piscícolas marinas.	1.Es una especie carnívora estricta que requiere dietas con un elevado porcentaje de proteínas y lípidos de origen marino de alta calidad.
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
1. Especie nativa, cuya situación de sobrepesca y escasez es conocida, por lo tanto, el cultivo es una	

#### Identificación Brechas 2.2.

oportunidad para la sustentabilidad del recurso.

PRINCIPALES BRECHAS PARA CONSOLIDAR LA ACUICULTURA DE LA ESPECIE EN CHILE		
BRECHA	TIPO DE BRECHA	
Es necesario profundizar en los mecanismos fisiológicos, celulares y moleculares que limitan y determinan la baja tasa de crecimiento de esta especie.	Tecnológica	
Faltan estudios de mercados necesarios para determinar cómo ingresa en el mercado internacional.	Mercado	
Es necesario recuperar infraestructura y equipamiento apropiado para el cultivo experimental y piloto de esta especie en el país.	Tecnológica	
Es necesario implementar hatchery (s) para la producción masiva de alevines de esta especie para lo cual se requiere conformar plantel de reproductores.	Tecnológica	
Es necesario desarrollar e implementar modelo para la producción en tierra (RAS) a escala comercial como ya existe para otras especies del mismo género (e.g., hirame).	Tecnológica	

#### 2.3. Factibilidad tecnológica productiva actual

#### FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL

#### ¿Cuál es el nivel productivo actual?

No hay producción actual. Si bien existe la tecnología probada para manejar un centenar de reproductores de la especie y la tecnología para producir cientos de miles de ovas y miles de larvas y alevines; dado que la I+D en esta especie se abandonó hace una docena de años, es necesario rehabilitar y reacondicionar sistemas de cultivo, ponerlos en marcha y rearmar equipos de trabajo.

# ¿Cuál es el tiempo y recursos asociados a la formación o consolidación de plantel reproductivo y primera producción?

Depende del propósito, objetivos y escalas del eventual programa y/o proyecto. Se requiere pesca de investigación para obtener reproductores.

#### 2.4. Identificación Estrategias

#### ¿Cuál debería ser la estrategia Público/Privada para consolidar la acuicultura de la especie en Chile?

Un solo gran proyecto integral de peces planos manejado por la industria privada y con apoyo de la academia. Desarrollo de programa I+D+i+T con metas definidas. que incluya la cooperación entre Instituciones del Estado, Universidades y privados.

Estudio genético para romper la curva de crecimiento y no se achate y lograr un lenguado de 1 o 2,5 kilos. Transferir tecnología a países vecinos, consolidar liderazgo regional (Sudamérica) y demanda por alevines y servicios de asistencia tecnológica tanto para organizaciones de pescadores artesanales, los gobiernos nacionales, regionales y comunales y empresas privadas.

Cultivo a pequeña y mediana escala en regiones seleccionadas.

# 3. Congrio dorado - Genypterus blacodes

FACTIBILIDAD DEL CULTIVO		
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)	
<ol> <li>Especie nativa que ha presentado resultados positivos en cautiverio.</li> <li>Las tecnologías de cultivo se encuentran desarrolladas (mediante homologación con congrio colorado).</li> <li>Existen juveniles con sobrevivencia aceptable.</li> <li>Buena conversión de alimento.</li> <li>Existe plantel de reproductores.</li> <li>El conocimiento en patologías, genética y densidad de cultivo se encuentra en desarrollo.</li> <li>Peces de cultivo se encuentran libres de parásitos en comparación con los que provienen de pesquerías.</li> </ol>	1. No existe continuidad del financiamiento de los proyectos para mantener a los reproductores.     2. Plantel de reproductores existente, pasa a ser un recurso escaso y limitantes, por eso es importante saber quién los administraría.     3. Existe cuello de botella en la metamorfosis, se producen aún pocos juveniles.     4. Crecimiento y rendimientos productivos menores a los salmones, se requieren alimentos e infraestructura de cultivo específicas, es necesario adaptar las tecnologías	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)	
<ol> <li>1. El avance en el cultivo de congrio colorado ha permitido la homologación del cultivo por lo tanto las brechas se pueden resolver con una menor inversión.</li> <li>2. No hay diferenciación mayor en el mercado entre el precio del congrio colorado con el dorado.</li> <li>3. Chile es el único país con un desarrollo en la acuicultura de "congrios", por lo tanto, es importante mantener los recursos económicos destinados al desarrollo de la tecnología.</li> <li>4. Oportunidades de cultivo en la zona sur de Chile (temperatura agua).</li> </ol>	Dificultades con los permisos sectoriales (normativa) incluso si es una especie nativa. En sistema cerrado no hay problema, hay que explorar situación en sistemas abiertos.     Otros países se podrían interesar en desarrollo del cultivo de congrios, hay que proteger (intelectualmente) la tecnología	
MERCA	ADO	
FORTALEZAS (I)  1. Existe proyección creciente de la demanda tanto a nivel nacional como internacional.	DEBILIDADES (I)  1. Modelo de negocio poco claro, en comparación al congrio colorado.  2. Chile está lejos de los mercados de destino.  3. Estrategia de mercado (commodity)  4. No hay diferenciación de precios con peces provenientes de la pesquería.	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)	
1. Existe una demanda insatisfecha de 50.000 toneladas en Europa, Chile podría ocupar ese nicho.     2. Entre las dos especies de congrios no hay diferencias en el precio.	<ol> <li>Pueden entrar otros países con especies subantárticas a competir en el negocio.</li> <li>Alto costo del alimento (es casi el 60% del costo de producción).</li> <li>Los costos de producción son diferenciados incluso en el tipo de moneda (dólar, pesos, UF)</li> </ol>	

	esto dificulta esclarecer la rentabilidad del negocio.	
IMPACTO SOCIO	-ECONÓMICO	
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)	
1. Recurso reconocido e importante para la pesca artesanal y restaurantes.		
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)	
DESARROLLO SUSTENTABLE		
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)	
1. Especie nativa que se cultiva en sistema RAS.	En sistemas abiertos (concesiones) los permisos de cultivo son una limitante.	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)	

PRINCIPALES BRECHAS PARA CONSOLIDAR LA ACUICULTURA DE LA ESPECIE EN CHILE		
BRECHA	TIPO DE BRECHA	
Falta desarrollo en etapa de engorda, el cultivo siempre se ha realizado en sistema RAS. En mar, se vuelve inviable, principalmente por el riesgo de financiamiento debido al control de variables y aspectos sanitarios favorables para el cultivo.	Tecnológica	
Producción de juveniles debido a problemas no resueltos en la metamorfosis.	Tecnológica	
Los acuerdos de confidencialidad de ciertas investigaciones cierran el acceso del conocimiento e información de las etapas del cultivo. No hay mayor difusión de los conocimientos adquiridos.	Tecnológica	
Se requieren recursos humanos capacitados y con experiencia para desarrollar los cultivos.	Tecnológica	
Diseño y producción de alimento especie-especifica	Tecnológica	

#### 3.3. Factibilidad tecnológica productiva actual

#### FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL

#### ¿Cuál es el nivel productivo actual?

Hay plantel de reproductores (mantención) y tiene 6 años de cautiverio con distintos financiamientos.

# ¿Cuál es el tiempo y recursos asociados a la formación o consolidación de plantel reproductivo y primera producción?

El plantel de reproductores de congrio dorado (Colorado Chile) fueron obtenidos a partir de 30 reproductores del Centro de Investigaciones Acuícolas La Araucana (Puerto Montt) hace 6 años atrás. En 7 años aproximadamente, se puede obtener un plantel.

#### 3.4. Identificación Estrategias

¿Cuál debería ser la estrategia Público/Privada para consolidar la acuicultura de la especie en Chile?

Si se llegara a financiar este cultivo, se deberían incorporar socios estratégicos para avanzar en el cierre de brechas.

Crear un programa acorde, que abarque las brechas y que tenga de insumo lo que ya se ha consolidado en esta especie y en el congrio colorado (desarrollo estratégico).

En general, para la diversificación de la acuicultura se deben escoger dos o tres especies. Deben estar presentes instituciones de I+D más sector privado. Se debería repartir el trabajo (diferentes ámbitos: reproductores, crecimiento de juveniles, engorda, etc) para avanzar y así sacar adelante la nueva industria (trabajo colaborativo). Luego las industrias hacen el negocio y devuelven el dinero invertido en la primera etapa, como se hace en la Unión Europea.

En cuanto al plantel de reproductores es conveniente duplicar el plantel, tener dos hatcheries en diferentes zonas geográficas priorizando la zona sur del país principalmente por la temperatura del agua.

El desarrollo de esta acuicultura en la zona sur, tiene una mayor encadenación desde el punto de vista de los proveedores de infraestructura, alimento, logística, etc.

# **MOLUSCOS**

# 4. Ostra japonesa - Crassostrea gigas

FACTIBILIDAD I	DEL CULTIVO
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
<ol> <li>Se pueden producir grandes volúmenes de larvas y venderlas rápidamente, ya que se pueden fijar en forma remota.</li> <li>Se adapta a las diferentes condiciones ambientales.</li> <li>Desarrollo tecnológico completo. Conocimiento de producción de semilla y manejo de reproductores.</li> <li>Existe una alta diversidad genética. No sería necesaria la incorporación de nuevos reproductores para aumentar la variabilidad genética.</li> <li>Se han desarrollado estudios para establecer planteles de reproductores, buscando potenciar rasgos como supervivencia, resistencia al stress y altas tasas de crecimiento.</li> </ol>	1. Poca disponibilidad de espacio para engorda (concesiones de acuicultura y AMERB). 2. No hay programas de desarrollo, inversión e investigación de largo aliento asociados al recurso. 3. Baja proveeduría de semillas desde hatchery. 4. No hay certeza de riesgos sanitarios (virus) o presencia de metales pesados. 5. Sistemas de cultivo usados por productores no están estandarizados, esto implica que la calidad de las ostras producidas no es la misma. 6. Costo de producción de semillas es alto, por los requerimientos de temperatura propios de la especie. 7. Alto porcentaje de enanismo en semillas de hatcheries. Esto aumenta los tiempos de cultivo y disminuye rentabilidad. 8. Hatcheries en actual operación no tienen el mismo estándar de calidad de semillas.
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
1. Cultivo de ostra japonesa podría adicionarse a la mitilicultura de pequeña y mediana escala, siendo una alternativa productiva.     2. Libre de enfermedades de alto riesgo presentes en Europa.     3. Se podrían aprovechar los espacios (concesiones de acuicultura) de pelillo para producir ostra japonesa.     4. Demanda de semillas insatisfecha. Los volúmenes producidos no alcanzan.	1. Pago de patente de acuicultura asociada a la incorporación de filtradores en concesiones de pelillo podría desincentivar el cultivo de ostra japonesa APE.  2. Presencia de metales pesados sobre norma podrían impedir entrada a algunos mercados internacionales.  3. Análisis sanitarios para detección de enfermedades son muy costosos.  4. Potencial introducción de nuevos reproductores podría significar riesgo de introducción de nuevas enfermedades.
MERCA	ADO
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
<ol> <li>Negocio rentable desde el punto de vista del productor (engorda), no así el hatchery.</li> <li>Mercado de la ostra mundial y nacional en expansión.</li> </ol>	No hay estudios de mercado actualizados sobre el crecimiento o proyecciones de la demanda nacional de ostra.      El alto costo de producción de semillas en la contractoria.
	hatchery. El precio de venta de las semillas

	podría estar bajo el umbral de sostenibilidad
	económica de la producción en hatchery.
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
<ol> <li>Buen precio de venta en últimas temporadas (\$500/unidad). Podría permitir potenciar esquemas de producción APE.</li> <li>Oportunidades de satisfacer mercados a nivel nacional e internacional (e.g. Francia)</li> <li>Es factible un mercado para la venta de semillas de ostras (precio comparativo más bajo que almeja).</li> <li>Demanda nacional y local creciente, aparentemente la demanda nacional está insatisfecha.</li> <li>Cultivo de ostra japonesa podría fortalecer la gestión productiva de la acuicultura a pequeña escala en comunidades costeras.</li> <li>Cosechas de Chile están a contratemporada en relación a las cosechas en Europa. Así, las ostras producidas en Chile podrían abastecer demanda insatisfecha en otros mercados del hemisferio norte.</li> <li>Red de hatcheries pequeños podrían abastecer demanda nacional de semillas para mercados locales.</li> </ol>	Atomización de hatcheries para producción de semillas podría poner en riesgo estándar de calidad de las mismas.
IMPACTO SOCIO	-ECONÓMICO
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
Cultivo y la comercialización y administración de sus centros que puede potenciar las comunidades costeras.	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
<ol> <li>Oportunidad de incluir Liceos Técnicos Profesionales con especialidad de acuicultura en producción de bajos volúmenes de semillas para demanda local, bajo figura de Cooperativas Escolares.</li> <li>Ingreso de Liceos Técnicos Profesionales como actores APE reconocidos en nuevo Reglamento.</li> <li>Desarrollo de comercializadoras de productos del mar con valor agregado, bajo un modelo cooperativista.</li> </ol>	
DESARROLLO S	USTENTABLE
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
Respecto del cambio climático, recurso adaptable a eventuales aumentos o variaciones de temperatura en el mar.	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
	<ol> <li>1. La demanda insatisfecha de ostras en el mercado nacional pone en riesgo de sobre-explotación bancos naturales de ostra chilena.</li> <li>2. Acidificación podría poner en riesgo los cultivos de ostra japonesa.</li> </ol>

PRINCIPALES BRECHAS PARA CONSOLIDAR LA ACUICULTURA DE LA ESPECIE EN CHILE	
BRECHA	TIPO DE BRECHA
Suministro de semillas/ asegurar buena calidad de semillas en hatchery.	Tecnológica
Mejorar calidad de semilla: Existe porcentaje de enanismo en las semillas que afecta la producción, por lo tanto, hay que mejorar la selección de reproductores.	Tecnológica
Mejorar calidad de semilla: Realizar cortes de talla en desarrollo larval para asegurar calidad de la semilla.	Tecnológica
Desarrollar aspectos sanitarios (enfermedades) y presencia de metales pesados en este recurso.	Tecnológica

#### 4.3. Factibilidad tecnológica productiva actual

#### FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL

¿Cuál es el nivel productivo actual?

Existen 2 o 3 empresas con producción continua.

¿Cuál es el tiempo y recursos asociados a la formación o consolidación de plantel reproductivo y primera producción?

Para formar plantel se inicia con compra de semillas y juveniles y/o reproductores a otros productores con certificado sanitario. Ver también variabilidad genética para mejorar producción de carne.

#### 4.4. Identificación Estrategias

#### ¿Cuál debería ser la estrategia Público/Privada para consolidar la acuicultura de la especie en Chile?

Crear hatcheries a nivel regional o macrozonal para producir semillas (protocolos en producción de semillas) de especies locales.

Insertar a los liceos técnicos para la producción de semillas y APE dentro de la cadena productiva. Generar una línea de negocio para que los liceos se puedan hacer cargo de estos temas con apoyo de empresas público/ privada.

Apoyar iniciativas de producción en hatcheries "pequeños" para el abastecimiento local de semilla para APEs. Para abastecer la producción propia y a terceros.

Alianzas o modelo de negocios donde hatcheries abastezcan centros de fijación remota, que requieren de mucho menores costos de implementación y operación.

# 5. Almeja - Ameghinomya antiqua

FACTIBILIDAD I	DEL CULTIVO
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
<ol> <li>1. La tecnología de cultivo se encuentra avanzada en todas sus etapas, incluyendo experiencias acotadas de producción de engorda, asociadas a proyectos de investigación.</li> <li>2. Se puede cultivar de distintas formas (sistemas de fondo y suspendidos en linternas).</li> </ol>	<ol> <li>Actualmente, no hay hatcheries con producción de semillas.</li> <li>Información de investigaciones sobre el cultivo no está disponible, hay pocas publicaciones.</li> <li>Los aspectos sanitarios no están desarrollados totalmente.</li> <li>Faltan estudios en genética de poblaciones y control sobre el desove y viabilidad de gametos.</li> </ol>
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
Se pueden cultivar en la columna de agua, lo que permitiría asociar el cultivo a la infraestructura de la mitilicultura o cultivo de ostiones.	<ol> <li>Desde el punto de vista normativo, existen dificultades para cultivo de fondo.</li> <li>El financiamiento no ha sido permanente, dificulta la continuidad de las investigaciones en torno al cultivo y cierre de brechas.</li> </ol>
MERCA	ADO
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
1. Existencia de mercado de las almejas chilenas a nivel local e internacional.	Faltan estudios de mercados para determinar la rentabilidad del cultivo.
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
<ol> <li>Mercado del baby clam en Europa, tiene aceptación y a buen precio.</li> <li>Existe la oportunidad de incluir en el mercado nacional el baby clam y la "almeja carne". Si existiera el mercado para esta última no habría problema de cultivarla en sistemas de linternas.</li> </ol>	1. Almejas producidas en Europa.
IMPACTO SOCIO	-ECONÓMICO
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
1. Recurso de relevancia para la pesca artesanal.	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
1.Se pueden entregar semillas a pescadores para iniciar cultivos en áreas de manejo.     2.Opción de desarrollo asociado a la APE.  DESARROLLO S	1. Falta interacción entre academia y Estado para resolver o aclarar temas de normativa. Por ejemplo, resolver el tamaño mínimo legal que está orientado a extracción de banco natural.
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
I ONTALEZAS (I)	DEDILIDADES (I)
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
1. Hay trabajos en los que se verificó la diversidad genética de la especie y se podría trabajar sobre una línea genética que se adapte al cambio climático.	AIVILIVAZÃO (E)

PRINCIPALES BRECHAS PARA CONSOLIDAR LA ACUICULTURA DE LA ESPECIE EN CHILE		
BRECHA	TIPO DE BRECHA	
No hay abastecimiento de semilla debido a que hay pocos productores en el país.	Tecnológica	
El financiamiento es intermitente y no permite desarrollar un programa de investigación y desarrollo para cierre de brechas.	Socio-económica	

#### 5.3. Factibilidad tecnológica productiva actual

#### FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL

#### ¿Cuál es el nivel productivo actual?

No hay producción, sólo mantención de ejemplares para darle continuidad al cultivo. Se identifican al menos 4 instituciones nacionales que han realizado desarrollos en investigación y tecnología de cultivo de almejas.

¿Cuál es el tiempo y recursos asociados a la formación o consolidación de plantel reproductivo y primera producción?

Para comenzar con el cultivo se pueden obtener ejemplares desde banco natural, para ello es necesario realizar protocolos que consideren aspectos sanitarios y normativos.

#### 5.4. Identificación Estrategias

#### ¿Cuál debería ser la estrategia Público/Privada para consolidar la acuicultura de la especie en Chile?

Definir una estrategia de desarrollo, por parte del Estado, para el escalamiento del cultivo. Esta debe incluir la instalación de hatcheries para tener disponibilidad de semillas a nivel regional o macrozonal y asistencia técnica necesaria para consolidar una industria asociada a un grupo objetivo como sería la acuicultura de pequeña escala.

Realizar un estudio de mercado que permita definir posibles compradores. además de difusión de atributos de esta especie para potenciar el consumo de almejas en el mercado local.

# **MACROALGAS**

# 6. Huiro flotador o canutillo - Macrocystis pyrifera

FACTIBILIDAD I	DEL CULTIVO
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
1. Buen conocimiento del ciclo de vida y de cultivo. 2. Se pueden manejar gametofitos, manteniéndolos en latencia. Esto permite mantener cepas, siendo independiente de estacionalidad reproductiva 3. Biofiltro ecológico (biorremediación) 4. Altas tasas de crecimiento. 5. Facilidad para implementar cultivos. 6. Baja inversión para cultivos de engorda.	<ol> <li>Desconocimiento en variabilidad de poblaciones, tanto en rasgos reproductivos como de crecimiento.</li> <li>El crecimiento y productividad es afectado por variaciones interanuales y geográficas.</li> <li>Presencia de epifitos (briozoos) afecta calidad de materia prima (alimentación de abalones, consumo humano, etc.).</li> <li>Tecnologías y Sistemas de cultivos no son los idóneos (Reemplazo de Long Lines por sistemas a media agua).</li> <li>Tramitación de nuevas concesiones de acuicultura muy lenta o congeladas.</li> <li>Capacidades de transferencia del "know-how" insuficientes o dependientes de características del perfil del público objetivo. Baja transferencia entre pares (pescadores artesanales).</li> <li>Se ha constatado que no hay capacidad de producción de biomasa via cultivo para cubrir requerimientos emergentes (bio-estimulantes, forraje animal).</li> <li>No hay suficientes hatcheries para satisfacer supuesta demanda insatisfecha de plántulas para el desarrollo de cultivos.</li> </ol>
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
<ol> <li>Desarrollo de cultivo de <i>Macrocystis</i> como método de biorremediación de metales pesados o nutrientes.</li> <li>Aprovechamiento de concesiones de acuicultura de industria del salmón para cumplir con producción mínima.</li> <li>Gran disponibilidad de plántulas juveniles que reclutan naturalmente podría incorporarse al cultivo.</li> </ol>	<ol> <li>Biomasa de cultivo es más cara de obtener en comparación a la obtenida desde praderas naturales</li> <li>Calentamiento global podría poner en riesgo algas laminariales de aguas frías.</li> <li>Mercado de abalón a la baja no fomenta cultivo.</li> <li>Enfermedades que pudieran afectar a poblaciones naturales y que pudieran aparecer por traslado de ejemplares.</li> </ol>
MERC	ADO
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
1. Alta tasa de crecimiento podría potenciar la incorporación de biomasa en la industria de los bioestimulantes.	1. Valor intrínseco más bajo que otras algas pardas.     2. Poco desarrollo de productos y valor agregado.

	<ol> <li>3.No hay levantamiento de opciones de productos/mercados de nicho, que pudieran soportar mayor valor como materia prima.</li> <li>4. Falta socialización de algunas pruebas de mercados/productos hechos en el ámbito más privado para tener más antecedentes de potencialidad.</li> <li>5. Desconocimiento de las características de la biomasa (perfiles bioquímicos) requerida para incorporarse a mercados diferentes al de alginatos o alimento de abalón.</li> <li>6. Falta desarrollar política de consumo de algas en la población. No hay desarrollo de mercados nacionales orientados a alimentos.</li> <li>7. No hay mayor interés de pescadores artesanales ni empresarios para cultivar <i>Macrocystis</i>.</li> <li>8. No hay claridad en canales de comercialización una vez cosechada la biomasa.</li> <li>9. En la actualidad, hay baja demanda de base biotecnológica, para usos diferentes a alginatos o alimentación de abalón.</li> <li>10. Cultivo debería estar integrado al cultivo de abalón para que sea rentable.</li> <li>11. Chile no tiene los mismos esquemas de subsidio que China (principal competidor) para el cultivo de algas.</li> <li>12. Bajo rendimiento para alginatos. Son mejores las algas tipo <i>Lessonia</i>.</li> <li>13. Pocos hatcheries autorizados para venta de plántulas.</li> </ol>
	14. Requerimientos poco claros en cuanto a barreras de entrada (e.g., metales pesados).
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
Oportunidad de incorporarse al mercado de los bio- estimulantes y de forraje (ensilaje) para alimentación animal.     Oportunidad de incorporarse al mercado de snacks para consumo humano.	Presencia de cadmio y cobre, algunos en formas químicas bio-acumulables.     Altos precios pagados para otras algas pardas en Chile (e.g., <i>L. trabeculata</i> ), no incentivo cultivo.
IMPACTO SOCIO	
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
1. Especie es parte de la pesquería de algas pardas (huiros) de gran relevancia social, económica y ecológica principalmente en el norte de Chile.	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
	No se valoran culturalmente las algas como una fuente de alimentos en Chile.
DESARROLLO S	
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
<u> </u>	

Especie generalmente utilizada en estrategias de aprovechamiento y reducción de nutrientes (especie bio-extractora)	<ol> <li>No se sabe cuánto carbono fija Macrocystis, ni cuanto es exportado (por desprendimiento o cosechas).</li> <li>Al cosechar la biomasa de Macrocystis se relativiza su aporte al secuestro de carbono.</li> </ol>
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
Candidata a proyectos de repoblación y restauración ecológica.	

PRINCIPALES BRECHAS PARA CONSOLIDAR LA ACUICULTURA DE LA ESPECIE EN CHILE	
BRECHA	TIPO DE BRECHA
Faltan hatcheries para disponer de plántulas para abastecer a los cultivos.	Tecnológica
Faltan RRHH para transferir la tecnología a los pescadores para que realicen cultivos, no baja la información de las universidades a cultivadores	Tecnológica
Falta desarrollar mercados potenciales nuevos diferentes de alginatos o alimento de abalón.	Mercado
Desarticulación de procesos internos entre actores principales (Acuicultores = rendimiento) programas dirigidos a la especie (Gobierno = desarrollo de capacidades) y empresarios (valor agregado y mercado interno)	Política Publica
Falta de desarrollo de investigación en cepas y fenotipos productivos	Tecnológica
Falta mayor conocimiento sobre efectos del cambio climático en el desarrollo del cultivo (e.g., efectos sobre, productividad, calidad) a escala comercial	Conocimiento
Escaso nivel de participación entre grupos de acuicultores (cooperativismo comercial)	Socio-económica

#### 6.3. Factibilidad tecnológica productiva actual

#### FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL

#### ¿Cuál es el nivel productivo actual?

Si hay producción de privados y universidades, al menos 3 centros de producción.

¿Cuál es el tiempo y recursos asociados a la formación o consolidación de plantel reproductivo y primera producción?

Las características de las especies algales, permite que rápidamente se puedan obtener reproductores y generar producción de gametos y/o esporas.

#### 6.4. Identificación Estrategias

¿Cuál debería ser la estrategia Público/Privada para consolidar la acuicultura de la especie en Chile?

Generación de hatcheries estatales que produzcan semillas para la acuicultura de forma constante a un valor determinado.

#### Luga negra - Sarcothalia crispata 7.

FACTIBILIDAD DEL CULTIVO	
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)
<ol> <li>Se conoce la tecnología de cultivo.</li> <li>Se han realizado pruebas piloto de sistemas de cultivo en un nivel de TRL 4 a 5.</li> <li>Se puede tener un ciclo de cultivo (reproductores → siembra → cosecha) en un periodo de tiempo relativamente breve (12 a 18 meses).</li> </ol>	1. Crecimiento lento en comparación a <i>Macrocystis</i> (el doble). 2. Ciclo de vida complejo (trifásico isomórfico) 3. Se desconocen las enfermedades. 4. Se conoce poco de las características bioquímicas o de compuestos activos que puedan orientar el uso de algas carragenófitas (como luga negra) hacia usos diferentes de la elaboración de carrageninas. 5. No se podría establecer un cultivo solo para cosechar por 3 a 4 meses dentro de un año calendario, ya que no se produciría un volumen de biomasa suficiente para hacer rentable el cultivo. 6. Implementación de sistemas de cultivo más caro que algas como <i>Macrocystis</i> .
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
Serial de la ciclo de vida ("reproductores"), se puede direccionar obtención de biomasa de calidad y atributos específicos para producir carrageninas con aplicación en nichos específicos	Importación de biomasa de algas carragenófitas de aguas tropicales para complementar fórmulas de carrageninas elaboradas en Chile.     Permanencia de cultivos en el agua (sistemas de cultivo) con biomasa de luga negra/roja por mucho tiempo (> 4 meses) podría estar en riesgo (por robos/destrucción de sistemas/epifitos/desprendimiento de biomasa por marejadas).
MERCA	ADO
FORTALEZAS (I)  1. Producción de biomasa dirigida actualmente a una demanda bien definida (producción de carragenina)	DEBILIDADES (I)  1. Países asiáticos dominan a nivel mundial producción de algas carragenófitas (Indonesia, Filipinas).  2. Biomasa de cultivo es mucho más cara en comparación a biomasa obtenida desde praderas naturales.  3. No hay otros nichos de mercado bio-tecnológicos actuales diferentes a la elaboración de carrageninas.
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)
Demanda creciente de carrageninas como aditivo en la industria de alimentos.	Mejora en las características de las carrageninas producidas por los competidores podría poner en riesgo los nichos de mercado de las carrageninas nacionales.

<ol> <li>Empresas elaboradoras de carragenanos en Chile requieren de biomasa de algas carragenófitas de aguas frias para producir carregeninas de nicho.</li> <li>Luga de cultivo tiene mayor rendimiento de gel (carragenano) y por lo tanto puede tener mayor precio.</li> </ol>		
IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO		
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)	
1. Especie es parte de la pesquería de lugas de gran		
relevancia social y económica en el sur de Chile.		
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)	
DESARROLLO S	USTENTABLE	
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)	
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)	
Candidata a proyectos de repoblación.		

PRINCIPALES BRECHAS PARA CONSOLIDAR LA ACUICULTURA DE LA ESPECIE EN CHILE		
BRECHA	TIPO DE BRECHA	
Experiencias de masificación en hatchery y engorda en mar	Tecnológica	

## 7.3. Factibilidad tecnológica productiva actual

FACTIBILIDAD TECNOLÓ	OGICA PRODUCTIVA ACTUAL
¿Cuál es el nivel product	ivo actual?
No hay producción	
¿Cuál es el tiempo y recursos asociados a la formación o consolidación de plantel reproductivo y	
primera producción?	
Las características de las e	especies algales, permite que rápidamente se puedan obtener reproductores y
generar producción de gan	netos y/o esporas.

## 7.4. Identificación Estrategias

Cuál debería ser la estrategia Público/Privada para consolidar la acuicultura de la especie en Chile?	,

# **EQUINODERMOS**

# 8. Erizo rojo - Loxechinus albus

FACTIBILIDAD DEL CULTIVO			
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)		
1. Las tecnologías de cultivo se encuentran desarrolladas (engorda, larvas, semillas).     2. Existencia de numerosas publicaciones sobre biología y cultivo de la especie.     3. Tecnología desarrollada para especies equivalentes en otros países.	1. Bajas tasas de crecimiento (> a 3 años para comercializar). 2. Variabilidad en el rendimiento y calidad de erizos producidos. 3. Falta formulación de alimento específico para las diferentes etapas del cultivo. 4. Faltan plantas comerciales que puedan producir pequeños lotes de alimento artificial para crecimiento. 5. Falta de conocimiento de enfermedades que pueden afectar al cultivo, especialmente en etapa semillas. 6. Falta de líneas de investigación debidamente financiadas y centralizadas para la optimización del cultivo, mucha investigación encapsulada que no se comparte. 7. Los costos de producción son altos.		
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)		
Specie dominante en el mercado internacional.     Hay oportunidades de mejorar la producción de semilla en la fase final y optimizar el precio (tanto para cultivo como para repoblación).     Realizar alimentación de término para mejorar rendimiento de gónada, está la tecnología.	1. La regulación de las pesquerías del erizo afecta a los precios de la semilla. 2. Trabajo aislado entre las instituciones, se debería trabajar en conjunto de manera eficiente. 3. Pérdida de equipos humanos e infraestructura con experiencia en el tema por no contar con líneas de investigación a largo plazo.		
MERCA	ADO		
FORTALEZAS (I)  1. Chile, principal exportador de erizos a nivel mundial. 2. Mercado consolidado. 3. Buen precio a nivel internacional y local	DEBILIDADES (I)  1. Precio de la semilla no definido (en cultivo masivo)  2. No hay certificación, solo permiso sanitario para funcionamiento de plantas.		
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)		
1.El mejoramiento de la calidad de la gónada con alimentación de término. Está la tecnología.     2.Se hace diferencia en precio según rendimiento y la calidad de las gónadas.	Modelo extractivo de la pesca artesanal.		
IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO			
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)		

1. Especie y pesquería de las más relevantes para la pesca artesanal nacional.		
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)	
1. AMERB Y ECMPO (orden territorial)	1. Modelo extractivo de la pesca artesanal atenta	
2. Aprovechar capacidades instaladas (infraestructura	contra el cultivo.	
y personal capacitado).	2. Orden territorial, falta de planificación.	
	3. No hay diferenciación de precios (de cultivo v/s	
	pesquería).	
DESARROLLO SUSTENTABLE		
FORTALEZAS (I)	DEBILIDADES (I)	
1. Se puede realizar manejo de reproductores		
(bienestar animal).		
OPORTUNIDADES (E)	AMENAZAS (E)	
1. Revisar por regiones o macrozonas cuál es la época	1. Marejadas dificultan el acceso a AMERB.	
reproductiva.	2. Variabilidad en maduración de los erizos por	
2. Hay plantas extrusoras de pequeño tamaño para	cambios ambientales.	
diseñar alimentación de finalización. Testeo de dietas artificial.		
3. Especie frecuentemente objetivo de proyectos de repoblación.		

PRINCIPALES BRECHAS PARA CONSOLIDAR LA ACUICULTURA DE LA ESPECIE EN CHILE		
BRECHA	TIPO DE BRECHA	
Se desconoce el precio y costo de la semilla de erizo en cultivo masivo.	Tecnológica y	
	Mercado.	
Disminuir periodo el largo periodo de cultivo	Tecnológica	
Definición de modelos productivos que combinen la acuicultura con la repoblación o	Tecnológica-	
ranching	normativa	
Alimentación artificial	Tecnológica	

#### 8.3. Factibilidad tecnológica productiva actual

# FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA PRODUCTIVA ACTUAL ¿Cuál es el nivel productivo actual? Producción permanente en UNAB (50.000 a 100.000 semillas) y en Fundación Chinquihue (10.000 a 20.000 semillas) y UCN. ¿Cuál es el tiempo y recursos asociados a la formación o consolidación de plantel reproductivo y primera producción? No se requiere necesariamente un plantel de reproductores, se puede obtener de banco natural. En Chile no se ocupan reproductores cultivados.

#### 8.4. Identificación Estrategias

¿Cuál debería ser la estrategia Público/Privada para consolidar la acuicultura de la especie en Chile? Estrategia mixta (repoblación y cultivo) Producción de semillas y repoblamiento para mantención de bancos naturales.

Estrategias de alimentación de término para aumentar la calidad de las gónadas.

Trabajo mancomunado de distintas instituciones. Articulación del Estado con obligaciones específicas para una gestión de desarrollo técnica aplicada para producir semillas, alimentos, experimentos de repoblamiento, genética etc.

Hatcheries regionales para repoblación de áreas definidas (financiamiento estatal).

Repoblamiento como política permanente, para tener cosechas sostenidas en el tiempo y garantizar el suministro a las plantas.

Financiamiento constante de líneas de investigación a largo plazo por parte del Estado que permita mantener al equipo humano y mantener la infraestructura.

Explorar el modelo de cooperativas para desarrollar la acuicultura de erizo.