



# BOLETÍN DE DIFUSIÓN

Convenio de Desempeño 2021

## Programa de Seguimiento Pesquerías Bajo Régimen de Áreas de Manejo, 2021-2022

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Septiembre 2022



Instituto de Fomento Pesquero



## BOLETÍN DE DIFUSIÓN

Convenio de Desempeño 2021  
Programa de Seguimiento Pesquerías Bajo  
Régimen de Áreas de Manejo, 2021-2022.

## REQUIRENTE

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y  
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO

Subsecretaría de Economía y  
Empresas de Menor Tamaño  
*Javiera Petersen Muga*

## EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP  
División Investigación Pesquera

## Director Ejecutivo

*Gonzalo Pereira Puchy*

## Jefe División Investigación Pesquera

*Sergio Lillo Vega*

## Jefe de Proyecto

*Luis Ariz Abarca*

## Autores

*Eliana Velasco Vinasco  
Gabriela Arenas Proaño  
Pedro Romero Maltrana  
Catherine González Gálvez  
Bryan Bularz Aguirre  
Álvaro Wilson Montecino  
Daniel Moreno Yáñez  
Alex González González  
Arturo Lebtun Ulloa  
Nazareth Sánchez Espinoza  
Luis Ariz Abarca*

## Diseño Gráfico:

División de Investigación Pesquera  
*Natalia Golsman Guzmán*

## Imágenes:

*Archivo fotográfico IFOP*

## Índice

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Contexto              | 1 |
| Objetivo específico 1 | 2 |
| Objetivo específico 2 | 4 |
| Objetivo específico 3 | 8 |



## CONTEXTO

Las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), son parte fundamental del más importante régimen de administración en pesquerías bentónicas chilenas, mediante el cual se otorgan derechos exclusivos de uso y explotación de recursos bentónicos (invertebrados y algas) a Organizaciones de Pescadores Artesanales (OPA) legalmente constituidas, quienes deben reportar el desempeño de sus áreas a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA), a través de monitoreos periódicos realizados por Organismos Técnicos (OTE) asesores. El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) es la institución que se encarga de verificar el cumplimiento de la medida y de trámites legales relacionados con la gestión principal de las AMERB. En el proceso de implementación el Estado Chileno ha sido el soporte en la puesta en marcha, mantención y co-financiamiento de los estudios relacionados. Fueron implementadas a gran escala desde cero, comprometiendo a cientos de OPA. Son cerca de 650 áreas operativas distribuidas a lo largo de 4.000 km de costa, con superficies entre 0,01 y 40 km<sup>2</sup>.

La autoridad pesquera requiere monitorear el desempeño de este régimen, en atención a los objetivos de conservación y uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, en vista a eventuales cambios administrativos para su perfeccionamiento. En consecuencia, el Instituto de Fomento Pesquero, en cumplimiento de su misión de “Asesorar la toma de decisiones de la institucionalidad de pesca y acuicultura nacional, mediante la elaboración de antecedentes científicos y técnicos de valor público para la administración y sustentabilidad de los recursos de la pesca, de la acuicultura y de sus ecosistemas”, en materias de la Áreas de Manejo está desarrollando el programa de Seguimiento AMERB.

Con el propósito de difusión, en el presente documento se presentan, por objetivos específico, los principales resultados del proyecto “Programa de Seguimiento Pesquerías Bajo Régimen de Áreas de Manejo, 2021”, desarrollado entre marzo de 2021 y junio de 2022 por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), que tuvo por objetivo general “Evaluar el desempeño del Régimen de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) para asesorar a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en la toma de decisiones e implementación de políticas sectoriales”.



## 1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1:

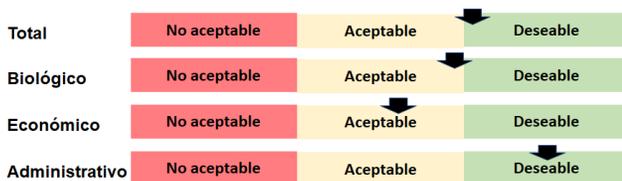
Analizar la evolución del desempeño individual de los planes de manejo y explotación (PMEA) del régimen AMERB en los ámbitos administrativo, bio-pesquero, y socio-económico.

### Resumen.

La evaluación histórica del desempeño del régimen AMERB fue realizado para el periodo 1998 a 2020, en los ámbitos biológicos, económicos e institucional. En términos generales el régimen se encuentra a nivel "Aceptable", cumpliendo con los objetivos planteados por la SSPA, permitiendo la conservación de los principales recursos, además de contribuir al ingreso de los socios de las organizaciones.

### Resultados

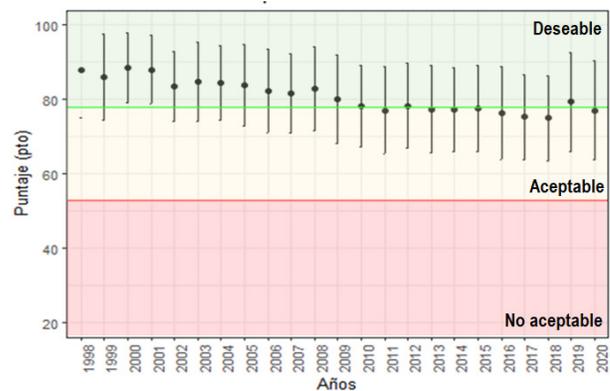
En términos generales, el régimen AMERB se encuentra en niveles aceptables, ubicándose en los últimos periodos en la parte superior de los niveles de referencia (**Figura 1**), destacando el desempeño en los ámbitos institucionales, biológicos y en menor medida los económicos para el periodo 2015-2020 (**Figura 2**).



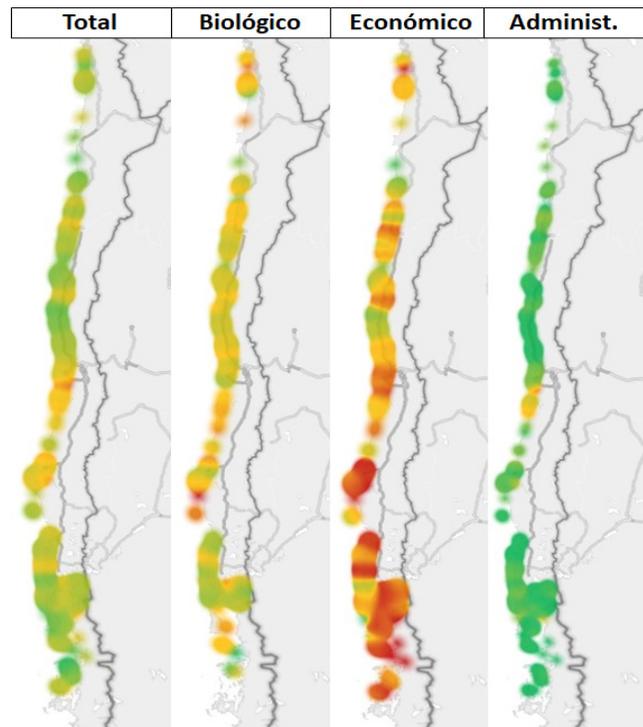
**Figura 2.** Desempeño por ámbito, periodo 2015 - 2020.

No obstante, entre los años 2015 y 2020, su desempeño presentó diferencias a nivel regional, siendo las regiones de Atacama, Coquimbo y Los Lagos las que presentaron los mejores desempeños para el conjunto de ámbitos evaluados (**Figura 3**).

Entre las regiones de Valparaíso y Los Ríos, se concentraron las áreas con menor desempeño biológico y económico, encontrándose áreas por debajo de los niveles "Aceptables". A su vez, desde el seno de Reloncaví, Región de Los Lagos, hasta el sur de la zona Austral continental, se concentraron áreas con aceptable rendimiento biológico, pero con bajos desempeños económicos.



**Figura 1.** Evolución del régimen AMERB entre 1998-2020.



**Figura 3.** Desempeño del régimen AMERB, 2015-2020

En el periodo de 2015 a 2020, el desempeño biológico de los principales recursos se ubicó en niveles “Aceptables”, lo cual indica que se han mantenido en niveles de biomasa similares en el tiempo, siendo el loco la especie que ha presentado los mejores indicios de recuperación de su biomasa, principalmente en las regiones de Atacama, Coquimbo y Los Lagos (**Figura 4**).

|        |              |           |          |
|--------|--------------|-----------|----------|
| Loco   | No aceptable | Aceptable | Deseable |
| Erizo  | No aceptable | Aceptable | Deseable |
| Huiros | No aceptable | Aceptable | Deseable |
| Lapas  | No aceptable | Aceptable | Deseable |
| Machas | No aceptable | Aceptable | Deseable |

**Figura 4.** Desempeño biológico por recursos principales, periodo 2015-2020.

## Conclusiones

El trabajo corresponde a la primera evaluación histórica del desempeño del régimen AMERB, indicando que esta medida de administración de los recursos ha logrado que sus principales recursos comerciales se hayan mantenido en el tiempo, siendo una actividad que contribuye en aumentar el ingreso de los pescadores. No obstante, sus resultados varían a nivel nacional, existiendo regiones donde se observa que el régimen ha resultado exitoso y otras donde su desempeño está por debajo de los niveles aceptables por parte de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Si bien, y en términos generales, el régimen cumple con los objetivos propuestos por la autoridad, existe una serie de problemas identificado en el sector (como son: la pesca ilegal, coordinación institucional, difusión de resultados y ayudas, fomento, entre otras), que requieren atención con el propósito de mejorar su desempeño.



## 2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2:

Evaluación del proceso de aplicación de los protocolos estándar de toma de datos e implementación de metodologías de análisis de información que permitan recomendar estrategias de manejo sustentable de las especies principales.

### Resumen

El desarrollo de este objetivo se enmarca en una línea de trabajo que busca mejorar la calidad de la información proveniente de estudios AMERB. En específico, los resultados desarrollados buscan contribuir con los procesos de recepción, control, análisis y almacenamiento de datos e información proveniente de los estudios AMERB, mediante una "Propuesta de un sistema de indicadores de calidad de la información de estudios AMERB"; una "Propuesta de un sistema de control de cumplimiento de procedimientos de muestreo"; y la "Mantenimiento del sistema de gestión de la base de datos AMERB".

### Resultados

En el desarrollo de una "Propuesta de un sistema de indicadores de calidad de la información de estudios AMERB", se consideraron dos líneas de trabajo: la primera es la identificación de mejoras al sistema de validación y la segunda el desarrollo de indicadores para el control de calidad de estudios AMERB. Respecto al sistema de validación las mejoras estuvieron centradas en la incorporación de un validador de los datos de la relación talla/peso y de la superficie de distribución<sup>1</sup>, datos entregados por los consultores a través de los informes que pueden ser validados mediante la ejecución de fórmulas que permiten identificar cuando el valor es aceptable, cuestionable o inaceptable, lo cual se distingue con los colores verde, amarillo y rojo, respectivamente. Para talla/peso, el validador definido compara el valor observado de peso con los rangos de pesos definidos según el recurso y para la talla observada, y su implementación se realizará una vez definidos los parámetros de control para recursos priorizados. Para el dato de superficie de distribución el validador evalúa el cociente entre el valor observado y el valor de superficie de distribución del evento anterior informado para el recurso observado (**Tabla 1**).

**Tabla 1.**

Descripción de los validadores de datos de estudios AMERB para la relación talla/peso y superficie de distribución.

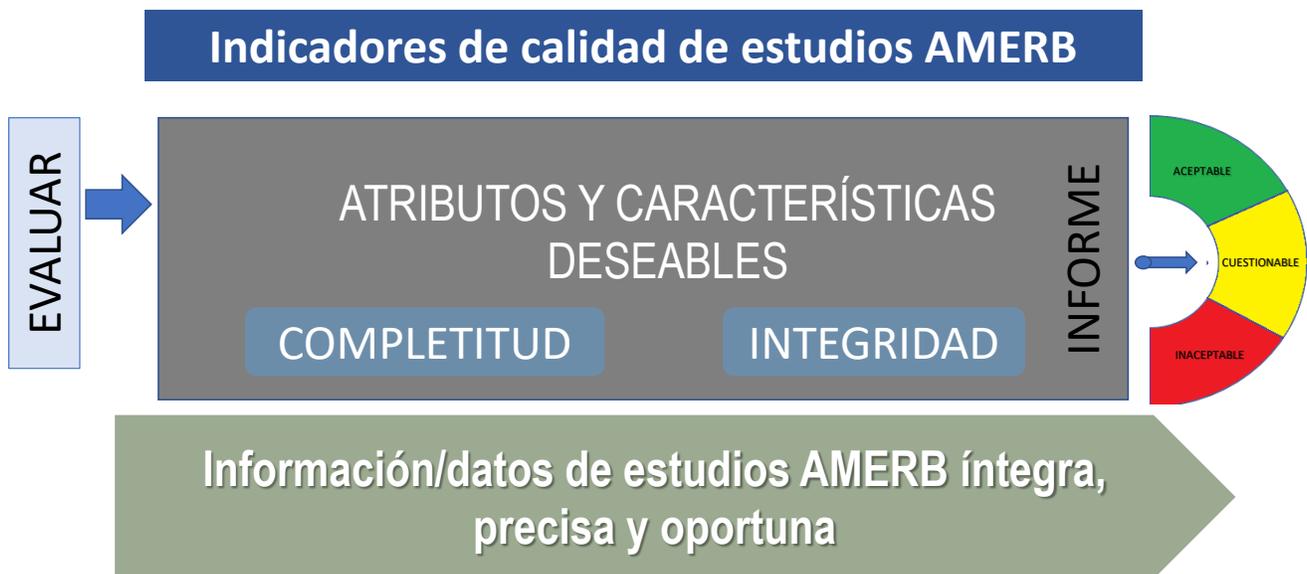
| Relación Talla/Peso  |  | Superficie de distribución  |                                       |
|--|--|---|---------------------------------------|
| Descripción del Validador  | Parámetros de control                    | Descripción del Validador   | Parámetros de control                 |
| Compara el valor observado de peso con los rangos de pesos definidos según el recurso y para la talla observada. | Se encuentra entre los valores aceptable | Evalúa el cociente entre el valor observado y el valor de superficie de distribución del evento anterior informado para el recurso. | No hay cambios en el valor reportado  |
|  | Cercano a los valores aceptables         |   | Hay disminución en el valor reportado |
|  | Lejano a los valores aceptables          |   | Hay un aumento en el valor reportado. |

<sup>1</sup> Área de la AMERB, hasta el veril de los 20 metros, que presenta el tipo de sustrato adecuado para la existencia de la especie, independiente de la presencia o ausencia de ésta.

En cuanto al desarrollo de indicadores para el control de calidad de estudios AMERB, estos se identificaron y desarrollaron para el monitoreo de los aspectos de completitud e integridad de los informes de las AMERB. Para la completitud el indicador desarrollado se denomina "Grado de completitud (GC) de información indispensable solicitada en el estudio" y permite valorar la completitud de la información indispensable en los ámbitos biológico-pesquero y socioeconómico, en tres niveles alto, medio o bajo. Luego para la integridad de la información y datos contenidos en los informes AMERB se ha desarrollado el indicador denominado "Grado de Integridad del Estudio AMERB", indicador agregado que monitorea si el estudio, evaluado a través de la información y de los datos otorgados a través del informe, cumple con la integridad esperada. Los subindicadores que los componen son ocho y están orientados a evaluar aspectos del estudio como tamaños de muestras, fechas de ejecución del estudio, ubicación de los puntos de muestreo entre otros. Para la implementación de los indicadores se realizan una serie de recomendaciones las cuales abarcan aspectos de gestión como técnicos.

Algunas de las recomendaciones son: Los indicadores se deben aplicar como parte del proceso de evaluación del informe; los indicadores deben conducir a la ejecución de acciones que contribuyan con el alcance del objetivo; el primer indicador que se debe aplicar, una vez recibido el informe, es el de completitud; la ejecución de los indicadores de integridad se ha previsto sea realizada por IFOP a través del sistema de gestión de BDA, una vez que se concrete el proceso automatizado de intercambio de información; la información que el STE debe transmitir a IFOP para ejecutar los indicadores, son las planillas de talla, talla/peso, conteo, fecha de evaluación del estudio y coordenadas geográficas de los puntos de muestreo.

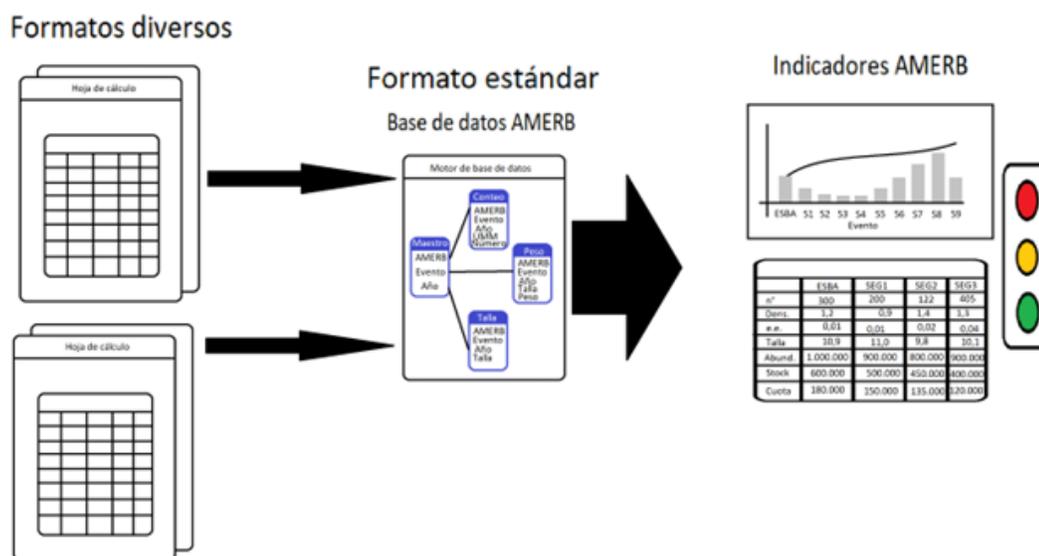
De este modo, la implementación de los indicadores de calidad permitiría evaluar los atributos y características deseables en términos de completitud e integridad del informe, y ejecutar a partir de esta evaluación, acciones que permitan contar con información/datos de estudios AMERB íntegra, precisa y oportuna (**Figura 5**).



**Figura 5.** Modelo del proceso de evaluación de estudios AMERB mediante indicadores de calidad.

Por otra parte, para el desarrollo de una “Propuesta de un sistema de control de cumplimiento de procedimientos de muestreo” se definió el desarrollo de indicadores de eficacia, los cuales controlan el cumplimiento en la implementación de los procedimientos a través de la verificación de aspectos técnicos y administrativos. Para los aspectos técnicos se desarrollaron dos indicadores, uno de ellos orientado a monitorear el “Porcentaje de unidades de muestreo implementados en relación a las unidades mínimas esperadas”, esto por cuanto el procedimiento establece fórmulas y criterios para determinar el número mínimo de unidades de muestreo (p.e. transectos) a implementar por recurso evaluado para el conteo; el otro, para monitorear la “sistematicidad del diseño de muestreo”, característica técnica que podría ser monitoreada al comparar las distancias entre puntos de muestreo, ya que, en el procedimiento se establece la implementación de un diseño sistemático, por lo cual se espera que exista una equidistancia aproximada entre puntos de muestreo. Para los aspectos administrativos se desarrolló un indicador que monitorea la “cantidad de documentos recibidos respecto a los solicitados”, indicador que tiene por objetivo controlar aquellas evidencias documentadas que respaldan la ejecución del muestreo, por lo cual su implementación depende de la definición de los documentos que se soliciten para evidenciar el muestreo. En la línea de trabajo de

“Mantenimiento del sistema de gestión de la base de datos AMERB”, se destaca el trabajo de actualización y mantenimiento de la Base de datos de AMERB (BDA). Esta base fue creada a partir de los datos entregados a la SSPA por las organizaciones de pescadores, junto con los informes de los estudios del área. Dado los diversos formatos usados por los consultores técnicos en los archivos de datos, IFOP se ha encargado de estandarizarlos, de forma que sea posible generar información comparable temporal y espacialmente. Para el despliegue de los datos, se creó un sistema de indicadores AMERB, que dan cuenta de los principales resultados del área de manejo. Las organizaciones de pescadores que requieren visualizar los resultados de su área de manejo, podrán hacerlo dirigiendo una petición a IFOP de acceso a: Indicadores AMERB (los contactos se especifican en la página final). La **Figura 6** esquematiza el trabajo que se hace con la BDA, lo cual incluye la generación de información específica que requiere la SSPA para saber del desempeño de las áreas de manejo, como también, de conocer la evolución del desempeño individual de los planes de manejo y explotación (PMEA) del régimen AMERB en los ámbitos administrativo, bio-pesquero, y socio-económico, lo cual es posible en cada área de manejo, siempre y cuando se haya entregado los datos a la SSPA, en conformidad a la normativa vigente para la AMERB.



**Figura 6.** Modelo conceptual del proceso de actualización de la BDA, y del set de indicadores que se generan a partir de la evaluación de estudios AMERB.

## Conclusión

- Las actividades señaladas, se enmarcan en un proceso que busca mejorar la calidad de los datos e información proveniente de estudios realizados en áreas de manejo, proceso que será efectivo en la medida que todos los actores relevantes (Organismo Técnicos, Organización de Pescadores Artesanales, autoridad pesquera y otros) consideren la implementación de las mejoras que se recomienden, cómo la implementación de metodologías estándar para el levantamiento de información.
- La modernización del proceso de envío/recepción de estudios AMERB se espera facilite la implementación de los mecanismos de control de calidad, los procesos de actualización de la BDA y de análisis de cada PMEAs, ya que éstos podrán ser aplicados en tiempo real en la medida que el proceso de interconexión entre instituciones se concrete.
- Los resultados desarrollados en el marco del presente objetivo, contribuirán a la eficacia del proceso de control y evaluación de los estudios en áreas de manejo y, consecuentemente, en las metodologías de análisis de la información. En específico, el sistema de indicadores de calidad de la información y el sistema de control de cumplimiento de procedimientos de muestreo, aportan con validadores, indicadores de calidad y eficacia, que permitirán controlar e identificar aquellas acciones o elementos del proceso de desarrollo de estudios AMERB que afectan a la calidad y a los objetivos de los PMEAs.



### 3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3:

Realizar estudios y acciones complementarias que contribuyan a una mejor toma de decisiones para el régimen de AMERB.

#### 3.1 Propuesta de administración integral de la pesquería del recurso loco en la zona norte

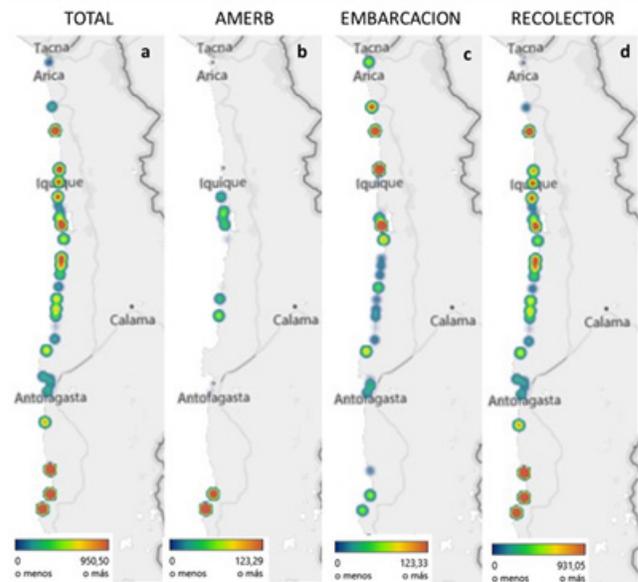
##### Resumen

Para realizar una propuesta de administración integral de la pesquería del recurso loco en la zona norte de Chile se realizó un diagnóstico de la situación actual a través de revisión de literatura, encuestas a socios y dirigentes de pescadores y entrevistas a profesionales de SERNAPESCA y SUBPESCA. Se propone la creación de un Comité de Manejo del Recurso Loco, instancia público-privada, de carácter territorial, coordinada por SUBPESCA, con participación de pescadores artesanales que operan en Áreas de Libre Acceso (ALA) y en AMERB, entre otros actores relevantes, que defina las medidas de manejo y administración del recurso aplicadas en cada territorio, con coordinación interinstitucional para armonizar las medidas de manejo entre diversas figuras administrativas.

##### Resultados

En la zona norte el recurso loco se encuentra principalmente bajo dos regímenes de administración, correspondiente al Régimen de Libertad de Pesca, en Áreas de Libre Acceso (ALA), donde se encuentra vigente una veda extractiva que se ha prolongado durante 25 años y, por otra parte, el régimen de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), que se concentra en algunos lugares de la costa (Figura 1), explotando diversos recursos cuyo desembarque representa el 13% del desembarque de recursos bentónicos y donde el recurso loco aporta el 20% del ingreso de pescadores en AMERB.

A pesar de la veda extractiva vigente, el recurso se encuentra sometido a una pesquería ilegal que se ha mantenido por al menos 10 años, reflejando un desgaste de la normativa vigente, ya que no se estaría respetando ni la veda extractiva, ni la veda biológica ni la talla mínima del recurso loco.

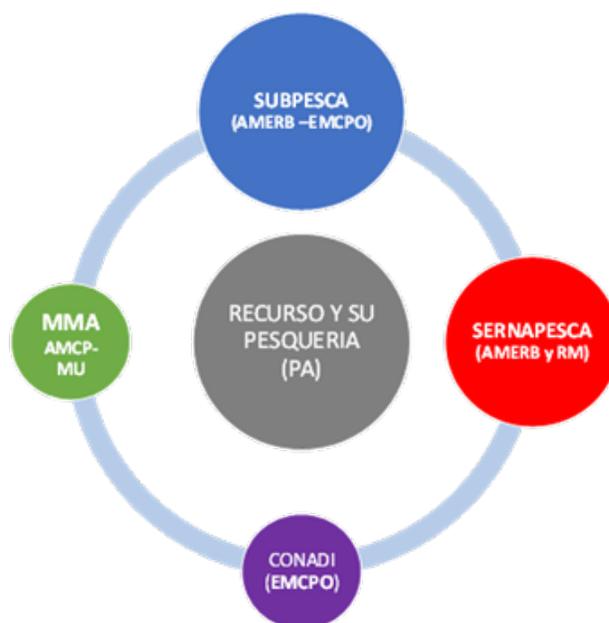


**Figura 7.** Desembarque de recursos bentónicos para las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta en el periodo 2019-2020. a) Desembarque total, b) Desembarque de AMERB, c) Desembarque de embarcaciones bentónicas y d) Desembarque de recolectores de orilla.



### Propuesta de Administración Integral

- Se propone un cambio de escala espacial en el sistema de administración del recurso loco, que reconozca el carácter metapoblacional del recurso y fomente la interacción entre pescadores artesanales, la institucionalidad pesquera y otros actores, como el comercio, integrando a actores de diferentes áreas de manejo y de áreas de libre acceso en la toma de decisiones relacionadas con el recurso.
- Se propone la creación de un Comité de Manejo del Recurso Loco, instancia público-privada, de carácter territorial (a escala adecuada), coordinada por SSPA, bajo el marco jurídico y normativo de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), con participación de pescadores artesanales y otros actores relevantes, que defina las medidas de manejo y administración del recurso aplicadas en cada territorio, incluyendo las diversas figuras administrativas presentes (AMERB, EMCPO, AMCPO, RM, entre otras) (**Figura 8**).



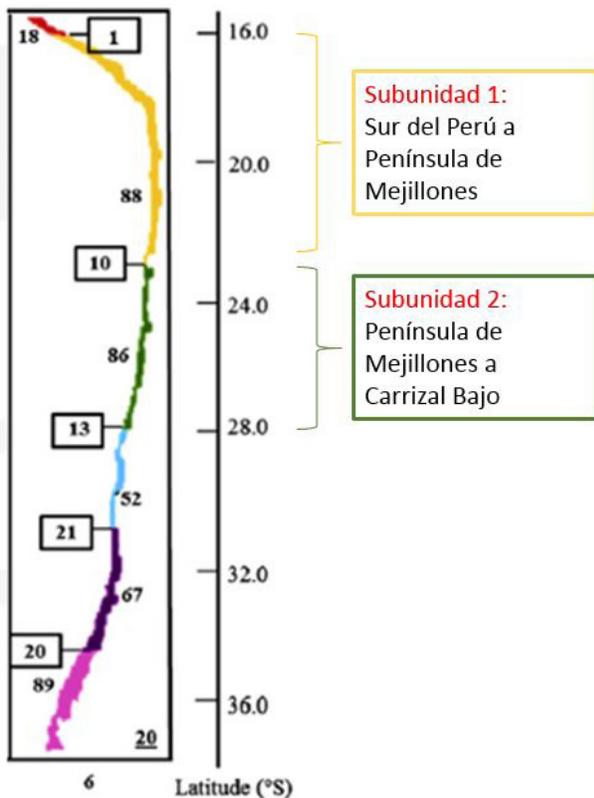
**Figura 8.** Representación esquemática del nuevo enfoque de administración integral propuesto.

### Recomendaciones

Se recomienda poner fin a la veda extractiva en ALA en el corto plazo, enfocar los esfuerzos de fiscalización en el control de la talla mínima legal y la veda biológica, desarrollar un programa de educación de consumidores y fomento para el consumo responsable del loco, y abrir el registro pesquero artesanal para este recurso, teniendo en cuenta criterios de justicia intra e intergeneracional, pertinencia territorial y equidad de género.

Finalmente, se revela la necesidad de abordar el rol de los consumidores y sector gastronómico en la pesquería ilegal e implementar una campaña de comunicación y educación, que incentive la compra de loco sobre talla mínima y en periodo autorizado de extracción (no en veda biológica).

### 3.2 Evaluación del estado poblacional del recurso loco en AMERB



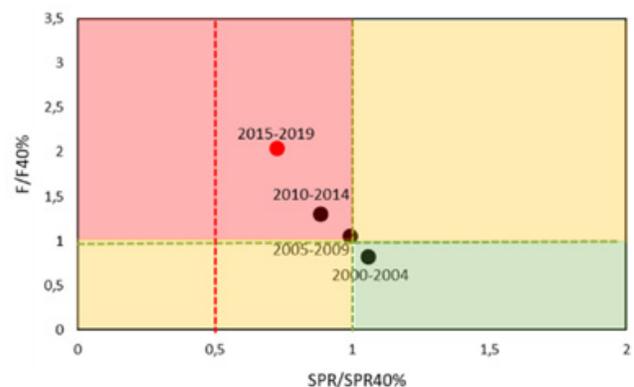
#### Resumen

El análisis del estado de explotación del recurso loco en la zona norte se realizó en dos unidades geográficas, subpoblaciones adyacentes propuestas por Garavelli y colaboradores en 2014. La primera zona comprendida entre Arica (18°S) y la Península de Mejillones, en la región de Antofagasta (23°S) y la segunda zona entre esta península y Carrizal Bajo (28°S), en la región de Atacama (**Figura 9**). Para realizar el análisis se consideró la información histórica de 30 y 39 AMERB, respectivamente, que corresponden a las áreas que registraban información del recurso. Tomando como punto de referencia objetivo el 40% del Potencial Reproductivo del recurso, en la primera unidad geográfica se encuentra en sobreexplotación y con sobrepesca, en cambio, en la segunda unidad geográfica se encuentra en plena explotación y sin sobrepesca. En la primera unidad geográfica se recomienda que se aplique un enfoque precautorio en la definición de cuotas de extracción de las áreas de manejo y mayor control de la pesca ilegal tanto dentro como fuera de las AMERB.

**Figura 9.** Mapa de ubicación de subunidades poblacionales definidas por Garavelli y colaboradores (2014)<sup>2</sup>. Los números en la figura indican porcentaje de retención (en la costa) o intercambio (en rectángulo) de larvas de loco. “Los números en la figura indican porcentaje de autorreclutamiento de larvas de loco dentro de la subunidad poblacional. En el rectángulo se indica el porcentaje de intercambio de larvas entre subunidades poblacionales. La zona amarilla corresponde a la subunidad poblacional 1 con 88% de autoreclutamiento y la zona verde a la subunidad poblacional 2 con 89% de autoreclutamiento”.

#### Resultados

Utilizando un valor del 40 % del Potencial Reproductivo del Stock (SPR) como Punto de Referencia Objetivo (PRO), la primera sub unidad poblacional evaluada presenta, desde el 2005, una condición de sobreexplotación y sobrepesca, con valores de SPR por debajo de lo esperado (27% por debajo del objetivo de manejo ( $SPR/SPR_{40\%} = 0.73$ ) y Mortalidad por Pesca (F) más altas de lo considerado sustentable para esta pesquería ( $F/F_{40\%} = 2.04$ ; **Figura 10**; **Tabla 2**).



**Figura 10.** Diagrama de fase del recurso loco correspondiente a la primera subunidad poblacional.

<sup>2</sup>Garavelli, L., Kaplan, D.M., Colas, F., Stotz, W., Yannicelli, B., Lett, C., 2014. Identifying appropriate spatial scales for marine conservation and management using a larval dispersal model: The case of *Concholepas concholepas* (loco) in Chile. Prog. Oceanogr. 124, 42–53. doi:10.1016/j.pcean.2014.03.011.

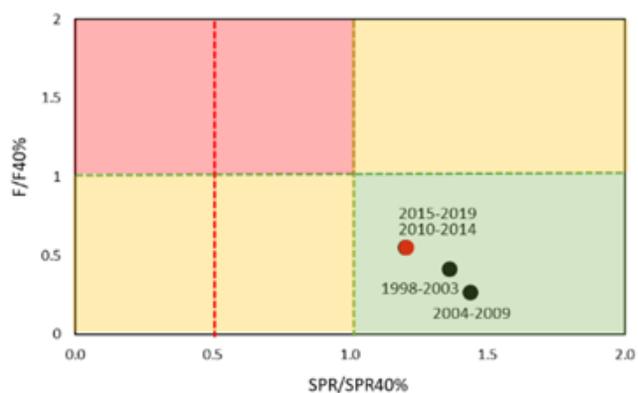
**Tabla 2.**

VARIABLES POBLACIONALES DEL RECURSO LOCO POR PERIODO (CADA 5 AÑOS). PRIMERA SUBUNIDAD POBLACIONAL.

| Años      | SPR <sub>40%</sub> | SPR  | F <sub>40%</sub> | F    | F/F <sub>40%</sub> | SPR/SPR <sub>40%</sub> |
|-----------|--------------------|------|------------------|------|--------------------|------------------------|
| 2000-2004 | 0,40               | 0,42 | 0,91             | 0,75 | 0,82               | 1,06                   |
| 2005-2009 | 0,40               | 0,40 | 0,82             | 0,86 | 1,05               | 0,99                   |
| 2010-2014 | 0,40               | 0,35 | 0,39             | 0,51 | 1,30               | 0,89                   |
| 2015-2019 | 0,40               | 0,29 | 0,40             | 0,82 | 2,04               | 0,73                   |

La segunda subunidad poblacional evaluada, históricamente se ha mantenido en una condición favorable de explotación, catalogándose en general en un estado de plena explotación y sin sobrepesca, con valores de SPR y Mortalidad por Pesca (F) consistentes con el desempeño de una pesquería sustentable; **Tabla 2**), donde el potencial reproductivo se encuentra un 20% sobre el valor de referencia ( $SPR/SPR_{40\%}=1.20$ ) y sin exceder los niveles de mortalidad por pesca de referencia ( $F/F_{40\%}=0.55$ ; **Figura 11, Tabla 3**).

Dada la incertidumbre asociada a la talla de primera madurez sexual y a la relación stock recluta implícita se realizaron análisis de sensibilidad, indicando para ambas subunidades poblacionales, que el riesgo de mantener o caer a un estado de sobreexplotación aumenta en la medida que la talla de primera madurez es mayor (> 50 mm), y cuando existe un mayor grado de relación entre los parentales y los reclutas (steepness ( $h$ ) < 0.9).



**Figura 11.** Diagrama de fase del recurso loco correspondiente a la segunda subunidad poblacional.

**Tabla 3.**

VARIABLES POBLACIONALES DEL RECURSO LOCO POR PERIODO (CADA 5 AÑOS). SEGUNDA SUBUNIDAD POBLACIONAL.

| Años      | SPR <sub>40%</sub> | SPR  | F <sub>40%</sub> | F    | F/F <sub>40%</sub> | SPR/SPR <sub>40%</sub> |
|-----------|--------------------|------|------------------|------|--------------------|------------------------|
| 1998-2003 | 0,40               | 0,54 | 0,63             | 0,26 | 0,42               | 1,36                   |
| 2004-2009 | 0,40               | 0,57 | 1,08             | 0,28 | 0,26               | 1,44                   |
| 2010-2014 | 0,40               | 0,48 | 0,82             | 0,45 | 0,55               | 1,20                   |
| 2015-2019 | 0,40               | 0,48 | 0,81             | 0,44 | 0,55               | 1,20                   |

### Conclusiones y recomendaciones

Considerando que la condición del recurso loco de la primera unidad geográfica, entre Arica y Península Mejillones, se encuentra en un estado de sobreexplotación y sobrepesca, se recomienda que se aplique un enfoque precautorio en la definición de cuotas de extracción de las áreas de manejo y mayor control de la pesca ilegal tanto dentro como fuera de AMERB.

### 3.2 Acciones complementarias para propuesta de manejo pesquería algas pardas

#### Resumen

El presente documento contiene los resultados de las actividades realizadas en el marco del objetivo “Acciones complementarias para propuesta de manejo de pesquerías de algas pardas”, el cual se estructuró en tres etapas: a) monitoreo de especies estructuradoras de hábitat (algas pardas) en las AMERB Quintay A, Quintay B, Ventana, Cobquecura, Chaihuin, Chauman y Playa Ranque (zona centro-sur de Chile) a través de evaluaciones directas de huiro negro, cochayuyo y huiro palo; b) determinación de la relación talla-peso de huiro negro y huiro palo por AMERB en la región de Atacama y Coquimbo, las cuales servirán para estimar la biomasa (expresada en Kg de alga húmeda por m<sup>2</sup>) de algas pardas evaluadas a través de muestreos no destructivos; y c) análisis de las condiciones oceanográficas en términos de temperatura superficial del mar (TSM) en las costas del país y en 11 AMERB a lo largo de Chile.

#### Resultados

##### a. Monitoreo de Especies estructuradoras de hábitat (algas pardas)

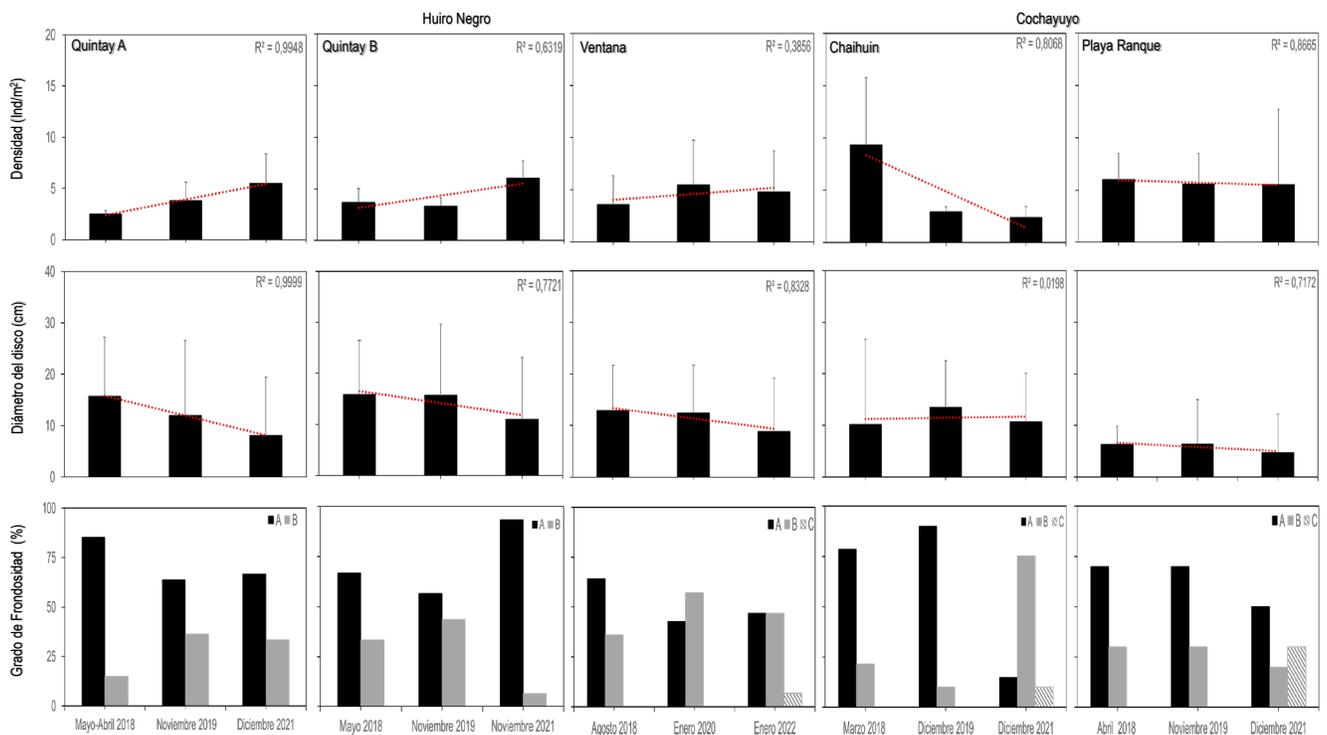
Los análisis de las evaluaciones directas revelaron que las praderas de huiro negro en la región de Valparaíso podrían estar reflejando un ingreso de reclutas asegurando la abundancia de la población, a pesar de la existencia de una tendencia a la disminución de individuos de mayor tamaño sin afectar la sustitución poblacional. Para el recurso cochayuyo en la región de los Ríos se manifestó una tendencia a la disminución poblacional y predominancia de individuos juveniles con un bosque y/o pradera con mezcla de individuos de distintos follajes (**Figura 12**). Mientras que en el caso de huiro palo, se manifestó una tendencia al crecimiento poblacional y predominancia de individuos adultos con un bosque con capacidad de renovación poblacional optima (**Figura 13 y 14**).

##### b. Determinación de las relaciones talla-peso

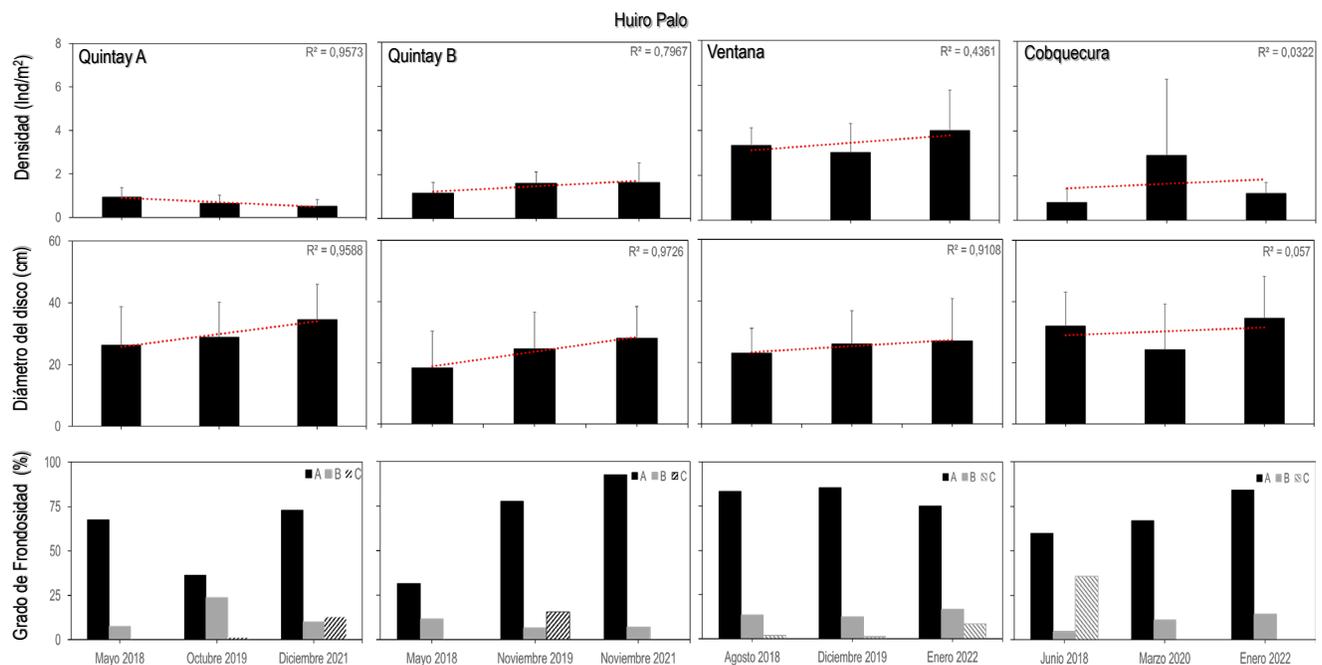
De acuerdo a los análisis, los valores se ajustaron de mejor forma a una relación potencial con el diámetro del disco como predictor morfométrico de biomasa. En la región de Atacama, se obtuvieron valores de R<sup>2</sup> entre 0,41-0,85 con valores estimados de los parámetros entre 0,001-0,128 y 1,375-2,96 para a y b respectivamente para el huiro negro. Para el huiro palo, se obtuvieron R<sup>2</sup> entre 0,19-0,86, con valores estimados del parámetro a entre 0,006-1,305 y b entre 0,556-2,573 (**Tabla 5**). En la región de Coquimbo, se obtuvieron valores estimados de los parámetros entre 0,001-0,340 y 1,188-3,040 para a y b respectivamente, y R<sup>2</sup> entre 0,37-0,95 en el caso del huiro negro; mientras que en el caso del huiro palo, los valores de los parámetros fluctuaron entre 0,00005-0,3123 para a y 1,122-3,539 para b, con R<sup>2</sup> entre 0,34-0,42 (**Tabla 6**).

##### c. Análisis de las variables ambientales

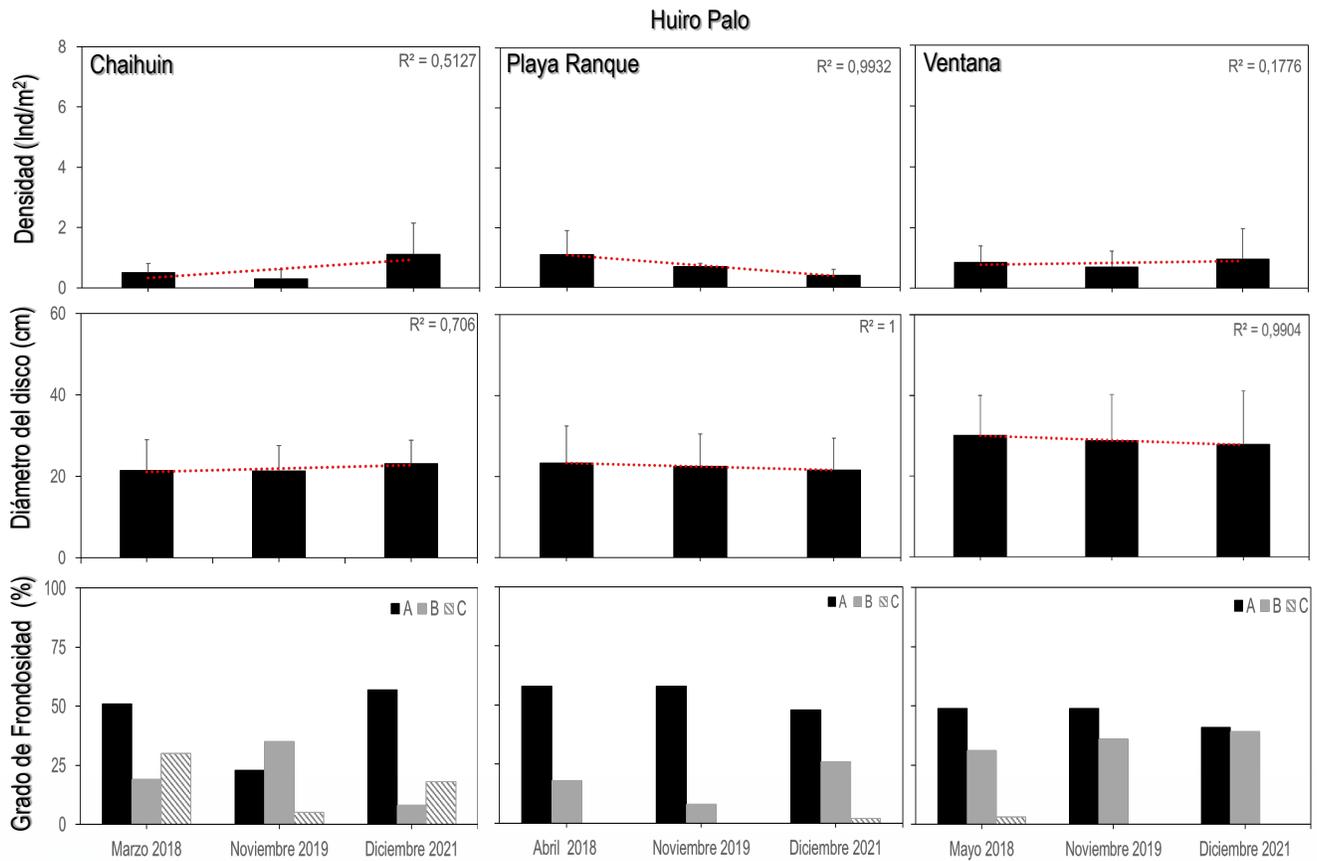
A nivel regional, la NOAA mantuvo el estatus del sistema de alerta del ENOS como “Advertencia de la Niña” de octubre 2021 a marzo 2022. Durante este período, a nivel local se observaron principalmente condiciones frías con anomalías de temperatura superficial (ATSM) negativas en la zona norte (18°S-26°S), mientras que en la zona sur (34°S-40°S) se observaron condiciones neutrales con ATSM cercanas al promedio histórico. A nivel de AMERB, se observó una fuerte estacionalidad en las estaciones de la zona centro-norte (Punta El Yeso, Carrizal Bajo, Chañaral de Aceituno, Chungungo, Los Vilos C). Las TSM más altas se registraron en el AMERB Pisagua y Punta El Yeso durante septiembre-diciembre 2021. Fuertes fluctuaciones se observaron en AMERB Chañaral de Aceituno probablemente debido a la influencia del viento que incremento estacionalmente (de Atacama a Coquimbo). Las TSM disminuyeron gradualmente hacia el sur de Ventana, observándose TSM promedio menores a 13°C. En el sector Ahuí, las TSM están influenciadas por la exposición al oleaje y orientación (**Figura 15**). Los resultados preliminares obtenidos del monitoreo ambiental (TSM) muestran efectos menores en los huirales, sin observarse una tendencia entre la densidad y/o morfología de las algas con la TSM y ATSM.



**Figura 12.** Densidad promedio (ind/m<sup>2</sup>), diámetro del disco promedio (cm) y grado de frondosidad (%) de individuos de huiro negro (*Lessonia spicata*) en las AMERB Quintay A, Quintay B, Ventana y cochayuyo (*Durvillaea antarctica*) en las AMERB Chaihuin y Playa Ranque.



**Figura 13.** Densidad promedio (ind/m<sup>2</sup>), diámetro del disco promedio (cm) y grado de frondosidad (%) de individuos de huiro palo (*Lessonia trabeculata*) en las AMERB Quintay A, Quintay B, Ventana y Cobquecura



**Figura 14.** Densidad promedio (ind/m<sup>2</sup>), diámetro del disco promedio (cm) y grado de frondosidad (%) de individuos de huiro palo (*Lessonia trabeculata*) en las AMERB Chaihuin, Playa Ranque y Chauman



Tabla 5.

Parámetros estimados para el modelo de regresión potencial para huiro negro y huiro palo en la región de Atacama.

| AMERB                         | Comuna   | Longitud   | Latitud    | Huiro Negro |       |       |                | Huiro Palo |       |       |                |
|-------------------------------|----------|------------|------------|-------------|-------|-------|----------------|------------|-------|-------|----------------|
|                               |          |            |            | n           | Alpha | Beta  | R <sup>2</sup> | n          | Alpha | Beta  | R <sup>2</sup> |
| Caleta Pan de Azucar          | Chañaral | -70,658708 | -26,097091 | 198         | 0,037 | 1,782 | 0,43           | NA         | NA    | NA    | NA             |
| Punta Flamenco                | Chañaral | -70,707568 | -26,529245 | 351         | 0,007 | 2,182 | 0,71           | 172        | 0,169 | 1,246 | 0,23           |
| Punta Roca Baja               | Chañaral | -70,696821 | -26,54563  | 444         | 0,012 | 2,106 | 0,59           | 271        | 1,305 | 0,556 | 0,19           |
| Torres del Inca               | Chañaral | -70,706295 | -26,60673  | 865         | 0,058 | 1,738 | 0,55           | 181        | 0,107 | 1,056 | 0,66           |
| Los Huirales                  | Chañaral | -70,719677 | -26,636556 | 252         | 0,011 | 2,236 | 0,63           | 358        | 0,03  | 1,832 | 0,7            |
| Punta Obispo                  | Chañaral | -70,755035 | -26,716392 | 464         | 0,047 | 1,697 | 0,71           | 88         | 0,012 | 2,077 | 0,52           |
| Punta Frodden                 | Caldera  | -70,802239 | -26,941392 | 109         | 0,035 | 1,892 | 0,53           | NA         | NA    | NA    | NA             |
| El Cisne Sector A             | Caldera  | -70,971967 | -27,245834 | NA          | NA    | NA    | NA             | 166        | 0,012 | 2,018 | 0,73           |
| El Cisne Sector B             | Caldera  | -70,958636 | -27,265945 | 438         | 0,001 | 2,916 | 0,85           | 484        | 0,006 | 2,573 | 0,86           |
| Puerto Viejo B                | Caldera  | -70,986369 | -27,336774 | NA          | NA    | NA    | NA             | 113        | 0,017 | 1,845 | 0,65           |
| Puerto Viejo                  | Caldera  | -70,975514 | -27,346802 | NA          | NA    | NA    | NA             | 221        | 0,092 | 1,345 | 0,58           |
| Puerto Viejo C                | Caldera  | -70,97996  | -27,361105 | NA          | NA    | NA    | NA             | 110        | 0,013 | 1,952 | 0,73           |
| Punta Copiapó                 | Caldera  | -70,948988 | -27,333275 | 424         | 0,025 | 1,866 | 0,54           | 327        | 0,231 | 1,122 | 0,5            |
| Guanillos                     | Caldera  | -70,91057  | -27,598231 | 226         | 0,007 | 2,357 | 0,68           | 125        | 0,033 | 1,546 | 0,75           |
| Pajonales                     | Copiapó  | -71,042939 | -27,69183  | 1033        | 0,018 | 2,032 | 0,62           | 817        | 0,013 | 2,051 | 0,55           |
| El Totoral Sector C           | Copiapó  | -71,0947   | -27,811347 | 596         | 0,031 | 1,81  | 0,74           | 141        | 0,014 | 1,941 | 0,71           |
| El Totoral Sector B           | Copiapó  | -71,089428 | -27,821603 | 887         | 0,012 | 2,146 | 0,74           | 121        | 0,018 | 1,956 | 0,44           |
| El Totoral Sector A           | Copiapó  | -71,103404 | -27,843135 | 1211        | 0,018 | 1,998 | 0,65           | 294        | 0,024 | 1,81  | 0,65           |
| Carrizal Bajo                 | Huasco   | -71,151537 | -28,054139 | 449         | 0,042 | 1,765 | 0,81           | 1152       | 0,01  | 2,05  | 0,76           |
| Carrizal Bajo Sector B        | Huasco   | -71,153136 | -28,080148 | 319         | 0,06  | 1,639 | 0,41           | 770        | 0,015 | 1,894 | 0,69           |
| Caleta Angosta                | Huasco   | -71,159982 | -28,207363 | 991         | 0,013 | 2,163 | 0,57           | 631        | 0,071 | 1,516 | 0,59           |
| Los Toyos                     | Huasco   | -71,176271 | -28,373384 | 116         | 0,003 | 2,575 | 0,73           | 70         | 0,006 | 2,296 | 0,85           |
| El Bronce Sector C            | Freirina | -71,29406  | -28,659638 | 1825        | 0,034 | 1,824 | 0,5            | 985        | 0,015 | 1,868 | 0,54           |
| Chañaral de Aceituno Sector B | Freirina | -71,516883 | -28,985633 | 318         | 0,033 | 1,785 | 0,54           | 317        | 0,046 | 1,542 | 0,44           |
| Chañaral de Aceituno          | Freirina | -71,499839 | -29,08205  | 421         | 0,128 | 1,375 | 0,52           | 425        | 0,094 | 1,4   | 0,47           |
| Chañaral de Aceituno Sector C | Freirina | -71,49348  | -29,137745 | 546         | 0,014 | 2,071 | 0,58           | 545        | 0,023 | 1,661 | 0,6            |

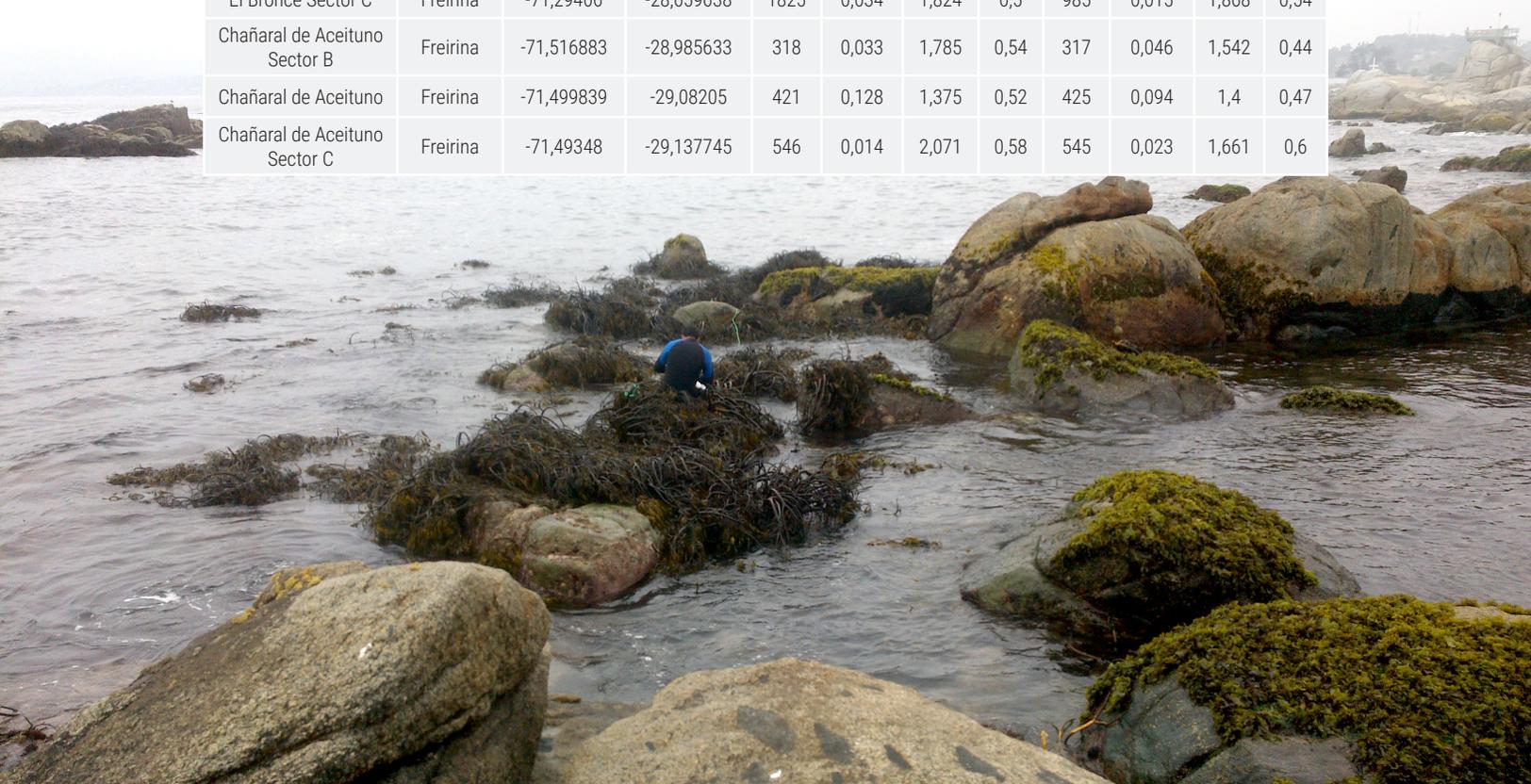
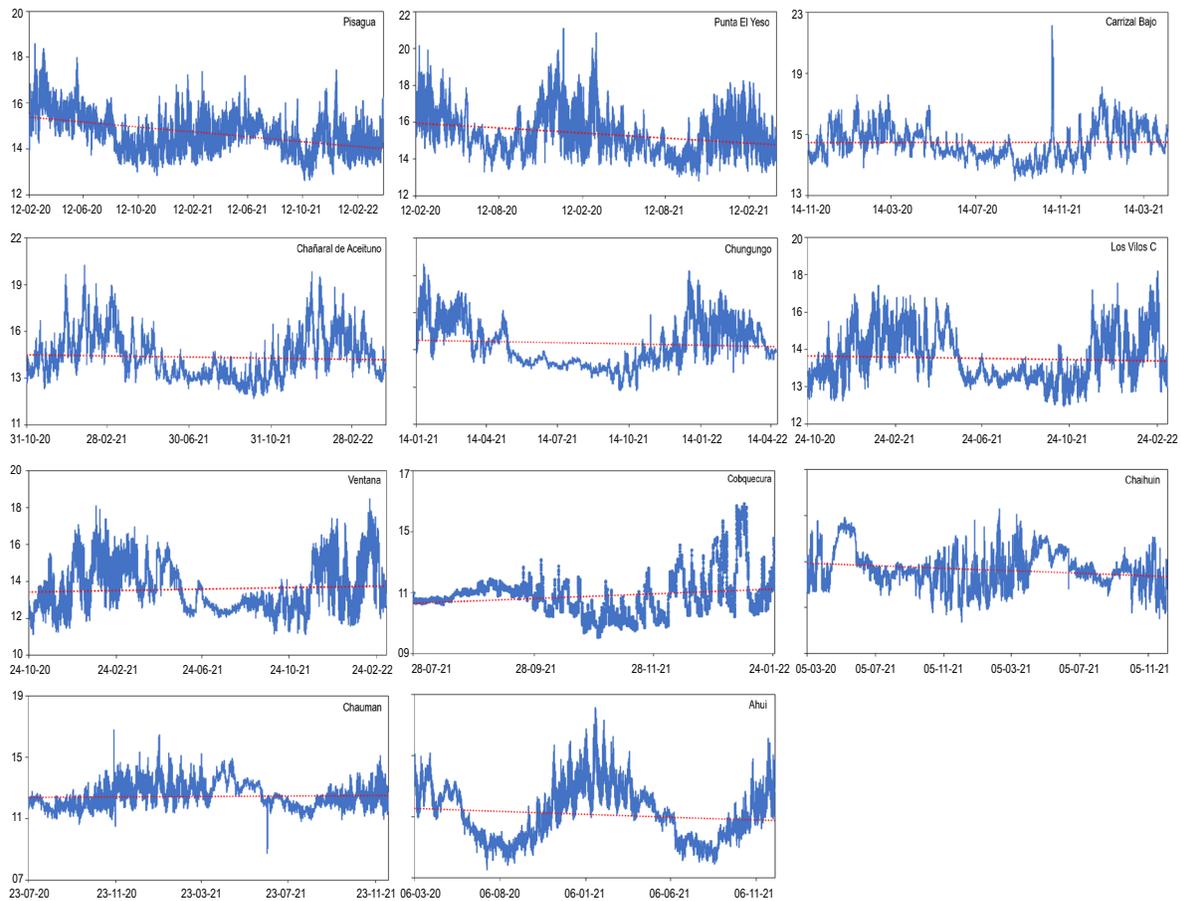


Tabla 6.

Parámetros estimados para el modelo de regresión potencial para huero negro y huero palo en la región de Coquimbo.

| AMERB                       | Comuna     | Longitud   | Latitud    | Huero Negro |       |      |                | Huero Palo |        |       |                |
|-----------------------------|------------|------------|------------|-------------|-------|------|----------------|------------|--------|-------|----------------|
|                             |            |            |            | n           | Alpha | Beta | R <sup>2</sup> | n          | Alpha  | Beta  | R <sup>2</sup> |
| Apolillado                  | La Higuera | -71,49036  | -29,20096  | 716         | 0,041 | 1,70 | 0,68           | 299        | 0,076  | 2,058 | 0,82           |
| La Peña                     | La Higuera | -71,33735  | -29,376287 | 220         | 0,028 | 1,93 | 0,82           | 126        | 0,21   | 1,21  | 0,56           |
| Chungungo Sector D          | La Higuera | -71,32685  | -29,418874 | 700         | 0,015 | 1,99 | 0,61           | 649        | 0,029  | 1,702 | 0,56           |
| Chungungo Sector C          | La Higuera | -71,31046  | -29,429839 | 414         | 0,053 | 1,68 | 0,51           | NA         | NA     | NA    | NA             |
| Chungungo Sector E          | La Higuera | -71,30735  | -29,442858 | 1132        | 0,023 | 1,90 | 0,51           | 359        | 0,041  | 1,606 | 0,61           |
| Chungungo Sector A          | La Higuera | -71,31606  | -29,458203 | 246         | 0,070 | 1,54 | 0,58           | NA         | NA     | NA    | NA             |
| Temblador                   | La Higuera | -71,31796  | -29,466353 | 268         | 0,085 | 1,52 | 0,53           | 309        | 0,027  | 1,905 | 0,58           |
| Hornos Sector B, IV         | La Higuera | -71,32029  | -29,573719 | 211         | 0,044 | 1,74 | 0,63           | 348        | 0,032  | 1,647 | 0,92           |
| Hornos                      | La Higuera | -71,30013  | -29,617759 | 193         | 0,069 | 1,54 | 0,53           | 512        | 0,025  | 1,934 | 0,86           |
| Las Minitas                 | La Serena  | -71,31978  | -29,667693 | 111         | 0,088 | 1,56 | 0,53           | NA         | NA     | NA    | NA             |
| Punta Teatinos              | La Serena  | -71,30691  | -29,821776 | 209         | 0,065 | 1,60 | 0,61           | NA         | NA     | NA    | NA             |
| El Panul                    | Coquimbo   | -71,38900  | -29,987708 | 278         | 0,012 | 2,01 | 0,41           | 373        | 0,006  | 2,34  | 0,58           |
| Totalalillo Centro Sector A | Coquimbo   | -71,38509  | -30,06050  | 240         | 0,009 | 2,26 | 0,70           | NA         | NA     | NA    | NA             |
| Totalalillo Centro Sector B | Coquimbo   | -71,38195  | -30,093463 | 245         | 0,021 | 1,96 | 0,52           | NA         | NA     | NA    | NA             |
| Punta Lengua Vaca, IV       | Coquimbo   | -71,66054  | -30,292824 | 342         | 0,012 | 2,00 | 0,50           | 484        | 0,013  | 1,921 | 0,37           |
| Total                       | Ovalle     | -71,67780  | -30,366523 | 220         | 0,004 | 2,57 | 0,57           | NA         | NA     | NA    | NA             |
| Tarcaruca                   | Ovalle     | -71,69538  | -30,471707 | 260         | 0,035 | 1,85 | 0,66           | 425        | 0,03   | 1,748 | 0,52           |
| Tarcaruca Sector B          | Ovalle     | -71,69480  | -30,491478 | 299         | 0,137 | 1,50 | 0,55           | 46         | 0,049  | 1,559 | 0,73           |
| Tarcaruca Sector C          | Ovalle     | -71,69497  | -30,511063 | 70          | 0,014 | 1,92 | 0,95           | 70         | 0,323  | 1,201 | 0,43           |
| El Sauce Sector B           | Ovalle     | -71,69593  | -30,531605 | 152         | 0,013 | 2,16 | 0,42           | 95         | 0,006  | 2,189 | 0,8            |
| El Sauce                    | Ovalle     | -71,70396  | -30,554429 | 280         | 0,075 | 1,68 | 0,65           | 295        | 0,024  | 1,839 | 0,7            |
| Limari                      | Ovalle     | -71,71033  | -30,729471 | 230         | 0,034 | 1,86 | 0,61           | 139        | 0,015  | 2,011 | 0,62           |
| Talquilla                   | Ovalle     | -71,68445  | -30,878198 | 412         | 0,065 | 2,59 | 0,74           | 339        | 0,0002 | 3,296 | 0,75           |
| Punta de Talca              | Ovalle     | -71,67640  | -30,932576 | 391         | 0,048 | 1,85 | 0,46           | 281        | 0,0001 | 3,467 | 0,73           |
| La Cebada                   | Ovalle     | -71,65310  | -30,982175 | 388         | 0,017 | 2,12 | 0,73           | 354        | 0,019  | 1,919 | 0,67           |
| La Cebada Sector B          | Ovalle     | -71,66163  | -31,038652 | 403         | 0,015 | 2,10 | 0,76           | 329        | 0,009  | 2,13  | 0,62           |
| Sierra Sector B             | Ovalle     | -71,65835  | -31,097041 | 288         | 0,014 | 2,14 | 0,46           | 299        | 0,012  | 2,029 | 0,68           |
| Sierra                      | Ovalle     | -71,66493  | -31,139413 | 159         | 0,021 | 1,99 | 0,61           | 169        | 0,004  | 2,334 | 0,75           |
| Mantos de Hornillo          | Ovalle     | -71,66024  | -31,186055 | 257         | 0,121 | 1,38 | 0,38           | 385        | 0,298  | 1,122 | 0,34           |
| Maitencillo, IV             | Canela     | -71,63911  | -31,271549 | 306         | 0,005 | 2,70 | 0,87           | 451        | 0,009  | 2,074 | 0,68           |
| Maitencillo Sector B        | Canela     | -71,63742  | -31,302321 | NA          | NA    | NA   | NA             | 242        | 7e-05  | 3,539 | 0,88           |
| Caleta Illapel              | Canela     | -71,63863  | -31,286399 | 116         | 0,008 | 2,35 | 0,75           | 214        | 0,178  | 1,242 | 0,46           |
| Puerto Oscuro               | Canela     | -71,60994  | -31,407712 | 249         | 0,064 | 1,65 | 0,64           | 325        | 0,051  | 1,593 | 0,68           |
| Puerto Oscuro Sector B      | Canela     | -71,59484  | -31,444377 | 67          | 0,215 | 1,49 | 0,66           | 281        | 0,024  | 1,889 | 0,49           |
| Puerto Manso                | Canela     | -71,575716 | -31,518741 | 157         | 0,044 | 1,80 | 0,68           | 69         | 0,014  | 1,921 | 0,45           |
| Huentelauquen               | Canela     | -71,555844 | -31,659873 | 362         | 0,012 | 2,37 | 0,76           | 357        | 0,0001 | 3,439 | 0,85           |
| Los Lilenes                 | Los Vilos  | -71,542918 | -31,828698 | 329         | 0,072 | 1,70 | 0,85           | 698        | 0,001  | 2,914 | 0,81           |
| Cabo Tablas                 | Los Vilos  | -71,560285 | -31,848877 | 414         | 0,054 | 1,79 | 0,80           | 488        | 0,012  | 2,004 | 0,79           |
| Punta Penitente Sector A    | Los Vilos  | -71,517586 | -31,855636 | 315         | 0,053 | 1,80 | 0,81           | 249        | 0,004  | 2,431 | 0,81           |
| Punta Penitente Sector B    | Los Vilos  | -71,515564 | -31,863452 | 211         | 0,340 | 1,19 | 0,64           | 267        | 0,006  | 2,204 | 0,71           |
| Los Vilos Sector A          | Los Vilos  | -71,526858 | -31,90602  | 306         | 0,066 | 1,72 | 0,80           | 979        | 0,002  | 2,458 | 0,74           |
| Los Vilos Sector B          | Los Vilos  | -71,524804 | -31,915264 | 131         | 0,001 | 3,04 | 0,81           | 179        | 0,001  | 2,89  | 0,81           |
| Los Vilos Sector C          | Los Vilos  | -71,521958 | -31,928015 | 251         | 0,016 | 1,98 | 0,55           | 131        | 0,04   | 1,635 | 0,52           |
| La Cachina                  | Los Vilos  | -71,524052 | -31,94643  | 242         | 0,132 | 1,36 | 0,37           | 181        | 0,174  | 1,18  | 0,55           |
| Los Lobos                   | Los Vilos  | -71,51367  | -31,952828 | NA          | NA    | NA   | NA             | 125        | 0,079  | 1,421 | 0,67           |
| Cascabeles Sector B         | Los Vilos  | -71,495563 | -31,969129 | 396         | 0,015 | 2,19 | 0,50           | 297        | 0,0004 | 3,06  | 0,79           |
| Cascabeles                  | Los Vilos  | -71,508208 | -31,985728 | 272         | 0,014 | 2,18 | 0,54           | 306        | 0,005  | 2,298 | 0,7            |
| Totalalillo Sur             | Los Vilos  | -71,518405 | -32,016127 | 183         | 0,010 | 2,19 | 0,82           | NA         | NA     | NA    | NA             |
| Palo Colorado               | Los Vilos  | -71,523851 | -32,047901 | 331         | 0,176 | 1,34 | 0,55           | 336        | 0,027  | 1,83  | 0,47           |
| Totalalillo Sur Las Plailas | Los Vilos  | -71,529297 | -32,086913 | 210         | 0,011 | 2,31 | 0,64           | NA         | NA     | NA    | NA             |
| Pichidangui                 | Los Vilos  | -71,533958 | -32,144009 | 125         | 0,001 | 2,90 | 0,85           | 253        | 0,001  | 2,812 | 0,74           |
| Pichidangui Sector B        | Los Vilos  | -71,535317 | -32,167855 | 259         | 0,003 | 2,90 | 0,90           | 388        | 0,001  | 2,908 | 0,72           |



**Figura 15.** Series de tiempo de la TSM (°C) en las AMERB Pisagua, Punta El Yeso, Carrizal Bajo, Chañaral de Aceituno C, Chungungo, Los Vilos C, Ventana, Cobquecura, Chaihuin, Chauman y Sector Ahuí

## Conclusiones

- Desde el punto de vista ecológico y ambiental, las evaluaciones directas de algas pardas en AMERB de la zona centro-sur permitieron comparar las condiciones de densidad y estructura de tamaños (representada por el diámetro del disco) de las praderas de algas pardas (huir negro, cochayuyo y huir palo) entre 2018-2021. El análisis de ambas variables es importante para conocer el estado poblacional de estos tres recursos, y pueden ser consideradas como un buen indicador para evaluar el grado de sustentabilidad.
- Respecto a la estimación del crecimiento en peso en función del diámetro del disco, de huir negro y huir palo en las regiones de Atacama y Coquimbo, los análisis mostraron un patrón a nivel local (por AMERB), obteniéndose el mejor ajuste con el modelo de regresión potencial. Esta función tiene un ajuste significativo que es útil para estimar la biomasa individual de algas pardas evaluadas a través de muestreos no destructivos
- Es importante continuar con el monitoreo ambiental (TSM) para dar más robustez a los resultados preliminares de vinculación entre el estado de las praderas de algas y los cambios de TSM, para que en el mediano y largo plazo permitan hacer inferencias de como la temperatura podría afectar los patrones densidad y/o morfología de las algas, así como también evaluar los efectos del ENOS a nivel local (AMERB).

### 3.4 Caracterización de la conectividad larval de recursos bentónicos

#### Resumen

Comprender los procesos de dispersión larval y conectividad entre AMERB permite evaluar si las acciones de manejo implementadas en un área particular podrían afectar o favorecer la sustentabilidad de otras AMERB con las que se intercambian larvas. En este proyecto, se implementaron mejoras en una interfaz web de modelación biofísica desarrollada para facilitar la modelación de la dispersión larval de diversas especies bentónicas y se realizó una modelación hidrodinámica de alta resolución espacial y alta resolución temporal para comprender los procesos de dispersión y retención que ocurren en las zonas costeras frente a las comunas de Fresia, Los Muermos, Maullín y Ancud, zona de gran importancia para las pesquerías bentónicas en Régimen

AMERB, donde se extrae el 44% de la cuota del recurso Loco. Además, se modeló y simuló el transporte y dispersión larval de las especies de invertebrados *Fissurella nigra*, *Loxechinus albus*, *Concholepas concholepas* y *Mesodesma donacium* en esta zona y se generaron rutinas para análisis de conectividad mediante teoría de grafos. Además, se modeló y simuló la dispersión y conectividad larval de estas especies en otros dominios hidrodinámicos desarrollados en proyectos pasados. La modelación en alta resolución permitió observar patrones de conectividad de norte a sur que no son observados en modelos con menor resolución, donde sólo se observa la dispersión de sur a norte.

#### Resultados

Se mejoró la interfaz web de modelación biofísica de invertebrados bentónicos (**Figura 16**). Esta interfaz permite elegir el modelo hidrodinámico de un conjunto de modelos disponibles, definir los sitios de salida de las larvas, seleccionar el periodo de tiempo en que las larvas estarán en el agua e ingresar las características de historia de vida de las larvas, como conductas de migración vertical, duración de la larva y profundidad, entre otras.

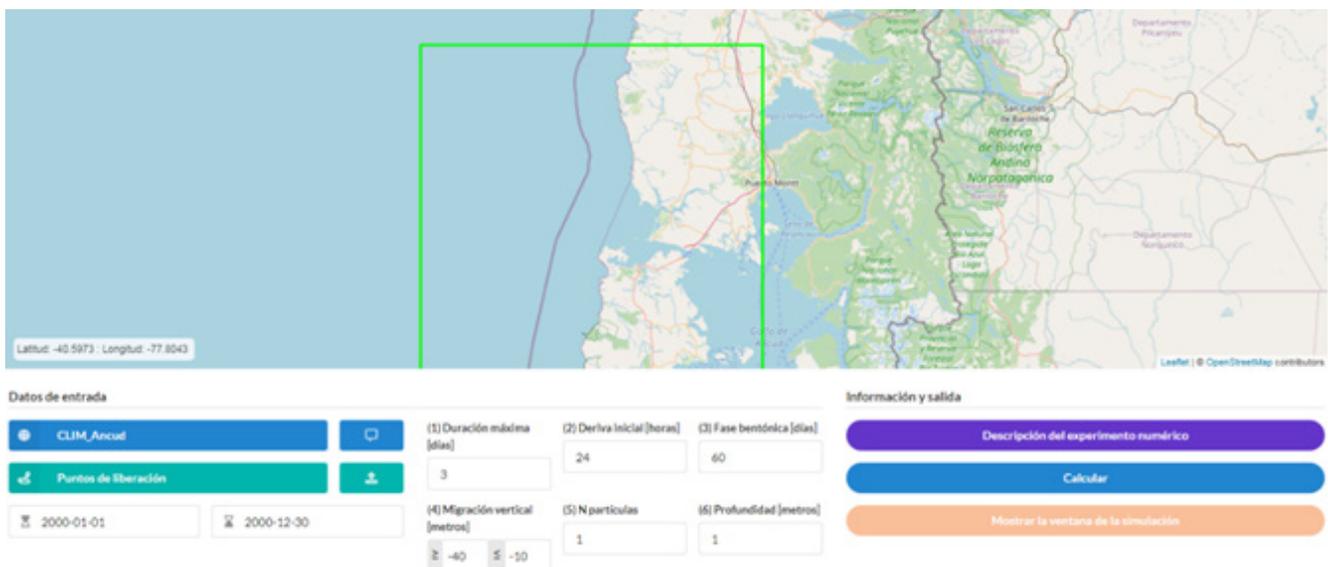
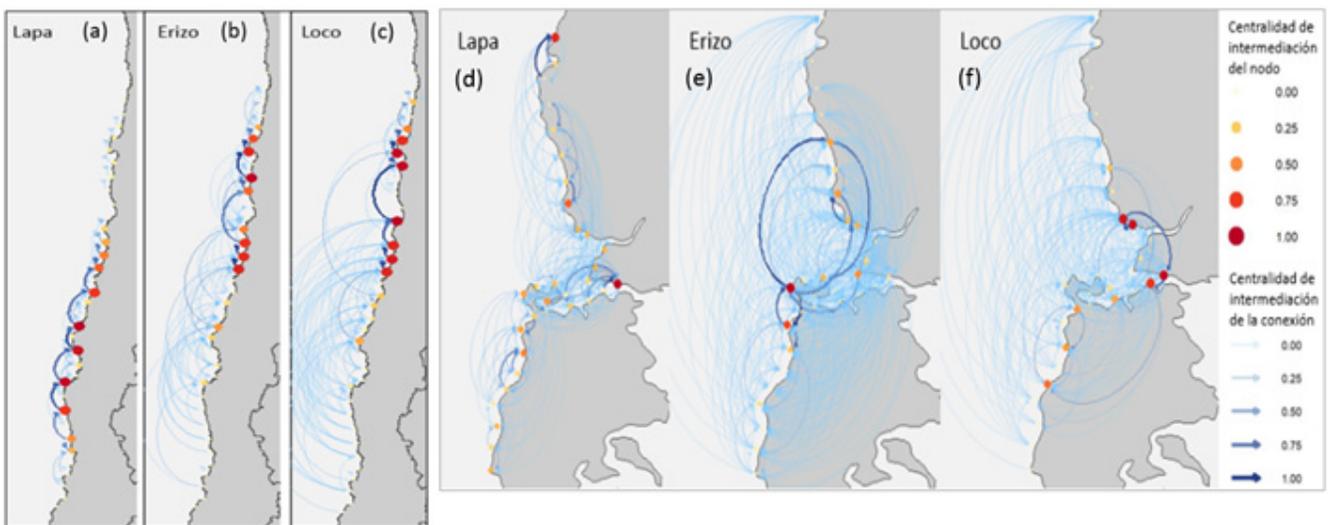


Figura 16. Interfaz web de modelación biofísica versión 6.1

Las simulaciones de dispersión larval mostraron un mosaico de escenarios de conectividad y autoreclutamiento entre sitios, tanto en modelos de baja resolución como de alta resolución. A pesar de la presencia de sitios con muy alto autoreclutamiento en el modelo Fresia-Ancud y en el modelo Freirina-Coquimbo, superior al 80% en algunos casos, en el modelo Fresia-Ancud se observó una importante conectividad entre sitios, con un giro centrado en la unión entre el Canal de Chacao y el océano Pacífico (Figura 17). La escala

espacial de la dispersión larval sería mayor en erizo y loco que en lapas. Los análisis de conectividad usando teoría de grafos mostraron la presencia de nodos críticos para sostener la conectividad de las poblaciones. Los análisis en el modelo de alta resolución Fresia-Ancud mostraron relaciones de conectividad de norte a sur que no se habían observado en los modelos con más baja resolución, donde sólo se observaba la conectividad sur a norte.



**Figura 17.** Relaciones de conectividad larval marina entre AMERB, en los dominios geográficos Antofagasta a Valparaíso (a-c) y Fresia a Ancud (d-f) para las especies *Fissurella latimarginata* (a), *Fissurella nigra* (d), *Loxechinus albus* (b, e) y *Concholepas Concholepas* (c, f). Las flechas a la izquierda de la línea de costa representan la conectividad por dispersión de larvas de sur a norte, mientras que las flechas a la derecha de la línea de costa representan la conectividad por dispersión larval de norte a sur, que sólo se observan en el modelo de alta resolución Fresia a Ancud. Círculos de mayor tamaño, de color rojo, representan sitios de mayor importancia para la conectividad larval marina de la zona.

## Recomendaciones

Se recomienda considerar la conectividad larval en el manejo pesquero, reconociendo que los límites de las unidades de pesquerías no son equivalentes a la escala poblacional de los recursos. Por lo tanto, se sugiere promover la colaboración entre organizaciones de pescadores artesanales de AMERB que comparten una misma unidad poblacional, así como con los titulares de planes de manejo, áreas marinas costeras de múltiples usos (AMCP-MU) y espacios marinos costeros para pueblos originarios (EMCPO). Además, se sugiere la identificación de áreas de pesca críticas para la sostenibilidad de la población - zonas fuente de larvas

y nodos críticos de conectividad- para focalizar en ellos gestiones para evitar la pesca ilegal, como inversión pública de apoyo a la vigilancia, y promover su protección ante posible daño ambiental, incluyendo a las AMERB en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Adicionalmente, en las zonas de estudio, aplicando el enfoque precautorio, se recomienda no autorizar el repoblamiento de lapas, erizos ni locos con individuos proveniente de localidades al norte o sur de las zonas identificadas como quiebres en la dispersión (28,8°S y 41,1°S) y viceversa, para evitar la potencial translocación de especies parásitas, enfermedades y mal-adaptaciones.

## Mas información

**IFOP Valparaíso:** Luis Ariz Abarca, [luis.ariz@ifop.cl](mailto:luis.ariz@ifop.cl), Blanco 839, Valparaíso, Fono: 32 2151500

**IFOP Coquimbo:** Álvaro Wilson Montecino, [alvaro.wilson@ifop.cl](mailto:alvaro.wilson@ifop.cl), Doctor Marín 340, Coquimbo, Fono:323-311239

**IFOP Ancud:** Alex González Villarroel, [alex.gonzalez@ifop.cl](mailto:alex.gonzalez@ifop.cl), Las Heras 871, Ancud, Fono: 32 2151500, Anexo 355





**BOLETÍN DE DIFUSIÓN**

Convenio Desempeño 2021

Programa de Seguimiento Pesquerías Bajo Régimen de Áreas de Manejo, 2021-2022

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Septiembre 2022

El Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) es una corporación de derecho privado, sin fines de lucro, que fue constituida en 1964 dependiente de la Corporación de Fomento de la Producción. En su primera etapa cumplió acciones de fomento de la pesca y la acuicultura, y luego se especializó como una organización científica para asesorar permanentemente al Estado y los usuarios con el fin de contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad pesquera y acuícola del país y la conservación de los ecosistemas marinos.

El IFOP posee dos grandes áreas de especialización, una ubicada en Valparaíso orientada a la investigación pesquera propiamente tal y la segunda en Puerto Montt asociada a la investigación acuícola. Además, la institución tiene una cobertura nacional, con sedes desde Arica a Punta Arenas, lo que le permite tener contacto directo con los diversos usuarios para poder efectuar adecuadamente la recopilación de datos pesqueros, biológicos y económicos asociados a la actividad extractiva de las diversas flotas, como también realizar investigaciones asociadas a la acuicultura y el medio ambiente.

La misión de nuestro instituto se concreta gracias al trabajo constante y permanente de los diversos equipos humanos que lo componen y con las importantes contribuciones de datos proporcionadas por los diversos usuarios del sector pesquero y acuícola de nuestro país.



[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)