

# INFORME FINAL

## PROYECTO FIPA 2021 – 36

“ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA, GESTIÓN Y MANEJO DE LA ANÉMONA DE MAR DEL GENERO *METRIDIUM* EN LAS LOCALIDADES DE MAULLIN Y CARELMAPU EN LA REGION DE LOS LAGOS”

PROPONENTE



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

SUBCONTRATO



Enero 2024



## RESUMEN

El presente documento constituye el Informe Final del proyecto FIPA 2021-36 “Estudio de la Ecología, Gestión y Manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos”.

Para la caracterización genética y morfológica solicitada en el objetivo específico 1, se obtuvieron muestras de *Metridium senile* desde parches diferenciados, en sustratos diferentes e identificando ejemplares de colores distintos desde las zonas: i) Punta Picuta, Canal Chacao, Maullín y Quemchi en la Región de Los Lagos, ii) islas Guaitecas en la Región de Aysén, iii) Punta Arenas en la Región de Magallanes y iv) Puerto Madryn en Argentina. Además, en la Región de Los Lagos se obtuvieron muestras de plancton para el análisis genético de larvas plánulas desde sectores en las comunas de Ancud, Quemchi y Maullín. El ADN obtenido fue amplificado por PCR mediante métodos estandarizados para 3 genes individuales, los cuales mostraron diferencias entre tipos de anemonas, los que corresponden a ITS, 28S y COIII. Las secuencias obtenidas para las muestras fueron editadas mediante BIOEDIT 7.2 y alineadas usando Clustal W. Las secuencias fueron comparadas entre ellas, utilizando grupos externos de comparación de otras especies cercanas, y además se utilizaron las bases de datos de Genbank para las diferentes especies de anthozoa distribuidas en el mundo. Los resultados con ambos genes analizados (COI y COIII) confirman la identificación de la especie *Metridium senile*, en todos los sectores muestreados en las comunas Ancud, Quemchi y Maullín (Región de Los Lagos) y en islas Guaitecas en la Región de Aysén. El plancton analizado muestra la presencia de larvas plánula de *M. senile* sólo en la bahía Ancud, entre larvas de peces, microalgas y cnidarios de otras especies. Para el análisis morfológico de *M. senile* se obtuvieron 10 ejemplares del sector Astillero en la comuna de Maullín. Se analizó la morfología externa y través de cortes histológicos se observó la morfología interna y estado reproductivo, registrando la existencia de tejido reproductivo (3 de los ejemplares presentaban ovocitos y 4 espermatozoides). Las mediciones de células por tipo cnidae y tejido de ejemplares recolectados en el mes de marzo confirman que la especie presente en el área de estudio es *M. senile*.

Para el objetivo específico 2 se realizó una revisión, sistematización y clasificación de la bibliografía sobre la especie *Metridium senile* con énfasis en el manejo y mitigación de daños e interacción con especies de importancia económica. Usando como palabra de búsqueda *Metridium senile* se identificaron 5220 títulos que la contenían, de los cuales se seleccionaron 80 para este objetivo. De acuerdo a la literatura consultada *M. senile* es una especie invasora que está ampliamente distribuida en el mundo y dada la información recolectada en los últimos dos años, también en el sur de Chile. El ciclo de esta especie incluye un periodo de vida de 10 años y más, reproduciéndose prolificamente (principalmente de manera asexual) cuando las condiciones de temperatura (-1°C a 20°C), salinidad (20-37 ppm) y sustrato (roca, bolón y grava) están dentro de su rango preferido. En la literatura consultada sólo se encontró un trabajo que describe una interacción negativa entre *M. senile* y una pesquería bentónica (de erizos) en Chile. Por otro lado, no se registró literatura relativa a medidas de mitigación y/o manejo específicas para *M. senile*, aunque en la literatura se discute ampliamente sobre el manejo y mitigación de especies invasoras, con muy pocas experiencias que consiguieran erradicación. Adicionalmente, se realizó un Taller de conocimiento de estado del arte y difusión de invasiones marinas en especial aquellas del género *Metridium*, en el que se contó con la participación



de los expertos internacionales Dr. Nicolas Battini quien expuso sobre la historia reciente de *Metridium* en Argentina, desde Estados Unidos el Dr. James Carlton, del Williams College-Mystic Seaport Maritime Studies Program de USA, exponiendo sobre las invasiones biológicas marinas y estuarinas, con énfasis en la especie *Metridium senile* y desde Chile, la especialista en actinias Dra. Verena Häussermann.

Como parte del objetivo específico 3 y en coordinación con los pescadores artesanales de Carelmapu, Ancud y Quemchi se realizaron los muestreos de terreno para la caracterización inicial y exploración bentónica, mediante la recolección de 8 a 13 video transectos submarinas en 8 sectores en la comuna de Maullín, 3 sectores en la comunas de Ancud y 3 sectores en la comuna de Quemchi. Para análisis estacional de la dinámica de *M. senile* y la biodiversidad asociada de los sectores seleccionados y zonas de estudio, se realizaron entre cuatro y cinco muestreos por sector, lo que fue restringido, principalmente por condiciones meteorológicas y corrientes de marea (principalmente en canal Chacao). El análisis comunitario permitió identificar la abundancia de un total de 82 taxas y cobertura de 23 taxas, registrándose una menor biodiversidad en los sectores de canal Chacao (Punta Picuta, Bajo Amazonas y AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa). En el escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) agrupados por zona (Ancud, Quemchi, Maullín y Canal de Chacao) mostró una tendencia al agrupamiento de acuerdo a la composición de especies, donde las zonas de Ancud y Maullín muestran una similaridad entre sí, la zona de Quemchi muestra una diferenciación caracterizado por las taxas *Aulacomya atra*, *M. cognata*, *P. magallanicus* entre otros. Por otro lado, la zona del canal de Chacao presenta una mayor concentración de la especie *M. senile*, además de *A. achates*, *Ch. granosus*, *H. crenulatus* y *A. chilensis*. Los resultados del seguimiento de la dinámica de *M. senile* en microescala (cuadrantes con y sin presencia de *Metridium*) muestran cambios en la composición y abundancia/cobertura de especies. El aumento de la cobertura de *M. senile* mostró efectos negativos sobre los indicadores de biodiversidad y riqueza de especies. Además, la cobertura y abundancia de *M. senile* fue menor en invierno, posiblemente por efecto de interacción con el sustrato y probable disminución de la tasa de reproducción asexual. Las muestras de Fitoplancton, Zooplancton, Nutrientes y Clorofila, mostraron variación estacional, coincidente con la variación estacional de cobertura y tamaño de *M. senile* en algunas estaciones de muestreo en canal Chacao, sin embargo, aún no es posible establecer relaciones directas entre ambas observaciones.

Para el desarrollo del objetivo específico 4 se realizaron experimentos de interacción entre *M. senile* y erizo (*L. albus*) y *M. senile* y nudibranquios, en laboratorio. La interacción de *M. senile* con erizos mostró que *L. albus* disminuye su ingestión de alimento (alga *Macrocystis*) en 25% en presencia de 100% de cobertura de *M. senile* (como observado en canal Chacao), mientras que una cobertura de 50% de *M. senile* disminuyó la ingestión de alimento aproximadamente 12%, comparada con erizos sin presencia de esta especie. La interacción entre *Metridium* y Nudibranquios, fue evaluada con *Tritonia challengeriana* y *Phidiana Lottini*, ya que no fue posible capturar a la especie *Aeolidia papillosa* en el área de estudio. Se concluyó que *T. challengeriana* no es potencial depredador de *Metridium senile*, lo cual fue complementado con análisis radular. El nudibranquio *Phidiana Lottini*, presenta una rádula que sugiere que es carnívoro, aunque su efecto sobre *M. senile* no fue perceptible en laboratorio. Por otro lado, se comenzó a evaluar una medida de mitigación en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa, en conjunto con el sindicato de Pescadores Artesanales "Astimar" cubierta por *M. senile*, la que consistió en repoblamiento de mitílidos, y que se concretó en junio de 2023. Se



instalaron 3 cuadrantes de 5x5 m con aproximadamente 1000 kg de cholga, cada uno, en cuerdas sobre el bentos y sus respectivos controles. Las cholgas lograron asentarse y al mes de octubre de 2023 la biodiversidad en los cuadros repoblados fue mayor que en los cuadros no repoblados. Con fondos propios se mantendrá el monitoreo del repoblamiento hasta 2025, con el fin de obtener mejores conclusiones de esta experiencia.

Como parte de los resultados correspondientes al objetivo específico 5 se realizaron talleres de trabajo y reuniones con los pescadores artesanales para planificar las actividades de campo, talleres de difusión y se elaboró material escrito y material audiovisual para difundir la problemática de la invasión de *M. senile*. En el contexto de los talleres de divulgación sobre la anémona invasora se desarrollaron actividades de divulgación en: i) la Oficina de pesca de la Municipalidad de Quemchi, ii) el Consejo Zonal de Pesca Región de Aysén, iii) un taller sobre medidas de mitigación y manejo sala de consejo de la Municipalidad de Ancud, iv) un taller de difusión en formato online a un tercero medio del Liceo de Carelmapu, v) una actividad abierta a la comunidad en general, realizada en la escuela Pensilvania, localidad Carelmapu, y vi) la participación en una reunión de la asociación de comunidades que están en solicitud del espacio costero marino para pueblos originarios en la sede N° 14 de Carelmapu. Como material de divulgación se diseñó y elaboró un díptico y dos piezas audiovisuales que resumen la ecología y la capacidad colonizadora de la anémona y su potencial mitigación. Ambas piezas audiovisuales han sido distribuido a las comunidades de pescadores y promovidas en la web (Youtube). Durante la ejecución del proyecto, en las actividades de muestreo participaron pescadores en sus propias embarcaciones, principalmente de Carelmapu. Se aplicó una encuesta de percepción dirigida a pescadores artesanales sobre la ejecución del proyecto. Adicionalmente, el equipo de trabajo a través de la Dra. Marcela Astorga participó en la Reunión Anual Conjunta que organizaron la Sociedad de Genética de Chile (SOCHIGEN) y la Sociedad Chilena de Evolución (SOCEVOL) y Dr. Carlos Molinet en el XVLL Congreso de Ciencias del Mar, realizado en la ciudad de Puerto Montt en donde se presentaron los principales los resultados obtenidos con la ejecución de este proyecto.





## SUMMARY

This document constitutes the Final Report of the project FIPA 2021-36 "Study of the Ecology, Control and Management of the sea anemone of the genus *Metridium* in Maullín and Carelmapu in Los Lagos District".

For the genetic and morphological characterization requested in the specific objective 1, samples of *Metridium senile* were obtained from patches of different substrate, identifying specimens of different colours from the following areas: i) Punta Picuta, Chacao Channel, Maullín and Quemchi in Los Lagos District, ii) The Guaitecas Islands in Aysén Region, iii) Punta Arenas in the Magallanes Region and iv) Puerto Madryn in Argentina. Additionally, in Los Lagos Region, plankton samples were obtained for genetic analysis of the planula larvae from sites in the areas of Ancud, Quemchi and Maullín. The DNA obtained was amplified by PCR using standardized methods for 3 individual genes, which showed differences between types of anemones, those corresponding to ITS, 28S and COIII. The sequences obtained were edited using BIOEDIT 7.2, and aligned using Clustal W. The sequences were compared among themselves using both external comparison groups of nearby species and the Genbank databases for the different Anthozoa species distributed in the world. The analysis with both genes (COI and COIII) confirmed the species as *Metridium senile*, in all the sites sampled from the areas of Ancud, Quemchi and Maullín (Los Lagos Region) and in the Guaitecas Islands in the Aysén Region. The analysis of the composition of plankton showed the presence of planula larvae of *M. senile* only in the Bay of Ancud, among fish larvae, microalgae and cnidarians. The morphological analysis of *M. senile* was carried out with 10 specimens from the site of Astillero in Maullín. The external morphology was measured morphometrically and both the internal morphology and reproductive status was analysed through histological examination, recording the existence of reproductive tissue (i.e., three of the specimens had oocytes and four had spermatocytes). The measurements of cnidae-type cells and tissue from specimens collected during March confirmed again that the species present in the study areas is *M. senile*.

In the specific objective 2, a review, systematization and classification of the relevant literature on *Metridium* was accomplished with emphasis on management, damage mitigation and interaction of *M. senile* with species of economic importance. Using *Metridium senile* as the keyword, 5,220 titles were identified, of which, 80 were selected for this objective. According with this review, *M. senile* is an invasive species widely distributed in the world and, given the information collected in the last two years, also in southern Chile. The life cycle of this species includes a life span of 10 years or more, a high reproductive potential (mainly asexually) when the conditions of temperature (-1°C to 20°C), salinity (20-37 ppm) and substrate (rock, rock and gravel) are within the species range. In the literature, only one work was found that describes a negative interaction between *M. senile* and the fishery of sea urchins in Chile (Molinet et al., 2023). On the other hand, no literature was recorded regarding specific mitigation and/or management measures for *M. senile*. However, the management and mitigation of invasive species is widely discussed in the literature, but with very few experiences of effective eradication. In addition, a workshop was held to learn about the state of the art and dissemination of marine invasive species, especially those of the genus *Metridium*. The workshop included the participation of international experts, such as Dr. Nicolas Battini, who spoke about the recent history of *Metridium* in Argentina. Also, Dr. James Carlton, from the Williams College-Mystic Seaport Maritime



Studies Program of the USA, spoke about marine and estuarine biological invasions, with emphasis on *Metridium senile*, and from Chile, the actinia specialist Dr. Verena Häussermann.

As part of the specific objective 3, sampling campaigns were coordinated along with the artisanal fishers of Carelmapu, Ancud and Quemchi, carrying out an initial characterization and benthic exploration by collecting 8 to 13 underwater video transects in eight sites in Maullín, three sites in the area of Ancud and three sites in the area of Quemchi. For the seasonal analysis of the dynamic of *M. senile* and the associated biodiversity of the selected study areas, between four and five surveys were carried out at each site. The surveys were restricted, mainly by meteorological conditions and tidal currents (particularly in Chacao channel). The community surveys allowed the identification of 82 mobile taxa (abundance) and 23 sessile taxa (percentage of bottom cover), with the lowest biodiversity recorded in the sites of Chacao channel (Punta Picuta, Bajo Amazonas and AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa). The non-metric multidimensional scaling (NMDS), grouped by area (Ancud, Quemchi, Maullín and Canal de Chacao) showed a tendency to group according the differences in community composition, where the areas of Ancud and Maullín show a greater similarity to each other, whilst, the Quemchi area shows differences characterized by the abundance of *Aulacomya atra*, *M. cognata* and *P. magallanicus* among others. On the other hand, the Chacao Channel showed a higher concentration of *M. senile*, *A. achates*, *Ch. granous*, *H. crenulatus* and *A. chilensis*. The analysis of the dynamic of *M. senile* at microscale (quadrants with and without the presence of *M. senile*) showed changes in the composition and abundance/cover of species. The increase in *M. senile* coverage had negative effects on biodiversity and species richness. In addition, the abundance of *M. senile* decreased in winter, possibly as an interaction effect with the substrate composition and a probable decrease in the asexual reproduction rate. The samples of phytoplankton, zooplankton, nutrients and chlorophyll showed seasonal variation, matching with the variations on the abundance and size of *M. senile* in some sampling sites in the Chacao channel. However, it is not yet possible to establish a direct relationship between both observations.

For the development of the specific objective 4 in laboratory, the interaction experiments were carried out between *M. senile* and the sea urchin *Loxechinus albus* and *M. senile* and species of nudibranchs. The interaction of *M. senile* with sea urchins showed that *L. albus* decreases the food intake of the giant kelp *Macrocystis pyrifera* by 25% in the presence of 100% cover of *M. senile* (as observed in the Chacao Channel), while a coverage of 50 % of *M. senile* decreased food intake by approximately 12%, compared to sea urchins without the presence of the species. The interaction between *M. senile* and nudibranchs was evaluated with *Tritonia challengeriana* and *Phidiana Lottini*, since it was not possible to capture specimens of *Aeolidia papillosa* in the study area. It was concluded that *T. challengeriana* is not a potential predator of *M. senile*, which was complemented with radular analysis. Although the nudibranch *Phidiana Lottini* has a radula that suggests carnivory, its effect on *M. senile* was not perceptible in laboratory experiences. On the other hand, a mitigation measure began to be evaluated during June 2023 in the AMERB of Lenqui – Punta Santa Teresa (invaded by *M. senile*) in conjunction with the Artisanal Fisher's Union "Astimar", which consisted in restocking actions of Mytilids. Three quadrants of 5×5 m were installed containing approximately 1000 kg of *Aulacomya atra* (Cholga) each, fixed on ropes above the benthos and their respective controls. The stocks of *A. atra* managed to settle in and in October 2023 the biodiversity in restocked quadrants was higher than in controls. With own



financing, the monitoring of restocked quadrants will continue until 2025, in order to obtain better conclusions from this experience.

As part of the results corresponding to specific objective 5, workshops and meetings were held with artisanal fishers to plan field activities and dissemination workshops, considering written and audiovisual material prepared to raise awareness of the problem of the invasion of *M. senile*. In the context of the dissemination workshops on the invasive anemone, outreach activities were carried out in: i) the Fisheries Office of the Municipality of Quemchi, ii) the Zonal Fishing Council of the Aysén Region, iii) a workshop on mitigation measures and management for the city council of the Municipality of Ancud, iv) a dissemination workshop (live streaming) to a third party from the Carelmapu High School, v) an activity open to the community, carried out at the Pennsylvania school, Carelmapu city, and vi) participation in a meeting of the Communities Union requesting the coastal marine space for indigenous people at the office No. 14 of Carelmapu. As dissemination material, a brochure and two video newsletters were designed and produced that summarize the ecology and colonizing capacity of the anemone and its potential mitigation. Both audiovisual pieces have been distributed to fishing communities and promoted on the web (YouTube). During the execution of the project, fishers in their own boats, mainly from Carelmapu, participated in the sampling activities. Complementarily, a perception survey was applied to artisanal fishers about the execution of the project. Finally, the main results obtained during the execution of this project were presented by Dr. Marcela Astorga in the Joint Annual Meeting organized by the Chilean Society of Genetics (SOCHIGEN) and the Chilean Society of Evolution (SOCEVOL) and by Dr. Carlos Molinet in the XVLL National Congress of Marine Sciences, carried out in the city of Puerto Montt in May 2023.



## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
SUMMARY .....	4
INDICE GENERAL .....	7
INDICE DE TABLAS.....	11
INDICE DE FIGURAS .....	13
1. ANTECEDENTES .....	17
1.1. Justificación.....	17
1.2. Objetivos .....	19
1.2.1. Objetivo General .....	19
1.2.2. Objetivos Específicos.....	19
2. Objetivo Específico N° 1. Identificar a nivel de especie, morfométrica y/o de preferencia genéticamente, la especie de anémona de mar que cubre las zonas bentónicas de Maullín y Carelmapu, y que causa interferencia con las pesquerías bentónicas de la zona. ....	20
2.1. Antecedentes .....	20
2.2. Metodología.....	22
2.2.1. Identificación de especie mediante análisis morfométricos .....	22
2.2.2. Identificación de especie mediante análisis genético.....	22
a) Muestreo y análisis de ADN en adultos .....	22
b) Análisis genético .....	23
c) Análisis de datos genéticos.....	24
d) Muestreo y análisis de ADN en larvas plánulas .....	25
e) Análisis de datos genéticos.....	27
2.3. Resultados.....	28
2.3.1. Identificación de especie mediante análisis morfométricos .....	28
a) Morfología externa .....	28
b) Morfología interna .....	28
c) Reproducción .....	29
2.3.2. Identificación de especie mediante análisis genético.....	31
a) Extracción y cuantificación de ADN .....	31
b) Identificación de especie .....	32
c) Identificación de larvas.....	36
3. Objetivo Específico N° 2. Actualizar antecedentes bibliográficos, tanto a nivel nacional como internacional, para las especies del género <i>Metridium</i> , poniendo énfasis en la especie identificada en el objetivo específico 4.1., y en los procesos de interferencia de esta especie en las zonas en que se realizan las pesquerías bentónicas. ....	38
3.1. Antecedentes .....	38
3.2. Metodología.....	39
3.2.1. Recopilación detallada de la literatura nacional e internacional sobre la especie identificada. ....	39
a) Fuentes primarias: Publicaciones científicas .....	39
b) Fuentes secundarias: Proyectos, Informes, Tesis .....	40
3.2.2. Análisis bibliográfico con énfasis en el manejo, mitigación de daños e interacción con especies de importancia económica. ....	40
3.2.3. Taller internacional de expertos sobre invasiones con énfasis en el género <i>Metridium</i> . ....	41
3.3. Resultados.....	41



3.3.1.	Análisis bibliográfico con énfasis en el manejo, mitigación de daños e interacción con especies de importancia económica .....	41
a)	Invasiones biológicas .....	41
b)	Biología y reproducción de <i>Metridium senile</i> .....	42
c)	Propagación de <i>Metridium senile</i> .....	43
d)	Manejo y mitigación enfocado en <i>Metridium senile</i> .....	44
3.3.2.	Taller internacional de expertos sobre invasiones con énfasis en el género <i>Metridium</i> . ....	50
4.	Objetivo Específico N° 3. Estimar abundancia y cobertura, de la especie identificada en el objetivo 4.1., en las áreas de manejo de recursos bentónicos (AMERB) y bancos de erizo en áreas de libre acceso, y su relación con las variables ambientales en la zona de estudio. ....	52
4.1.	Antecedentes .....	52
4.2.	Metodología.....	52
4.2.1.	Área de estudio y frecuencia de muestreo.....	52
4.2.2.	Caracterización inicial .....	54
a)	Recolección y procesamiento de videos.....	54
b)	Análisis de datos .....	55
4.2.3.	Seguimiento de sectores seleccionados.....	57
a)	Bentos .....	57
a.1)	Dinámica de <i>M. senile</i> y biodiversidad asociada en cuadrantes.....	57
a.2)	Tamaño y recuento de individuos de <i>M. senile</i> .....	57
a.3)	Abundancia y cobertura de especies nativas y <i>M. senile</i> .....	58
a.4)	Análisis de Datos.....	60
b)	Zooplancton.....	61
c)	Muestreo y análisis de fitoplancton .....	62
d)	Muestreo y análisis de nutrientes y clorofila.....	62
e)	Potencial redox (rH) .....	62
f)	Perfiles de columna de agua.....	63
4.3.	Resultados.....	64
4.3.1.	Área de estudio y frecuencia de muestreo.....	64
4.3.2.	Caracterización inicial .....	64
a)	Recolección y Procesamiento de videos.....	64
b)	Análisis de datos .....	64
4.3.3.	Seguimiento de sectores seleccionados.....	78
a)	Bentos .....	78
a.1)	Dinámica de <i>M. senile</i> en cuadrantes .....	82
a.2)	Dinámica de biodiversidad asociada en cuadrantes .....	85
a.3)	Tamaño y recuento de individuos de <i>M. senile</i> .....	90
a)	Muestreo y análisis de Zooplancton.....	93
b)	Muestreo y análisis de fitoplancton .....	95
c)	Muestreo y análisis de nutrientes y clorofila.....	97
d)	pH y Potencial Redox (rH).....	99
e)	Columna de agua.....	101
5.	Objetivo Específico N° 4. Proponer acciones piloto y/o experimentales de mitigación y manejo de la anémona de mar identificada en el objetivo 4.1., en zonas afectadas identificadas en la prospección. ....	106
5.1.	Antecedentes .....	106
5.2.	Metodología.....	107



5.2.1.	Repoblamiento con mitílidos .....	107
5.2.2.	Experimentos en laboratorio .....	109
a)	Interacción de <i>Metridium</i> y erizo ( <i>L. albus</i> ) .....	109
a.1)	Efecto de <i>M. senile</i> sobre la alimentación de <i>L. albus</i> .....	109
a.2)	Efecto de <i>M. senile</i> sobre el desplazamiento de <i>L. albus</i> .....	110
b)	Interacción de <i>Metridium</i> y Nudibranquios .....	111
b.1)	Interacción <i>M. senile</i> y <i>T. challengeriana</i> .....	111
b.2)	Interacción <i>M. senile</i> y <i>P. lottini</i> .....	112
5.3.	Resultados.....	113
5.3.1.	Repoblamiento con mitílidos .....	113
5.3.2.	Experimento laboratorio .....	117
a)	Interacción de <i>Metridium</i> y erizo ( <i>L. albus</i> ) .....	117
a.1)	Efecto de <i>M. senile</i> sobre la alimentación de <i>L. albus</i> .....	117
a.2)	Efecto de <i>M. senile</i> sobre el desplazamiento de <i>L. albus</i> .....	122
b)	Interacción de <i>M. senile</i> y Nudibranquios .....	125
b.1)	Interacción <i>M. senile</i> versus <i>T. challengeriana</i> .....	125
b.2)	Interacción <i>M. senile</i> versus <i>P. lottini</i> .....	126
6.	Objetivo Específico N°5. Desarrollar acciones de capacitación y difusión para la identificación de la especie del género <i>Metridium</i> , su control y manejo a nivel regional. ....	128
6.1.	Antecedentes .....	128
6.2.	Metodología.....	129
6.2.1.	Taller Inicial .....	129
6.2.2.	Taller de divulgación .....	129
6.2.3.	Confección de material gráfico.....	130
6.2.4.	Creación de piezas audiovisuales.....	130
6.2.5.	Monitoreo participativo con comunidades de pescadores artesanales de Carelmapu. ....	131
6.2.6.	Taller Medidas de mitigación y acciones de manejo en Carelmapu, Maullín y Puerto Montt. ....	131
6.2.7.	Encuesta de percepción de actores sociales respecto al proyecto y material generado....	131
6.2.8.	Difusión en congresos nacionales e internacionales .....	131
6.3.	Resultados.....	132
6.3.1.	Taller Inicial .....	132
6.3.2.	Taller de divulgación .....	134
6.3.3.	Confección de material gráfico.....	136
6.3.4.	La creación de piezas audiovisuales.....	138
6.3.5.	Monitoreo participativo con comunidades de pescadores artesanales de Carelmapu. ....	139
6.3.6.	Taller Medidas de mitigación y acciones de manejo en Carelmapu, Maullín y Puerto Montt. ....	140
6.3.7.	Encuesta de percepción de actores sociales respecto al proyecto y material generado....	145
6.3.8.	Difusión en congresos nacionales e internacionales .....	147
6.3.9.	Difusión del proyecto en redes sociales.....	148
7.	CONCLUSIONES.....	153
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	156
9.	ANEXOS .....	163
9.1.	Anexo 2.1. Invitación y Programa de Taller Internacional de Expertos.....	163
9.2.	Anexo 2.2. Listado de asistencia y participantes del Taller Internacional de Expertos.....	166
9.3.	Anexo 2.3. Exposiciones presentadas durante el Taller Internacional de Expertos.....	169





## Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

9.4.	Anexo 3.1. Convenios de colaboración entre Universidad Austral de Chile, Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu (TERPESCAR) y Organizaciones Participantes .....	223
9.5.	Anexo 3.2. Bitácora de Muestreo Inicial de Caracterización preliminar. ....	260
9.6.	Anexo 3.3. Abundancia de Taxas identificados de los sectores de muestreo durante el muestreo diagnóstico de las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos. ....	265
9.7.	Anexo 3.4. Fotografía de cambio estacional en la estructura de la comunidad bentónica y sustrato en cuadrantes durante el seguimiento bentónico. ....	270
9.8.	Anexo 3.5 Tabla con registro de taxas en las comunas de Ancud y Quemchi, con sus respectivos sectores. ....	277
9.9.	Anexo 3.6. Tabla con registro de taxas en la comuna de Maullín, con sus respectivos sectores. ....	278
9.10.	Anexo 3.7. Abundancia promedio de grupos zooplanctonicos (ind./m <sup>3</sup> ) de los sectores seleccionados en las zonas de Ancud, Quemchi, Canal Chacao y costa expuesta de Maullín, en la Región de Los Lagos. ....	279
9.11.	Anexo 3.8. Abundancia promedio fitoplancton (células/litro) de los sectores monitoreados estacionalmente en las zonas de Ancud, Quemchi, canal Chacao y Maullín. ....	281
9.12.	Anexo 4.1. Primera solicitud de repoblamiento .....	287
9.13.	Anexo 4.2. Segunda solicitud de repoblamiento .....	292
9.14.	Anexo 4.3. Tercera solicitud de repoblamiento .....	294
9.15.	Anexo 4.4. Autorización repoblación Proyecto FIPA 2021-36.....	296
9.16.	Anexo 4.5. Carta solicitud de repoblamiento en AMERB .....	309
9.17.	Anexo 4.6. Solicitud de repoblamiento en AMERB .....	310
9.18.	Anexo 4.7. Autorización de Pesca de Investigación.....	321
9.19.	Anexo 4.8. Autorización de Repoblamiento AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa.....	326
9.20.	Anexo 4.9. Convenio de colaboración Seguimiento de repoblamiento en AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa .....	329
9.21.	Anexo 5.1. Lista de Asistencia Taller Inicial en Carelmapu.....	334
9.22.	Anexo 5.2. Encuesta de Rescate de Saberes Locales. ....	335
9.23.	Anexo 5.3. Lista de asistencia Taller de divulgación Liceo de Carelmapu.....	337
9.24.	Anexo 5.4. Lista de asistencia Taller de divulgación Escuela Pensilvania en la localidad de Carelmapu. ....	338
9.25.	Anexo 5.5. Guion Video 2.....	340
9.26.	Anexo 5.6 Asistencia taller Ancud.....	341
9.27.	Anexo 5.7. Anexo asistencia taller Mitigación y Manejo <i>Metridium senile</i> , Carelmapu.....	342
9.28.	Anexo 5.8. Constancia participación oficinas de pesca. ....	346
9.29.	Anexo 5.9. Presentación en Reunión Anual Conjunta que organizaron la Sociedad de Genética de Chile (SOCHIGEN) y la Sociedad Chilena de Evolución (SOCEVOL).....	349
9.30.	Anexo 5.10. Presentación XLII Ciencias del Mar 2023. Dr. Carlos Molinet .....	361
9.31.	Anexo 5.11. Nota periodística Repoblamiento cholga.....	368



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Código de las diferentes Localidades muestreadas y extraídas de acuerdo con su zona de procedencia.....	23
Tabla 1.2. Localidades muestreadas y extraídas.....	23
Tabla 1.3. Localidades y fechas de muestreo de plancton, para identificación de larvas de <i>Metridium</i> .....	25
Tabla 1.4. Muestras de Plancton amplificadas y enviadas a secuenciar.....	27
Tabla 1.5. Cnidome de <i>Metridium senile</i> . Rango de tamaño (largo y ancho) de las cápsulas con desviación estándar, número de capsulas encontradas/medidas y abundancia.....	29
Tabla 1.6. Número de muestras secuenciadas de las diferentes localidades.....	32
Tabla 1.7. Valores de identidad genética encontrado mediante BlastN para las diferentes larvas analizadas.....	36
Tabla 2.1. Clasificación de la revisión bibliográfica.....	45
Tabla 2.2. Resumen de las exposiciones desarrolladas en el Taller y presentada por expertos nacionales e internacionales.....	51
Tabla 3.1. Ubicación geográfica de los sectores de muestreo en las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos.....	53
Tabla 3.2. Resumen del polígono de muestreo (ha), número de transectos, número de videos y presencia de <i>M. senile</i> en los sectores durante el muestreo diagnóstico de las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos.....	65
Tabla 3.3. Indicadores del análisis espacial: Diferencia de AIC, Rango binomial, Proporción del área ocupada y Área de distribución del parche, de los sectores en el muestreo diagnóstico de las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos.....	66
Tabla 3.4. Riqueza de especie o número de taxonías total, número de taxonías de aquellas especies evaluadas como abundancia, y número de taxonías de especies evaluadas como cobertura en los sectores durante el muestreo diagnóstico en las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos.....	73
Tabla 3.5. Índices de diversidad estimados en los sectores de muestreo de las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos, durante el muestreo diagnóstico.....	74
Tabla 3.6. Fechas de muestreos estacionales realizados en sectores seleccionados en comunas de Maullín, Ancud y Quemchi de la Región de Los Lagos. En negrita y con asterisco se indican aquellos muestreos que no se consideraron válidos para los registros de muestra y análisis.....	78
Tabla 3.7. Fechas de muestreos estacionales realizados en sectores seleccionados en comunas de Maullín, en la Región de Los Lagos con cantidad total de cuadrantes encontrados. "A": Ausencia de <i>M. senile</i> ; "P": Presencia de <i>M. senile</i> . En negrita aquellos sectores con registros en cada estación del año. El número de cuadrantes registrado en cada muestreo está representado en cada casilla.....	80
Tabla 3.8. Fechas de muestreos estacionales realizados en sectores seleccionados en comunas de Ancud y Quemchi, en la Región de Los Lagos, con cantidad total de cuadrantes encontrados. "A": Ausencia de <i>M. senile</i> ; "P": Presencia de <i>M. senile</i> . En negrita aquellos sectores con registros en cada estación del año. El n de cuadrantes registrado en cada muestreo está representado en cada casilla.....	81
Tabla 3.9. Criterio de información de Akaike (AIC) y grados de libertad de los modelos alternativos para la variable cobertura transformada (log10) de <i>M. senile</i> . En negrilla el modelo más informativo.....	85
Tabla 3.10. Resultados del análisis de varianza del modelo más informativo para evaluar la variabilidad de la cobertura de <i>M. senile</i> en los sectores muestreados durante un año.....	85



Tabla 3.11. Índices de biodiversidad estacional de biodiversidad de Shannon (H), Dominancia de Simpson (D) Riqueza de especies (S) para los sectores de las comunas de Ancud y Quemchi y para cuadrantes instalados en ausencia y presencia de <i>Metridium senile</i> . ....	87
Tabla 3.12. Índices de biodiversidad estacional de Riqueza de especies (S), de biodiversidad de Shannon (H) y de dominancia Simpson (D) para los 8 sectores de las comunas de Maullín y para cuadrantes instalados en ausencia y presencia de <i>Metridium senile</i> . ....	88
Tabla 3.13. Resultados del análisis de varianza del modelo para Riqueza de especies (S). ....	89
Tabla 3.14. Resultados del análisis de varianza del para índice de Dominancia Simpson (D). ....	89
Tabla 3.15. Resultados del análisis de varianza del modelo para índice de biodiversidad de Shannon (H). ...	89
Tabla 3.16. Criterio de información de Akaike (AIC) y grados de libertad de los modelos alternativos para la talla de <i>M. senile</i> . En negrilla el modelo más informativo para cada caso. ....	92
Tabla 3.17. Comparaciones múltiples de variable predictora "Estación de año" basado en valores de criterio de Akaike corregido (AICc). a, b, c y d representan a las distintas estaciones del año ordenadas desde invierno, otoño, verano, primavera. ....	92
Tabla 3.18. Resultados de los análisis de varianza de los modelos más informativos para la talla de <i>M. senile</i> . ....	92
Tabla 4.1. Plan de muestreo repoblamiento de Cholgá <i>Aulacomya atra</i> en AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa en el marco del proyecto FIPA 2021-36. ....	108
Tabla 4.2. Diseño experimental interacción <i>M. senile</i> y <i>L. albus</i> . ....	111
Tabla 4.3. Diseño experimental de interacción <i>M. senile</i> y <i>T. challengeriana</i> . ....	112
Tabla 4.4. Diseño experimental de interacción <i>Metridium senile</i> y <i>Phidiana lottini</i> . ....	112
Tabla 4.5. Bitácora de muestreos del experimento de repoblamiento de <i>Aulacomya atra</i> en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa de la comuna de Maullín en la Región de Los Lagos. ....	113
Tabla 4.6. Principales indicadores del experimento de repoblamiento de <i>Aulacomya atra</i> en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa de la comuna de Maullín en la Región de Los Lagos. ....	114
Tabla 4.7. Abundancia (N°) registrada en los muestreos de agosto y octubre del experimento de repoblamiento de <i>Aulacomya atra</i> en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa. ....	115
Tabla 4.8. Tabla ANOVA del modelo seleccionado para evaluar el consumo de alga <i>L. albus</i> en los tratamientos con 0%, 50% y 100% de cobertura de <i>M. senile</i> . ....	118
Tabla 4.9. Análisis a posteriori de Tukey para el consumo de alga de <i>L. albus</i> en los tratamientos con 0%, 50% y 100% de cobertura de <i>M. senile</i> . ....	118
Tabla 4.10. Peso promedio inicial y final de los erizos expuestas a tres coberturas de <i>Metridium senile</i> (0%, 50% y 100%) entre el periodo de mayo y julio del 2023. ....	119
Tabla 4.11. Análisis de varianza para evaluar el efecto de la cobertura de <i>M. senile</i> sobre el peso final de <i>L. albus</i> . ....	120
Tabla 4.12. Análisis de varianza de para evaluar el efecto del % de cobertura de <i>M. senile</i> en el índice gonádico de erizos <i>L. albus</i> . ....	121
Tabla 4.13. Tabla ANOVA del modelo seleccionado para evaluar el desplazamiento de <i>L. albus</i> en los tratamientos con 0%, 50% y 100% de cobertura de <i>M. senile</i> . ....	124
Tabla 4.14. Análisis a posteriori de Tukey para el desplazamiento de <i>L. albus</i> en los tratamientos con 0%, 50% y 100% de cobertura de <i>M. senile</i> . ....	125



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribución de <i>Metridium senile</i> . En azul su distribución nativa y en rojo su distribución en zonas introducidas. Tomado de Glon (2021).....	21
Figura 1.2. Especímenes de <i>Metridium senile</i> medidos en laboratorio, especímenes recolectados en Astilleros, Carelmapu en febrero 2023.....	28
Figura 1.3. Preparación especímenes de <i>Metridium senile</i> para cortes histológicos.....	30
Figura 1.4. Especímen número 2 de <i>M. senile</i> recolectado en febrero 2023 en sector Astilleros, Carelmapu. Hembra.....	30
Figura 1.5. Especímenes número 9 (izquierdo) y 5 (derecho) recolectados en febrero 2023 en sector Astilleros Carelmapu. Machos.....	31
Figura 1.6. Gel de agarosa al 2% bajo luz UV que muestra los resultados de amplificación del gen ITS, COIII Y COI por medio de PCR. ITS (Líneas superior 1-4) COIII (líneas 5-8) y COI (línea 9-12). ....	31
Figura 1.7. Árbol filogenético basado en el gen COI para muestras de 9 localidades de la costa chilena (círculos negros) y una localidad argentina (circulo blanco). ....	33
Figura 1.8. Árbol filogenético basado en el gen COIII para las 9 localidades chilenas (círculos negros) y una localidad argentina (circulo blanco).....	34
Figura 3.1. Imagen de referencia de medición de individuos de <i>M. senile</i> en programa Image Pro-Plus. L1, L2, L3, L4 y L5 son los individuos medidos y dentro del recuadro “Measurements” se registran los diámetros correspondientes a cada uno en la columna “Length”. ....	58
Figura 3.2. Imágenes extraídas de grabación submarina sector AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa; grillas numeradas (1-5) y alfabetizadas (A-E) horizontal y verticalmente, para la identificación y cuantificación de especies. Imagen de la izquierda se considera como presencia y la derecha como ausencia de <i>Metridium senile</i> .....	60
Figura 3.3. Mapa de ubicación del área de muestreo diagnóstico y transectos en la comuna de Maullín. Líneas rojas y blancas indican los transectos con presencia y ausencia de la especie <i>Metridium senile</i> . ....	67
Figura 3.4. Mapa de ubicación del área de muestreo diagnóstico y transectos en las comunas de Ancud (A, B y C) y comuna de Quemchi (D, E, F). Líneas rojas y blancas indican los transectos con presencia y ausencia de la especie <i>Metridium senile</i> .....	68
Figura 3.5. Polígono de muestreo, distribución de transectos y cobertura de <i>Metridium senile</i> en los sectores de la comuna de Maullín, Región de Los Lagos, durante el muestreo diagnóstico. ....	69
Figura 3.5 (continuación). Polígono de muestreo, distribución de transectos y cobertura de <i>Metridium senile</i> en los sectores de la comuna de Maullín, Región de Los Lagos, durante el muestreo diagnóstico. ....	70
Figura 3.6. Polígono de muestreo, distribución de transectos y cobertura de <i>Metridium senile</i> en los sectores de la comuna de Ancud, Región de Los Lagos, durante el muestreo diagnóstico. ....	71
Figura 3.7. Polígono de muestreo, distribución de transectos y cobertura de <i>Metridium senile</i> en los sectores de la comuna de Quemchi, Región de Los Lagos, durante el muestreo diagnóstico. ....	72
Figura 3.8. Escalamiento Multidimensional no Métrico basado en 14 sectores de muestreo durante el muestreo diagnóstico en las comunas de Ancud, Quemchi y Maullín. ....	75
Figura 3.9. Escalamiento Multidimensional no Métrico (NMDS) basado en zonas para los sectores monitoreados durante el muestreo diagnóstico, y Análisis de similaridad (ANOSIM), mostrando el ranking de disimilaridad entre zonas. ....	76
Figura 3.10. Porcentajes de disimilaridad en la composición de especies entre zonas durante el muestreo diagnóstico de las comunas de Ancud, Quemchi y Maullín. Se muestran los 10 taxas que representan aproximadamente 60% de la disimilaridad entre zonas. Números en las barras indican las especies indicadas al pie del gráfico. ....	77



Figura 3.11. Porcentajes de cobertura de <i>M. senile</i> en cuadrantes de presencia y ausencia de (barras negras y blancas respectivamente en cada cuadro) durante las estaciones primavera, verano, otoño e invierno en la comuna de Maullín.....	83
Figura 3.12. Porcentajes de cobertura en cuadrantes de presencia y ausencia de <i>M. senile</i> (barras negras y blancas respectivamente en cada cuadro) durante las estaciones primavera, verano, otoño e invierno en las comunas de Ancud (A, B, C) y Quemchi (D, E, F).....	84
Figura 3.13. Gráfico de valores de variable observadas vs predichas en respuesta a la variable predictorica cobertura. Línea continua indica la tendencia de los datos. A) Riqueza de especies (S), B) Índice de Dominancia de Simpson (D), C) Índice de Shannon (H).....	90
Figura 3.14. Tallas (mm) y cantidad de individuos totales de <i>M. senile</i> registrados en cuadrantes por sector y estacionalidad.....	91
Figura 3.15. Abundancia total de zooplancton estacional en las zonas de la a) comuna de Ancud, b) comuna de Quemchi, c) Canal de Chacao y d) Zona expuesta de la comuna Maullín. ....	94
Figura 3.16. Abundancia promedio estacional de grupos zooplanctonicos de las zonas de la a) comuna de Ancud, b) comuna de Quemchi, c) Canal de Chacao y d) Zona expuesta de la comuna Maullín. ....	95
Figura 3.17. Abundancia total de fitoplancton estacional en las zonas de la a) comuna de Ancud, b) comuna de Quemchi, c) Canal de Chacao y d) Zona expuesta de la comuna Maullín. ....	96
Figura 3.18. Abundancia promedio estacional de grupos fitoplanctonicos de las zonas de la a) comuna de Ancud, b) comuna de Quemchi, c) Canal de Chacao y d) Zona expuesta de la comuna Maullín. ....	97
Figura 3.19. Análisis de nutrientes estacional de muestras de agua para Fosfatos (P-PO <sub>4</sub> ), Silicatos (SiO <sub>2</sub> ), Nitritos (N-NO <sub>2</sub> ) y Nitratos (N-NO <sub>3</sub> ) en las zonas de Ancud, Quemchi, canal Chacao y costa expuesta de Maullín.....	98
Figura 3.20. Análisis de Clorofila a (mg m <sup>-3</sup> ), Clorofila activa (mg m <sup>-3</sup> ) y Feopigmentos (mg m <sup>-3</sup> , %) de muestras de agua estacional en las zonas de Ancud, Quemchi, canal Chacao y costa expuesta de Maullín.....	99
Figura 3.21. pH y potencial Redox estacional del sedimento en los sectores de muestreo de las zonas Ancud, Quemchi, canal de Chacao y costa expuesta de la comuna de Maullín.....	100
Figura 3.22. Contornos de Temperatura, Salinidad, Oxígeno, Fluorescencia en la columna de agua en sectores de la comuna de Ancud.....	102
Figura 3.23. Contornos de Temperatura, Salinidad, Oxígeno, Fluorescencia en la columna de agua en sectores de la comuna de Quemchi.....	103
Figura 3.24. Contornos de Temperatura, Salinidad, Oxígeno, Fluorescencia en la columna de agua en sectores de la zona Canal de Chacao de la comuna de Maullín. ....	104
Figura 3.25. Contornos de Temperatura, Salinidad, Oxígeno, Fluorescencia en la columna de agua en sectores de la comuna de Maullín.....	105
Figura 4.1. Esquema de diseño de experimento de repoblamiento con Cholga <i>A. atra</i> en AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa. Control 1 son los sitios sin cuerdas, control 2 son los sitios con cuerdas de cultivo sin cholgas. ....	108
Figura. 4.2. Experimento de interacción de <i>L. albus</i> a distintas coberturas de <i>M. senile</i> .....	109
Figura. 4.3. Grilla para la evaluación del desplazamiento de <i>L. albus</i> en los tratamientos de interacción con <i>M. senile</i> de 0%, 50% y 100% cobertura. ....	110
Figura 4.4. Experimento interacción <i>M. senile</i> y el nudibranquio <i>T. challengeriana</i> . ....	111
Figura 4.5. Actividad repoblamiento <i>Aulacomya atra</i> en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa. Junio 2023. ....	116
Figura 4.6. Muestreo Inicial, (izquierda) mostrando un cuadro de área control con presencia de <i>M. senile</i> y (derecha) un cuadro de cobertura de cholga. ....	116





Figura 4.7. Fotografías de seguimiento del experimento de repoblamiento de cholgas en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa. ....	117
Figura 4.8. Boxplot del consumo de algas (gramos) de erizos <i>L. albus</i> en tratamientos de 0%, 50% y 100% de cobertura de <i>Metridium senile</i> . ....	118
Figura 4.9. Boxplot del crecimiento de erizos en gramos durante el periodo de mayo a agosto del 2023 a coberturas de 0%, 50% y 100% de <i>M. senile</i> . ....	119
Figura 4.10. Promedio de la talla inicial y final (mm) de los ejemplares de <i>L. albus</i> , después de un periodo de 3 meses expuesto a diferentes coberturas de <i>M. senile</i> con una alimentación controlada de 15 gr/semana. ....	120
Figura 4.11. Boxplot del índice gonádico de <i>L. albus</i> durante el periodo de mayo a agosto del 2023 a coberturas de 0%, 50% y 100% de <i>M. senile</i> . ....	121
Figura 4.12. Color de las gónadas extraídas al finalizar el experimento de alimentación. Clasificación de la coloración gonadal de <i>L. albus</i> , basada en Barahona et al (2003) y simplificada para su presentación gráfica por Molinet et al. (2015). ....	122
Figura 4.13. Desplazamiento de erizos <i>L. albus</i> durante 5 experiencias en presencia de <i>Metridium senile</i> de 0%, 50% y 100% de cobertura. ....	123
Figura 4.14. Frecuencia de desplazamiento de <i>L. albus</i> en un lapso de 6 horas después de ser alimentados. En el eje x se representa la totalidad del lapso de 6 horas de grabación. En el eje y el valor varía entre 0 (sin movimiento) y 1 (presencia de movimiento) por parte de los erizos. ....	124
Figura 4.15. Interacción de <i>Metridium senile</i> expuesto a presencia y ausencia del nudibranquio <i>T. challengeriana</i> . ....	125
Figura 4.16. Filas de dientes del ejemplar <i>T. challengeriana</i> en vista 40x. ....	126
Figura 4.17. A) Estructura radular completa del ejemplar <i>T. challengeriana</i> 2,5 mm. B) Parte radular izquierda del ejemplar en vista de 4x. ....	126
Figura 4.18. Interacción de <i>Metridium senile</i> expuesto a presencia y ausencia del nudibranquio <i>P. lottini</i> . ...	127
Figura 4.19. Parte central radular de la especie <i>P. lottini</i> . Vista 40x. ....	127
Figura 5.1. Registro fotográfico del Taller inicial de presentación de proyecto y programación de actividades. ....	132
Figura 5.2. Registro fotográfico de la reunión de trabajo del equipo ejecutor y observadores científicos del Instituto de Fomento Pesquero. ....	132
Figura 5.3. Registro fotográfico de la aplicación de la encuesta por parte de observadores científicos del IFOP a los distintos buzos que visitaron el terminal pesquero. ....	133
Figura 5.5. Estudiantes del Liceo Carelmapu en charla online del equipo de trabajo. ....	134
Figura 5.6. Afiche convocatoria y fotografías del taller de divulgación realizado en la escuela Pensilvania, Carelmapu. ....	135
Figura 5.7. Taller realizado a las comunidades pertenecientes a la ECMPO de Carelmapu en la localidad de Carelmapu. ....	136
Figura 5.8. Díptico sobre <i>Metridium senile</i> elabora por el equipo de trabajo y distribuido en las comunidades pesqueras de Quemchi y Carelmapu. ....	136
Figura 5.8 (Continuación). Díptico sobre <i>Metridium senile</i> elabora por el equipo de trabajo y distribuido en las comunidades pesqueras de Quemchi y Carelmapu. ....	137
Figura 5.9. Observadores científicos (as) del Instituto de Fomento Pesquero entregando el díptico en la caleta de Carelmapu. ....	138
Figura 5.10. Fotografías de actividades de terreno comunitario con distintas organizaciones de pescadores artesanales de Carelmapu y reuniones de trabajo. ....	140
Figura 5.11. Imágenes de la reunión de organización de la actividad, afiche de invitación y fotos de la actividad en la Municipalidad de Ancud. ....	141





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Figura 5.15. Noticia sobre taller de trabajo realizado en la Sede del Terminal Pesquero de Carelmapu. ....	148
Figura 5.16. Noticia sobre campaña de terreno, etapa diagnóstica de la distribución de la especie <i>Metridium senile</i> . ....	149
Figura 5.17. Noticia sobre el taller expertos sobre las anémonas del género <i>Metridium</i> . ....	150
Figura 5.18. Noticia sobre el taller expertos sobre las anémonas del género <i>Metridium</i> . ....	151



## 1. ANTECEDENTES

Las anémonas de mar en Chile se presentan en alrededor de 63 especies, pero 29 de ellas presentan incerteza en su identificación y algunas solo se hacen mención en la literatura en una ocasión, siendo registrado el género *Metridium*, con sus especies *Metridium parvulum* y *Metridium senile* para la zona de Coquimbo en Chile (literatura recopilada, aunque con dudosa sinonimia e identificación) y la zona de la Patagonia Norte en el año 2006, (Häussermann, 2006).

Los miembros del género *Metridium* (Blainville, 1824) son característicos por su disco oral plumoso y cortos tentáculos y fácilmente reconocibles en la madurez (Glon et al., 2020a). Sin embargo, las especies dentro del género se caracterizan por presentar plasticidad fenotípica en tamaño, forma y color, lo cual dificulta su identificación.

*Metridium senile* es una anémona de mar distribuida circumborealmente (Cnidaria: Anthozoa: Actiniaria), es nativa del hemisferio norte y se presume ha sido introducida en varios lugares del hemisferio sur (Glon et al., 2020a). Presenta tamaños de hasta 30 cm de alto y su dieta es suspensivora (Anthony, 1997). En Sudamérica, *Metridium* fue descrita primero en Chile en 1904 como *M. parvulum* pero posteriormente fue sinonimizada a *M. senile* subsp *lobatum* ya descrita en Argentina (Riemann-Zurneck, 1975).

*M. senile* prefiere sustratos duros de roca, bivalvos y otros, y son abundantes desde el intermareal hasta los 100 m de profundidad (Hoffmann, 1976). Estas anémonas son encontradas principalmente entre temperaturas de -1 a 20°C, aunque pueden tolerar por periodos cortos de tiempo hasta 24°C y soportar un amplio rango de salinidad entre 14,8 y 37,5 psu, pero son encontradas comúnmente entre los 20 y los 37 psu (Glon et al., 2019). Su reproducción puede ser sexual o asexual la cual puede ser muy prolífica cuando el individuo se encuentra dentro de su rango óptimo de condiciones ambientales (Glon et al., 2019).

Por otro lado, experiencias de campo y laboratorio han mostrado que *M. senile* compite por espacio provocando que en el sustrato donde se asienta haya más espacios libres que donde no lo hace, inhibiendo el asentamiento de otras especies mediante su lento movimiento sobre la superficie del sustrato (Nelson and Craig, 2011).

### 1.1. Justificación

La Región de Los Lagos concentra la mayor actividad extractiva de recursos bentónicos a nivel nacional, siendo una de las regiones con mayor desembarque de algas, moluscos y equinodermos (erizo) el año 2020 (Anuario Estadístico de Pesca 2020, Sernapesca).

A fines de septiembre de 2020, la Municipalidad de Maullín solicitó al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) información sobre la observación de los pescadores de Carelmapu quienes comenzaron a ver que algunos recursos aparecían con una especie mucilaginoso adosada a las conchas. Dichas muestras identificaron a esta masa mucilaginoso como organismos pertenecientes al Phylum Cnidaria (Anthozoa).



En enero de 2021, en el marco de Proyecto Red de Estaciones fijas del recurso erizo (Objetivo N° 2, del Programa de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)), a través de la recolección de imágenes submarinas, se estableció la presencia de una extensa cobertura de una anémona del género *Metridium*, muy posiblemente correspondiente a la especie *Metridium senile* (Linnaeus, 1761). Esto fue confirmado posteriormente a través del análisis de muestras de esta anémona a través de métodos moleculares (información sin publicar aún).

De acuerdo con la información de buzos de Carelmapu, esta especie estaría ampliamente distribuida en el canal de Chacao, en áreas de libre acceso y Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) que son sus áreas tradicionales de trabajo. Los pescadores reportaron que esta especie había desplazado a recursos como el erizo, por lo que manifestaron su preocupación y solicitaron apoyo a la Municipalidad de Maullín. Esta solicitud de apoyo se concretó en la participación de reuniones a nivel regional y con la Subsecretaría de Pesca (Subpesca) en la búsqueda de alternativas tanto para el diagnóstico como para una propuesta de medidas de mitigación. Esas gestiones, tanto de los pescadores artesanales como de la Subpesca, fueron fundamentales para la justificación de la presente licitación.

Dada esta situación, se hace necesario enfocar los esfuerzos de investigación para identificar la real cobertura de esta anémona de mar en las zonas de operación de la flota artesanal, principalmente en la comuna de Maullín (que incluye Carelmapu).

Considerando que la problemática de esta especie invasora está afectando directamente a la pesca artesanal, nuestra propuesta metodológica incluye en el equipo de trabajo a buzos y pescadores locales (denominados técnicos locales) y considera una discusión y recomendaciones de los pescadores de Carelmapu (quienes plantearon la problemática), tanto en la cobertura muestral como en la frecuencia de muestreo.

Complementariamente, en Ancud también se incorporó un pescador como técnico local en nuestro equipo de trabajo. Además, considerando la existencia del Plan de Manejo de la Bahía Ancud, las estaciones de esa comuna se validarán con los usuarios y Subpesca. Finalmente, en Quemchi se cuenta con la asesoría de un pescador artesanal local, incluido en equipo de trabajo.



## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo General

Identificar y establecer medidas de manejo de la actinia del género *Metridium* que habita en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos y que a partir de 2017 interfiere con las pesquerías bentónicas de la zona.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

1. Identificar a nivel de especie, morfométrica y/o de preferencia genéticamente, la especie de anémona de mar que cubre las zonas bentónicas de Maullín y Carelmapu, y que causa interferencia con las pesquerías bentónicas de la zona.
2. Actualizar antecedentes bibliográficos, tanto a nivel nacional como internacional, para las especies del género *Metridium*, poniendo énfasis en la especie identificada en el objetivo específico 4.1., y en los procesos de interferencia de esta especie en las zonas en que se realizan las pesquerías bentónicas.
3. Estimar abundancia y cobertura, de la especie identificada en el objetivo 4.1., en las áreas de manejo de recursos bentónicos (AMERB) y bancos de erizo en áreas de libre acceso, y su relación con las variables ambientales en la zona de estudio.
4. Proponer acciones piloto y/o experimentales de mitigación y manejo de la anémona de mar identificada en el objetivo 4.1., en zonas afectadas identificadas en la prospección.
5. Desarrollar acciones de capacitación y difusión para la identificación de la especie del género *Metridium*, su control y manejo a nivel regional.



2. Objetivo Específico N° 1. Identificar a nivel de especie, morfométrica y/o de preferencia genéticamente, la especie de anémona de mar que cubre las zonas bentónicas de Maullín y Carelmapu, y que causa interferencia con las pesquerías bentónicas de la zona.

### 2.1. Antecedentes

El género *Metridium* se encuentra compuesto por 2 especies *Metridium farcimen* (Brandt, 1835) (especie más grande, y predominantemente solitario en hábitats profundos) y *Metridium senile* (Linneaus, 1761) (especies más chica, reproduciéndose predominantemente de forma asexual, en hábitats someros) (Glon et al., 2023). Hay híbridos entre ambas especies. *Metridium senile* presenta una distribución circumboreal del Océano Atlántico y Pacífico del hemisferio norte.

La especie tipo corresponde a *Metridium senile*, la cual se encuentra en ambos océanos. Esta especie ha presentado una alta plasticidad morfológica en tamaño, forma y color, siendo capaz de generar morfotipos ambientales: las especies *M. dianthus* (Ellis, 1767), *M. exile* (Hand, 1956), *M. huanhaiense* (Pei, 1998), y *M. sinensis* (Pei, 1998) han sido sinonimizados recientemente con *M. senile* (Glon et al., 2023).

La identificación de hexacorales de cuerpo blando, como son las anémonas de mar, requiere de estudios morfológicos e histológicos de especímenes preservados en formalina para su adecuada clasificación. Debido a que las anémonas no tienen estructuras sólidas, como esqueleto y espículas, su identificación es ardua y pocos especialistas taxonómicos se dedican a este grupo (Häussermann, 2004). Las estructuras en cuales se basa la identificación son, número y orden de tentáculos y mesenterios, forma y tamaño de ciertos músculos, y tipos y tamaños de cnidae. Estos caracteres son muchas veces altamente variables, por lo cual, la identificación requiere experiencia para la interpretación correcta de estas características (Häussermann, 2004).

La utilización de la genética y sus herramientas moleculares ha permitido generar identificación taxonómica en muchas especies de difícil clasificación incluso a nivel de especies (Ellingson et al., 2006; Griffiths et al., 2010), llegando a ser un método certero de identificación y actualmente también de comparación, al existir cada vez más información en las bases de datos como Genbank. En este género, los primeros estudios genéticos fueron realizados mediante el uso de marcadores proteicos (Bucklin & Hedgecock, 1982; Bucklin, 1985), y más recientemente se ha estudiado su genoma mediante búsqueda de regiones variables (SNP) y secuenciación de genes específicos (Glon et al., 2021), donde se han establecido los niveles de diferenciación que permite cada tipo de marcador. Actualmente existe un sistema de estandarización de las especies mediante la utilización de un código de barras de ADN, para lo cual se utiliza el gen mitocondrial Citocromo Oxidasa I. Puesto que estos genes mitocondriales son muy conservados en Anthozoa, el trabajo genético con este grupo ha presentado más desafíos que en otros filos (Shearer et al., 2002; Quattrini et al., 2023). Para este grupo de anémonas se han desarrollado marcadores genómicos, pero esta aproximación requiere mayor tiempo y posee un alto costo económico que no hace factible una rápida identificación de especie a nivel de muchas muestras de distintas localidades.

*Metridium senile* muestra reproducción sexual y asexual, esta última a través de laceración pedal. Se ha registrado que la reproducción sexual posee fecundación externa con liberación de gametos por lo menos en verano tardío e inicios de otoño, pero no se descarta que se reproduzca todo el año, donde



luego de la fecundación se genera una larva plánula capaz de nadar (Bucklin, 1982; Lombardi & Lesser, 2010). El tiempo de duración de esta larva no es muy conocido, pero se estima que puede durar algunos meses, lo que le permite una amplia dispersión y colonización de nuevos hábitats (Hoffmann, 1987). Sin embargo, la reproducción asexual es la más frecuente, lo que permite generar grandes agrupaciones de clones (Glon et al., 2019; 2023).

*M. senile* ha sido registrada como especie invasora en el hemisferio sur, donde ha generado grandes poblaciones establecidas en Sudáfrica, Islas Falkland y la costa de Sudamérica (Figura 1.1).

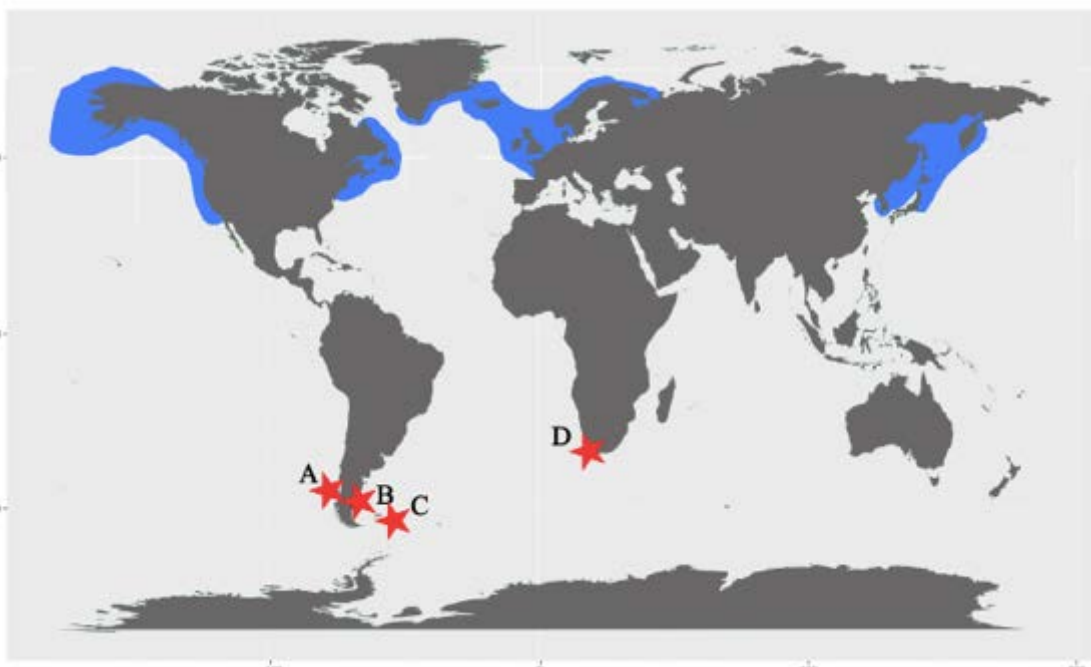


Figura 1.1. Distribución de *Metridium senile*. En azul su distribución nativa y en rojo su distribución en zonas introducidas. Tomado de Glon (2021).

Se ha detectado en Chile la presencia de más de un tipo de anémona introducida, como es el caso de las anemonas *Anemonia alicemartinae* y *Diadumene lineata*, sin embargo, análisis morfológicos y adicionalmente a través de análisis genéticos moleculares realizados por el laboratorio de genética molecular de la UACH, sede Puerto Montt, permitió identificar las muestras presentes en la Región de Los Lagos como *Metridium senile*, donde se observa la agrupación con muestras de la especie *Metridium senile* del hemisferio norte (Figura 1.7, 1.8, 1.9).

Por lo cual, posterior al análisis de la morfología es factible realizar una caracterización genética de las muestras, ya que en laboratorio ha sido posible obtener ADN de las muestras, amplificar genes de su genoma y secuenciar adecuadamente, lo que ha permitido confirmar la identificación a la especie respectiva.





## 2.2. Metodología

### 2.2.1. Identificación de especie mediante análisis morfométricos

Para dar cumplimiento al punto 5.2 de las bases técnicas se utilizó la metodología descrita por Häussermann (2004), usando para el estudio morfológico un animal entero, que no haya sido dañado durante la recolección, y el cual debe ser anestesiado previó a la preservación para evitar la contracción muscular.

Para evitar la contracción de los ejemplares recolectados, estos fueron almacenados en frascos con agua fría bien oxigenada agregando cristales de mentol y mantenidos en oscuridad durante al menos 2 horas hasta que no se registren respuestas al tacto. Posteriormente, los ejemplares fueron preservados en formalina al 10% utilizando un volumen aproximado de 10 veces el volumen del animal.

Para el estudio de los cnidae, se extrajo una muestra de tejido ectodermal de tentáculos, columna scapus, capitulum, mesenterios, faringe, acontios y disco pedal para ser observado al microscopio, donde se registraron los tipos de cnidocistos presentes. Sin embargo, no fue posible obtener muestras de capitulum debido a que los ejemplares recolectados fueron muy pequeños y en algunos casos estos se encontraron contraídos. De cada tipo de cnidae se midió el largo y ancho de un mínimo de aproximadamente 40 capsulas (cuando esto fue posible) estimando el su promedio y desviación estándar.

Adicionalmente, se realizó un análisis histológico del músculo, donde el animal previamente fijado y tratado, es incluido en bloques de parafina para posteriormente realizar cortes longitudinales y transversales de 8 a 10  $\mu\text{m}$ . De los cortes se seleccionaron regiones bien definidas para proceder al proceso de tinción con eosina-hematoxilina. Basados en las características observadas bajo el microscopio, se utilizó la clave genérica de Carlgren (1949) para la identificación del género. Para la determinación de la especie, se compararon las características con las descripciones de las especies del género identificado.

Complementariamente, siguiendo a Feehan et al (2019) se obtuvieron 10 especímenes cada 2 meses, los que se midieron y preservaron en formalina 10% para la realización de cortes histológicos (teñido con eosina-hematoxilina para observar tejido reproductivo). Se observó el sexo y estado de madurez buscando identificar i) la presencia de ambos sexos (considerando que son clones), ii) época de desove, para verificar que existe reproducción sexual y la época en la que se produce (que se complementara con la observación de larvas plánulas en el objetivo 3).

Es interesante destacar que en el caso de la anémona criptogenica (probablemente introducida) *Anemonia alicemartinae* sólo se han registrado hembras (Häussermann and Försterra, 2009).

### 2.2.2. Identificación de especie mediante análisis genético

#### a) Muestreo y análisis de ADN en adultos

Las muestras fueron obtenidas desde parches diferenciados, diferentes sustratos y/o de diferentes colores, para así evitar alta presencia de clones en un mismo muestreo. La recolección de muestras



se realizó en 10 localidades dentro de 8 grandes zonas (Valparaíso, Maullín, Carelmapu, Canal de Chacao, Quemchi, Aysén, Puerto Madryn y Punta Arenas) (Tabla 1.1). El tejido se almacenó en etanol al 70%, para ser trasladadas y procesadas en el laboratorio de Genética Molecular de la Universidad Austral de Chile, Sede Puerto Montt.

Tabla 1.1. Código de las diferentes Localidades muestreadas y extraídas de acuerdo con su zona de procedencia.

LOCALIDAD	ZONA	CÓDIGO
Horcón	Valparaíso	HOR1-HOR2
Punta Chocoi	Maullín	PCH1-PCH2-PCH3-PCH4-PCH5-PCH6
Sebastiana	Maullín	SG1-SG2-SG3-SG4-SG5-SG6
Punta Picuta	Canal de Chacao	PIC1-PIC2-PIC3-PIC4-PIC5-PIC6-PIC7-PIC8-PIC9-PIC10
Astillero	Canal de Chacao	AS1-AS2-AS3
Canal de Chacao	Canal de Chacao	CAN1571-CAN1613-CAN1620-CAN1651-CAN1704
Quemchi	Quemchi	QS1 1-QS1 2-QS1 3-QS2 1-QS2 2-QS2 3-QS2 4-QS2 5
Guaitecas (Aysén)	Aysén	GUA1-GUA2-GUA3- GUA4-GUA5-GUA6-GUA7-GUA8-GUA9-GUA10
Puerto. Madryn	Argentina	PMA 10045 1-PMA10170 1-PMA10052 2-PMA10170 2-PMA10053-PMA10044
Punta Arenas	Austral	PTA1-PTA2-PTA3-PTA4-PTA5-PTA6

#### b) Análisis genético

##### Extracción de ADN

La extracción del ADN genómico total disuelto, se realizó a partir de muestras individuales identificadas según rotulo como muestras de 10 localidades (Tabla 1.2).

Tabla 1.2. Localidades muestreadas y extraídas.

LOCALIDAD	ZONA	CÓDIGO	N EXTRAÍDO
Horcón	Valparaíso	HOR	6
Punta Chocoi	Maullín	PCH	6
Sebastiana	Maullín	SG/SEB	6
Punta Picuta	Canal de Chacao	PIC	10
Quemchi	Quemchi	QS/QHI	8
Canal de Chacao	Canal de Chacao	CAN	5
Astillero	Canal de Chacao	AS/AST	3
Guaitecas	Aysén	GUA	6
Puerto Madryn	Argentina	PMA	6
Punta Arenas	Austral	PTA	6



Para cada una de estas muestras se realizó extracción de ADN total desde un trozo de tejido de aproximadamente 0,5 cm. Mediante el uso de dos kits de extracción para invertebrados: (DNA kit EZNA de Omega Biotech). El ADN total obtenido se almacena a -20°C.

#### Cuantificación de ADN mediante Qubit dsDNA HS Assay Kit

La cuantificación de las muestras de ADN fue realizada por fluorometría mediante QuantiTMM dsDNA HS Assay Kit (Invitrogen, Carlsbad, California). La cantidad exacta de ADN se determinó mediante la comparación de la muestra problema con muestras de cantidad de ADN conocidas. La calidad del ADN total se visualizó en gel de agarosa al 1% a 90 volt por 40 minutos.

#### Protocolo PCR

El ADN obtenido de cada una de las muestras fue amplificado por PCR mediante métodos estandarizados para 3 genes individuales, los cuales muestran diferencias entre tipos de anemonas, los que corresponden a ITS y COIII usando los partidores de Glon et al. (2021). Adicionalmente, se utilizó el marcador estándar para el sistema de código de barras de ADN mundial, correspondiente a Citocromo oxidasa I, mediante los partidores LCO1490 y HCO2198 (Folmer et al., 1994), los cuales ya han sido evaluados en estas muestras.

ITS: Las reacciones de PCR fueron realizadas en los termocicladores 2720 Thermal Cycler y Mini amp plus, a través de una desnaturalización inicial durante 5 minutos a 95°C seguido de 35 ciclos de desnaturalización a 95°C durante 1 minuto, annealing de 60°C durante 1 minuto y una extensión a 72°C durante 2 minutos y una extensión final a 72°C por 10 minutos.

COIII: Las reacciones de PCR fueron realizadas en los termocicladores 2720 Thermal Cycler y Mini amp plus, a través de una desnaturalización inicial durante 9 minutos a 95°C seguido de 30 ciclos de desnaturalización a 94°C durante 1 minuto, annealing de 55°C durante 45 segundos y una extensión a 72°C durante 1 minuto y una extensión final a 72°C por 10 minutos.

COI: Las reacciones de PCR fueron realizadas en los termocicladores 2720 Thermal Cycler y Mini amp plus, a través de una desnaturalización inicial durante 5 minutos a 95°C seguido de 35 ciclos de desnaturalización a 95°C durante 1 minuto, annealing de 60°C durante 1 minuto y una extensión a 72°C durante 2 minutos y una extensión final a 72°C por 10 minutos.

#### Gel de agarosa, producto de PCR.

La especificidad y el tamaño del producto final de amplificación se verificó mediante electroforesis en gel de agarosa al 1,8% a 90 volt por 40 min. Se incluyó un patrón estándar, que permitió discriminar de acuerdo con su peso molecular la presencia de la región en estudio.

Los productos de PCR obtenidos y posteriormente visualizados en gel de agarosa fueron enviados a secuenciar a Macrogen en ambos sentidos, mediante el método de Sanger en secuenciador automático.

#### c) Análisis de datos genéticos

Las secuencias obtenidas para las muestras fueron editadas mediante BIOEDIT 7.2 (Hall, 2011) y alineadas usando Clustal W. Las secuencias fueron comparadas entre ellas y se utilizaron grupos externos de comparación, de otras especies cercanas, y además se utilizaron las bases de datos de



Genbank para las diferentes especies de Anthozoa distribuidas en el mundo. De esta forma, los datos obtenidos de este trabajo podrán agrupar a la especie correspondiente de las diferentes registradas en el mundo y analizadas con estos genes. Para este análisis se utilizó el programa MEGA 11 (Tamura et al., 2021), que permitió construir las relaciones filogenéticas entre las muestras y las especies de comparación, para esto primero se evaluó el modelo de mutación más probable de cada gen y luego se construyó el árbol filogenético mediante el método del vecino más cercano utilizando el modelo de sustitución adecuado. Esta reconstrucción filogenética se realizó para cada gen por separado, lo que permitió tener diferentes análisis del genoma para la identificación de la especie y luego se evaluó la posibilidad de utilizar el conjunto de genes agrupados. Mediante los programas DnaSP v6 (Rozas et al., 2017) se estimaron indicadores de diversidad genética para cada localidad muestreada y estimadores de divergencia genética entre las localidades de la costa chilena y las localidades de otros rangos de distribución. A partir de estos análisis, se pudo estimar el posible origen más probable de la presencia de esta especie en las costas chilenas.

#### d) Muestreo y análisis de ADN en larvas plánulas

Suministro y procesamiento de muestras de plancton.

Las muestras de plancton fueron almacenadas en botellas de no más de 500 ml, las cuales fueron preservadas en etanol al 70%, y rotulados indicando su lugar de muestreo y fecha (Tabla 1.3).

Una vez recepcionadas las muestras de plancton, estas fueron homogenizadas para tomar alícuotas de 1 ml y sus respectivas replicas o bien homogenizadas para seleccionar larvas plánulas bajo lupa.

Las larvas fueron seleccionadas considerando la variabilidad morfológica de las larvas plánula recolectadas (larva plánula es el nombre genérico de larvas de Anthozoa). La descripción morfológica de larvas plánula de *Metridium dianthus* ha sido descrita esquemáticamente en la literatura (Gemill, 1920), por lo que su identificación en las muestras de plancton presentó un grado de dificultad que la identificación genética puede ayudar a resolver.

Tabla 1.3. Localidades y fechas de muestreo de plancton, para identificación de larvas de *Metridium*.

Muestras de Plancton	Fecha	Código
Sebastiana	21/08/2022	ZOO1
Ancud	01/09/2022	ZOO3
Farellones	20/09/2022	FARZ
Picuta	20/08/2022	PICZ
Amazonas	20/08/2022	ARAZ
Quemchi	20/01/2023	QUE
Punta Chocoi	01/02/2023	CHO
Farellones	04/02/2023	FARE
Ancud	27/01/2023	ANC

#### Selección de larvas

Desde cada botella de muestra de plancton homogenizada se tomaron 3 alícuotas por separado de 1 ml para posteriormente centrifugar a 2000 rpm por 1 minuto, agitando de forma homogénea cada vez que se tomó una nueva muestra.



La muestra homogeneizada es observada en una lupa estereoscópica para la obtención de 20 larvas por cada 3 ml de muestra, extrayéndolas con una micropipeta y almacenadas en tubos Eppendorf (1,5 ml).

Para la obtención de las siguientes 20 larvas se tomó una nueva muestra de 3 ml, agitando homogéneamente cada vez que se toma una réplica. Si no se logró obtener una muestra de 20 larvas en los volúmenes utilizados, se aumentó el volumen en cada muestreo o realizó un cuarto muestreo para completar el número.

Una vez obtenidas las muestras de larvas del plancton se procedió a la extracción de ADN, PCR de los genes de interés y posterior secuenciación de estos.

#### Extracción y cuantificación de ADN

La extracción del ADN genómico total disuelto, se realizó a partir de 3 réplicas por muestras de 1000  $\mu$ l por tubo y 3 réplicas con aproximadamente 20 larvas plánulas cada una. El primer paso para la extracción de ADN es la rotura de las membranas celular, nuclear y mitocondrial, con el fin de liberar el ADN y para posteriormente la precipitación del mismo, con el propósito de obtener una muestra pura de ADN, libre de otras biomoléculas que forman parte del tejido celular. Para ello se realizaron dos protocolos diferentes:

- Extracción de ADN utilizando el Kit Comercial EZNA Mollusc ADN Isolation Kit
- Qiagen/ Power soil pro kit.

Adicionalmente, el exceso de etanol fue eliminado utilizando una pipeta de 10  $\mu$ l, y las muestras fueron re suspendidas en agua, vortexiadas a la máxima velocidad por 60 minutos con el triturador de tejido, para posteriormente ser centrifugadas, siguiendo el protocolo indicado por el fabricante. Finalmente, durante la etapa de elución solo 40  $\mu$ l de Elution buffer fueron agregados a la membrana, y el ADN total obtenido fue almacenado a -20 °C.

#### Cuantificación de ADN mediante Qubit dsDNA HS Assay Kit

La cuantificación de las muestras de ADN se realizó por fluorometría mediante QuantiTMM dsDNA HS Assay Kit (Invitrogen, Carlsbad, California). La cantidad exacta de ADN se determinó mediante la comparación de la muestra problema con muestras de cantidad de ADN conocidas. La calidad del ADN total se visualizó en gel de agarosa al 1% a 90 volt por 40 minutos.

#### Evaluación PCR convencional

El ADN obtenido fue amplificado por PCR mediante métodos estandarizados para 3 genes individuales, los cuales muestran diferencias entre tipos de anemonas, los que corresponden a ITS y COIII usando los partidores de Glon et al. (2021). Adicionalmente, se utilizó el marcador estándar para el sistema de Código de barras de ADN mundial, correspondiente a Citocromo oxidasa I, mediante los partidores LCO1490 y HCO2198 (Folmer et al., 1994), los cuales ya han sido evaluados en estas muestras.

COI: Las reacciones de PCR fueron realizadas en los termocicladores 2720 Thermal Cycler y Mini amp plus, a través de una desnaturalización inicial durante 5 minutos a 95°C seguido de 35



ciclos de desnaturalización a 95°C durante 1 minuto, annealing de 60°C durante 1 minuto y una extensión a 72°C durante 2 minutos y finalmente una extensión a 72°C por 10 minutos.

COIII: Las reacciones de PCR fueron realizadas en los termocicladores 2720 Thermal Cycler y Mini amp plus, a través de una desnaturalización inicial durante 9 minutos a 95°C seguido de 30 ciclos de desnaturalización a 94°C durante 1 minuto, annealing de 55°C durante 45 segundos y una extensión a 72°C durante 1 minuto y finalmente una extensión a 72°C por 10 minutos.

ITS: Las reacciones de PCR fueron realizadas en los termocicladores 2720 Thermal Cycler y Mini amp plus, a través de una desnaturalización inicial durante 5 minutos a 95°C seguido de 35 ciclos de desnaturalización a 95°C durante 1 minuto, annealing de 60°C durante 1 minuto y una extensión a 72°C durante 2 minutos y finalmente una extensión a 72°C por 10 minutos.

Gel de agarosa, producto de PCR.

La especificidad y el tamaño del producto final de amplificación se verificaron mediante electroforesis en gel de agarosa al 1,8% a 90 volt por 40 min. Se incluyó un patrón estándar, que permitió discriminar de acuerdo a su peso molecular la presencia de la región en estudio. Los productos de PCR obtenidos y posteriormente visualizados en gel de agarosa fueron enviados a secuenciar a Macrogen en ambos sentidos mediante el método de Sanger en secuenciador automático (Tabla 1.4).

Tabla 1.4. Muestras de Plancton amplificadas y enviadas a secuenciar.

Muestras de Plancton	Código	COI	COIII	ITS
Sebastiana	ZOO1	NO	SI	SI
Ancud	ZOO3	NO	SI	SI
Farellones	FARZ	NO	SI	SI
Picuta	PICZ	NO	SI	SI
Amazonas	ARAZ	NO	SI	SI
Ancud	ANC	SI	SI	SI
Farellones	FARE	SI	SI	SI
Quemchi	QUES3	SI	SI	SI
Punta Chocoi	CHO	SI	SI	SI
Amazonas	AMA	SI	SI	SI
Quemchi	QUES1	SI	SI	SI

#### e) Análisis de datos genéticos

Las secuencias obtenidas fueron analizadas mediante métodos de DNA barcoding, para lo cual se utilizó BlastN para identificación de las especies, el cual compara los datos obtenidos con las bases de datos de Genbank, entregando valores de identidad genética de los datos con otras especies.





## 2.3. Resultados

### 2.3.1. Identificación de especie mediante análisis morfométricos

#### a) Morfología externa

Los especímenes recolectados son de tamaño pequeño y con forma típica de cono, con disco pedio ancho, limbo lobulado de aproximadamente 0,5 a 1,5 cm de diámetro, una columna que varió entre 0,5 a 1,8 cm de altura, y tentáculos de 0,3 a 0,5 cm de largo (Figura 1.2). Los ejemplares expandidos presentan un disco oral lobulado, con numerosos tentáculos cortos, los tentáculos interiores en ciclos hexaméricos, y los tentáculos exteriores más cortos que los interiores, presentan una columna lisa, delgada en la cual existe presencia de cinclidos (los que se ven por la expulsión de acontios), separada en scapus y capitulum (collar entre ambas partes). Los tentáculos están organizados en varios ciclos igual que los mesenterios. De estos los primeros ciclos son estériles, el tejido reproductivo está situado en ciclos incompletos. Tentáculos de captura fueron observados en algunos especímenes *in situ*. Los especímenes muchas veces son irregulares porque se reproducen con laceración pedal en forma asexual.



Figura 1.2. Especímenes de *Metridium senile* medidos en laboratorio, especímenes recolectados en Astilleros, Carelmapu en febrero 2023.

#### b) Morfología interna

Los especímenes muestran uno o dos sifonoglifos anchos, y uno o dos pares de directivas. Los mesenterios presentan hasta 6 ciclos, los primeros tres generalmente hexaméricos, los demás irregulares. El primer y segundo ciclo perfectos son generalmente estériles, mientras que el tejido reproductivo generalmente se encuentra entre los ciclos 3 a 5, los cuales tienen filamentos trilobados. Mesenterios perfectos con estomata oral y marginal.



## Musculatura

Músculos longitudinales de los tentáculos ectodermal, musculatura radial del disco oral endodermal. Retractores en posición central del mesenterio, solamente presente en los mesenterios más grandes, circunscrito-difuso a difuso. Sin musculatura parietobasilar. Esfínter mesogleal, débil, en margen superior del scapus, en mesoglea levemente engordada. Musculatura basilar no visible.

## Cnidae

Se hizo un chequeo de los cnidae de *Metridium senile* de la Patagonia Central lo que dio resultados dentro de los rangos de *Metridium senile*. Las mediciones de hasta 40 células por tipo de cnidae y tejido se realizaron con muestras que se enviaron a Munich para su estudio (Tabla 1.5).

Tabla 1.5. Cnidome de *Metridium senile*. Rango de tamaño (largo y ancho) de las cápsulas con desviación estándar, número de cápsulas encontradas/medidas y abundancia.

Tejido	Tipo cnidae	largo	ancho	St dev l	St dev a	abundancia	Nr caps.
Columna	Basitricos	7.5-15.0	1.8-3.5	2.04	0.57	raro	24
	p-amastigoforos	19.6-28.0	3.2-5.0	1.88	0.44	común	42
Tentáculos	Espirocistos	17-25.5	3.5-5.0	2.57	0.37	Raro a común	11
	Basitricos 1	16.5-23.0	2.0-3.2	2.02	0.26	común	40
	Basitricos 2	11	2			Muy raro	1
	p-mastigoforos	17-25	3.0-4.5	2.42	0.39	raro	18
Actinofaringe	p-amastigoforos	19-24	4-4.7	1.81	0.31	Raro a común	8
	Basitricos 1	31-34	3.0-4.2	1.42	0.79	raro	4
	Basitricos 2	11.3-16.3	1.5-2.7	2.04	0.48	raro	14
Filamentos mesenteriales	p-amastigoforos	18.7-24.0	3.8-4.6	2.04	0.33	raro	10
Acontios	p-mastigoforos	55.0-71.6	5.0-7.5	4.93	0.56	abundante	31
	Basitricos 1	59.5-72	4.5-5.5	2.4	0.48	abundante	40
	Basitricos 2	16-18	2.5-3.0	2.28	0.26	raro	8
Disco pedal	p-amastigoforos	18.5-24.3	3.5-5.0	1.56	0.37	abundante	30
	Basitricos	13.0-24.0	2.0-3.0	3.5	0.42	raro	8

## c) Reproducción

Se procesaron 10 especímenes recolectados en febrero 2023 (Figura 1.3), a los que se les realizó un corte en forma transversal (grosor 8 a 10  $\mu\text{m}$ ) para poder observar la existencia de tejido reproductivo. Los cortes se tiñeron con eosina-hematoxilina y se observaron bajo un microscopio de luz. De los 10 ejemplares analizados 3 tenían ovocitos y 4 espermatozoides (Figura 1.4 y 1.5). Esta observación es muy interesante, tomando en cuenta que el tiempo de reproducción en el hemisferio norte es durante la temporada estival (julio-agosto) (lo que corresponde a febrero en el hemisferio sur). En otro estudio



se descubrió tejido reproductivo en especímenes argentinos en verano como invierno austral (Riemann-Zuerneck, 1975).



Figura 1.3. Preparación especímenes de *Metridium senile* para cortes histológicos.

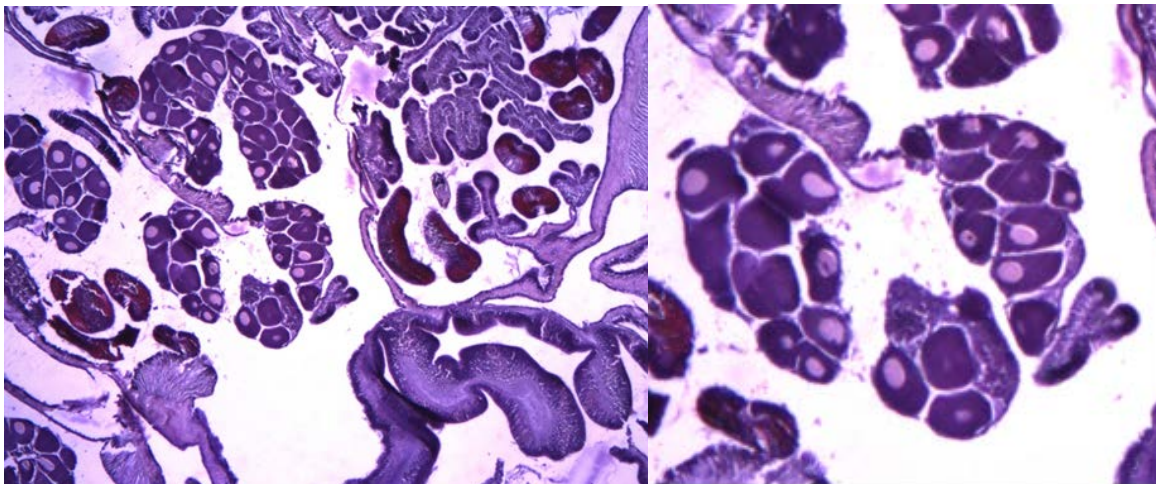


Figura 1.4. Especimen número 2 de *M. senile* recolectado en febrero 2023 en sector Astilleros, Carelmapu. Hembra.



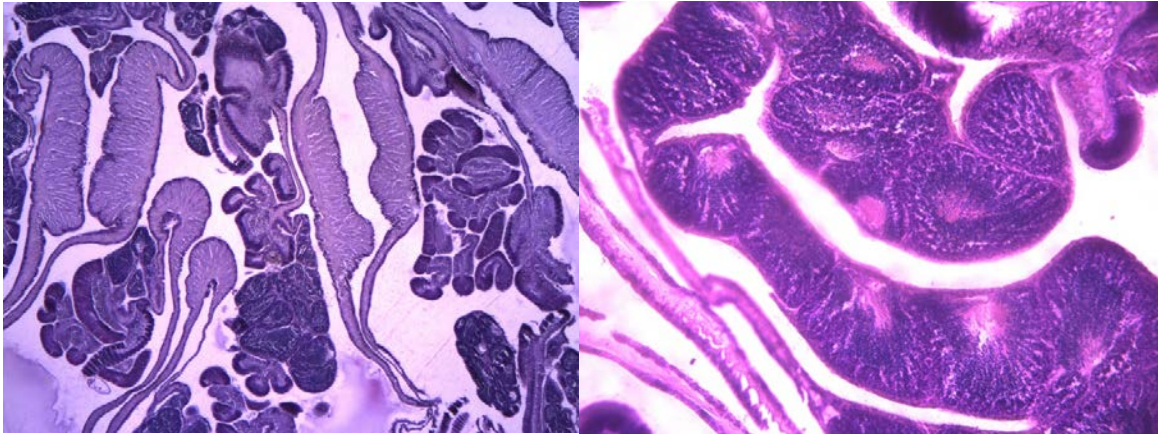


Figura 1.5. Especímenes número 9 (izquierdo) y 5 (derecho) recolectados en febrero 2023 en sector Astilleros Carelmapu. Machos.

### 2.3.2. Identificación de especie mediante análisis genético

#### a) Extracción y cuantificación de ADN

El ADN obtenido con el protocolo de Extracción de ADN utilizando el Kit Comercial EZNA Tisúes permitió obtener buenos resultados de concentración de ácidos nucleicos.

#### PCR convencional Gen COI, COIII e ITS

Los resultados de amplificación de los tres genes en estudio se obtuvieron de forma adecuada para las diferentes localidades en base a las condiciones de PCR descritas, con bandas específicas e intensas, lo cual demuestra una alta cantidad de copias de ADN obtenidos. Las bandas observadas se encuentran dentro del rango de tamaño de 600 bp (Figura 1.6).

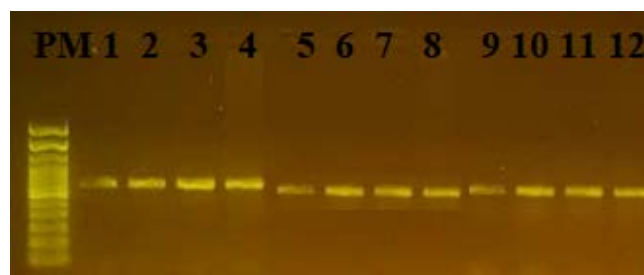


Figura 1.6. Gel de agarosa al 2% bajo luz UV que muestra los resultados de amplificación del gen ITS, COIII Y COI por medio de PCR. ITS (Líneas superior 1-4) COIII (líneas 5-8) y COI (línea 9-12).



En base a estas amplificaciones obtenidas las muestras fueron enviadas a Macrogen para su posterior secuenciación y análisis de datos estadísticos.

A partir de estos análisis se logró obtener secuencias de ADN de muestras de 7 localidades en la costa de Chile y 1 muestra de Argentina. Para todas estas muestras se analizaron secuencias de los genes mitocondriales Citocromo oxidasa I, Citocromo oxidasa III y la región nuclear ITS. El resumen de la cantidad de secuencias obtenidas para cada gen y localidad se observan en la Tabla 1.6.

Tabla 1.6. Número de muestras secuenciadas de las diferentes localidades.

Localidad	Tamaño de Muestra	COI	COIII	ITS	TOTAL
Horcón	2	2	2	2	6
Punta Chocoi	6	6	6	6	18
Sebastiana	6	5	6	6	17
Punta Picuta	10	10	5	5	20
Astillero	3	2	3	3	8
Canal Chacao	6	5	4	5	14
Quemchi	8	8	8	8	24
Guaitecas	6	6	6	10	17
Puerto Madryn	6	6	6	4	16
Punta Arenas	6	6	6	6	18
Total	67	55	51	55	161

#### b) Identificación de especie

En base al total de datos obtenidos se compararon los datos mediante el análisis filogenético y la comparación secuencias de *Metridium senile* del hemisferio norte, obtenidas por Heather Glon. Además, los datos fueron comparados con secuencias obtenidas desde las bases de datos de GenBank para la especie *Metridium senile* y otras especies del género y emparentadas.

Los resultados para los genes COI se observan en las Figuras 1.7, 1.8 y 1.9, donde se identifican en círculos negros las muestras de las 9 localidades chilenas y en círculos blancos la muestra de una localidad argentina. En esta figura se observa que las muestras corresponden a la especie *Metridium senile*.

Se observa a partir de los análisis la baja o nula diferenciación genética entre muestras de la especie, ya sea en la costa chilena y argentina. Esto coincide con dos características de estas especies: a) la reproducción clonal, que es frecuente en este grupo y genera individuos genéticamente idénticos y b) la identificación de una baja tasa mutacional de los genes mitocondriales ya definidos para el grupo Anthozoa, debido a un eficiente sistema de reparación de mutaciones denominado mismatch repair enzyme (mtMutS) (Bilewitch & Degnan, 2011).

Al comparar con muestras de la misma especie distribuidas en el hemisferio norte, tampoco se observa diferenciación genética con las muestras del hemisferio sur.

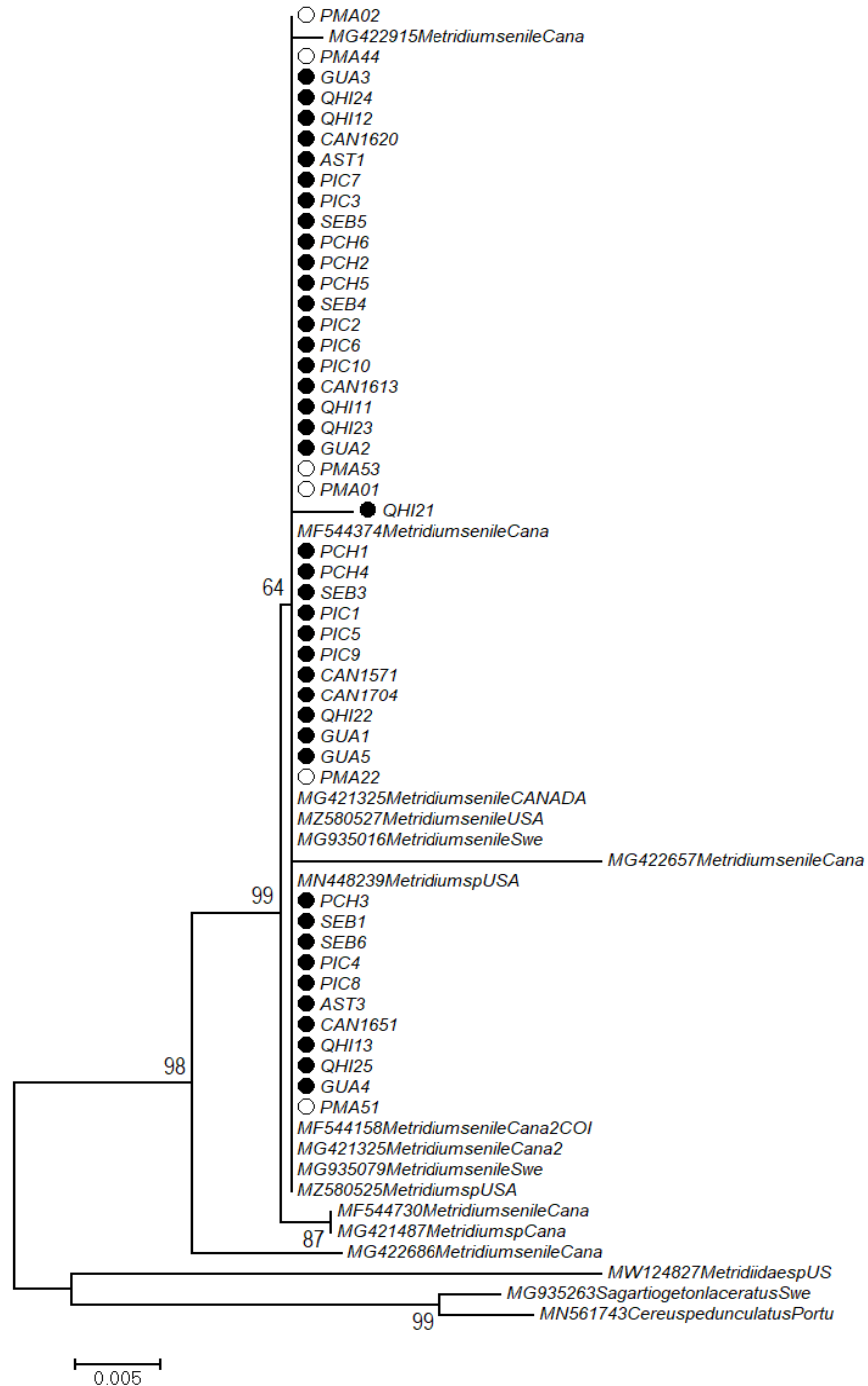


Figura 1.7. Árbol filogenético basado en el gen COI para muestras de 9 localidades de la costa chilena (círculos negros) y una localidad argentina (círculo blanco).



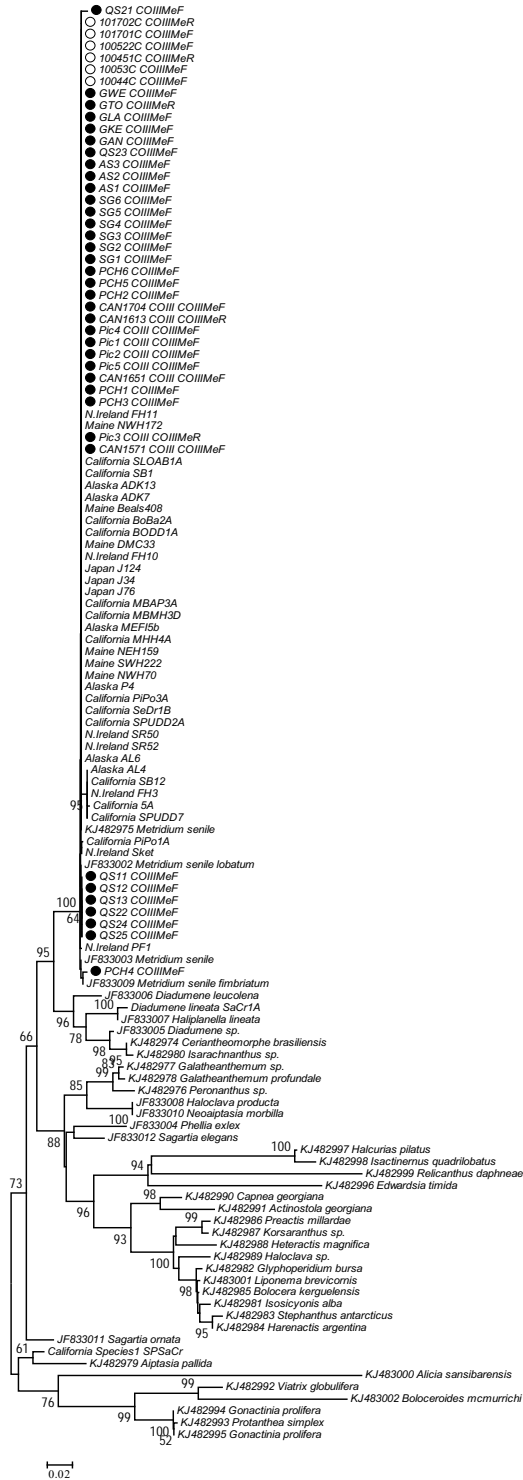


Figura 1.8. Árbol filogenético basado en el gen COIII para las 9 localidades chilenas (círculos negros) y una localidad argentina (círculo blanco).



Figura 1.9. Árbol filogenético basado en la región ITS para las 9 localidades chilenas (círculos negros) y una localidad argentina (círculo blanco).



c) Identificación de larvas

A través del análisis genético para la búsqueda de larvas en el plancton, las metodologías utilizadas permitieron encontrar ADN y amplificar por PCR para dos tipos de marcadores que identifican y separan a *Metridium senile*.

Los resultados muestran que sólo fue posible detectar la presencia de larvas de *Metridium* en el sector de Ancud en muestras de plancton recolectadas en el mes de septiembre. Además, los resultados muestran la identificación de otro tipo de especies en el plancton (larvas de peces, microalgas, cnidarios de otras especies) (Tabla 1.7).

Aunque no se registró larvas en otras estaciones de muestreo además de Ancud, lo que podría explicarse por la ubicación de estas, se puede confirmar que existe un potencial de dispersión por reproducción sexual, aunque su magnitud es desconocida.

Tabla 1.7. Valores de identidad genética encontrado mediante BlastN para las diferentes larvas analizadas.

Localidad	Fecha	Código	Partidor	Nombre científico	% Similitud
Amazonas		AMAC	COI	<i>Neurospera crassa</i>	86,18
Amazonas		AMAC	COI	<i>Neurospera crassa</i> OR74A	86,18
Ancud	27/01/2023	ANCC	COI	<i>Orthocladus rivulorum</i>	76,85
Punta Chocoi	01/02/2023	CHOC	COI	<i>Brachionus quadridentatus brevispinus</i>	100,00
Punta Chocoi	04/02/2023	CHOC	COI	<i>Mytilus edulis</i>	100,00
Farellones	04/02/2023	FAREC	COI	<i>Rhizosolenia setigera</i>	90,41
Quemchi	20/01/2023	QUES1C	COI	<i>Pythium brassicae</i>	75,50
Quemchi	20/01/2023	QUES3C	COI	<i>Paracalanus</i> sp. D AC-2013	98,43
Amazonas		AMA	COIII	<i>Dictyopteris cf. macrocarpa</i>	90,91
Ancud	27/01/2023	ANC	COIII	<i>Caulocystis uvifera</i>	86,11
Ancud	27/01/2023	ANC	COIII	<i>Caulocystis cephalornithos</i>	86,11
Punta Chocoi	01/02/2023	CHO	COIII	No se encontró similitud significativa	-
Farellones	04/02/2023	FARE	COIII	<i>Rhizosolenia setigera</i>	79,40
Quemchi	20/01/2023	QUES1	COIII	<i>Rhizosolenia setigera</i>	84,43
Quemchi	20/01/2023	QUES3	COIII	Uncultured planctomycete 6N14	89,95
Amazonas		AMAI	ITS	No se encontró similitud significativa	-
Ancud	27/01/2023	ANCI	ITS	<i>Oncaea</i> sp. MVZ-2013	92,98
Ancud	27/01/2023	ANCI	ITS	<i>Oncaea mediterranea</i>	92,98
Punta Chocoi	01/02/2023	CHOI	ITS	No se encontró similitud significativa	-
Farellones	04/02/2023	FAREI	ITS	<i>Subeucalanus subcrassus</i>	100,00
Farellones	04/02/2023	FAREI	ITS	<i>Subeucalanus pileatus</i>	100,00
Quemchi	20/01/2023	QUES1I	ITS	<i>Mecynocera clausi</i>	88,89
Quemchi	20/01/2023	QUES3I	ITS	<i>Paracalanidae</i> sp. 2012JH188	94,44
Amazonas	20/08/2022	ARAZR1	COIII	<i>Obelia longissima</i>	82,15
Amazonas	20/08/2022	ARAZR1	COIII	<i>Laomedea flexuosa</i>	82,15
Farellones	20/09/2022	FARZR1	COIII	<i>Halaphora calidilacuna</i>	79,19
	01/09/2022	ZOO3R1P	COIII	<i>Lobophora obscura</i>	79,74
Amazonas	20/08/2022	ARAZR1P	ITS	Uncultured eukaryote	90,95



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Localidad	Fecha	Código	Partidor	Nombre científico	% Similitud
Farellones	20/09/2022	FARZR1PITS	ITS	<i>Uncultured eukaryote</i>	89,20
Sebastiana	21/08/2022	ZOO1R1PITS	ITS	<i>Subeucalanus subcrassus</i>	100,00
Sebastiana	21/08/2022	ZOO1R1PITS	ITS	<i>Subeucalanus pileatus</i>	100,00
Ancud	01/09/2022	ZOO3R1PITS	ITS	<i>Metridium senile</i>	84,21
Ancud	01/09/2022	ZOO3R1PITS	ITS	<i>Metridium sp.</i>	84,21



3. Objetivo Específico N° 2. Actualizar antecedentes bibliográficos, tanto a nivel nacional como internacional, para las especies del género *Metridium*, poniendo énfasis en la especie identificada en el objetivo específico 4.1., y en los procesos de interferencia de esta especie en las zonas en que se realizan las pesquerías bentónicas.

### 3.1. Antecedentes

La información disponible sobre las especies del género *Metridium* proviene principalmente desde el hemisferio norte, donde se encuentra extensamente extendida como un componente importante de las comunidades costeras de fondos duros (ej. Anthony, 1997; Nelson and Craig, 2011; Glon et al., 2020 a y b). En el hemisferio sur, Häussermann et al. (2006) identificaron y registraron a la especie *Metridium senile* al sur de la Península de Taitao, mientras que Martin et al. (2015) la reportaron como una especie dominante en comunidades incrustantes entre el intermareal y submareal de pilotes de muelles.

La literatura indica que las especies del género *Metridium* son invasoras agresivas que ocupan el sustrato con movimientos que desplazan o sofocan a otras especies (Nelson and Craig, 2011) e incluso con sus células especializadas (nematocistos) pueden atacar a otras especies de anémonas (Purcell, 1977; Sebens, 1985). Estas características depredadoras y competitivas en una especie invasora sugieren una amenaza para la biodiversidad en medio ambientes marinos, y pueden inducir una disminución de la abundancia de especies nativas de comunidades bentónicas como lo ha sugerido Battini et al. (2021) para el nudibranquio *Pleurobranchaea maculata* (Mollusca, Gastropoda) en la costa atlántica.

Dadas sus características, esta especie pudo haber sido transportada en aguas de lastre de buques, como ha sido propuesto por Glon et al. (2020a).

El ciclo de *Metridium senile* incluye un periodo de vida de 10 años y más, reproduciéndose prolificamente cuando las condiciones de temperatura (-1°C a 20°C), salinidad (20-37 ppm) y sustrato (roca, bolón y grava) están dentro de su rango preferido (ej. Wahl, 1985; Nelson and Craig, 2011). Estos rangos incluyen los valores de temperatura y salinidad de prácticamente todo el sistema de fiordos y canales del sur de Chile, por lo que su espacio para la expansión parece ser muy amplio (ej. Pickard, 1971; Silva et al., 1998).

El tamaño de los ejemplares de *Metridium senile* en promedio alcanzan un diámetro de 5 cm incluidos los tentáculos, y una altura media de 5 cm, con mínimos sobre los 2 cm y máxima de 10 cm de altura (Fautin et al., 1987). En condiciones de laboratorio *M. senile*, presenta un rápido crecimiento logrando alcanzar un área del disco de 45 cm<sup>2</sup> después de 5 meses, cuando se alimentaba diariamente (Bucklin, 1987).

Anthony (1997) señaló que las anémonas pequeñas tenían la mayor eficiencia de alimentación en regímenes de flujo moderado a alto (lo que podría ayudar a explicar la prevalencia de individuos pequeños en lugares expuestos a las olas), siendo especialmente abundante en rincones oscuros y tranquilos y tiende a vivir en grupos clonales (Fautin y Hand, 2007).

La reproducción de *M. senile* ha sido descrita tanto de forma sexual como asexual. Sexualmente, la reproducción es externa a través de una etapa larval planctónica que dura 1 a 6 meses, por lo que



tiene un amplio rango de dispersión. Asexualmente se divide por laceración del pedúnculo, pudiendo expandirse en el sustrato, localmente. Riss y Dolmer (2003) reportaron que *M. senile* en áreas protegidas y con disponibilidad de sustrato se reprodujo asexualmente a un ritmo mayor, resultando en una población con una alta densidad de ejemplares de pequeño tamaño.

Las invasiones de especies son eventos que se han vuelto cada vez más recurrentes. Considerando la globalización de la navegación y los cambios en las condiciones ambientales de los sistemas costeros (ej. temperatura y salinidad del mar, calentamiento de la atmósfera, etc.), se espera que esto sea cada vez más frecuente.

Un caso específico es la pesquería de erizo verde de Maine (USA) (*Strongylocentrotus droebachiensis*), donde se observó, al comienzo de los años 2000, como los cambios (disminución) en su abundancia dieron paso al aumento de la cobertura algal y al aumento de una especie de crustáceo que depreda a los erizos juveniles (Taylor, 2004; Johnson et al., 2013). El estatus de esa pesquería de erizo pasó de cosechar aproximadamente 18.000 t anuales en los 1990s, a cosechar alrededor de 3.000 t anuales en los últimos años, con la consiguiente pérdida de valor económico (<https://seagrant.umaine.edu/maine-seafood-guide/urchin/>).

De acuerdo con los resultados del proyecto red de estaciones fijas del recurso erizo, en el marco del Programa de Seguimiento Bentónico que realiza el Instituto de Fomento Pesquero para el año 2021, se registró la presencia *Metridium* sp. en la estación Punta Picuta en el sector de Carelmapu desde el año 2017, la cual en el año 2021 presenta una vasta extensión con hasta un 100% de cobertura. De acuerdo con información preliminar, *Metridium* sp. se habría expandido y habría desplazado a otras especies colonizadoras del taxón Anthozoa (ej. *Antholoba* sp y *Anthotoe* sp), lo que es coincidente con lo descrito por Häussermann et al. (2006) para la Patagonia Central de Chile (Al sur de la Península de Taitao).

## 3.2. Metodología

### 3.2.1. Recopilación detallada de la literatura nacional e internacional sobre la especie identificada.

Para la recopilación de información bibliográfica se aplicaron distintos métodos de búsqueda y recopilación de información según distintas fuentes y motores de búsqueda.

#### a) Fuentes primarias: Publicaciones científicas

La sistematización y clasificación de literatura científica nacional e internacional para las especies del género *Metridium* implicó compilar información desde artículos científicos publicados en revistas de amplia circulación, el primer acceso fue la base de datos de la biblioteca de la Universidad Austral de Chile, la cual tiene acceso a 39.000 títulos de revistas en línea. Entre los que se destaca el acceso consorciado a la BEIC (Biblioteca Electrónica Científica Chilena) con más 5.500 revistas de corriente principal (ACS, Annual Reviews, NPG, Springer, Wiley Interscience, Oxford University Press, Science Direct), los 771 títulos suscritos en forma directa que corresponden principalmente a: IEEE, Emerald, American Medical Association, American Society for Microbiology Journals, Bioone, Ecological Society of America Journals, Federation of Animal Science Societies, etc.





Para el desarrollo metodológico de este objetivo, se complementó la revisión bibliográfica presentada en los antecedentes del presente proyecto y la realizada por Haüssermann et al. (2022), para lo cual se recopiló antecedentes consultando diversas fuentes especializadas en ciencias marinas, por ejemplo:

- ASFA Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts. ASFA posee una cobertura temática en Acuicultura, Organismos acuáticos, contaminación acuática, medioambiente.
- Oceanic Abstracts. Posee una cobertura temática en oceanografía biológica, ecología, oceanografía física y química, geoquímica, contaminación marina, recursos marinos, navegación y comunicaciones, derecho marítimo y biología marina.
- Science Direct. Posee una cobertura temática en las áreas científicas, médicas y técnicas. Science Direct es un servicio electrónico de información de texto completo, exclusivamente institucional.
- Scopus. Posee una cobertura temática en química, física, matemáticas, ingeniería, ciencias de la vida, ciencia social, psicología y economía.

Los descriptores de inclusión utilizados fueron: *Metridium senile*, Especies invasoras, Anemonas invasoras, reproducción asexual, invasiones biológicas. Los descriptores se aplicaron en inglés y español.

#### b) Fuentes secundarias: Proyectos, Informes, Tesis

Este motor de búsqueda se refiere a publicaciones sin comité editorial o que no se encuentran anexadas a bases de datos de revistas científicas, informes ambientales, resultados de proyectos de investigación, tesis, así como libros recientes sobre la materia y documentos de talleres de trabajo por parte de grupos de expertos a nivel nacional o internacional. Se utilizaron los mismos descriptores mencionados anteriormente.

- Scholar Google. Buscador de bibliografía especializada de la investigación académica para un gran número de disciplinas y fuentes como tesis, libros, resúmenes y artículos de editoriales académicas, sociedades profesionales y universidades.

#### 3.2.2. Análisis bibliográfico con énfasis en el manejo, mitigación de daños e interacción con especies de importancia económica.

La literatura recopilada se organizó y sistematizó, clasificándola de acuerdo a Biología - Reproducción, Ecología, Genética, propagación y Mitigación-Manejo; poniendo especial énfasis en la mitigación de daños causados por la presencia de las especies de género *Metridium*, y su interacción con especies de importancia económica en la zona de estudio, como insumo para el desarrollo y discusión del objetivo específico 4.

La información se organizó en un programa de gestión de referencias bibliográficas, diseñado para agilizar la redacción de trabajos de investigación, con el fin de recopilar de una forma rápida y sencilla, la información de referencia procedente de una amplia variedad de fuentes de datos en línea.



### 3.2.3. Taller internacional de expertos sobre invasiones con énfasis en el género *Metridium*.

Se realizó un taller inicial de estado del arte y de difusión general en conjunto con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, para dar a conocer el estado del conocimiento de las especies del género *Metridium*.

Para la realización del taller se contó con la participación de los expertos nacionales e internacionales como panelistas. En las áreas de Filogeografía, Sistemática, Ecología y Genética, los investigadores extranjeros Dr. James Carlton y Dr. Nicolas Battini, y la investigadora del equipo de trabajo Dra. Verena Häussermann, el que fue moderado por el director del proyecto Dr. Carlos Molinet y contó con un traductor oficial, para facilitar la comunicación entre los participantes.

En este Taller se presentaron y discutieron el estado del arte de la literatura existente nacional e internacional de manera sistematizada y resumida, poniendo énfasis en la biología y ecología de la especie identificada, en los procesos de interferencia con pesquerías bentónicas, en la mitigación y manejo de la especie, así como la carencia de estudios científicos.

## 3.3. Resultados

### 3.3.1. Análisis bibliográfico con énfasis en el manejo, mitigación de daños e interacción con especies de importancia económica.

La búsqueda en Scholar Google arrojó 5020 resultados que contenía la palabra *Metridium*, de los cuales se han descargado y leído 80 documentos aplicando criterios que permitan abordar los siguientes temas: i) Invasiones biológicas, ii) Ecología de invasiones, iii) Biología y reproducción, iv) Genética (complementando el objetivo 1, v) Propagación de *M. senile* y vi) Mitigación y manejo (Tabla 2.1).

La bibliografía recopilada fue ingresada al gestor de referencias electrónico MENDELEY ([www.mendeley.com](http://www.mendeley.com)), el cual permite compartir la biblioteca con otros usuarios, y al cual es posible acceder a través del usuario [metridium@uach.cl](mailto:metridium@uach.cl) y contraseña: FIPA2021-36.

#### a) Invasiones biológicas

Las invasiones de especies son eventos que se han vuelto cada vez más recurrentes. Considerando la globalización de la navegación y los cambios en las condiciones ambientales de los sistemas costeros (ej. temperatura y salinidad del mar, calentamiento de la atmósfera, etc), se espera que esto sea cada vez más frecuente.

Las actividades antropogénicas pueden contribuir tanto a la llegada de especies invasoras (al facilitar su transporte) como a su establecimiento y dispersión en hábitats marinos, lo que conduce a la creación de nuevos regímenes bióticos y físicos (Blackburn et al., 2011; Carlton, 1996b; Carlton y Cohen, 2003; Glon et al., 2020a; Molnar et al., 2008; Ruiz et al., 1997). Las investigaciones sobre



invasiones biológicas en hábitats costeros describen los efectos negativos que pueden tener sobre las poblaciones nativas que pueden ser desplazadas y extinguirse localmente, por lo que los invasores tienen un impacto directo en distintos niveles tróficos, propiedades de la red alimentaria y procesos del ecosistema (Carlton, 1996a; Carlton y Cohen, 2003; Grosholz, 2002; Lyons y Scheibling, 2009).

Además de las actividades antropogénicas que pueden facilitar la llegada y el establecimiento de especies invasoras, las características de algunos taxa y efectos del cambio climático pueden favorecerlas. Es el caso en la distribución de anémonas marinas no nativas en nuevos hábitats bénticos, lo que se sugiere ha sido posible gracias a su alta plasticidad fenotípica (Glon et al., 2020a).

Las anémonas de mar presentan una gran variedad de estrategias de ciclos de vida, e incluyen especies que son invasoras exitosas. Ocho de ellas pertenecen a la superfamilia Metridioidea, de las cuales dos han sido descritas como invasoras en Chile: *Diadumene lineata* (Verrill, 1869) de Coquimbo, Norte de Chile (Häussermann et al., 2015) y *Metridium senile* (Linnaeus, 1761) de Patagonia Central (Haussermann, 2006).

#### b) Biología y reproducción de *Metridium senile*

El ciclo de *Metridium senile* incluye un periodo de vida de 10 años y más, reproduciéndose prolificamente cuando las condiciones de temperatura (-1°C a 20°C), salinidad (20-37 ppm) y sustrato (roca, bolón y grava) están dentro de su rango preferido (ej. Wahl, 1985; Nelson and Craig, 2011). Estos rangos incluyen los valores de temperatura y salinidad de prácticamente todo el sistema de fiordos y canales del sur de Chile, por lo que su espacio para la expansión parece ser muy amplio (ej. Pickard, 1971; Silva et al., 1998).

El tamaño de los ejemplares de *Metridium senile* en promedio alcanzan un diámetro de 5 cm incluidos los tentáculos, y una altura media de 5 cm, con mínimos sobre los 2 cm y máxima de 30 cm de altura, es una especie suspensívora, con una dieta basada en alimentación oportunista (algas y organismos planctónicos) (Anthony, 1997). En condiciones de laboratorio *M. senile*, presenta un rápido crecimiento logrando alcanzar un área del disco pedal de 45 cm<sup>2</sup> después de 5 meses, cuando se alimentaba diariamente (Bucklin, 1987).

Anthony (1997) señaló que las anémonas pequeñas tenían la mayor eficiencia de alimentación en regímenes de flujo moderado a alto (lo que podría ayudar a explicar la prevalencia de individuos pequeños en lugares expuestos a las olas).

La reproducción de *M. senile* ha sido descrita tanto de forma sexual como asexual. Sexualmente, la reproducción es externa a través de una etapa larval planctónica que dura 1 a 6 meses, por lo que tiene un amplio rango de dispersión. Asexualmente se divide por laceración del pedúnculo, pudiendo expandirse en el sustrato, localmente. Riss y Dolmer (2003) reportaron que *M. senile* en áreas protegidas y con disponibilidad de sustrato se reprodujo asexualmente a un ritmo mayor, resultando en una población con una alta densidad de ejemplares de pequeño tamaño.

Su alto éxito competitivo se basa en una rápida proliferación mediante su reproducción tanto sexual como asexual a través de laceración pedal. La especie es un desovador ovíparo, que se somete a fertilización externa tras la liberación de gametos a fines del verano hasta principios del otoño para



producir larvas de plánula que nadan libremente (Bucklin, 1982; Lombardi y Lesser, 2010). Aunque se desconoce el tiempo exacto en que estas larvas pueden existir planctónicamente, se cree que permanecen en esta etapa durante varios meses y se dispersan fácilmente o se transportan largas distancias a un nuevo hábitat (Gemmill, 1920; Hoffmann, 1987). El método de reproducción más común es la reproducción asexual por laceración pedal, que puede ocurrir en todos los individuos, en todas las épocas del año, y dar lugar a grupos clonales densos (Hand, 1957; Hoffmann, 1987; Lombardi y Lesser, 2010; Glon et al., 2019). En la etapa adulta, se ha informado que la especie se propaga a través de rafting (ej. desechos marinos o algas desprendidas) y a través de la deriva pasiva de adultos después de alguna perturbación, p. ej., a través del hinchamiento del disco pedal.

### c) Propagación de *Metridium senile*

*Metridium senile* es una anémona de mar de distribución circumboreal originaria del hemisferio norte, que en los últimos años se ha introducido en varios lugares del hemisferio sur (Glon et al., 2020b; Martin et al., 2015). *M. senile* ha sido descrito como un componente importante y un competidor exitoso en las comunidades intermareales y submareales rocosas del hemisferio norte, así como entre las colonias del coral blando *Alcyonium* sp. (antozoos) y tunicados (Carranza et al., 2009).

La literatura disponible indica que las especies del género *Metridium* son invasoras agresivas que ocupan el sustrato con movimientos que desplazan o sofocan a otras especies (Nelson and Craig, 2011) e incluso con sus células especializadas (nematocistos) pueden atacar a otras especies de anémonas (Purcell, 1977; Sebens, 1985). Estas características depredadoras y competitivas en una especie invasora sugieren una amenaza para la biodiversidad en medio ambientes marinos, y pueden inducir una disminución de la abundancia de especies nativas de comunidades bentónicas como lo ha sugerido Battini et al. (2021) para el nudibranchio *Pleurobranchaea maculata* (Mollusca, Gastropoda) en la costa atlántica. *M. senile* posee características que según Glon et al. (2020b), se facilitan el potencial éxito de la invasión, como la etapa de transporte, la introducción, el establecimiento de la especie en un hábitat adecuado y la propagación de ésta.

La información disponible sobre las especies del género *Metridium* proviene principalmente desde el hemisferio norte, donde se encuentra extensamente extendida como un componente importante de las comunidades costera de fondos duros (ej. Anthony, 1997; Nelson and Craig, 2011; Glon et al., 2020 a y b). En el hemisferio sur, existe un primer registro en Sud África en 1996 (Griffiths et al., 1996), mientras que en Argentina, Giménez et al. (2023) reportaron que *M. senile* tiene un rango de distribución que cubre sobre 200 km de costa, cuyos primeros registros se remontan a los años 1890s. Complementariamente Martin et al. (2015) la reportaron como una especie dominante en comunidades incrustantes entre el intermareal y submareal de pilotes de muelles en Argentina. *M. senile* se reportó por primera vez en Magallanes en 2005 (Häussermann, 2006; Häussermann y Försterra, 2005) y desde entonces ha extendido su distribución a través del bentos hasta los fiordos y canales de la Patagonia chilena entre los 41° 45'S y 55°S (Häussermann et al., 2022; Barahona et al., 2021).



d) Manejo y mitigación enfocado en *Metridium senile*

La remoción de especies bentónicas por efecto de las pesquerías genera cambios en los hábitats, incluyendo la liberación de espacio adicional y produciendo alteraciones en la composición y cobertura de especies (Contreras et al., 2019; Steneck et al., 2013) que pueden facilitar el asentamiento de otras especies (invasoras o no invasoras) y afectan negativamente a las especies objetivo de las pesquerías (Johnson et al., 2013).

Las especies invasoras marinas han dañado las economías de varias maneras, por ejemplo, al afectar la pesca, ensuciar los cascos de los barcos y obstruir la entrada de tuberías, entre otras (Molnar et al., 2008). Ejemplos de daños causados a las pesquerías por especies invasoras han sido reportados por: Ruiz et al. (1997) con respecto a la pesquería de ostras de la bahía de Chesapeake (asociada con enfermedades); numerosas pesquerías de bivalvos afectadas por el cangrejo verde europeo *Carcinus maenas* (Ruiz et al., 1997; Carlton y Cohen, 2003); y la invasión de *Ctenophore Mnemiopsis leidyi* en los mares Negro y Azov en la década de 1980, y la posterior desaparición de las pesquerías de anchoveta a fines de la década de 1980 y principios de la de 1990 (Shiganova, 1998), entre otros.

Un caso específico es la pesquería de erizo verde de Maine (USA) (*Strongylocentrotus droebachiensis*), donde se observó, al comienzo de los años 2000, como los cambios (disminución) en su abundancia dieron paso al aumento de la cobertura algal y al aumento de una especie de crustáceo que depreda a los erizos juveniles (Taylor, 2004; Johnson et al., 2013). El estatus de esa pesquería de erizo pasó de cosechar aproximadamente 18.000 t anuales en los 1990s, a cosechar alrededor de 3.000 t anuales en los últimos años, con la consiguiente pérdida de valor económico (<https://seagrant.umaine.edu/maine-seafood-guide/urchin/>).

De acuerdo a los resultados de la red de estaciones fijas del recurso erizo, en el marco del Programa de Seguimiento Bentónico que realiza el Instituto de Fomento Pesquero para el año 2021, se registró la presencia *Metridium* sp. en la estación Punta Picuta en el sector de Carelmapu desde el año 2016, la cual en el año 2022 presenta una vasta extensión con hasta un 100% de cobertura. La especie *Metridium senile* se ha expandido, homogeneizado el sustrato desplazando a una subpoblación explotada del erizo comestible *Loxechinus albus* (Molinet et al., 2023). En el año 2022 en 18 de las 22 estaciones que constituyen la red de monitoreo del recurso erizo se registró *M. senile*, por lo que supone una amenaza para la pesquería, lo que ha sido confirmado por los buzos mariscadores de Carelmapu.

En la literatura disponible se reportan escasas interacciones directas entre *Metridium* y especies de importancia comercial. Se ha descrito que el erizo verde (*Strongylocentrotus droebachiensis*) evita el pastoreo sobre agregaciones de *Alcyonium* posiblemente debido a las células punzantes (cnidocitos) (Sebens, 1985), que son el mismo tipo de células que posee *M. senile*.

Además, de la posible competencia por espacio en el intermareal entre mitílidos y *M. senile* (Martin et al., 2015), se ha reportado interacción en zonas donde se remueve y/o perturba el fondo para la pesquería de mitílidos, a través del uso de rastras u otros artes de pesca. *Metridium senile* puede ser afectada por estas perturbaciones i) permitiendo su expansión por liberación de hábitat o ii) disminuyendo sus números si las perturbaciones son frecuentes, aunque su densidad fue más alta en bancos de mitílidos sin perturbación (Riis and Dolmer, 2003).



Kerckhof et al. (2019) y Sala et al. (2014) reportaron que, en sistemas artificiales colonizados por comunidades bentónicas, en que se registró mitílidos y *M. senile*, se observó mayor biodiversidad que en aquellos sistemas biológicos en que no existían mitílidos. En un contexto ecosistémico, los mitílidos son reconocidos bioingenieros ecosistémicos en sistemas bentónicos marinos, ya que ellos se agregan formando verdaderos pisos (sustratos), modificando la naturaleza y complejidad del sustrato (Borthagary and Carranza, 2007; Buschbaun et al., 2009). Además, son considerados colonizadores primarios de sustratos duros y filamentosos en estuarios y áreas costeras (Foster et al., 1994), por lo que también son considerados “fouling” (Southgate and Myers, 1984). Finalmente, debido a su forma y múltiples espacios que se producen en sus agregaciones contribuyen a heterogenizar el fondo permitiendo el asentamiento/llegada de nuevas especies.

Tabla 2.1. Clasificación de la revisión bibliográfica.

Nº	Clasificación	Autor	Año	Título
1	Invasiones biológicas	Carlton, J.T	1996	Marine Bioinvasions: The Alteration of Marine Ecosystems by Nonindigenous Species. <i>Oceanography</i> . 9, 36-43.
2	Invasiones biológicas	Carlton, J.T	1996	Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. <i>Biol. Conserv.</i> 78, 97-106.
3	Invasiones biológicas	Ruiz et al.	1997	Global Invasions of Marine and Estuarine Habitats by Non-Indigenous Species: Mechanisms, Extent, and Consequences. <i>Am. Zool.</i> 37, 621-632. <a href="https://doi.org/10.1093/icb/37.6.621">https://doi.org/10.1093/icb/37.6.621</a>
4	Invasiones biológicas	Ruiz et al.	2000	Invasion of Coastal Marine Communities in North America: Apparent Patterns, Processes, and Biases. <i>Annu. Rev. Ecol. Syst.</i> 31, 481-531. <a href="https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.481">https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.481</a>
5	Invasiones biológicas	Molnar et al.	2008	Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. <i>Frontiers in Ecology and the Environment</i> 6, 485-492.
6	Invasiones biológicas	Blackburn, et al.	2011	A proposed unified framework for biological invasions. <i>Trends in Ecology &amp; Evolution</i> 26, 333-339.
7	Invasiones biológicas	Carlton et al.	2019	Assessing marine bioinvasions in the Galápagos Islands: implications for conservation biology and marine protected areas. <i>Aquatic Invasions</i> . 14.
8	Biología, Reproducción M senile	Gemill, J.	1920	The development of the sea-anemones <i>Metridium dianthus</i> (Ellis) and <i>Adamsia palliata</i> (Bohad)
9	Biología, Reproducción M senile	Buckin A.	1982	The annual cycle of sexual reproduction in the sea anemone <i>Metridium senile</i>
10	Biología, Reproducción M senile	Bucklin, A.	1987	Adaptive advantages of patterns of growth and asexual reproduction of the sea anemone <i>Metridium senile</i> (L.) in intertidal and submerged populations. <i>J. Exp. Mar. Biol. Ecol.</i> 110, 225-243. <a href="https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0022-0981(87)90003-7">https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0022-0981(87)90003-7</a>





N°	Clasificación	Autor	Año	Título
11	Biología, Reproducción M senile	Anthony et al	1994	Effects of flow-habitat on body size and reproductive patterns in the sea anemone <i>Metridium senile</i> in the Gullmarsfjord, Sweden
12	Biología, Reproducción M senile	Anthony & Svane	1995	Effects of substratum instability on locomotion and pedal laceration in <i>Metridium senile</i> (Anthozoa: Actiniaria).
13	Biología, Reproducción M senile	Anthony, K	1997	Prey Capture by the Sea Anemone <i>Metridium senile</i> (L.): Effects of Body Size, Flow Regime, and Upstream Neighbors
14	Biología, Reproducción M senile	Bizarro J.	2002	Preliminary video analysis of coral, sponge, and metridium distribution from rockfish transects made with the delta submersible in southeast alaska
15	Biología, Reproducción M senile	Haussermann	2004	Identification and taxonomy of soft-bodied hexacorals exemplified by Chilean sea anemones; including guidelines for sampling, preservation and examination
16	Biología, Reproducción M senile	Kramer A. & Francis L.	2004	Predation Resistance and Nematocyst Scaling for <i>Metridium senile</i> and <i>M. farcimen</i>
17	Biología, Reproducción M senile	Born et al.	2005	Economic evaluation of biological invasions—a survey. <i>Ecological Economics</i> 55, 321-336.
18	Biología, Reproducción M senile	Östman C.	2010	Acontia and mesentery nematocysts of the sea anemone <i>Metridium senile</i> (Linnaeus, 1761)
19	Biología, Reproducción M senile	Lombardi and Lesser	2010	The annual gametogenic cycle of the sea anemone <i>Metridium senile</i> from the Gulf of Maine. <i>Journal of Experimental Marine Biology and Ecology</i> 390, 58-64.
20	Biología, Reproducción M senile	Piazzola, C.D. and T.C. Hiebert.	2015	<i>Metridium senile</i> .
21	Ecología	Hand	1957	Another sea anemone from California and the types of certain Californian anemones. <i>Journal of the Washington Academy of Sciences</i> 47, 411-414.
22	Ecología	Purcell, J.E.	1977	Aggressive function and induced development of catch tentacles in the sea anemone <i>Metridium senile</i> (Coelenterata, Actiniaria). <i>The Biological Bulletin</i> 153, 355-368.
23	Ecología	Pickard and Stanton	1980	Pacific fjords—a review of their water characteristics. Springer.
24	Ecología	Sebens KP	1984	Predation on zooplankton by the benthic anthozoans <i>Alcyonium siderium</i> (Alcyonacea) and <i>Metridium senile</i> (Actiniaria) in the New England subtidal
25	Ecología	Sebens KP	1985	The Ecology of the Rocky Subtidal Zone
26	Ecología	Silva et al.	1995	Características oceanográficas y una proposición de circulación para algunos canales Australes de Chile entre 41°20' S y 46°40' S. <i>Revista de Biología Marina Universidad Católica de Valparaíso</i> 30, 207-254.
27	Ecología	Tkachenko K. S.	2003	Distribution of the Anthozoan <i>Metridium senile fibriatum</i> (Verrill) on the Rocky Sublittoral of the Rimsky-Korsakov Islands, Sea of Japan



N°	Clasificación	Autor	Año	Título
28	Ecología	Cohen and Forward	2002	Spectral Sensitivity of Vertically Migrating Marine Copepods. <i>Biological Bulletin</i> 2003, 307-314.
29	Ecología	Grosholz, E.	2002	Ecological and evolutionary consequences of coastal invasions. <i>Trends in Ecology &amp; Evolution</i> 17, 22-27.
30	Genética Anemonas, M senile	Hoffmann, R.J.	1976	Genetics and asexual reproduction of the sea anemone <i>Metridium senile</i>
31	Genética Anemonas, M senile	Hoffmann, R.J.	1986	Variation in contributions of asexual reproduction to the genetic structure of populations of the sea anemone <i>Metridium senile</i> . <i>Evolution</i> . 40, 357-365.
32	Genética Anemonas, M senile	Hoffmann, R.J.	1987	Short-term stability of genetic structure in populations of the sea anemone <i>Metridium senile</i> . <i>Mar. Biol.</i> 93, 499-507. <a href="https://doi.org/10.1007/BF00392787">https://doi.org/10.1007/BF00392787</a> .
33	Genética Anemonas, M senile	Folmer et al.	1994	DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates 3, 294-299.
34	Genética Anemonas, M senile	Shearer, T. L., Van Oppen, M. J. H., et al	2002	Slow mitochondrial DNA sequence evolution in the Anthozoa (Cnidaria). <i>Molecular ecology</i> , 11(12), 2475-2487.
35	Genética Anemonas, M senile	Huang et al.	2008	Slow mitochondrial COI sequence evolution at the base of the metazoan tree and its implications for DNA barcoding. <i>Journal of Molecular Evolution</i> , 66(2), 167-174.
36	Genética Anemonas, M senile	Daly et al.	2010	Phylogenetic signal in mitochondrial and nuclear markers in sea anemones (Cnidaria, Actiniaria).
37	Genética Anemonas, M senile	Griffiths et al.	2010	Molecular markers reveal spatially segregated cryptic species in a critically endangered fish, the common skate ( <i>Dipturus batis</i> ). <i>Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences</i> , 277(1687), 1497-1503.
38	Genética Anemonas, M senile	Hall et al.	2011	BioEdit: an important software for molecular biology. <i>GERF Bull Biosci</i> , 2(1), 60-61.
39	Genética Anemonas, M senile	Rozas, J., Ferrer-Mata, A., et al	2017	DnaSP 6: DNA sequence polymorphism analysis of large data sets. <i>Molecular biology and evolution</i> , 34(12), 3299-3302.
40	Genética Anemonas, M senile	Glon, Heather	2021	Environmental Tolerance, Spread, and Diversification of the Sea Anemone Genus <i>Metridium</i> . Dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University
41	Genética Anemonas, M senile	Glon, H., Quattrini, A., Rodríguez, E., Titus, B.M. and Daly, M	2021	Comparison of sequence-capture and ddRAD approaches in resolving species and populations in hexacorallian anthozoans. <i>Mol Phylogenet Evol</i> 163, 107233.
42	Genética Anemonas, M senile	Tamura, K., Stecher, G., & Kumar, S	2021	MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. <i>Molecular Biology and Evolution</i> , 38(7), 3022-3027.



N°	Clasificación	Autor	Año	Título
43	Genética Anemonas, M senile	Kacheverov et al.	2023	Peptides from the Sea Anemone <i>Metridium senile</i> with Modified Inhibitor Cystine Knot (ICK) Fold Inhibit Nicotinic Acetylcholine Receptors. <i>TOXINS</i> 15, 28.
44	Mitigación y manejo	Wahl, M	1984	The fluffy sea anemone <i>Metridium senile</i> in periodically oxygen depleted surroundings. <i>Mar. Biol.</i> 81, 81-86.
45	Mitigación y manejo	Wahl, M	1985	The recolonization potential of <i>Metridium senile</i> in an area previously depopulated by oxygen deficiency. <i>Oecologia</i> , 255-259.
46	Mitigación y manejo	Foster, K. et al	1994	Mitigation Potential of Habitat Replacement: Concrete Artificial Reef in Delaware Bay—Preliminary result
47	Mitigación y manejo	Shiganova, T.A.	1998	Invasion of the Black Sea by the ctenophore <i>Mnemiopsis leidyi</i> and recent changes in pelagic community structure. <i>Fisheries Oceanography</i> 7, 305-310.
48	Mitigación y manejo	Bizzarro, J.	2002	Preliminary video analysis of Coral, Sponge, and <i>Metridium</i> distribution from rockfish transects made with the delta submersible in southeast Alaska, In Regional Information Report. ed. A.D.o.F.a.G.D.o.C.F.S.R.G. Project, p. 23. Moss Landing Marine Laboratories, Alaska.
49	Mitigación y manejo	Masuda, M.M., Stone, R.P	2003	Biological and spatial characteristics of the weathervane scallop <i>Patinopecten caurinus</i> at Chiniak Gully in the central Gulf of Alaska. <i>Alaska Fishery Research Bulletin</i> . 10, 104-118.
50	Mitigación y manejo	Dolmer and Kerstin Geitner	2004	Integrated Coastal Zone Management of cultures and fishery of mussels in Limfjorden, Denmark
51	Mitigación y manejo	Taylor, P.H.	2004	Green Gold: Scientific findings for management of Maine's Sea Urchin Fishery, ed. M.D.o.M. Resources, p. 34. Maine Department of Marine Resources, Maine.
52	Mitigación y manejo	Perrings	2005	Mitigation and adaptation strategies for the control of biological invasions. <i>Ecol Econ.</i> 52, 315-325.
53	Mitigación y manejo	Byers and Griffen	2006	Byers, J.E., Griffen, B., 2006. Spatial Patterns of Marine Larvae as Indicators of Incipient Invasions in Great Bay, ed. P.R. Publications, p. 169. University of New Hampshire New Hampshire.
54	Mitigación y manejo	Borthagaray	2007	Mussels as ecosystem engineers: Their contribution to species richness in a rocky littoral community
55	Mitigación y manejo	Carranza et al.	2009	Linking fisheries management and conservation in bioengineering species: the case of South American mussels ( <i>Mytilidae</i> ). <i>Reviews in Fish Biology and Fisheries</i> 19, 349.
56	Mitigación y manejo	Johnson et al.	2013	Modeling fine scale urchin and kelp dynamics: Implications for management of the Maine sea urchin fishery. <i>Fisheries Research</i> 141, 107-117.
57	Mitigación y manejo	Sala et al.	2014	Report on options for mitigation fishing impacts in regional seas, p. 65. <i>Benthis</i> .
58	Mitigación y manejo	Sepúlveda R. D.	2016	Diversity of faunal assemblages associated with ribbed mussel beds along the South American coast: relative roles of biogeography and bioengineering
59	Mitigación y manejo	Kerckhof F. et al.	2019	About "mytilisation" and "slimeification": A decade of succession of the fouling assemblages on wind turbines



N°	Clasificación	Autor	Año	Título
				off the Belgian coast. Environmental Impacts of Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea: Marking a Decade of Monitoring, Research and Innovation, 73-84.
60	Mitigación y manejo	Contreras et al.	2019	Fishery-induced reductions in density and size truncation of sea urchin <i>Loxechinus albus</i> affects diversity and species composition in benthic communities. Estuarine, Coastal and Shelf Science.
61	Mitigación y manejo	Battini N. et al	2020	New invasive predator reduces the abundance of native prey in a cold-temperate marine fouling community
62	Mitigación y manejo	Rumes et al.	2021	Blue mussel <i>Mytilus edulis</i> as habitat provider on offshore wind turbine foundations. Environmental Impacts of Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea. Attraction, Avoidance and Habitat Use at Various Spatial Scales. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management Section, Brussels, 93-103.
63	Mitigación y manejo	Zupan et al.	2023	Long-Term Succession on Offshore Wind Farms and the Role of Species Interactions. Diversity. 15, 288.
64	Propagación M. senile	T Southgate	1985	Mussel Fouling on the Celtic Sea Kinsale. Field Gas Platforms
65	Propagación M. senile	Griffiths et al.	1996	First record of the sea anemone <i>Metridium senile</i> from South Africa. African Zoology. 31, 157-158.
66	Propagación M. senile	Riis A. & Dolmer P.	2003	The distribution of the sea anemone <i>Metridium senile</i> (L.) related to dredging for blue mussels ( <i>Mytilus edulis</i> L.) and flow habitat. <i>Ophelia</i> 57, 43-52.
67	Propagación M. senile	Carlton and Cohen	2003	Episodic global dispersal in shallow water marine organisms: the case history of the European shore crabs <i>Carcinus maenas</i> and <i>C. aestuarii</i> . Journal of Biogeography. 30, 1809-1820.
68	Propagación M. senile	Kerckhof et al.	2009	Early colonisation of a concrete offshore windmill foundation by marine biofouling on the Thornton Bank (southern North Sea)
69	Propagación M. senile	Lyons and Scheibling	2009	Range expansion by invasive marine algae: rates and patterns of spread at a regional scale. Diversity and Distributions 15, 762-775.
70	Propagación M. senile	Nelson, M.L., Craig, S.F.	2011	Role of the sea anemone <i>Metridium senile</i> in structuring a developing subtidal fouling community. Marine Ecology Progress Series 421, 139-149.
71	Propagación M. senile	Martin J.P. et al	2015	Fouling community dominated by <i>Metridium senile</i> (Cnidaria: Anthozoa: Actiniaria) in Bahía San Julián (southern Patagonia, Argentina)
72	Propagación M. senile	Glon H.	2019	Biogeography of the Plumose anemone <i>Metridium senile</i> : potential marine invasive in the Falklands? and Inventory of Sea Anemones of the Falkland Islands
73	Propagación M. senile	Glon, et al	2020	Mediators of invasions in the sea: life history strategies and dispersal vectors facilitating global sea anemone introductions. Biological Invasions 22, 3195-3222.
74	Propagación M. senile	Teng et al.	2021	Is seafloor litter contributing to sea anemone blooms? Science of the Total Environment 759, 143479.



N°	Clasificación	Autor	Año	Título
75	Propagación M. senile	Häussermann V. et al	2022	Recent massive invasions of the circumboreal sea anemone <i>Metridium senile</i> in North and South Patagonia
76	Propagación M. senile	Giménez et al.	2023	Invader in disguise for decades: the plumose sea anemone <i>Metridium senile</i> in the Southwestern Atlantic Ocean. <i>Biological Invasions</i> .
77	Propagación M. senile	Glon et al.	2023	There and back again: the unexpected journeys of <i>Metridium de Blainville</i> , 1824 between the old oceans and throughout the modern world. <i>The Biological Bulletin</i> 244, 000-000.
78	Propagación M. senile	Molinet et al.	2023	Population expansion of the invasive sea anemone <i>Metridium senile</i> in the spatial mesoscale of a sea urchin bed in north-western Patagonia. <i>Biological Invasions</i> .
79	Propagación M. senile	Teng et al.	2023	Cascade effects of seafloor litter on benthic ecosystem in the northern Yellow Sea. <i>Frontiers in Marine Science</i> 9, 2681.
80	Propagación M. senile	Gimenez et al.	2023	Invader in disguise for decades: the plumose sea anemone <i>Metridium senile</i> in the Southwestern Atlantic Ocean. <i>Biological Invasions</i> . 25, 2159–2173.
81	Propagación M. senile	Barahona et al.	2023	Seguimiento de Pesquerías Bentónicas, Chile.

### 3.3.2. Taller internacional de expertos sobre invasiones con énfasis en el género *Metridium*.

Para el cumplimiento de esta actividad, el 30 de agosto de 2022 se desarrolló en Puerto Montt el Taller Internacional de Expertos titulado “Análisis de la invasión de la anémona *Metridium senile* en el bentos del Sur de Chile: potenciales efectos sobre pesquerías bentónicas” a través de la plataforma de reuniones Zoom.

El taller el cual fue presentado por el Director Zonal de Pesca Sr. Daniel Segura, continuo con las exposiciones de los Drs Carlos Molinet y Verena Haussermann quienes presentaron el contexto del proyecto y la invasión de *Metridium senile* en el canal de Chacao y en Chile. Como expertos internacionales participaron del taller, desde el Instituto de Biología y Organismos marinos de argentina, el Dr. Nicolas Battini exponiendo sobre la historia reciente de *Metridium* en Argentina, y desde Estados Unidos el Dr. James Carlton, del Williams College-Mystic Seaport Maritime Studies Program de USA, exponiendo sobre las invasiones biológicas marinas y estuarinas, con énfasis en la especie *Metridium senile* (Tabla 2.2).

Este taller tuvo una muy buena convocatoria (Anexo 2.1, 2.2 y 2.3), y permitió a los investigadores del presente proyecto establecer una línea base de conocimiento para ser aplicado en las distintas etapas del proyecto.



Tabla 2.2. Resumen de las exposiciones desarrolladas en el Taller y presentada por expertos nacionales e internacionales.

TITULO	PRESENTADOR
Palabras de bienvenida de representante SUBPESCA-FIPA	Daniel Segura
"Contexto: Invasión de <i>Metridium senile</i> Canal Chacao, Red de estaciones fijas recurso erizo"	Dr. Carlos Molinet, Universidad de Austral de Chile
"La anémona invasora <i>Metridium senile</i> en Chile"	Dra. Verena Häussermann, Universidad San Sebastián
Una invasión inadvertida: historia reciente y no tan reciente de <i>Metridium senile</i> en Argentina"	Dr. Nicolas Battini, Instituto de Biología de Organismos Marinos de Argentina
"Biological invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: <i>Metridium senile</i> "	Dr. James Carlton, Williams College-Mystic Seaport Maritime Studies Program de USA.





4. Objetivo Específico N° 3. Estimar abundancia y cobertura, de la especie identificada en el objetivo 4.1., en las áreas de manejo de recursos bentónicos (AMERB) y bancos de erizo en áreas de libre acceso, y su relación con las variables ambientales en la zona de estudio.

#### 4.1. Antecedentes

*Metridium senile* fue observada en el canal Chacao, en los sectores de Punta Picuta y Corona en enero de 2021. Su identificación se realizó a través de la observación de sus características morfológicas, observada en imágenes de video (Molinet et al., 2021), y a través del uso de herramientas genéticas moleculares se confirmó la presencia de la especie mencionada (Dra. Marcela Astorga, información no publicada).

De acuerdo con los resultados del monitoreo bentónico de IFOP (Barahona et al., 2021) la especie invasora del género *Metridium* (Cnidaria, Anthozoa) cubre una vasta extensión del sector Punta Picuta (frente a Carelmapu) con hasta 100% de cobertura en algunos transectos y habría desplazado a otras especies colonizadoras del taxón Anthozoa (ej. *Antholoba* sp y *Anthotoe* sp), al igual que lo descrito por Hausserman et al. (2006) para la Patagonia Central de Chile (Al sur de la Península de Taitao).

Las imágenes registradas en 2021 indican una extensa cobertura de *Metridium senile* en algunos sitios, con un tamaño que varía entre ~3 y 8 cm de diámetro (en el extremo oral) por lo que es claramente identificable usando cámaras de alta definición (Molinet et al., 2021).

Esta especie es característica y dominante en fondos rocosos (grava, bolón roca) en el hemisferio norte (ej. Sebens, 1985), lo que es coincidente con lo observado en canal Chacao y en las estaciones del seguimiento bentónico (independiente de la pesquería) (Barahona et al., 2021).

El principal mecanismo de reproducción en la zona de canal Chacao parece ser asexual, a través de laceración, de acuerdo con los resultados preliminares de genética molecular que se han realizado y que sugieren una población con baja diversidad genética (información no publicada).

El mecanismo de reproducción sexual incluye fecundación externa (con diferenciación de adultos machos y hembras), y una larva planctónica lecitotrófica que puede permanecer meses en la columna de agua o bentos antes de su metamorfosis y asentamiento (Gemmill, 1920; Sebens, 1985).

#### 4.2. Metodología

##### 4.2.1. Área de estudio y frecuencia de muestreo

Con la finalidad de seleccionar las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) y áreas de libre acceso de la comuna de Maullín que fueron monitoreadas, se realizó una reunión de coordinación inicial con las organizaciones de Pescadores Artesanales de Carelmapu, y en la que se confirmó lo planteado por ellos y que había sido incluido en la propuesta técnica, confirmando las áreas de estudio (Anexo 5.1, Anexo 5.2). Específicamente en la comuna de Maullín se trabajó directamente con las organizaciones responsables de las AMERB respectivas y en el caso de las dos áreas de libre acceso se coordinó con el Terminal Pesquero de Carelmapu (Terpesca) y cada una de las organizaciones, lo que se formalizó en un convenio de colaboración (Anexo 3.1). En las comunas de Ancud y Quemchi donde no se poseía información previa de la presencia de *Metridium*, se realizó en



conjunto a buzos locales una exploración preliminar con cámara submarina, en donde se identificaron los sitios de muestreo (Tabla 3.1).

Se realizó la caracterización diagnóstica de todos los sectores, y posteriormente se planificaron seguimientos cada dos meses en la comuna de Maullín y estacionales en la comuna de Quemchi y Ancud. En Maullín el monitoreo se efectuó en 6 AMERB y 2 áreas de libre acceso y en donde su realización se vio afectada por las estrechas ventanas temporales (durante paras de mareas de cuadratura) ya que cada muestreo de cuadrantes requiere al menos una hora de trabajo. Las condiciones meteorológicas durante la temporada invernal disminuyeron las ventanas temporales de trabajo por lo que se pudieron aplicar hasta 6 muestreos en la comuna de Maullín (incluido el diagnóstico) mientras que en Ancud y Quemchi se realizaron todos los muestreos estacionales planificados (Tabla 3.6). En Ancud, todos los sectores monitoreados corresponden a áreas de libre acceso, mientras que en Quemchi los muestreos fueron realizados en 2 AMERB y 1 área de libre acceso.

Finalmente los resultados de los monitoreos desarrollados en cada uno de los sitio de muestreo fueron agrupados por zonas, los que fueron confirmados por el análisis de cobertura de *Metridium* y análisis comunitarios del monitoreo diagnóstico, donde los sectores de Ancud y Quemchi fueron agrupados por comuna, y los sectores ubicados en el área del Canal Chacao, Punta Picuta, Bajo Amazonas, AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa, AMERB Punta Chocoi y AMERB Isla Doña Sebastiana, se agruparon en la zona denominada Chacao, en tanto se denominó Maullín a los sectores de AMERB Weste Punta Quillahua, AMERB Farellones de Carelmapu, AMERB Norte Punta Chocoi, todos ubicados en el área expuesta de la comuna.

Tabla 3.1. Ubicación geográfica de los sectores de muestreo en las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos.

Nro.	Comuna	Zona	Sector	Latitud (S)	Longitud (W)
1	Maullín	Chacao	AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa	41° 45' 59"	73° 35' 04"
2			Punta Picuta	41° 45' 26"	73° 42' 31"
3			Bajo Amazonas	41° 46' 46"	73° 43' 48"
4			AMERB Punta Chocoi	41° 44' 15"	73° 45' 46"
5			AMERB Isla Doña Sebastiana	41° 43' 39"	73° 48' 39"
6		Maullín	AMERB Weste Punta Quillahua	41° 34' 51"	73° 49' 01"
7			AMERB Farellones de Carelmapu	41° 40' 50"	73° 49' 45"
8			AMERB Norte Punta Chocoi	41° 43' 07"	73° 45' 10"
9	Ancud	Zona de resguardo	41° 51' 48"	73° 49' 58"	
10		Arena Gruesa	41° 51' 28"	73° 49' 10"	
11		Isla Cochinos	41° 50' 41"	73° 48' 08"	
12	Quemchi	AMERB Isla Cheniao	42° 15' 39"	73° 17' 34"	
13		Punta Pirquen	42° 13' 15"	73° 21' 12"	
14		AMERB Punta Lamague	42° 10' 16"	73° 20' 56"	



#### 4.2.2. Caracterización inicial

##### a) Recolección y procesamiento de videos

En las áreas seleccionadas en conjunto con pescadores locales en las comunas de Ancud, Maullín y Quemchi, se realizó la caracterización inicial del fondo marino de sector utilizando una metodología de grabación submarina, con la que se registraron entre 9 y 13 transectos de 40 m de largo en cada área (aproximadamente 0,3-0,6 m de ancho). Se realizó un mínimo de 9 transectos, ya que de acuerdo con la experiencia del grupo de trabajo este número permite obtener el procesamiento de una grilla de muestreo para la aplicación de análisis espaciales (geoestadístico). Los transectos realizados poseen una separación de entre 50 a 100 m cada uno, y hasta de 200 a 300 m dependiendo del tamaño del área muestreada.

Para la grabación de los transectos se desplegó una cámara submarina Seaviewer, modelo Sea Drop HD 6000, complementada con una cámara GoPro 7.0 en modo grabación plana (para la estimación del área barrida), desde una embarcación menor a una velocidad de a 0,5-1,5 nudos (velocidad de deriva), a la cual se le incorporaron dos laser paralelos al centro de su campo de grabación, separados cada uno por 115 mm, manteniendo una distancia de 0,1-0,3 m del fondo, lo que permite estimar el área barrida durante el proceso de las imágenes.

En el procesamiento de los videos la muestra está constituida por un cuadro de ancho aproximado de 0,3 – 0,6 m, el que varía según la distancia de la cámara con el fondo. En cada cuadro, la imagen se detiene para identificar y clasificar el tipo de sustrato, identificar y cuantificar taxonómicamente todas las especies epibentónicas presentes hasta el menor nivel taxonómico, y se registró el tiempo de grabación del cuadro (hora: minuto: segundo). El ancho de campo muestreado se obtuvo desde la referencia de dos laser montados sobre la cámara, los que se encuentran separados cada uno por 115 mm. Las coordenadas geográficas de cada cuadro muestreado se obtuvo alineando la hora (hh:mm:ss) de grabación del video y la hora de grabación del GPS.

A partir de las imágenes procesadas de cada video, se elaboró una base de datos que contiene los siguientes campos:

- Estación: Número y/o nombre de la estación donde se ubica el área muestreada.
- Sector: Nombre del sector de muestreo.
- Fecha: Fecha de muestreo (dd-mm-aaaa).
- Video: N° correlativo del video realizado durante el período de muestreo (asociado a un transecto).
- Tiempo de Video: Duración del video (minutos).
- Hora de Muestreo: hora de muestreo en cada cuadro analizado.
- Latitud: Coordenada S del lugar de muestreo.
- Longitud: Coordenada W del lugar del muestreo.
- Láser: Distancia entre el láser utilizado como medida de referencia de la grabación.
- Cuadro: Imagen muestreada, cuya superficie es estimada utilizando la referencia del láser.
- Profundidad: Profundidad de la imagen muestreada.
- Sustrato: Tipo de sustrato en base a una clasificación de 10 tipos: arena, grava, bolón, roca, arena-grava, arena-bolón, arena-roca, grava-bolón, grava-roca y bolón-roca.



- Especies: abundancia y cobertura de todas las especies presentes e identificables en el cuadro, obtenida del procesamiento de las imágenes.
- Abundancia: Número de individuos obtenido del procesamiento de las imágenes para las especies identificadas en el cuadro.
- Cobertura: Estimación de la cobertura algal de las especies identificadas en el cuadro, obtenida del procesamiento de las imágenes.

La revisión de los videos fue validada por un coordinador de procesamiento, para lo cual se revisó 10 segundos del 50% de los videos de cada sector. En caso de no existir un 100% de concordancia, el video fue procesado nuevamente poniendo atención a las fuentes de error (muestreador, calidad del video, sector, otro).

b) Análisis de datos

- Área con presencia de *Metridium*

El área con presencia de *Metridium* en cada sitio estudiado se delimitó con los registros de los vértices exteriores obtenidos en cada transecto. El tamaño de la celda utilizado en el análisis fue de 5 m considerando que el transecto está georreferenciado con una frecuencia de un segundo. La proporción del área con *Metridium* fue obtenida desde la proporción de celdas que presentaron al menos un ejemplar. El área (Alfa) de distribución del parche y su error estándar se estimó utilizando métodos geoestadísticos siguiendo a Roa-Ureta & Niklitschek (2007).

- Densidad media y abundancia de *Metridium*

Para obtener una comprensión más profunda al modelar la correlación espacial dentro de cada estación, se aplicó un procedimiento geoestadístico por máxima verosimilitud (descritos por Roa-Ureta & Niklitschek, 2007) para ajustar dos modelos mixtos independientes: un modelo glmm con una distribución binomial para los datos de presencia/ausencia y un modelo glmm con distribución gamma para las observaciones positivas de densidad, evaluando dos procesos de correlación espacial por separado. Mientras que el modelo binomial evaluó si existe correlación espacial en la distribución de *Metridium* (presencia/ausencia), el segundo mide si las observaciones positivas están correlacionadas espacialmente a través del subconjunto de celdas donde la subpoblación estuvo presente. Este último modelo estima un valor de densidad media de *Metridium* y su error estándar. Con el área ocupada por sector muestreado y la densidad de *Metridium* se obtiene la abundancia total y su error estándar. Para esto se utilizó el paquete spaMM (Rousset and Ferdy 2014) utilizando el software R 4.0.2 (R Core Team, 2022).

La existencia de correlación espacial se evaluó mediante la comparación de la probabilidad de cada modelo espacial contra su contraparte no espacial equivalente (sólo pepita), a través del criterio de información de Akaike (AIC) (Akaike, 1974, Burnham & Anderson, 2002), seleccionando el modelo con menor AIC como el más informativo (espacial o no espacial).

- Análisis comunitarios

La estimación de la riqueza y diversidad de especies bentónicas fue realizada por sitio de muestreo y zonas, en donde los sectores de Ancud y Quemchi fueron agrupados por comuna, en tanto que los sectores de la comuna de Maullín fueron divididos en canal Chacao y Maullín.



Métodos Univariados: A partir de la información de las abundancias de las especies, se determinó para cada sector: la riqueza de especies (S), índice de diversidad de Shannon (H') (Brower et al., 1998), dominancia de Simpson modificado (D') (probabilidad de encuentro interespecífico (Hurlbert, 1971, Brower et al., 1998)), uniformidad de Pielou (J') (Pielou, 1966), utilizando las siguientes formulas:

Riqueza de Especies (S)

$$S = \text{Número de especies}$$

Índice de Diversidad de Shannon (H')

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln (p_i)$$

Dominancia de Simpson

$$D' = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Índice de equidad Pielou (J')

$$J' = \frac{H'}{\ln (S)}$$

Donde: S es el número de especies,  $p_i$  es la proporción de individuos de la especie  $i$  respecto del total de individuos, es decir la abundancia relativa de la especie  $n_i/N$ , donde  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$  y  $N$  es la suma de todos los individuos de todas las especies.

Métodos Multivariados: Para determinar los agrupamientos o eventuales en las áreas de estudio, la variación en el número de especies y su abundancia fue evaluada a través de un análisis de Escalamiento Multidimensional no métrico (nMDS por sus siglas en inglés) (Legendre and Legendre, 1998). Previamente las abundancias por especie (ind m<sup>-2</sup>) fueron evaluadas para considerar la importancia de especies más abundantes y permitir que las especies menos abundantes o raras contribuyan a la similaridad entre muestras. Posteriormente, una matriz de similaridad de Bray-Curtis fue calculada y se realizó un análisis de similaridad de dos factores, usando 999 permutaciones para determinar la existencia de diferencias significativas entre las estaciones y zonas, respecto de la diversidad y abundancia de especies. El ANOSIM, proporciona un estadístico R test y un valor de probabilidad p. El valor de R representa el valor absoluto de similaridad o disimilaridad entre grupos. Si la similaridad al interior de los grupos es mayor que entre grupos  $R > 0$  ( $p < 0.05$ ).

Las especies con más influencia en la diferenciación entre zonas fueron identificadas a través de un análisis de porcentaje de similaridad (SIMPER).

El nMDS fue representado gráficamente mostrando la disimilaridad en la biodiversidad entre estaciones. El grado de correspondencia entre la matriz de entrada y la representación gráfica del



MDS se determinó mediante el Stress, una medida de la bondad de ajuste. El Stress toma valores entre 0 y 1, siendo mejor el ajuste cuando este es más cercano a 0.

#### 4.2.3. Seguimiento de sectores seleccionados

Los muestreos se realizaron de manera estacional por el periodo de un año en la comuna de Ancud y Quemchi (4 muestreos). En la comuna de Maullín se realizaron hasta 5 muestreos, debido a las condiciones meteorológicas que no permitieron aprovechar las ventanas de tiempo en mareas de cuadratura, lo que también fue afectado por el tipo de embarcación con que operan los buzos de Carelmapu (embarcaciones de madera con motor centrado y restringida velocidad).

##### a) Bentos

##### a.1) Dinámica de *M. senile* y biodiversidad asociada en cuadrantes

Para el seguimiento de la dinámica de *M. senile* y su comunidad asociada en cada una de las estaciones seleccionadas se demarcaron 12 cuadrantes de 0,5x0,5 m en cada una de las estaciones. Seis cuadrantes con presencia y seis cuadrantes sin presencia de *M. senile*. Para los cuadrantes considerados con presencia se eligieron áreas en donde la *M. senile* no cubriera 100% el sustrato, para observar su variación. En el caso de los cuadrantes sin presencia de *M. senile* se seleccionaron áreas aledañas (15 a 20 m de distancia) donde la cobertura fue 0% en el sustrato. Cada cuadrante con presencia y sin presencia se instaló a aproximadamente 3 m de distancia uno del otro. El fondo marino y la biodiversidad de especies epibentónicas de cada cuadrante se registró con una cámara GoPro que fue montada sobre un trineo de 50 cm de ancho entre rieles. Los rieles del trineo tienen marcas cada 5 cm para generar puntos de referencia para un posterior escalamiento de las imágenes y especies registradas.

##### a.2) Tamaño y recuento de individuos de *M. senile*

Para la medición de tamaño y conteo de individuos de *M. senile* presentes en los sectores estudiados en las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi, se utilizó el software de medición de imágenes *Image Pro-Plus*. Las imágenes fueron almacenadas y nombradas cada una con el siguiente formato:

Sector\_Muestreo\_Presencia(P)/Ausencia(A)\_NúmeroCuadrante

Ej: Amazonas\_M2\_P\_C3

Donde: Amazonas: Sector, M2: Muestreo 2, P: Presencia, C3: Cuadrante 3

La calibración y definición de la escala de referencia del programa se realizó usando las marcas, separadas cada 50 mm, que se encuentran en los rieles del trineo. La medición del diámetro de los individuos se realizó en aquellos que se encontraban completamente extendidos (abiertos) y en donde fue observable el disco oral (sin considerar tentáculos), como se indican en la Figura 3.1. Para la medición sólo se consideró a los individuos que se encontraban en el mismo nivel de los rieles del trineo sobre el suelo marino, para mantener la referencia. Se registraron máximo 30 individuos por





imagen. Para el registro de número de individuos de *M. senile* en cada cuadrante se consideraron solo aquellos que se podían diferenciar unos de otros, con medidas mayores a 1 mm de diámetro.

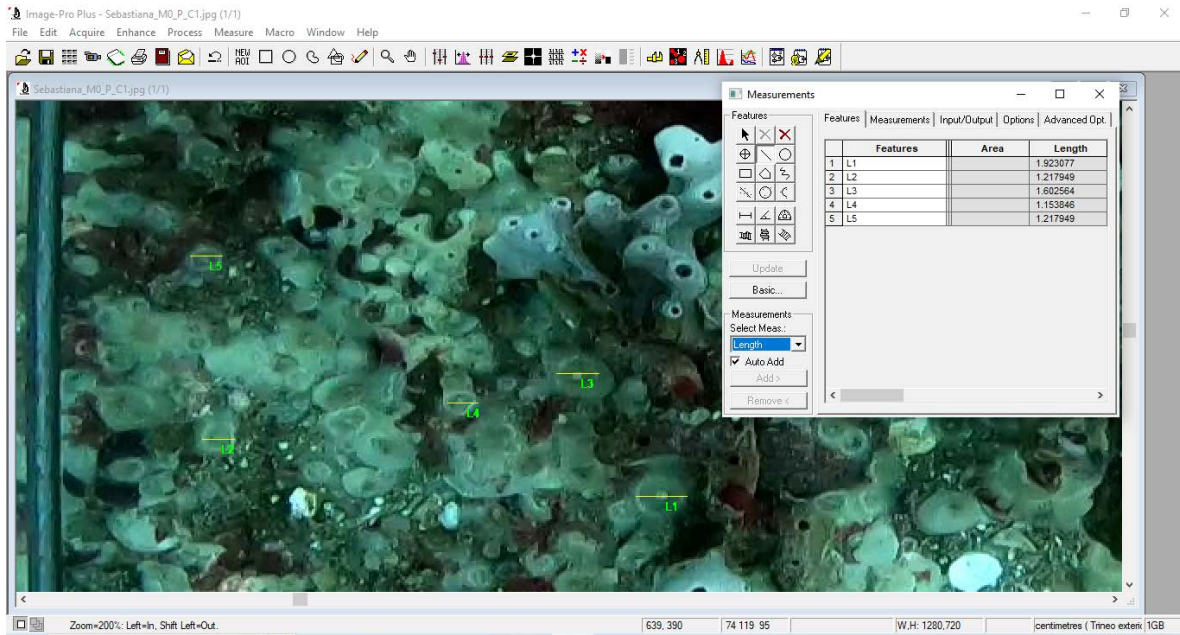


Figura 3.1. Imagen de referencia de medición de individuos de *M. senile* en programa Image Pro-Plus. L1, L2, L3, L4 y L5 son los individuos medidos y dentro del recuadro “Measurements” se registran los diámetros correspondientes a cada uno en la columna “Length”.

### a.3) Abundancia y cobertura de especies nativas y *M. senile*

Para obtener la cobertura y abundancia, el procesamiento de las imágenes registradas se realizó sobre una grilla regularmente espaciada de 25 cuadros. En cada cuadrante se identificaron taxonómicamente todas las especies, hasta el taxón más específico posible, usando la literatura disponible (World Register of Marine species; Fauna Marina Bentónica de la Patagonia Chilena, Häussermann and Försterra, 2009). Se registró abundancia de todas las taxa en los que se observó organismos individuales y cobertura en los casos de taxa coloniales y algas. En el caso de *M. senile*, se registró abundancia y cobertura.

A partir de las imágenes procesadas de cada video, se elaboró una base de datos que incluyó los siguientes campos:



Nombre sector		Número de hoja	1	Procesado
Nombre video		Waypoint		Validado
Duración video		División		Digitado
Presencia/Ausencia				Validación
Fecha				Total de registros

N°	Cuadrante	Coordenada	Sustrato	Especie	Abundancia	Cobertura	Observaciones
1							
2							
3							
4							
5							

En donde:

- Cuadrante: Identificación del cuadrante muestreado, existen 6 cuadrantes para presencia de *M. senile* y 6 sin presencia de la especie. En total, 12 cuadrantes por sector de muestreo.
- Coordenada: Cada cuadrante es dividido en 25 cuadros, en donde las filas se nombran desde la A-E, y las columnas desde 1-5; cada cuadro se nombra en base a la mezcla de los números y letras de columnas y filas, por ejemplo: A1, B5, E3. (Figura 3.2).
- Sustrato: Tipo de sustrato en base a una clasificación de 10 tipos: arena, grava, bolón, roca, arena-grava, arena-bolón, arena-roca, grava-bolón, grava-roca y bolón-roca.
- Especie: Abundancia y cobertura de todas las especies presentes e identificables en el cuadro, obtenida del procesamiento de las imágenes, hasta el menor nivel taxonómico posible.
- Abundancia: Número de individuos obtenido del procesamiento de las imágenes para las especies identificadas en el cuadro
- Cobertura: Porcentaje de individuos obtenido del procesamiento de las imágenes para las especies identificadas en el cuadro.

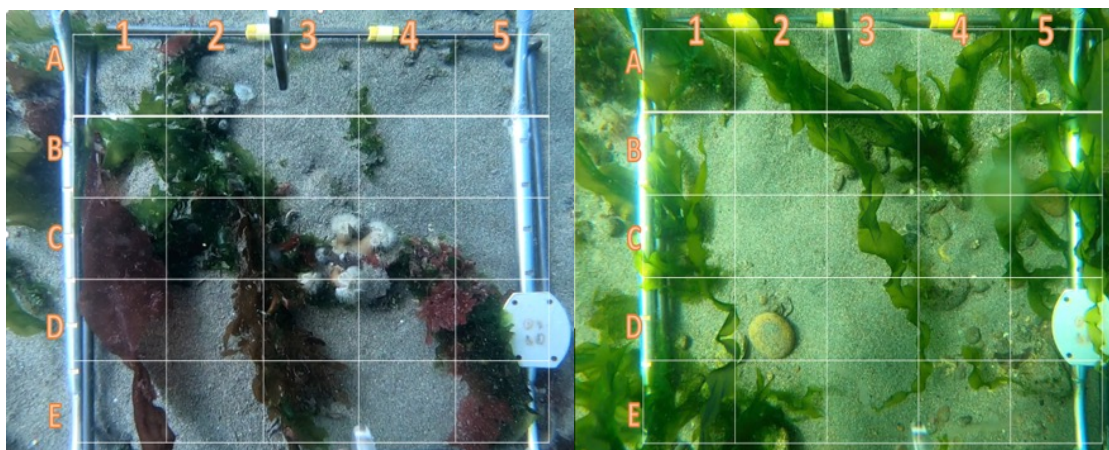


Figura 3.2. Imágenes extraídas de grabación submarina sector AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa; grillas numeradas (1-5) y alfabetizadas (A-E) horizontal y verticalmente, para la identificación y cuantificación de especies. Imagen de la izquierda se considera como presencia y la derecha como ausencia de *Metridium senile*.

#### a.4) Análisis de Datos

- Dinámica de la cobertura *Metridium senile*

La cobertura de *M. senile* en cada estación del año, por sector de estudio, se estimó mediante un promedio de cobertura en cada cuadrante. El análisis de datos consideró la aplicación de modelos lineales mixtos para estudiar los cambios estacionales en la abundancia y cobertura de *M. senile* usando como efectos aleatorios el sitio de muestreo y los cuadrantes (ZAR, 1999; Cayuela, 2011).

- Dinámica de la biodiversidad asociada

La riqueza de especies, la abundancia específica y la cobertura se obtuvo mediante la cuantificación de los individuos presentes en el cuadrante a través del procesamiento de imágenes, contando los individuos de todo el cuadrante para la abundancia y riqueza, y, registrando el porcentaje que cubría la especie dentro de cada cuadrante, para la cobertura.

A partir de la información de las abundancias y cobertura de las especies, se determinó para cada sector: la riqueza de especies (S), índice de diversidad de Shannon (H') (Brower et al., 1998) y dominancia de Simpson modificado (D') (probabilidad de encuentro interespecífico (Hurlbert, 1971; Brower et al., 1998)) (ver 4.2.2.b, Análisis comunitarios, métodos univariados).

El efecto de la cobertura de *M. senile* sobre los indicadores comunitarios se evaluó usando modelos lineales generalizados (Crawley, 2007; McCullagh and Nelder, 1989), considerando la naturaleza de los datos de riqueza de especies (conteo), Dominancia de Simpson (binomial) e índice de Shannon (variable continua).



- Tamaño de *Metridium senile*

Para evaluar la variabilidad del tamaño de *M. senile* entre épocas del año por sector de estudio, se construyeron y evaluaron modelos lineales mixtos, con estación del año como efecto fijo y sector y cuadrante como efectos aleatorios.

Se realizó la verificación de supuestos sobre residuales de cada modelo y las comparaciones múltiples para evaluar la contribución de cada categoría de las variables predictoras.

Se evaluó el modelo más informativo mediante el criterio de información de Akaike (Burnham and Anderson, 2002).

Un análisis de comparaciones múltiples para evaluar el aporte de cada categoría de la variable estación del año (Mazerolle, 2006) fue aplicado al modelo seleccionado.

$$AIC_c = 2x \log - likelihood + 2K + n - K - 12K(K + 1)$$

donde:

- log-likelihood es la función de log-verosimilitud del modelo.
- $K$  es el número de parámetros estimados en el modelo.
- $n$  es el tamaño de la muestra.

Todos los análisis se realizaron por medio de modelos lineales (LM) o modelos lineales generalizados (GLM), construidos y evaluados usando R.4.0.2 (R Core Team, 2022) y aplicando las librerías "car" (Fox and Weisberg, 2020), "lme4" (Bates et al., 2015) y "MASS" (Venables and Ripley, 2022).

## b) Zooplancton

Se recolectaron muestras estacionales de zooplancton en Ancud y Quemchi y en cada muestreo en la comuna de Maullín para la identificación de la especie a través de técnicas moleculares y para la identificación de grupos funcionales. Cada muestra fue obtenida mediante un arrastre vertical desde 20 m de profundidad hasta superficie, utilizando una red cilíndrico-cónica de 2 m de largo, 40 cm de diámetro de boca y 75  $\mu\text{m}$  de trama. El volumen filtrado por la red en cada lance fue de aproximadamente 1,885  $\text{m}^3$ .

Para la identificación a través de técnicas moleculares, las muestras fueron fijadas en etanol y usadas exclusivamente para la separación de larvas plánulas (ver objetivo 1), mientras que para la cuantificación e identificaron grupos funcionales, las muestras fueron conservadas en alcohol etílico comercial de 95% neutralizado con glicerofosfato de sodio.

En cada muestra se cuantificaron e identificaron grupos funcionales del zooplancton, por ejemplo, copépodos, larvas de bivalvos, larvas de gasterópodos, quetognatos, apendicularias, larvas de crustáceos, larvas de briozoos, nauplios y cipris de cirrípedos, etc., haciendo énfasis en las hidromedusas y plánulas de la clase Hidrozoo. Además, se hizo énfasis en la identificación de larvas



de erizos, debido a que son una de las especies que se ven afectadas por la presencia de anémonas de mar, y es un importante recurso en las pesquerías bentónicas de la zona de interés.

El conteo de zooplancton y su diferenciación por grupo funcional se efectuó a través de la observación de las muestras con un microscopio estereoscópico utilizando como guía para la segregación de grupos toda la bibliografía disponible, como por ejemplo Plancton marino de aguas chilenas de Palma y Kaiser (1983) y otros trabajos asociados a la taxonomía de zooplancton. Idealmente, las hidromedusas, plánulas y larvas de erizo se contabilizaron del total de la muestra con el fin de obtener el mejor estimador posible de la abundancia de estas. Los demás grupos funcionales fueron contabilizados luego de fraccionar la muestra entre 1 y 5 veces con un fraccionador (caja de Motoda) cuando las abundancias fueron tan altas que su estimación implique varias horas de análisis. En caso contrario, los conteos de grupos funcionales se realizaron desde el total de la muestra. Las abundancias del zooplancton se estimaron tomando en cuenta los conteos realizados, el número de fraccionamientos y el volumen muestreado por la red en terreno, y se expresan como individuos  $m^{-3}$ .

#### c) Muestreo y análisis de fitoplancton

La recolección de muestras para el análisis del fitoplancton se realizó estacionalmente, muestreando la columna de agua entre los 10 m de profundidad y superficie, utilizando una manguera de 2,5 cm de diámetro.

Para el análisis se contabilizó el fitoplancton a nivel específico en cámaras de sedimentación, cuyo volumen se seleccionó de acuerdo con la concentración de la muestra. La cámara más utilizada fue la de 10 ml. Para el recuento celular se aplicó la técnica de Utermöhl (1958), en microscopios invertidos complementados con equipo de contraste de fase. Los resultados son presentados en número de células  $x$  litro $^{-1}$ .

#### d) Muestreo y análisis de nutrientes y clorofila

Las muestras de agua para el análisis de nutrientes inorgánicos disueltos (fosfato, nitrato y nitrito) y análisis de clorofila, fueron recolectadas de manera estacional usando botella Niskin a profundidad estándar definida durante la ejecución del proyecto y en función de la batimetría del lugar. En el laboratorio las muestras de nutrientes se filtraron con filtros GF/F (0,7  $\mu m$ ) y fueron analizadas mediante análisis fotométricos usando las metodologías de Estándar Methods, 4500 P – Phosphorus para fosfato, 4500-NO<sub>3</sub> Nitrogen para nitrato y 4500-NO<sub>2</sub> Nitrogen para nitrito.

Las muestras para el análisis de clorofila fueron filtradas con filtros GF/C de fibra de vidrio y tamaño poro aproximado de 1200  $\mu m$ . El material contenido en el filtro fue incubado con acetona para la extracción de clorofila y luego analizado mediante metodología descrita por Stricklan y Pearson (1972).

#### e) Potencial redox (rH)

Muestras de sedimento fueron recolectadas estacionalmente en cada sitio de muestreo, a través de buceo semiautónomo, usando un core de 7 cm de diámetro y 15 cm de alto, hundiéndolo suavemente en el sedimento, retirarlo lentamente y siendo sellado por ambos extremos con una tapa antes de subirlo a la superficie.

En la embarcación, las mediciones de potencial redox, pH y temperatura se obtuvieron desde los tres primeros centímetros del sedimento, directamente en el core. Los datos fueron registrados en terreno



desde el equipo, y posteriormente digitalizados en una planilla Excel. Previo a cada campaña de muestreo, los equipos se calibraron con soluciones trazables en los pH cercanos a 4, 7 y 10 en agua de mar o agua dulce, según corresponda al ambiente y con una solución de referencia estándar de 200 a 275 mV.

f) Perfiles de columna de agua

Complementariamente en cada sector de muestreo se desplegó un perfilador de la columna de agua CTD Seabird 19 plus, el que registra temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, densidad y fluorescencia.

Considerando que el monitoreo es estacional, la relación con la información ambiental se exploró a través aumento/disminución de las variables, los que fueron comparados con datos históricos obtenidos de la literatura.





### 4.3. Resultados

#### 4.3.1. Área de estudio y frecuencia de muestreo

El área de estudio fue en la comuna de Maullín correspondió a 6 áreas de manejo de recursos bentónicos (AMERB) y 2 áreas de libre acceso. En la comuna de Ancud se muestrearon 3 sectores, uno ubicado al interior de la zona de resguardo de la bahía de Ancud (D. Ex. N° 768/2017) y dos áreas de libre acceso, mientras que en la comuna de Quemchi los sectores muestreados corresponden a un área de libre acceso y dos AMERB (Tabla 3.1, Figura 3.3 y 3.4).

Para la exploración y caracterización inicial de los sitios de estudios y posteriores muestreos al interior de las áreas de manejo, se contó con autorización de las organizaciones correspondientes, mientras que, para el monitoreo al interior del área de resguardo de la bahía de Ancud, se contó con autorización del Comité de Manejo de la Bahía de Ancud.

#### 4.3.2. Caracterización inicial

##### a) Recolección y Procesamiento de videos

La caracterización inicial o muestreo diagnóstico de cada una de las áreas se realizó en los meses de agosto y septiembre de 2022, las que dependieron del régimen e intensidad de las mareas en la zona, considerando que las ventanas de tiempo para trabajar son acotadas en época invernal. El primer muestreo se efectuó el 8 de agosto explorando el sector AMERB Weste Punta Quillahua, en la comuna de Maullín. Los sectores ubicados en la comuna de Quemchi, y los sectores de Punta Picuta, Bajo Amazonas, AMERB Punta Chocoi y AMERB Isla Doña Sebastiana en la comuna de Maullín, fueron muestreados durante la marea de cuadratura entre los días 19 y 21 de agosto, en tanto que los sectores de la comuna de Ancud, AMERB Norte Punta Chocoi y AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa fueron muestreados en la marea correspondiente entre el 1 y 5 de septiembre. Finalmente, el AMERB Farellones de Carelmapu fue monitoreado el 20 de septiembre de 2022 (Tabla 3.2).

En cada uno de los sectores se efectuó la filmación de entre 9 y 13 transectos, siendo las áreas de manejo Norte Punta Chocoi, Punta Chocoi y Weste Punta Quillahua, en las que se realizó el mayor número de transectos. Para la caracterización inicial de los 14 sectores muestreados, se registró un total de 144 transectos con igual número de filmaciones, equivalentes a 9 horas de grabación (Tabla 3.2, Anexo 3.2. Bitácora de Muestreo).

##### b) Análisis de datos

- Área con presencia de *Metridium*

La superficie estimada de los sectores muestreados varió entre 8 ha en Punta Picuta y 84 ha en AMERB Punta Lamague (Tabla 3.2, Figura 3.3 y 3.4). *Metridium senile* fue observado en las tres comunas muestreadas, aunque la mayor frecuencia de observación se observó la zona Canal Chacao en la comuna de Maullín.



Tabla 3.2. Resumen del polígono de muestreo (ha), número de transectos, número de videos y presencia de *M. senile* en los sectores durante el muestreo diagnóstico de las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos.

N°	Fecha	Comuna	Zona	Sector	Área (ha)	N° Videos	Videos con Presencia
1	05-09-2022	Maullín	Chacao	AMERB Lenqui – P. Santa Teresa	25	10	9
2	20-08-2022			Punta Picuta	8	9	9
3	20-08-2022			Bajo Amazonas	17	9	8
4	21-08-2022			AMERB Punta Chocoi	36	12	5
5	21-08-2022			AMERB Isla Doña Sebastiana	27	10	3
6	08-08-2022		Maullín	AMERB Weste Punta Quillahua	60	13	0
7	20-09-2022			AMERB Farellones de Carelmapu	14	10	0
8	03-09-2022			AMERB Norte Punta Chocoi	32	12	0
9	01-09-2022	Ancud	Zona de resguardo	14	11	3	
10	01-09-2022		Arena Gruesa	14	10	3	
11	01-09-2022		Isla Cochinos	13	10	2	
12	19-08-2022	Quemchi	AMERB Isla Cheniao	74	9	5	
13	19-08-2022		Punta Pirquen	53	9	7	
14	19-08-2022		AMERB Punta Lamague	84	9	1	

En la comuna de Maullín, la proporción del área ocupada con *Metridium senile* vario entre 0% en los sectores de AMERB Norte Punta Chocoi, AMERB Farellones de Caelmapu y AMERB Este Punta Quillahua, y un 97 y 99% del área ocupada en los sectores con Punta Picuta y AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa. Los sectores de AMERB Punta Chocoi, AMERB Isla Doña Sebastiana y Bajo Amazonas presentaron un área ocupada de 15%, 27% y 73%, respectivamente (Tabla 3.3, Figura 3.5).

En los sectores monitoreados en la comuna de Ancud, la proporción del área ocupada por *Metridium senile*, fue del 2,8, 4,1 y 4,5 % (Tabla 3.3, Figura 3.6), mientras que en la comuna de Quemchi esta proporción de área ocupada por *M. senile* varió entre 3 y 30% (Tabla 3.3, Figura 3.7).

En los 5 sectores de la zona Canal de Chacao donde se registró presencia de *Metridium senile* y en la totalidad de los sectores de las comunas de Ancud y Quemchi el modelo espacial de presencia/ausencia fue más informativo y por lo tanto el rango binomial es utilizado como la distancia en la que existe correlación espacial (diámetro de agregación o parche). En los sectores de la zona de resguardo e Isla Cochinos de la comuna de Ancud, y en el área de AMERB Punta Lamague de la comuna de Quemchi, en donde la proporción del área ocupada es menor al 4%, el valor del rango binomial obtenido del modelo es cercano a 0 ( $<2 \times 10^{-11}$ ) (Tabla 3.3).



Tabla 3.3. Indicadores del análisis espacial: Diferencia de AIC, Rango binomial, Proporción del área ocupada y Área de distribución del parche, de los sectores en el muestreo diagnóstico de las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos.

Comuna	Zona	Sector	Área (ha)	Diferencia AIC	Rango (m)	Proporción Área Ocupada (% (ee))	Área de Distribución del Parche (ha (ee))	Proporción sustrato duro
Maullín	Chacao	AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa	25	-1,74	0,90	99 (2)	24,64 (0,46)	7%
		Punta Picuta	8	-7,29	7,20	97 (4)	7,72 (0,30)	24%
		Bajo Amazonas	17	-78,89	41,90	73 (10)	12,44 (1,69)	71%
		AMERB Isla Doña Sebastiana	27	-59,63	52,90	28 (10)	7,46 (2,57)	79%
		AMERB Punta Chocoi	36	-20,21	15,70	15 (4)	5,39 (1,54)	79%
	Maullín	AMERB Norte Punta Chocoi	32			-	-	15%
		AMERB Weste Punta Quillahua	60		-	-	-	95%
		AMERB Farellones de Carelmapu	14		-	-	68%	
Ancud		Isla Cochinos	13	-29,78	4,10	5 (2)	0,64 (0,29)	6%
		Zona de resguardo	14	-19,51	1,0 E-14	4 (2)	0,58 (0,26)	28%
		Arena Gruesa	14	-18,68	1,0 E-20	3 (1)	0,36 (0,19)	32%
Quemchi		AMERB Isla Cheniao	74	-31,40	19,80	30 (7)	22,26 (5,41)	7%
		Punta Pirquen	53	-8,10	25,10	20 (6)	10,75 (3,25)	1%
		AMERB Punta Lamague	84	-11,78	2,0 E-11	3 (2)	2,63 (1,64)	0%

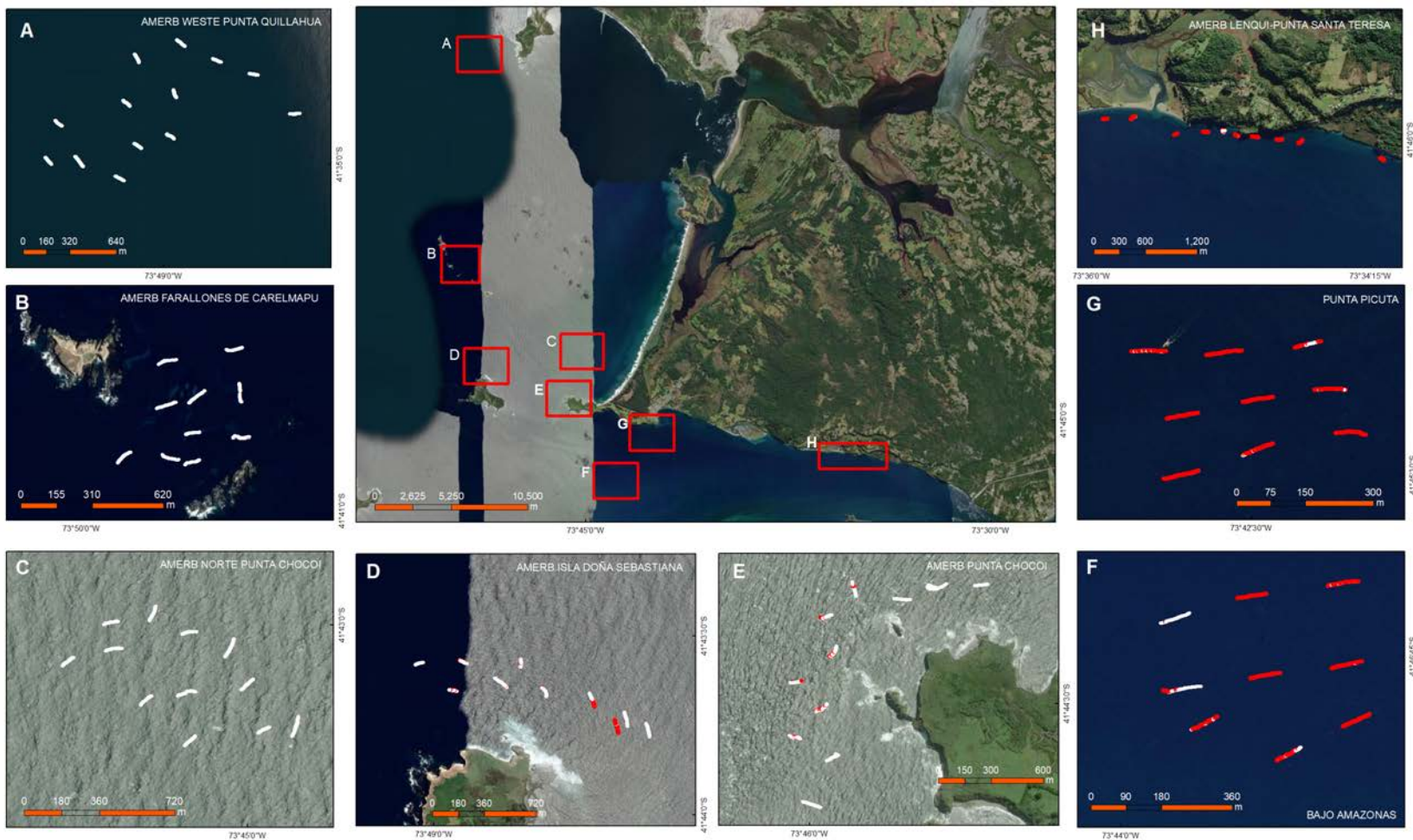


Figura 3.3. Mapa de ubicación del área de muestreo diagnóstico y transectos en la comuna de Maullín. Líneas rojas y blancas indican los transectos con presencia y ausencia de la especie *Metridium senile*.





Figura 3.4. Mapa de ubicación del área de muestreo diagnóstico y transectos en las comunas de Ancud (A, B y C) y comuna de Quemchi (D, E, F). Líneas rojas y blancas indican los transectos con presencia y ausencia de la especie *Metridium senile*.

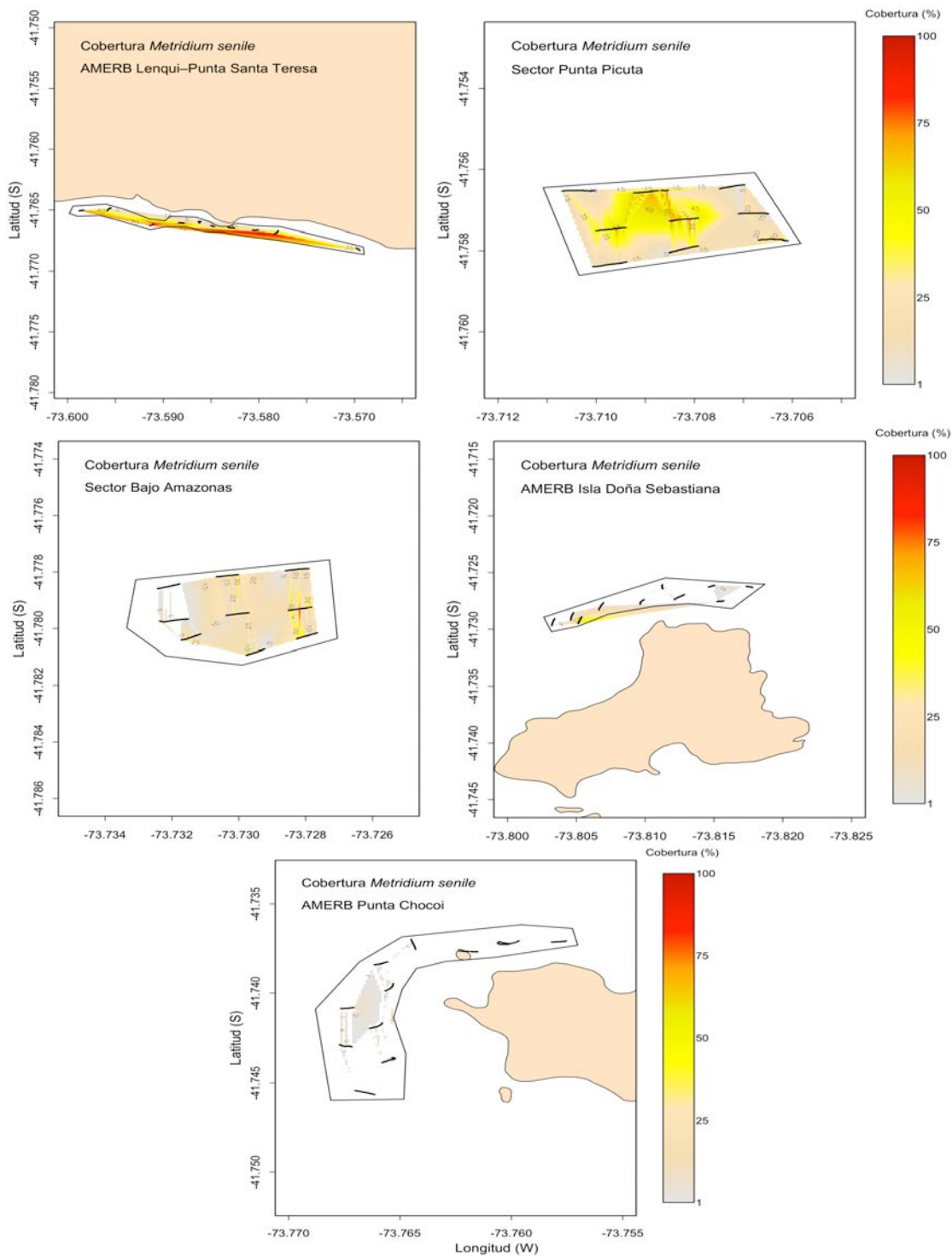


Figura 3.5. Polígono de muestreo, distribución de transectos y cobertura de *Metridium senile* en los sectores de la comuna de Maullín, Región de Los Lagos, durante el muestreo diagnóstico.



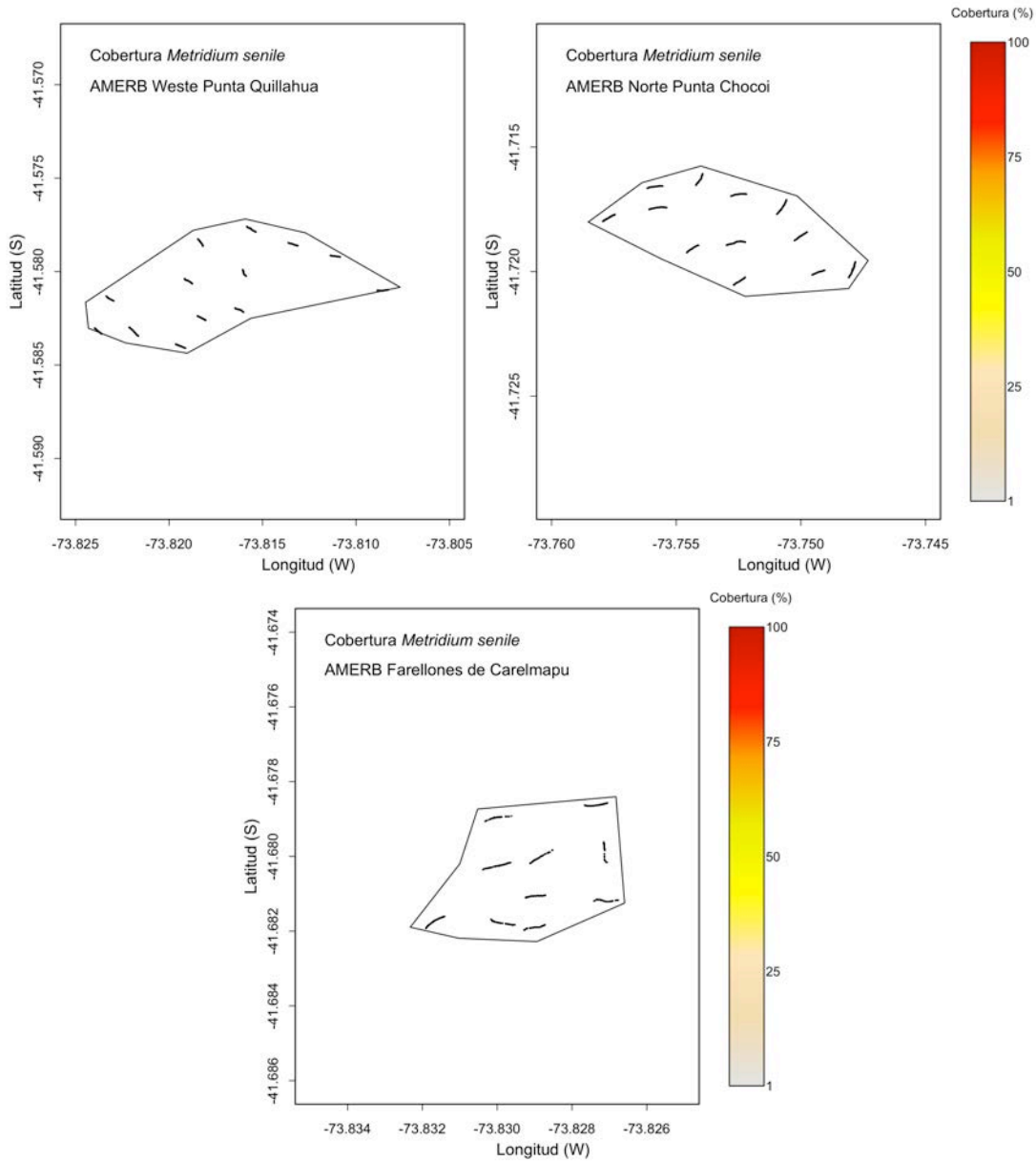


Figura 3.5 (continuación). Polígono de muestreo, distribución de transectos y cobertura de *Metridium senile* en los sectores de la comuna de Maullín, Región de Los Lagos, durante el muestreo diagnóstico.

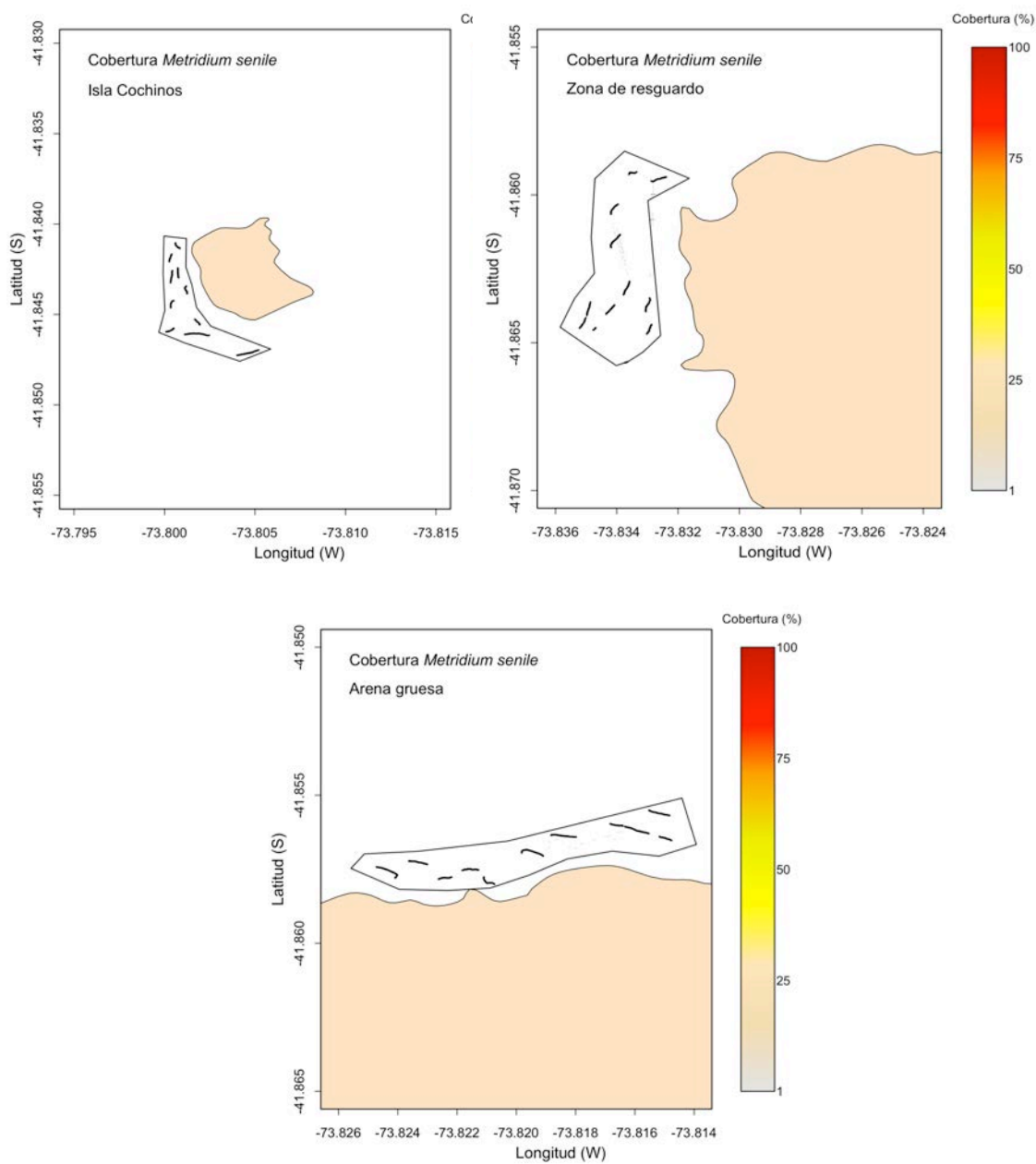


Figura 3.6. Polígono de muestreo, distribución de transectos y cobertura de *Metridium senile* en los sectores de la comuna de Ancud, Región de Los Lagos, durante el muestreo diagnóstico.

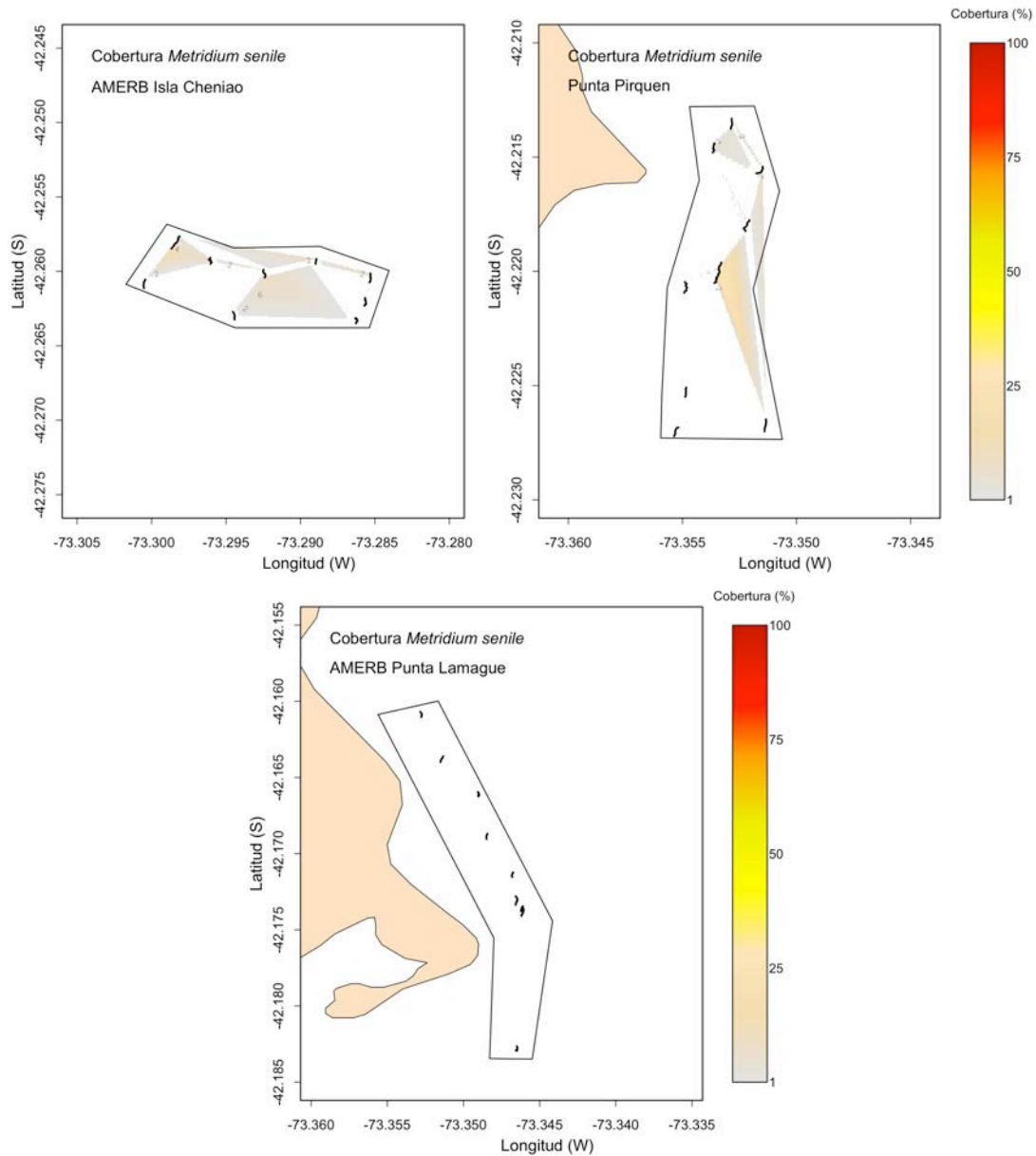


Figura 3.7. Polígono de muestreo, distribución de transectos y cobertura de *Metridium senile* en los sectores de la comuna de Quemchi, Región de Los Lagos, durante el muestreo diagnóstico.



- Análisis comunitarios

El análisis de los transectos al interior de los sectores de muestreo de las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos, permitió identificar el número de individuos y cobertura de especies (como algas u otras especies que no pudieron ser individualizadas), registrando la abundancia de un total de 82 taxas y la cobertura de 23 taxas, con un mínimo de 15 taxas totales en el AMERB Norte Punta Chocoi y un máximo de 46 taxas totales en las AMERB Weste Punta Quillahua y Punta Chocoi (Tabla 3.4).

El índice de diversidad de Shannon (H) presentó los menores valores en la comuna de Maullín y en aquellos sectores que presentaron una mayor proporción de área ocupada por *Metridium* (Tabla 3.5), estimando en 6 de los 8 sectores muestreados un índice inferior a 1, con el menor índice de 0,03 en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa y mayor en el AMERB Weste Punta Quillahua con un valor H de 2,26. En los sectores muestreados en las comunas de Ancud y Quemchi, el índice H varió entre 1,37 en la Zona de resguardo y 2,22 en el AMERB Punta Lamague (Tabla 3.5). El índice de dominancia de Simpson (D) varió entre 0,15 y 0,99 en los sectores muestreados, con valores de dominancia mayores (> 0,9) en los sectores de Punta Picuta, Bajo Amazonas, AMERB Isla Doña Sebastiana y AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa, y una menor dominancia en los sectores AMERB Weste Punta Quillahua y AMERB Punta Lamague, 0,20 y 0,15 respectivamente (Tabla 3.5). El índice de Pielou (J) muestra una menor uniformidad en los sectores Punta Picuta, Bajo Amazonas, AMERB Isla Doña Sebastiana y AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa, y que presentaron un menor índice de diversidad (H) y mayor índice de dominancia (D) (Tabla 3.5).

Tabla 3.4. Riqueza de especie o número de taxas total, número de taxas de aquellas especies evaluadas como abundancia, y número de taxas de especies evaluadas como cobertura en los sectores durante el muestreo diagnóstico en las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos.

Comuna	Zona	Sector	N° Taxas Totales	N° Taxas con Abundancia	N° Taxas con Cobertura
Maullín	Chacao	AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa	38	17	11
		Punta Picuta	43	29	13
		Bajo Amazonas	37	27	10
		AMERB Punta Chocoi	46	35	11
		AMERB Isla Doña Sebastiana	42	27	15
	Maullín	AMERB Weste Punta Quillahua	46	29	17
		AMERB Farellones de Carelmapu	34	22	12
		AMERB Norte Punta Chocoi	15	11	4
Ancud	Isla Cochinos	33	24	9	
	Zona de resguardo	35	24	11	
	Arena Gruesa	40	27	13	
Quemchi	AMERB Isla Cheniao	36	26	10	
	Punta Pirquen	44	38	6	
	AMERB Punta Lamague	34	23	11	



Tabla 3.5. Índices de diversidad estimados en los sectores de muestreo de las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos, durante el muestreo diagnóstico.

Comuna	Zona	Sector	Índice de Shannon (H)	Índice de Dominancia de Simpson (D)	Índice de Pielou (J)
Maullín	Chacao	AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa	0,03	0,99	0,01
		Punta Picuta	0,16	0,95	0,05
		Bajo Amazonas	0,07	0,98	0,02
		AMERB Punta Chocoi	0,93	0,53	0,26
		AMERB Isla Doña Sebastiana	0,16	0,96	0,05
	Maullín	AMERB Weste Punta Quillahua	2,26	0,20	0,67
		AMERB Farellones de Carelmapu	1,37	0,41	0,44
AMERB Norte Punta Chocoi		0,85	0,61	0,35	
Ancud	Isla Cochinos	1,92	0,22	0,61	
	Zona de resguardo	1,37	0,50	0,43	
	Arena Gruesa	1,81	0,28	0,55	
Quemchi	AMERB Isla Cheniao	1,63	0,28	0,50	
	Punta Pirquen	1,44	0,37	0,39	
	AMERB Punta Lamague	2,22	0,15	0,71	

Los taxas que presentaron el mayor número de observaciones corresponden a las especies *Metridium senile*, *Pyura chilensis*, *Arbacia dufresnii*, *Tegula atra* y *Antholoba achates*, mientras que el erizo *Pseudechinus magellanicus*, solo se observó en los sectores de Quemchi, AMERB Isla Cheniao y Punta Pirquen (Anexo 3.3).

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) muestra la composición de taxas entre los distintos sectores de muestreo de las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos (Figura 3.8), observando diferencias en la composición de especies en los sectores de AMERB Isla Cheniao y AMERB Punta Lamague en la comuna de Quemchi (basado en la frecuencia de los taxas *P. Magallanicus*, *A. dufresnii*, *Mitilidae*, *P. spinulosum* y *P. chiloensis*). También se pueden diferenciar los sectores Punta Lenqui, Bajo Amazonas y Punta Picuta en los que predomina *M. senile*, además de *A. achates*, *Ch. granosus*, *H. crenulatus* y *A. chiloensis*.

Otra agrupación (más hacia la derecha del gráfico) se observa en los sectores de AMERB Doña Sebastiana y Punta Chocoi y AMERB Punta Chocoi (taxas *T. odheri*, *Tritonia* y *Parazoanthus*). Los Sectores de Zona de resguardo e Isla Cochino (Ancud), AMERB Farellones de Carelmapu, AMERB Weste Punta Quillahua, Punta Pirquen (Quemchi) y Arena Gruesa en Ancud presentan una alta sobreposición en la composición de especies, diferenciándose los sectores de Quemchi- Punta Lamague y Ancud Arena Gruesa, principalmente en donde se registró una mayor frecuencia de los taxas *A. atra*, *Anthopleura* y *Scurria* (Figura 3.8).

El escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) para las zonas Ancud, Quemchi, Maullín y Canal de Chacao presentó un coeficiente de Stress de 0,17, mostrando una tendencia al agrupamiento de acuerdo con las similitudes en la composición comunitaria. Las zonas de Ancud y Maullín muestran una similaridad entre ellas, mientras que la zona de Quemchi muestra una diferenciación en la





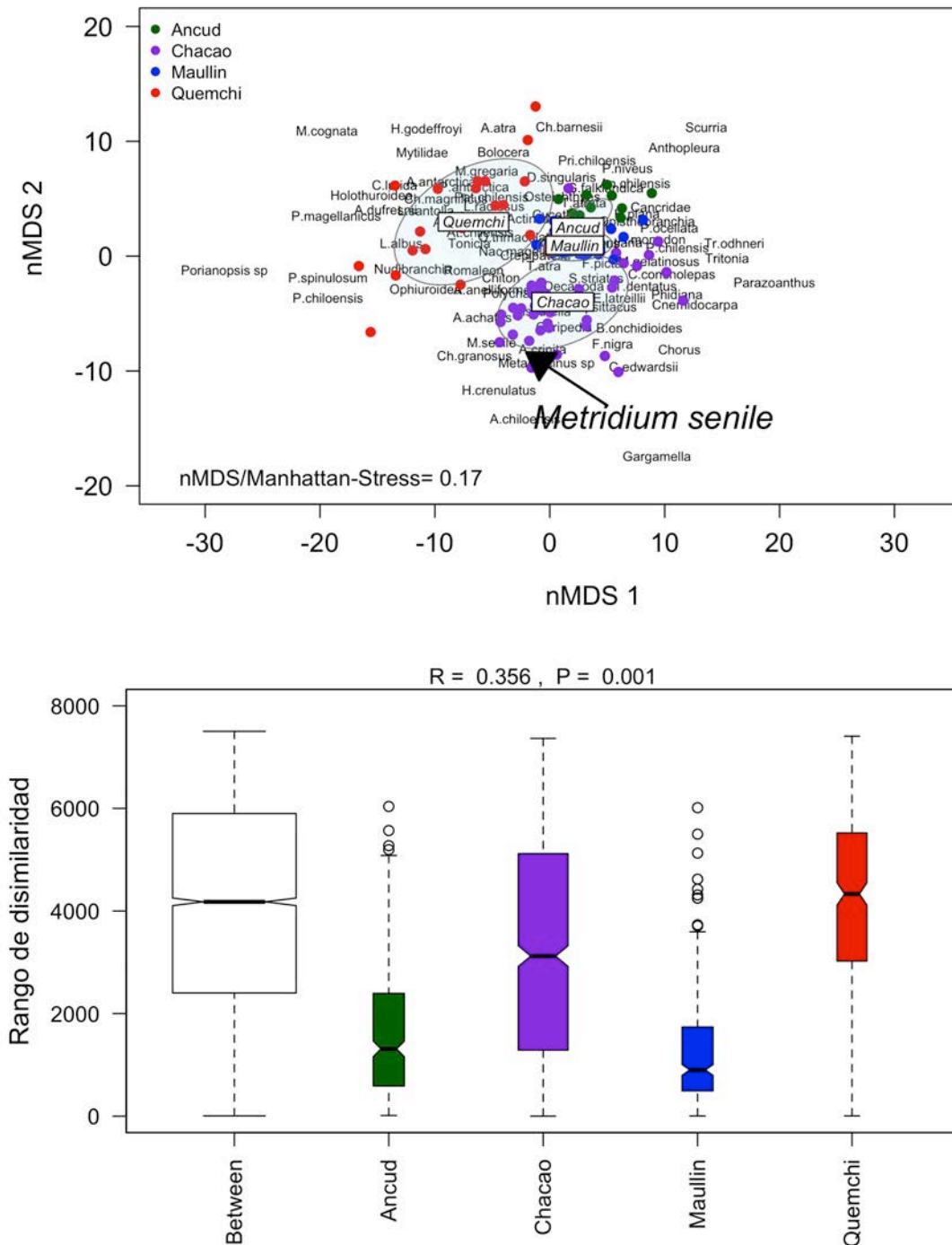


Figura 3.9. Escalamiento Multidimensional no Métrico (NMDS) basado en zonas para los sectores monitoreados durante el muestreo diagnóstico, y Análisis de similaridad (ANOSIM), mostrando el ranking de disimilaridad entre zonas.

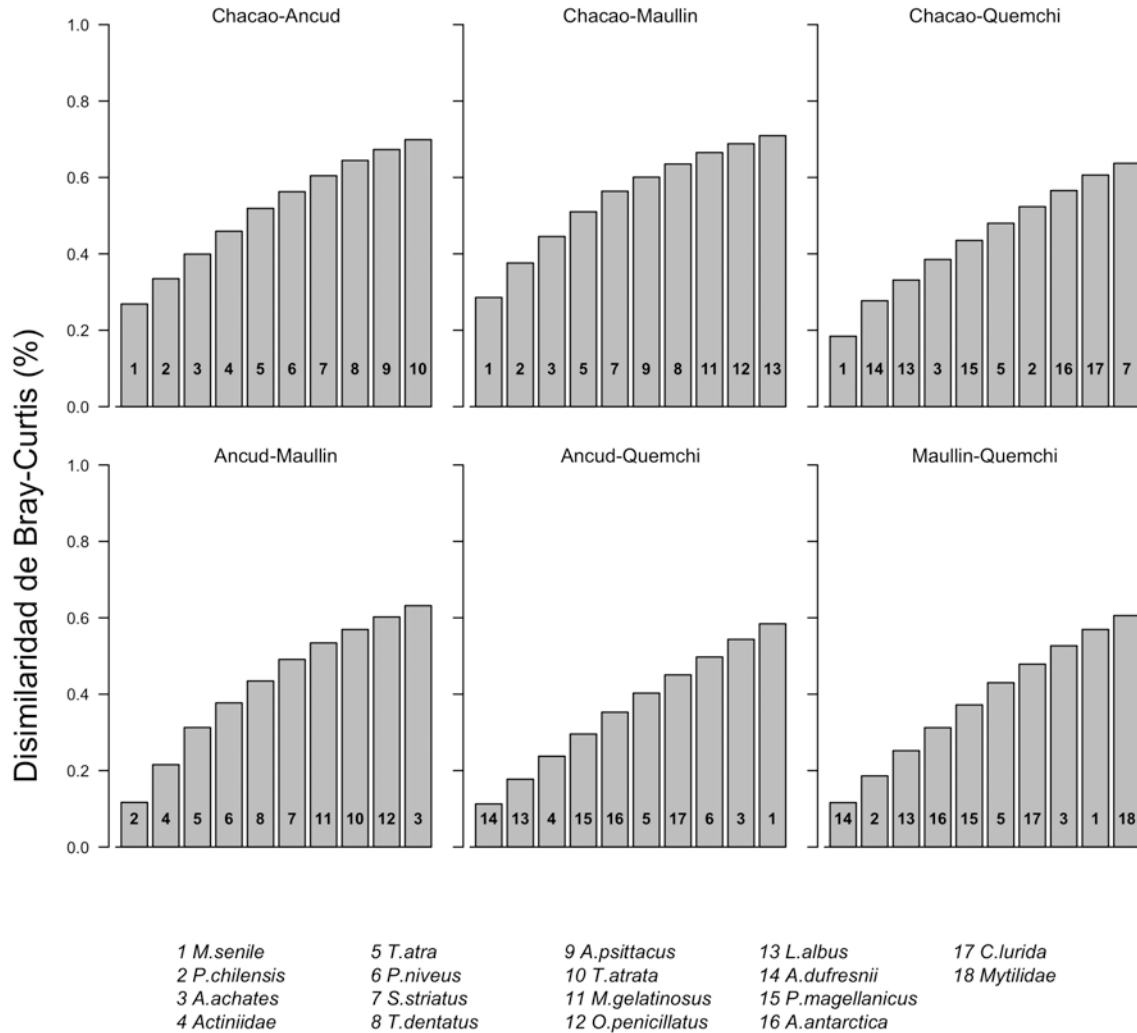


Figura 3.10. Porcentajes de disimilaridad en la composición de especies entre zonas durante el muestreo diagnóstico de las comunas de Ancud, Quemchi y Maullín. Se muestran los 10 taxa que representan aproximadamente 60% de la disimilaridad entre zonas. Números en las barras indican las especies indicadas al pie del gráfico.



#### 4.3.3. Seguimiento de sectores seleccionados

##### a) Bentos

Para el seguimiento bentónico estacional en los sectores seleccionados de los 56 muestreos planificados y realizados para el estudio, 49 fueron válidos para el procesamiento de muestras. En la Tabla 3.6, se muestran marcadas con asteriscos las fechas en que no fueron válidos los muestreos debido a condiciones climáticas adversas que limitaron el acceso al área de estudio y problemas técnicos que contribuyeron a errores en las grabaciones. Además, a pesar del esfuerzo de muestreo y, debido al clima y la cantidad de sectores, no fue posible concretar los muestreos en todas las estaciones en cada sector (Tablas 3.7 y 3.8).

La instalación de los cuadrantes y primer muestreo se realizó en primavera, en los meses de noviembre y diciembre, con excepción de los sectores Bajo Amazonas, Punta Picuta y AMERB Weste Punta Quillahua de la comuna de Maullín, en donde la instalación y primer muestreo se efectuó entre los meses de enero y febrero de 2023.

El muestreo de las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos permitió recolectar un total de 473 imágenes de cuadrantes obtenidos a partir de los videos grabados con cámara sobre un trineo. En los muestreos de la época de verano, en la comuna de Maullín, en los sectores AMERB Farellones de Carelmapu, AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa y en los tres sectores de Ancud se encontraron menos cuadrantes de los que se habían instalado en primera instancia (problemas con la corriente o por extracción de terceros). Bajo estas circunstancias, se decidió reinstalar los cuadrantes faltantes solo hasta la época de verano, para poder validar la temporalidad de la dinámica de la cobertura de especies en los cuadrantes. La pérdida de cuadrantes fue reiterativa para otros sectores durante el periodo de estudio. Las tablas Tablas 3.7 y 3.8 muestran un resumen de la cantidad real de cuadrantes obtenidos durante los muestreos y en que estación fueron realizados. Imágenes del cambio estacional en la estructura de la comunidad bentónica y sustrato en los cuadrantes durante el seguimiento bentónico se muestra en el Anexo 3.4.

Tabla 3.6. Fechas de muestreos estacionales realizados en sectores seleccionados en comunas de Maullín, Ancud y Quemchi de la Región de Los Lagos. En negrita y con asterisco se indican aquellos muestreos que no se consideraron válidos para los registros de muestra y análisis.

Comuna	Sector	Estación				
		Primavera 2022	Verano 2023	Otoño 2023	Invierno 2023	Primavera 2023
Maullín	AMERB Weste Punta Quillahua	-	04-02-2023	13-04-2023	07-07-2023 *	-
	Punta Picuta	-	20-03-2023 25-01-2022	19-05-2023 11-06-2023	-	-
	Bajo Amazonas	-	14-02-2023	04-05-2023	17-07-2023	-
	AMERB Punta Chocoi	29-11-2022	14-02-2023 *	04-05-2023	11-07-2023 *	-
	AMERB Isla Doña Sebastiana	30-11-2022	16-03-2023	11-06-2023	03-08-2023	-
	AMERB Norte Punta Chocoi	29-11-2022	16-03-2023	11-06-2023	03-08-2023 *	-
	AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa	29-11-2022	25-01-2023 20-03-2023	19-05-2023	25-07-2023	-



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Comuna	Sector	Estación				
		Primavera 2022	Verano 2023	Otoño 2023	Invierno 2023	Primavera 2023
	AMERB Farellones de Carelmapu	30-11-2022	04-02-2023	13-04-2023	07-07-2023 *	-
Ancud	Zona de Resguardo	06-12-2022	27-02-2023	16-06-2023	11-08-2023	-
	Isla Cochinos	06-12-2022	27-02-2023	16-06-2023	11-08-2023	-
	Arena Gruesa	06-12-2022	27-02-2023	16-06-2023	11-08-2023	-
Quemchi	AMERB Isla Cheniao	12-12-2022	20-01-2023 *	-	07-07-2023	19-10-2023
	Punta Pirquen	12-12-2022	20-01-2023	-	07-07-2023	19-10-2023
	AMERB Punta Lamague	12-12-2022	20-01-2023	-	07-07-2023	19-10-2023



Tabla 3.7. Fechas de muestreos estacionales realizados en sectores seleccionados en comunas de Maullín, en la Región de Los Lagos con cantidad total de cuadrantes encontrados. "A": Ausencia de *M. senile*; "P": Presencia de *M. senile*. En negrita aquellos sectores con registros en cada estación del año. El número de cuadrantes registrado en cada muestreo está representado en cada casilla.

Año	Mes	Sector									Estación
		Presencia/ Ausencia	Bajo Amazonas	Punta Picuta	AMERB Punta Chocoi	AMERB Weste Punta Quillahua	AMERB Lenqui- Punta Santa Teresa	AMERB Norte Punta Chocoi	AMERB Farellones de Carelmapu	AMERB Isla Doña Sebastiana	
2022	11	A			6		6	6	6	6	PRIMAVERA
		P			6		6	6	6	6	
12	A										
	P										
2023	1	A		6							VERANO
		P		6			3				
	2	A	6			6					
		P	6			6			2		
	3	A		6			6	6		6	
		P		6			6	6		6	
	4	A					6				OTOÑO
		P					6		6		
	5	A	6	6				6			
		P	6	6		6		6			
6	A			6				6	6		
	P			6				5	6		
7	A	6					4			INVIERNO	
	P	6					6				
8	A							6	6		
	P							6	6		
10	A									PRIMAVERA	
	P										



Tabla 3.8. Fechas de muestreos estacionales realizados en sectores seleccionados en comunas de Ancud y Quemchi, en la Región de Los Lagos, con cantidad total de cuadrantes encontrados. "A": Ausencia de *M. senile*; "P": Presencia de *M. senile*. En negrita aquellos sectores con registros en cada estación del año. El n de cuadrantes registrado en cada muestreo está representado en cada casilla.

Año	Mes	Sector							Estación
		Presencia/ Ausencia	Zona de Resguardo	Isla Cochinos	Arena Gruesa	AMERB Isla Cheniaio	Punta Pirquen	AMERB Punta Lamague	
2022	11	A							PRIMAVERA
		P							
	12	A	6	6	6	6	6	6	
		P	6	6	6	6	6	6	
2023	1	A					6	6	VERANO
		P					6	6	
	2	A	2	6	6				VERANO
		P	1	4	5				
	3	A							VERANO
		P							
	4	A							OTOÑO
		P							
	5	A							OTOÑO
		P							
	6	A			4	6			OTOÑO
		P	4						
7	A					6	6	INVIERNO	
	P					6	1		
8	A	6		4	2			INVIERNO	
	P	1							
10	A					5	6	PRIMAVERA	
	P						1		





#### a.1) Dinámica de *M. senile* en cuadrantes

Se registró la presencia de *M. senile* a través de su cobertura en 14 sectores muestreados entre Noviembre del 2022 y Agosto del 2023, completando un ciclo de muestreos estacionales (primavera, verano otoño e invierno) para los sectores de AMERB Isla Doña Sebastiana, AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa, AMERB Norte Punta Chocoi y los 3 sectores de la comuna de Ancud. Para los demás sectores, fueron completados entre 2 y 3 estaciones. Se detalla la época de los muestreos realizados en la Tabla 3.7 y 3.8.

Las figuras 3.11 y 3.12, muestran los resultados del procesamiento de cuadrantes representados en porcentaje de cobertura de *M. senile* por estación del año en los cuadrantes clasificados como ausencia y presencia de esta especie en las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi.

Es posible diferenciar dos tipos de zonas en los sectores de estudio. Un tipo de zona con cobertura abundante de *M. senile* de 0 a 100% tanto en cuadrantes de presencia como en los de ausencia, que considera los sectores AMERB Isla Doña Sebastiana y Bajo Amazonas. Para los demás sectores, se describe una cobertura de *M. senile* tiene como máximo 20% del sustrato cubierto en el cuadrante.

En los cuadrantes de presencia y ausencia en AMERB Isla Doña Sebastiana, se observa un aumento en la cobertura de *M. senile* entre los muestreos realizados desde primavera hasta invierno, con un cambio de cobertura de 50% primavera a un 70% en los cuadrantes de presencia en invierno. Los cuadrantes sin presencia inicial de *M. senile* mostraron 5% a 10% de cobertura en este periodo. En el sector de Bajo Amazonas, se observó en los cuadrantes de presencia, una disminución de cobertura de aproximadamente 10% entre las épocas de verano e invierno, al igual que en AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa, con una variación de 2 a 0% entre las épocas del año.

Los sectores AMERB Weste Punta Quillagua y AMERB Norte Punta Chocoi se mantuvieron sin registros de *M. senile* durante el tiempo de estudio.

En la comuna de Quemchi, en el sector Punta Pirquen, la cobertura *M. senile* fue menor a 4% en los cuadrantes considerados como presencia, en los que se observó disminución de cobertura desde verano hasta invierno, al igual que en AMERB Isla Cheniao, entre los muestreos realizados en primavera e invierno. En AMERB Punta Lamague en los cuadrantes sin presencia inicial de *M. senile* solo se registraron individuos durante la época de primavera.

Para la comuna de Ancud, en los sectores Zona de Resguardo y Arena Gruesa, se obtuvo registro de cobertura menor a 2% en los cuadrantes de presencia de *Metridium senile* durante la época de primavera. En Isla Cochinos no hubo registro de la especie durante ningún muestreo.

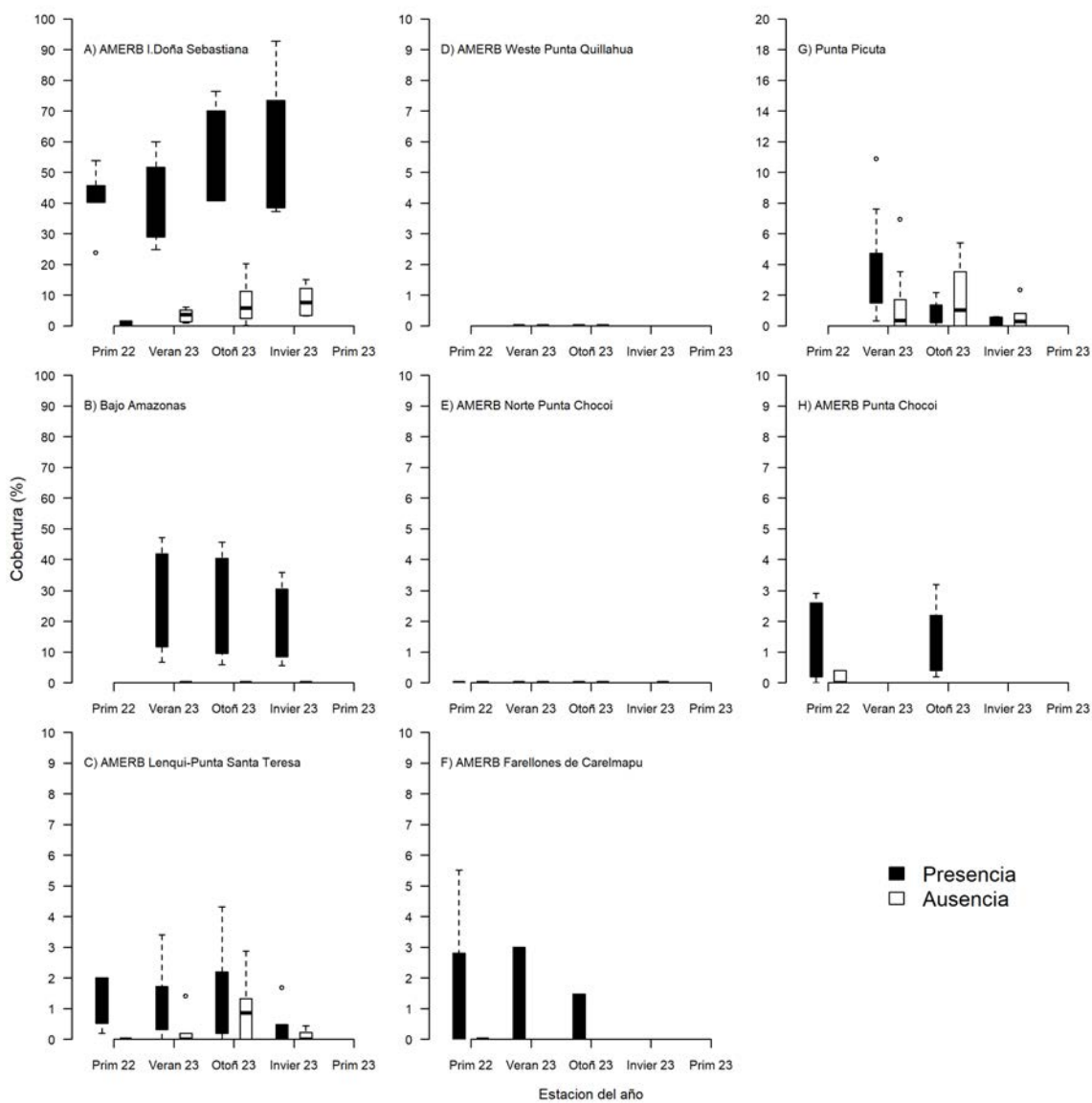


Figura 3.11. Porcentajes de cobertura de *M. senile* en cuadrantes de presencia y ausencia de (barras negras y blancas respectivamente en cada cuadro) durante las estaciones primavera, verano, otoño e invierno en la comuna de Maullín.

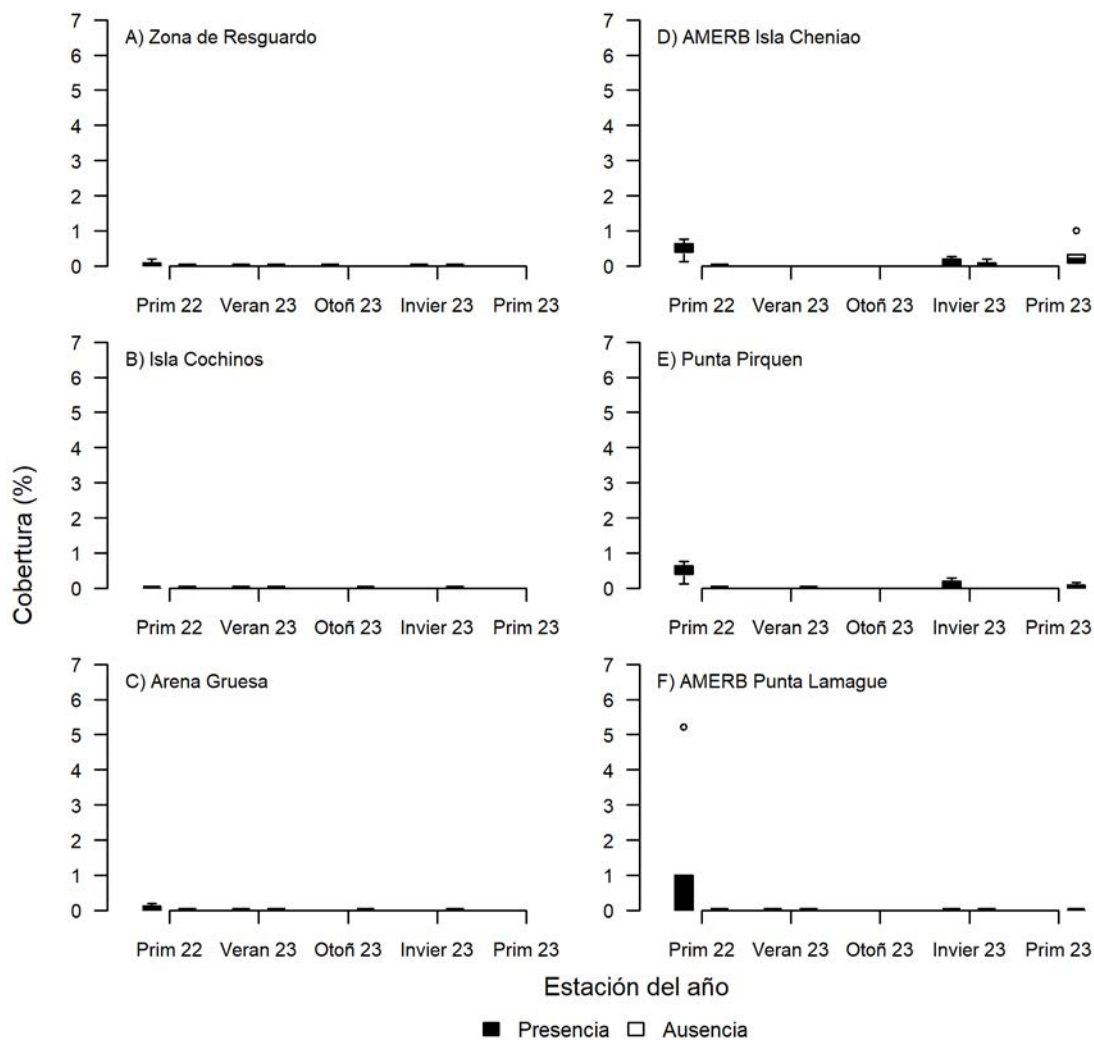


Figura 3.12. Porcentajes de cobertura en cuadrantes de presencia y ausencia de *M. senile* (barras negras y blancas respectivamente en cada cuadro) durante las estaciones primavera, verano, otoño e invierno en las comunas de Ancud (A, B, C) y Quemchi (D, E, F).

Al evaluar los residuales del modelo saturado, el supuesto de normalidad no se cumplió por lo que se transformó la variable respuesta, ya que tampoco fue posible aplicar modelos GLM. Se transformó la variable con función logarítmica ( $\log_{10}$ ) debido a que el valor de  $\lambda$  fue cercano a 0. Al evaluar los modelos con la variable cobertura transformada ( $\log_{10}$ ) bajo el criterio de AIC (Tabla 3.9), se observó que el modelo más informativo indica que la cobertura se vio afectada sólo por los cuadrantes Presencia/Ausencia de *M. senile*, sin efecto de la variación estacional (Tabla 3.10).



Tabla 3.9. Criterio de información de Akaike (AIC) y grados de libertad de los modelos alternativos para la variable cobertura transformada (log10) de *M. senile*. En negrilla el modelo más informativo.

Variable Respuesta: Cobertura ( $\lambda$ , log10)	Grados de libertad	AIC
Modelo 1 Efecto fijo: Estación Efecto aleatorio: Sector	7	360,2206
Modelo 2 Efecto fijo: Estación + Presencia.Ausencia Efecto aleatorio: Sector/Cuadrante	9	330,7803
Modelo 3 Efecto fijo: Estación + Presencia.Ausencia Efecto aleatorio: Sector	8	330,0042
Modelo 4 Efecto fijo: Presencia.Ausencia Efecto aleatorio: Sector	4	327,2325 *

Tabla 3.10. Resultados del análisis de varianza del modelo más informativo para evaluar la variabilidad de la cobertura de *M. senile* en los sectores muestreados durante un año.

	Chisq	Grados de libertad	Pr(>Chisq)
Variable respuesta: Cobertura (log10)			
Estación	5,3791	4	0,2506
Presencia/Ausencia	35,5379	1	2,501e-09 ***

#### a.2) Dinámica de biodiversidad asociada en cuadrantes

El análisis de los cuadrantes en los sectores estudiados permitió identificar el número de individuos y cobertura de especies durante primavera 2022 y primavera 2023, registrando 35 taxas en la comuna de Maullín, 14 y 24 en Ancud y Quemchi, respectivamente (Anexo 3.5 y 3.6).

El índice de riqueza más alto se encontró en la comuna de Maullín, siendo el sector de Punta Picuta en los cuadrantes de ausencia el sector con mayor índice de riqueza en sus muestreos. La Riqueza de especie (S) y biodiversidad de Shannon (H) fue mayor en los cuadrantes de los sectores de



Quemchi que en los sectores de Ancud, y similares en las distintas estaciones monitoreadas y en cuadrantes con y sin presencia de *M. senile* (Tabla 3.11 y 3.12).

El índice de dominancia de Simpson (D) es más alto en los sectores de Ancud que en los sectores de Quemchi, siendo estos últimos similares con y sin presencia de *M. senile* (Tabla 3.11).

El sector AMERB Isla Doña Sebastiana presentó los índices más bajos de biodiversidad en la comuna de Maullín ( $H= 0,05-0,1$  y  $D= 0,97-0,98$ ), en cuadrantes con presencia de *M. senile*, en todas las estaciones del año (Tabla 3.12).

Los sectores AMERB Punta Chocoi, AMERB Norte Punta Chocoi y AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa son los únicos sectores en donde los cuadrantes sin presencia de *M. senile* presentan mayor número de especies y poseen valores más altos en diversidad (Tabla 3.12).

Bajo Amazonas mantuvo los mismos índices de riqueza tanto en ausencia como presencia de *M. senile* durante las épocas del año muestreadas (primavera y otoño), sin embargo, posee valores altos en el índice Dominancia de Simpson ( $D =0,70-0,73$ ) en los cuadrantes considerados como presencia (Tabla 3.12).

AMERB Punta Chocoi mostró índices altos de biodiversidad en cuadrantes clasificados como ausencia, siendo la época de otoño la que posee los valores que indican mayor diversidad. Sin embargo, en primavera la riqueza en los cuadrantes con presencia de *M. senile* es menor que en ausencia (Tabla 3.12).

AMERB Farellones de Carelmapu y AMERB Weste Punta Quillagua, y el sector Punta Picuta presentan mayor riqueza en cuadrantes sin presencia de *M. senile* (Tabla 3.12).



Tabla 3.11. Índices de biodiversidad estacional de biodiversidad de Shannon (H), Dominancia de Simpson (D) Riqueza de especies (S) para los sectores de las comunas de Ancud y Quemchi y para cuadrantes instalados en ausencia y presencia de *Metridium senile*.

Zona	Sector	Estación	Índice de Shannon (H)		Índice Dominancia de Simpson (D)		Riqueza de especies (S)	
			Ausencia	Presencia	Ausencia	Presencia	Ausencia	Presencia
Ancud	Zona de Resguardo	Otoño 2023		0,17		0,38	-	2
		Primavera 2022	0,55	0,23	0,66	0,88	4	3
		Verano 2023	0,92	0,85	0,44	0,46	3	3
	Isla Cochinos	Otoño 2023	0,00		1,00		1	-
		Primavera 2022	0,30	0,00	0,48	0,00	3	-
		Verano 2023	0,00	0,17	0,17	0,38	1	3
	Arena Gruesa	Primavera 2022	0,00	0,00	0,20	0,67	1	3
		Verano 2023	0,00	0,00	0,33	0,40	2	1
Quemchi	AMERB Isla Cheniao	Invierno 2023	0,90	1,04	0,44	0,44	7	10
		Primavera 2022	1,07	1,26	0,41	0,33	8	8
		Primavera 2023	1,35		0,30		9	-
	Punta Pirquen	Invierno 2023		0,65		0,54	-	4
		Primavera 2022	0,71	0,87	0,58	0,47	6	5
		Primavera 2023	0,83	1,22	0,54	0,34	6	4
		Verano 2023	0,49	0,84	0,67	0,55	5	5
	AMERB Punta Lamague	Invierno 2023	0,49	1,04	0,68	0,38	4	3
		Primavera 2022	0,52	0,46	0,66	0,71	5	4
		Primavera 2023	0,26		0,85		2	-
		Verano 2023	0,56	0,82	0,64	0,57	3	7





Tabla 3.12. Índices de biodiversidad estacional de Riqueza de especies (S), de biodiversidad de Shannon (H) y de dominancia Simpson (D) para los 8 sectores de las comunas de Maullín y para cuadrantes instalados en ausencia y presencia de *Metridium senile*.

Zona	Sector	Estación	Índice de Shannon (H)		Índice Dominancia de Simpson (D)		Riqueza de especies (S)	
			Ausencia	Presencia	Ausencia	Presecnia	Ausencia	Presencia
Maullín	Bajo Amazonas	Invierno 2023	1,10	0,59	0,38	0,73	7	9
		Otoño 2023	1,07	0,54	0,40	0,74	9	7
		Verano 2023	1,01	0,60	0,43	0,70	8	9
	AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa	Invierno 2023	0,69	0,50	0,50	0,70	2	4
		Otoño 2023	0,37	0,61	0,75	0,61	2	3
		Primavera 2022	0,08	0,82	0,95	0,50	2	4
		Verano 2023	0,22	0,58	0,86	0,63	3	4
	AMERB Punta Chocoi	Invierno 2023	0,44		0,79		8	-
		Otoño 2023	0,56	0,77	0,74	0,56	9	7
		Primavera 2022	0,74	1,03	0,58	0,42	5	6
		Verano 2023	0,61	0,88	0,64	0,48	4	6
	AMERB Farellones de Carelmapu	Otoño 2023		0,84		0,57	-	9
		Primavera 2022	0,83	0,99	0,57	0,45	11	6
		Verano 2023		0,81		0,53	-	5
	Punta Picuta	Invierno 2023	0,95	0,73	0,35	0,54	9	8
		Otoño 2023	1,03	0,71	0,46	0,56	11	6
		Verano 2023	0,94	0,83	0,48	0,52	8	6
	AMERB Norte Punta Chocoi	Otoño 2023		1,13		0,41	-	9
		Primavera 2022	1,05	1,23	0,41	0,37	5	11
	AMERB Weste Punta Quillahua	Otoño 2023	0,81	0,35	0,53	0,83	8	6
Verano 2023		0,29	0,07	0,85	0,97	5	4	
AMERB Isla Doña Sebastiana	Invierno 203	0,52	0,06	0,75	0,98	9	2	
	Otoño 2023	0,47	0,05	0,79	0,98	9	4	
	Primavera 2022	0,90	0,10	0,54	0,96	9	3	
	Verano 2023	0,74	0,06	0,63	0,98	9	7	

El efecto de la cobertura de *M. senile* sobre la riqueza de especies fue modelado a través de un modelo GLM de la familia Gamma. Este indica que la riqueza de especies disminuye con el aumento de la cobertura de *M. senile*, aunque explica una pequeña proporción de desviación (Tabla 3.13), lo que se ve reflejado en valores predichos con mucha dispersión de los observados (Figura 3.13A).



La Dominancia de Simpson, se exploró a través de un modelo GLM binomial que mostró que el aumento de la cobertura de *M. senile* incrementa la dominancia, explicando aproximadamente 50% de la desviación (Tabla 3.14). Los resultados sugieren que sobre 50% de cobertura de *M. senile* la dominancia aumenta y que cercano a 100% de cobertura de *M. senile* la dominancia es prácticamente 1 (Figura 3.13B).

La variación del Índice de Shannon en respuesta al efecto de la cobertura de *M. senile*, se exploró a través de un modelo GLM binomial negativo, el cual mostró que la biodiversidad disminuye al aumentar la cobertura de la especie invasora (Tabla 3.15). Los resultados en la Figura 3.13C, sugieren que sobre 50% de cobertura de *M. senile* el índice de Shannon disminuye, y que al acercarse la cobertura a 100% este índice cercano a 0.

Tabla 3.13. Resultados del análisis de varianza del modelo para Riqueza de especies (S).

	Desviación residual	Grados de libertad	Grados de Libertad residuales	Desviación	Pr(>Chi)
<i>Variable respuesta: Riqueza (S) (family=Gamma)</i>					
Nulo			189	41,519	
Cobertura	1,4839	1	189	40,035	0,005684**

Tabla 3.14. Resultados del análisis de varianza del para índice de Dominancia Simpson (D).

	Desviación residual	Grados de libertad	Grados de Libertad residuales	Desviación	Pr(>Chi)
<i>Variable respuesta: Índice Dominancia Simpson (family=binomial)</i>					
Nulo			189	58,867	
Cobertura	29,948	1	188	28,919	4,438e-08 ***

Tabla 3.15. Resultados del análisis de varianza del modelo para índice de biodiversidad de Shannon (H).

	LR	Chisq	Grados de Libertad	Pr(>Chisq)
Cobertura		33,552	1	6,937e-09 ***

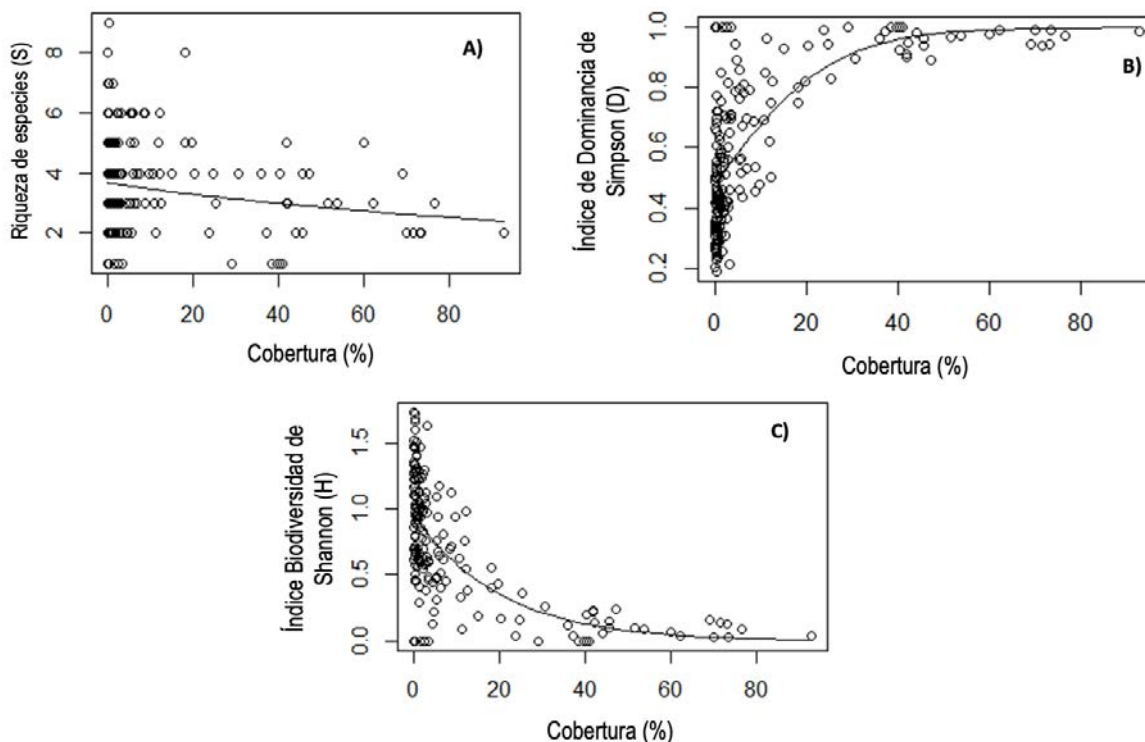


Figura 3.13. Gráfico de valores de variable observadas vs predichas en respuesta a la variable predictora cobertura. Línea continua indica la tendencia de los datos. A) Riqueza de especies (S), B) Índice de Dominancia de Simpson (D), C) Índice de Shannon (H).

### a.3) Tamaño y recuento de individuos de *M. senile*

Se obtuvieron medidas de individuos de *M. senile* en la comuna de Maullín, en 6 de los 8 sectores en estudio de la comuna. En las comunas de Ancud y Quemchi no fue posible obtener mediciones debido a la baja cantidad de registros y el sustrato no cumplieron con el criterio de medición para obtener medidas reales a través del programa.

En los sectores de Bajo Amazonas, Punta Picuta, AMERB Lenqui - Punta Santa Teresa y AMERB Farellones de Carelmapu se observó una disminución del tamaño de *M. senile* entre la primera y la última época muestreada en cada caso (Febrero 2023 - Julio 2023; Enero 2023 - Junio 2023; Noviembre 2022 - Marzo 2023). Lo contrario se observa en AMERB Punta Chocoi, en donde la época de primavera posee menos individuos ( $n=31$ ) y tallas menores en comparación a otoño ( $n=51$ ) (Figura 3.14).

En el sector AMERB Isla Doña Sebastiana, se observa un aumento de individuos entre primavera ( $n=175$ ) e invierno ( $n=256$ ). Las medidas del tamaño de los ejemplares de primavera poseen valores más altos en comparación a las que se encuentran en invierno. En Bajo Amazonas y AMERB Farellones de Carelmapu también se observó una disminución de talla y aumento de individuos entre



las épocas de otoño-invierno y primavera-otoño respectivamente, al igual que en AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa entre primavera y verano (Figura 3.14).

Los resultados del análisis estadístico se muestran en las Tablas 3.16, 3.17 y 3.18. La variable tamaño de *M. senile* se evaluó usando la estación del año como efecto fijo y el sector y cuadrante como variable aleatoria. El modelo que consideró al efecto de la estación del año fue más informativo que el modelo nulo (Tabla 3.16). Las comparaciones múltiples obtenidas mostraron que el modelo más informativo es aquel que considera que primavera, verano-otoño e invierno muestran tamaños diferentes, con tamaños más pequeños en invierno (Tabla 3.17).

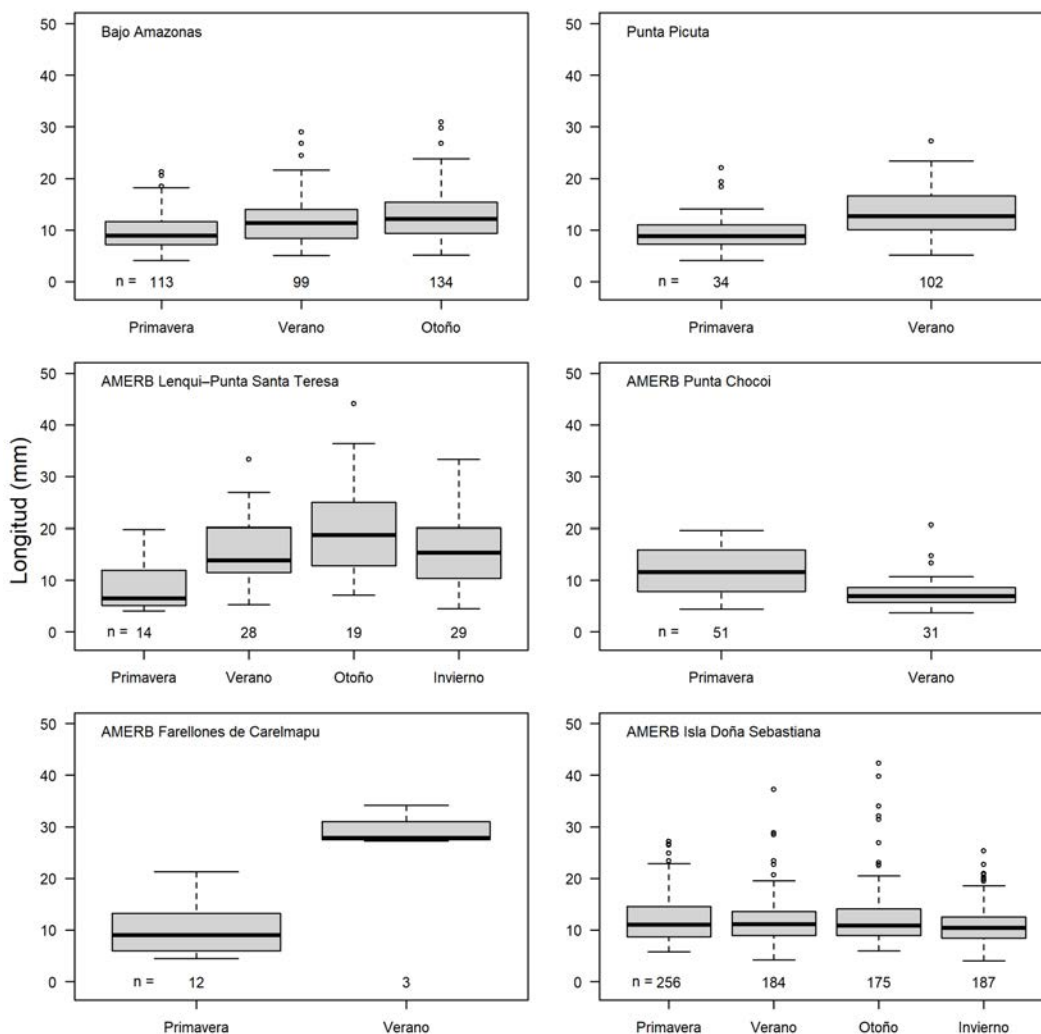


Figura 3.14. Tallas (mm) y cantidad de individuos totales de *M. senile* registrados en cuadrantes por sector y estacionalidad.



Tabla 3.16. Criterio de información de Akaike (AIC) y grados de libertad de los modelos alternativos para la talla de *M. senile*. En negrilla el modelo más informativo para cada caso.

Variable respuesta: Talla (mm)	Grados de Libertad	AIC
Modelo 0 <i>Efecto aleatorio: Sector</i>	3	8983,865
Modelo 1 <i>Efecto fijo: Estación</i> <i>Efectos aleatorios: Sector/Cuadrante</i>	7	8911,916 *

Tabla 3.17. Comparaciones múltiples de variable predictora “Estación de año” basado en valores de criterio de Akaike corregido (AICc). a, b, c y d representan a las distintas estaciones del año ordenadas desde invierno, otoño, verano, primavera.

Modelo	K	AICc	Delta AICc	AICcWt	Cum.Wt	LL
abbc	6	8910,46	0,00	0,29	0,29	-4449,20
abbb	5	8911,48	1,02	0,17	0,46	-4450,72
abcc	6	8911,51	1,05	0,17	0,63	-4449,73
abcd	7	8911,99	1,53	0,13	0,76	-4448,96
aabb	5	8912,40	1,94	0,11	0,87	-4451,18
aabc	6	8912,94	2,48	0,08	0,95	-4450,44
aaab	5	8914,14	3,68	0,05	0,99	-4452,05
aaaa	4	8918,30	7,83	0,01	1,00	-4455,13

\*Las etiquetas en los nombres de los modelos indican la estructura de agrupación y están ordenados en base a medias crecientes: invierno, otoño, verano, primavera.

Tabla 3.18. Resultados de los análisis de varianza de los modelos más informativos para la talla de *M. senile*.

Fuente de variación	Desviación residual	Grados de libertad	Pr(>Chisq)
Estación	12,43	3	0,006046 **

Estación: Primavera, verano, Otoño, Invierno



a) Muestreo y análisis de Zooplancton

De las muestras estacionales obtenidas entre agosto de 2022 y agosto de 2023, en las diferentes zonas se observó un total de 35 grupos zooplanctónicos (Anexo 3.7), con una alta variabilidad espacial y temporal, y mayor abundancia total en las estaciones de primavera y verano (Figura 3.15), con una mayor proporción de diferentes estadios de la clase maxilopoda (larvas y huevos de copépodos) foraminíferos, bivalvos y gastrópodos, con una mayor producción primaria de primavera y verano. Se destaca la alta abundancia de nauplios y huevos de copépodos en todas las estaciones de la zona expuesta de la comuna de Maullín, una baja proporción de larvas plánulas de hidromedusas observadas en AMERB Punta Chocoi y AMERB Isla Doña Sebastiana en las estaciones de invierno y primavera, mientras que la abundancia de larvas de erizo fue baja (Figura 3.16).

En la zona del canal de Chacao, en invierno 2022 se observa un alza de abundancia de larvas de bivalvos y en otoño e invierno 2023 se registró un aumento de larvas de bivalvos y foraminíferos, registrando una baja cantidad de larvas plánulas de hidromedusas en el sector AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa en los meses de septiembre y noviembre de 2022, en tanto que larvas de erizo fueron observadas en la estación de invierno 2022 (Figura 3.16).

En la zona de Ancud, se observa una mayor proporción de la clase maxilopoda, con una fuerte disminución en la temporada de primavera 2022, mientras que la zona de Quemchi, se registró un aumento de la abundancia de zooplancton en la temporada de verano y otoño 2023, con una mayor proporción de la clase maxilopoda, foraminíferos, gastropodos y bivalvos (Figura 3.16). En la comuna de Ancud y Quemchi se registró una baja abundancia de larvas de erizo en las estaciones de invierno y verano 2022, y larvas plánulas de hidromedusas solo fueron observadas en invierno 2022 en la comuna de Ancud (Anexo 3.7).



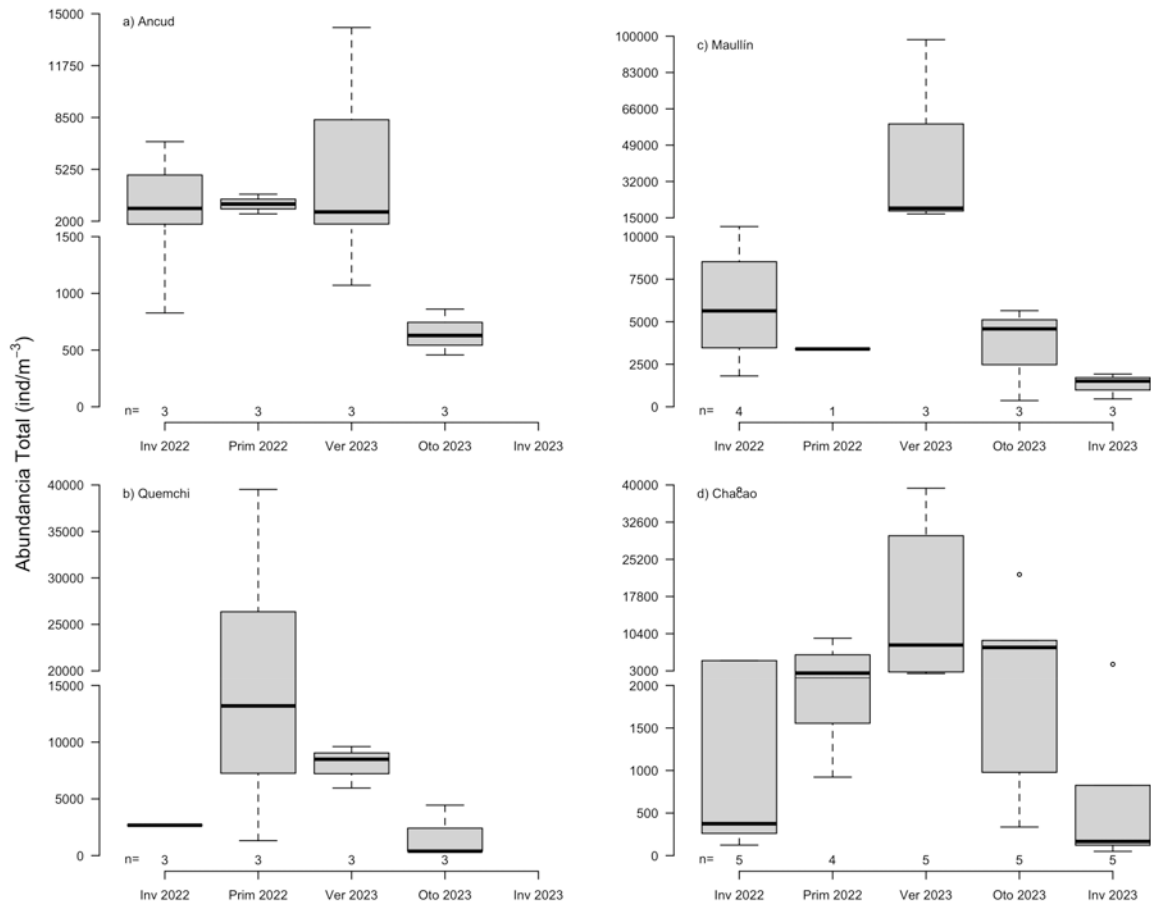


Figura 3.15. Abundancia total de zooplancton estacional en las zonas de la a) comuna de Ancud, b) comuna de Quemchi, c) Canal de Chacao y d) Zona expuesta de la comuna Maullín.

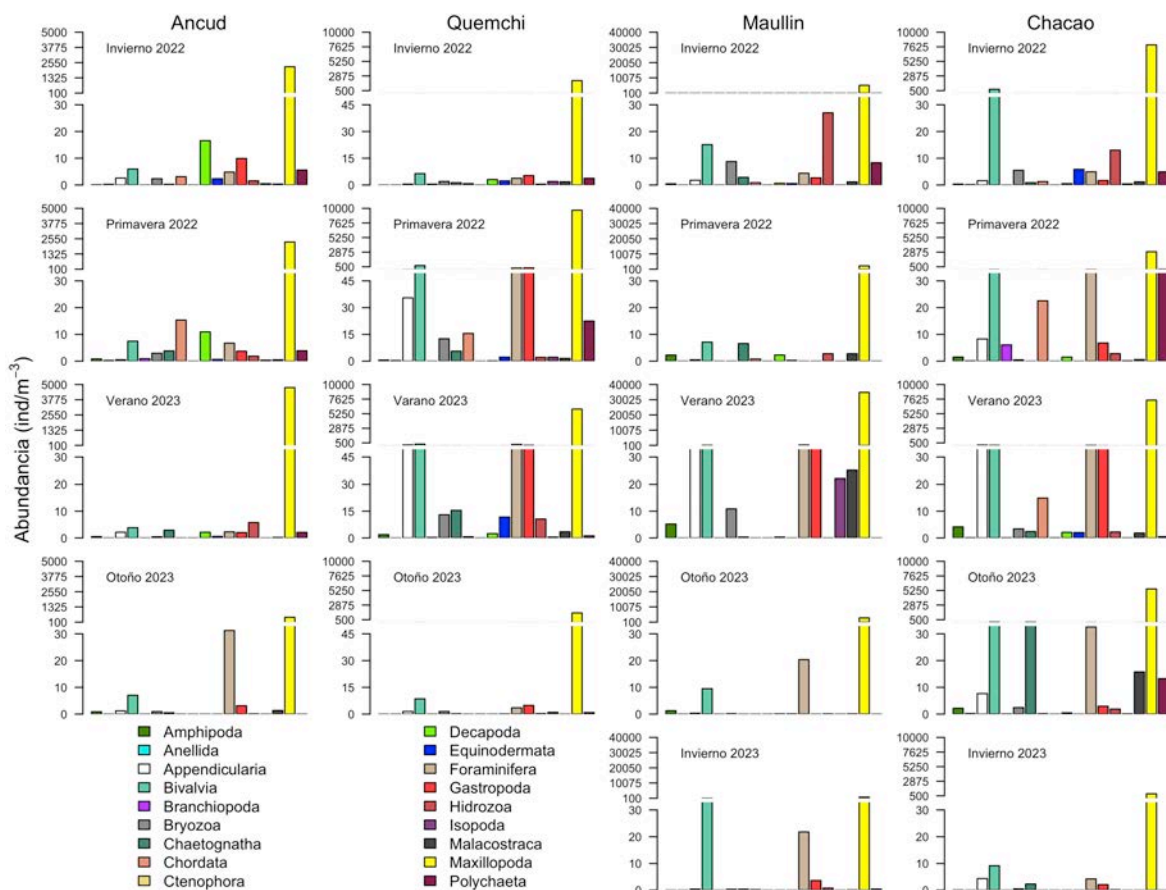


Figura 3.16. Abundancia promedio estacional de grupos zooplanctonicos de las zonas de la a) comuna de Ancud, b) comuna de Quemchi, c) Canal de Chacao y d) Zona expuesta de la comuna Maullín.

### b) Muestreo y análisis de fitoplancton

El número de taxas registradas estacionalmente en las muestras de fitoplancton varió entre 22 y 65 taxas en la estación de otoño Quemchi y en verano en Ancud, respectivamente (Anexo 3.8), con una mayor abundancia total en las estaciones de primavera y verano (Figura 3.17), siendo el grupo de Diatomeas quien representó sobre el 75% y hasta el 99% de células de cada una de las muestras (Figura 3.18).

Las diatomeas de los géneros *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia*, *Rhizosolenia* y *Thalassiosira* fueron las más abundantes con concentraciones promedio de entre 49.875 y 708.500 cel L<sup>-1</sup>. En cuanto a los dinoflagelados, los géneros *Gyrodinium*, *Prorocentrum*, *Protooperidinium* y *Dinoflagelados atecados*, presentaron la mayor abundancia entre las diferentes estaciones y sectores, con abundancias de hasta 300 y 2.467 cel L<sup>-1</sup> (Anexo 3.8).

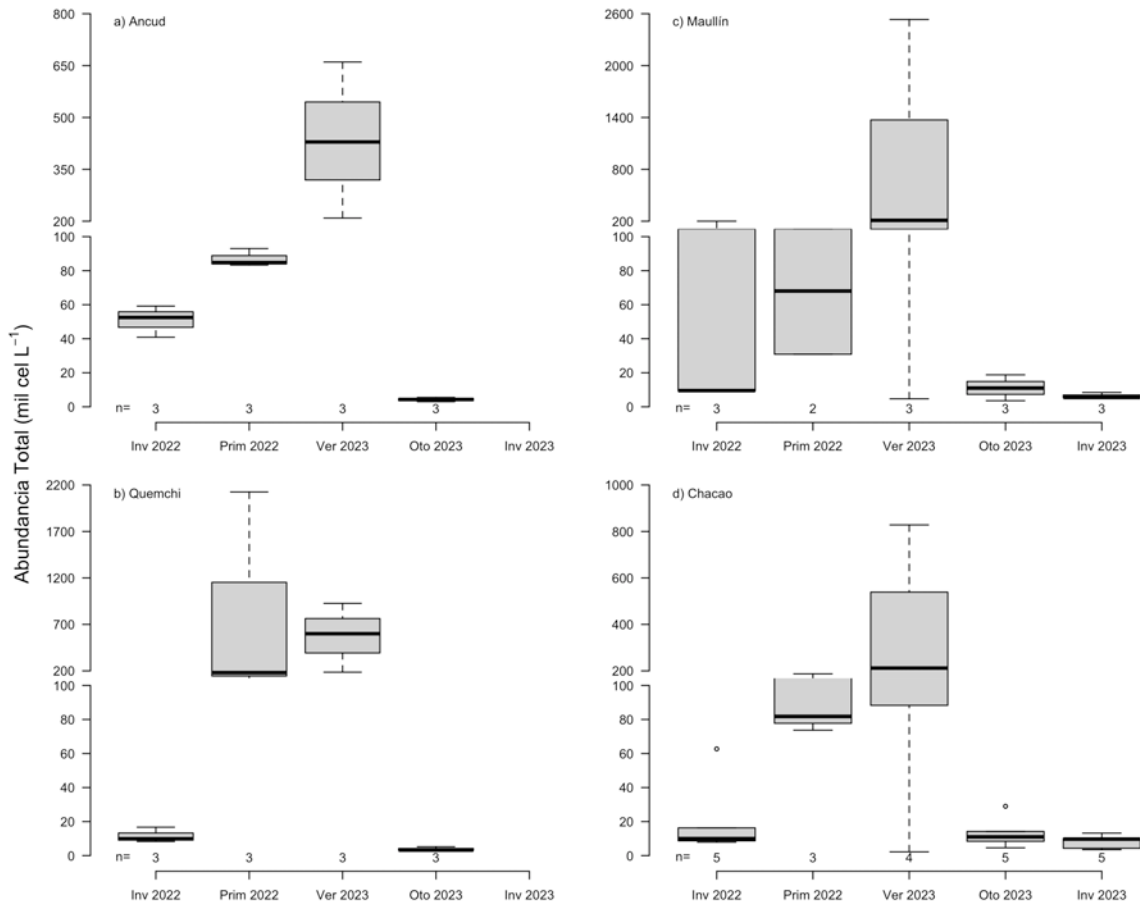


Figura 3.17. Abundancia total de fitoplancton estacional en las zonas de la a) comuna de Ancud, b) comuna de Quemchi, c) Canal de Chacao y d) Zona expuesta de la comuna Maullín.

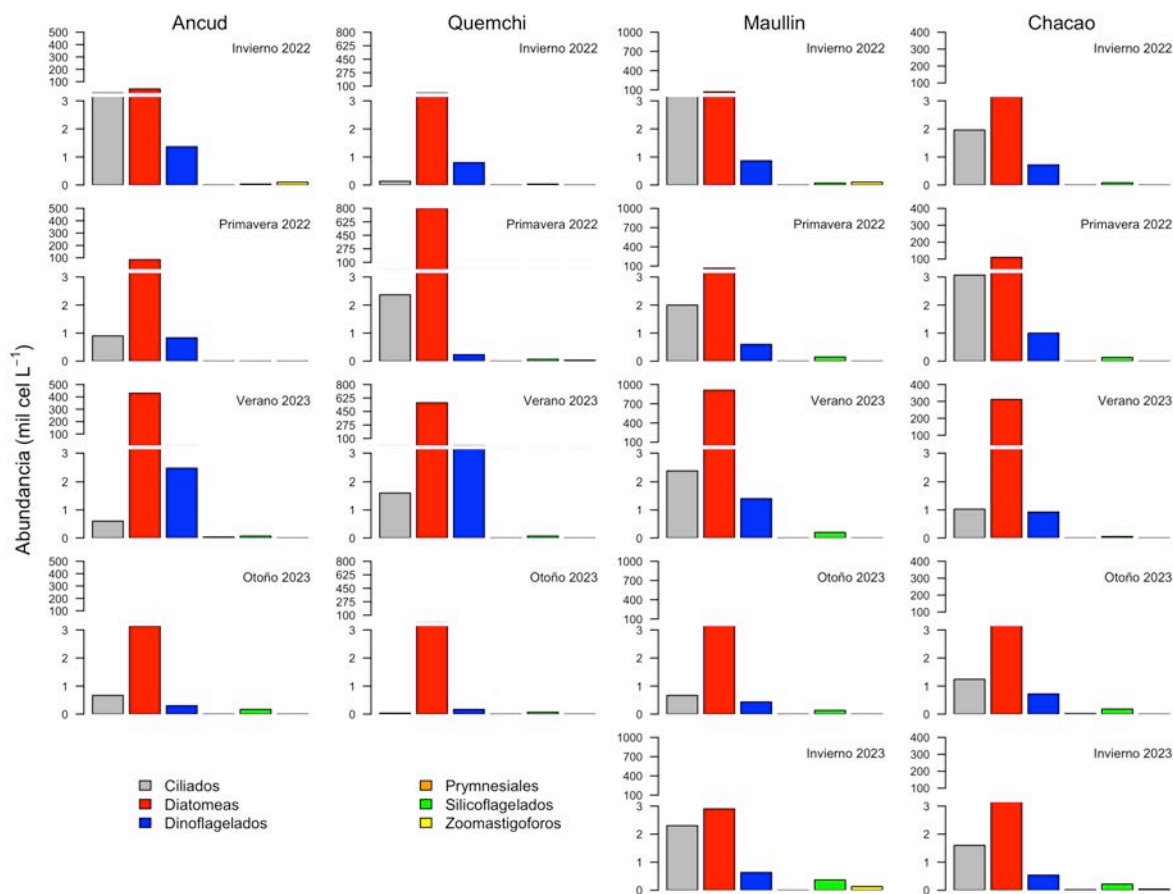


Figura 3.18. Abundancia promedio estacional de grupos fitoplanctonicos de las zonas de la a) comuna de Ancud, b) comuna de Quemchi, c) Canal de Chacao y d) Zona expuesta de la comuna Maullín.

### c) Muestreo y análisis de nutrientes y clorofila

Se observó una alta variabilidad en las muestras de nutrientes en todos los sectores analizados de las zonas de Ancud, Quemchi, canal Chacao y costa expuesta de Maullín. Los fosfatos variaron entre 0,3  $\mu\text{M}$  y 2,9  $\mu\text{M}$  en la estación otoño 2023 en las zonas de Maullín y Quemchi, con una menor variabilidad en la estación de invierno 2022 y una mayor variabilidad en otoño 2023. Los silicatos presentan la menor variabilidad estacional en primavera 2022 y la mayor variabilidad en verano 2022 y otoño 2023, con valores sobre 25  $\mu\text{M}$  en invierno 2020 en la zona de Quemchi y Maullín en verano 2023, con una tendencia a la disminución hacia las estaciones de otoño e invierno 2023. La concentración de nitritos presenta una variación estacional homogénea, con un rango de concentración que varió entre de 0,163  $\mu\text{M}$  y 0,748  $\mu\text{M}$ , mientras que los nitratos variaron entre 0,7  $\mu\text{M}$  y 20,6  $\mu\text{M}$  en las estaciones de invierno 2022 a otoño 2023, con valores máximos en invierno 2023, sobre 30  $\mu\text{M}$  (Figura 3.19). Las mayores concentraciones estimadas de clorofila a ( $>4 \text{ mg m}^{-3}$ ) y Feopigmentos ( $>1,5 \text{ mg m}^{-3}$ ) fueron



registrados en la zona de Ancud en la estación de otoño 2023, con una leve tendencia al aumento en las estaciones de primavera y verano, pero con una alta variabilidad, principalmente en la estación de otoño 2023 (Figura 3.20).

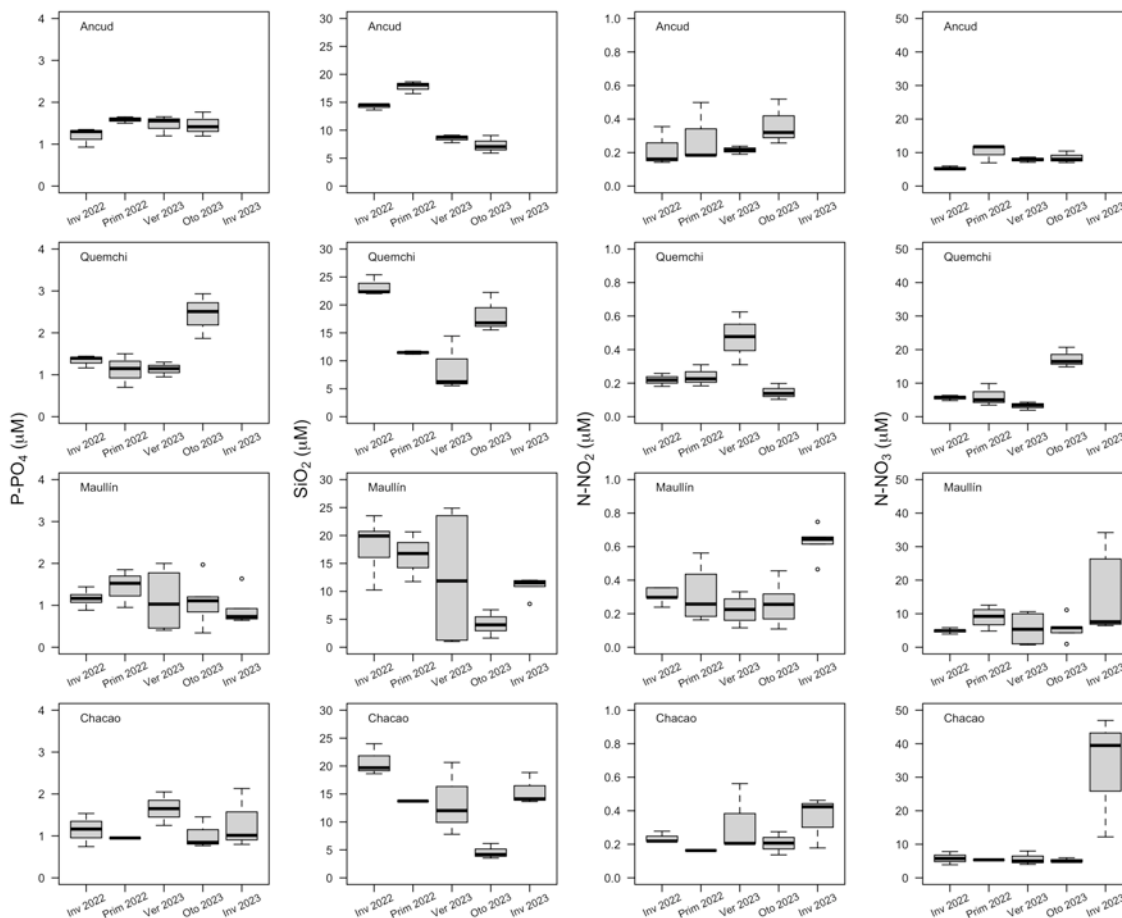


Figura 3.19. Análisis de nutrientes estacional de muestras de agua para Fosfatos (P-PO<sub>4</sub>), Silicatos (SiO<sub>2</sub>), Nitritos (N-NO<sub>2</sub>) y Nitratos (N-NO<sub>3</sub>) en las zonas de Ancud, Quemchi, canal Chacao y costa expuesta de Maullín.

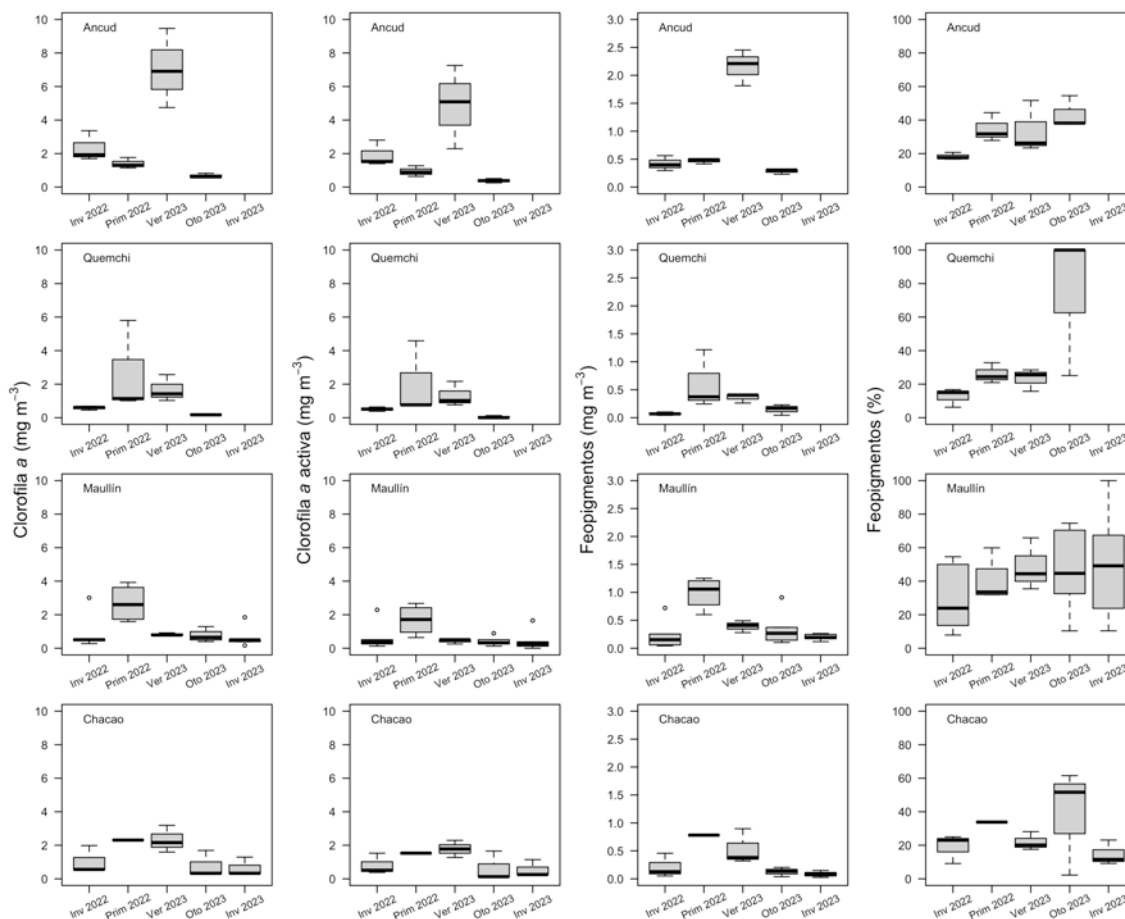


Figura 3.20. Análisis de Clorofila a ( $\text{mg m}^{-3}$ ), Clorofila activa ( $\text{mg m}^{-3}$ ) y Feopigmentos ( $\text{mg m}^{-3}$ , %) de muestras de agua estacional en las zonas de Ancud, Quemchi, canal Chacao y costa expuesta de Maullín.

#### d) pH y Potencial Redox (rH)

En los sectores monitoreados en las zonas de Ancud, Quemchi, canal de Chacao y costa expuesta de la comuna de Maullín, los muestreos estacionales de pH y potencial redox fueron realizados durante las campañas del seguimiento bentónico de los cuadrantes.

En Ancud los valores de pH obtenidos presentan un rango de 7,3 y 8,28, en verano e invierno respectivamente, en tanto Quemchi presentó un mínimo de 7,55 en otoño y máximo de 7,985 en primavera. En la comuna de Maullín la zona expuesta varió entre 7,41 y 8,06 en verano e invierno, y la zona del canal Chacao presentó un mínimo en primavera con 7,50 y máximo en 7,98 (Figura 3.21).

El potencial redox presenta una alta variabilidad en el área de estudio, con un mínimo de 206 mV en la zona de Ancud en otoño y un máximo en la estación de verano alcanzando 673 mV en la zona





Chacao. En la zona de Ancud en general se registraron los menores valores de potencial redox en todas las estaciones, con mínimos valores en primavera, verano y otoño (206 mV, 373 mV y 206 mV respectivamente). En la zona de Quemchi, la estación de primavera 2022 presentó los mayores valores de potencial Redox superior a 600 mV en todos los sectores, disminuyendo hacia las estaciones demás estaciones muestreadas, con valores entre 289 mV y 422 mV.

La zona de Chacao registró los mayores valores en la estación de verano (673 mV), disminuyendo hacia las estaciones de otoño (472 mV - 557 mV) e invierno (389 mV - 460 mV), mientras que en los sectores de la zona de Maullín se obtuvieron los mayores valores durante la estación de verano, disminuyendo en otoño, y subiendo nuevamente en invierno (232 mV - 530 mV) (Figura 3.16).

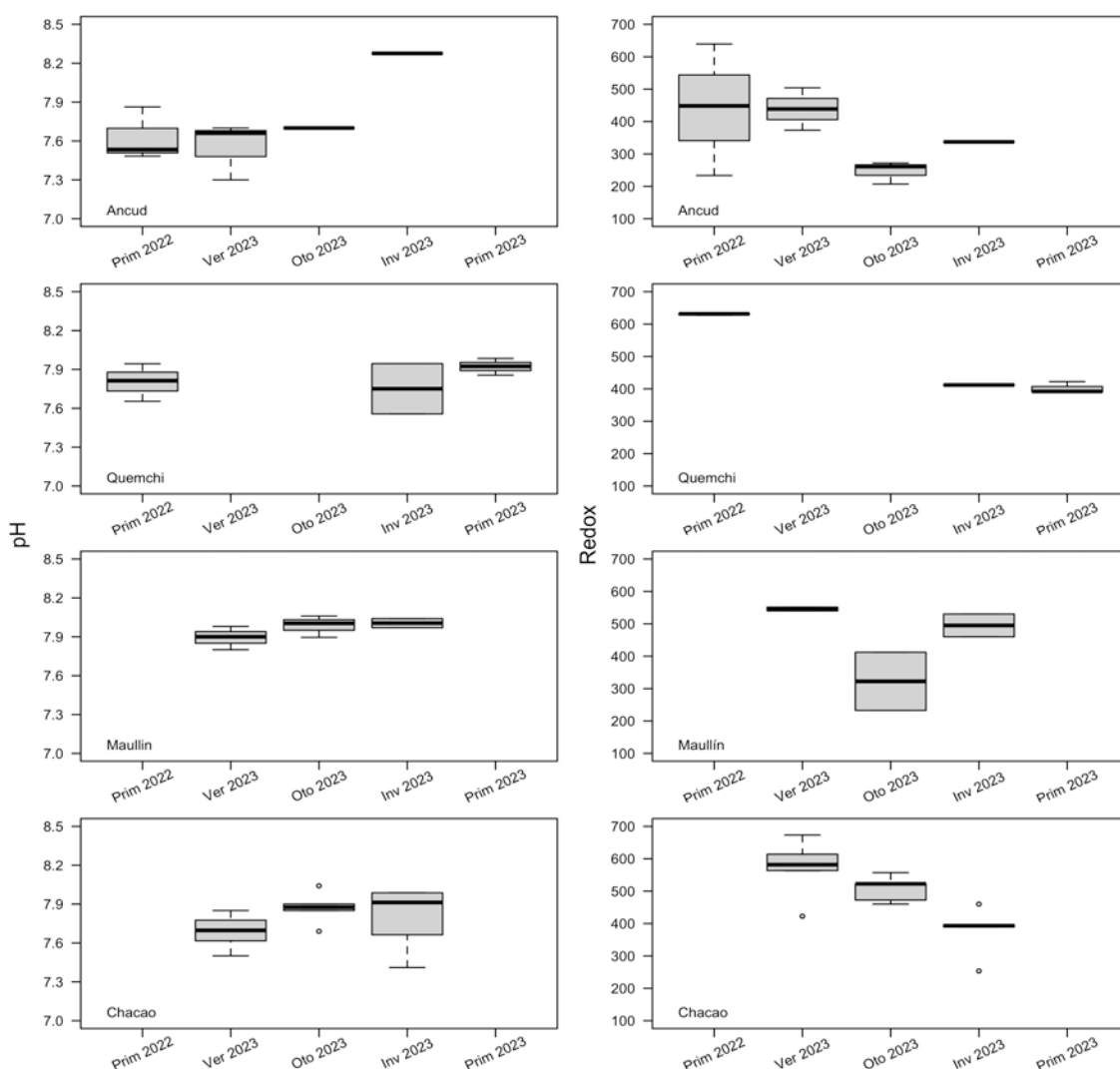


Figura 3.21. pH y potencial Redox estacional del sedimento en los sectores de muestreo de las zonas Ancud, Quemchi, canal de Chacao y costa expuesta de la comuna de Maullín.



e) Columna de agua

El seguimiento de variables ambientales corresponde a la información oceanográfica recopilada durante los muestreos realizados mediante perfiles verticales registrados en cada zona de estudio. En términos generales se observa una variabilidad estacional con una mayor temperatura en verano con valores hasta los 14,5°C mientras que en primavera e invierno con valores de 10,2°C. La distribución vertical de la salinidad muestra una estructura estable en todas las estaciones muestreadas, observándose mayores salinidades en la zona expuesta de Maullín con valores de 33,5 psu, mientras que las estaciones de Ancud y Canal Chacao con valores entre 32 y 33 durante todos los muestreos (Figuras 3.22 - 3.25).

El oxígeno varió entre 2,4 mg/l hasta 9,4 mg/l, registrado en la zona expuesta de Maullín con la mayor influencia oceánica, en las estaciones más interiores los valores de oxígeno fluctuaron entre 6,5 mg/l a 8,4 mg/l en la zona de Quemchi (Figuras 3.22- 3.25).

La fluorescencia varió entre 0,5 mg/m<sup>3</sup> hasta los 4,5 mg/m<sup>3</sup> en la zona expuesta de Maullín en el muestreo de marzo de 2023 a una profundidad entre 4 a 8 m (Figuras 3.22 - 3.25).

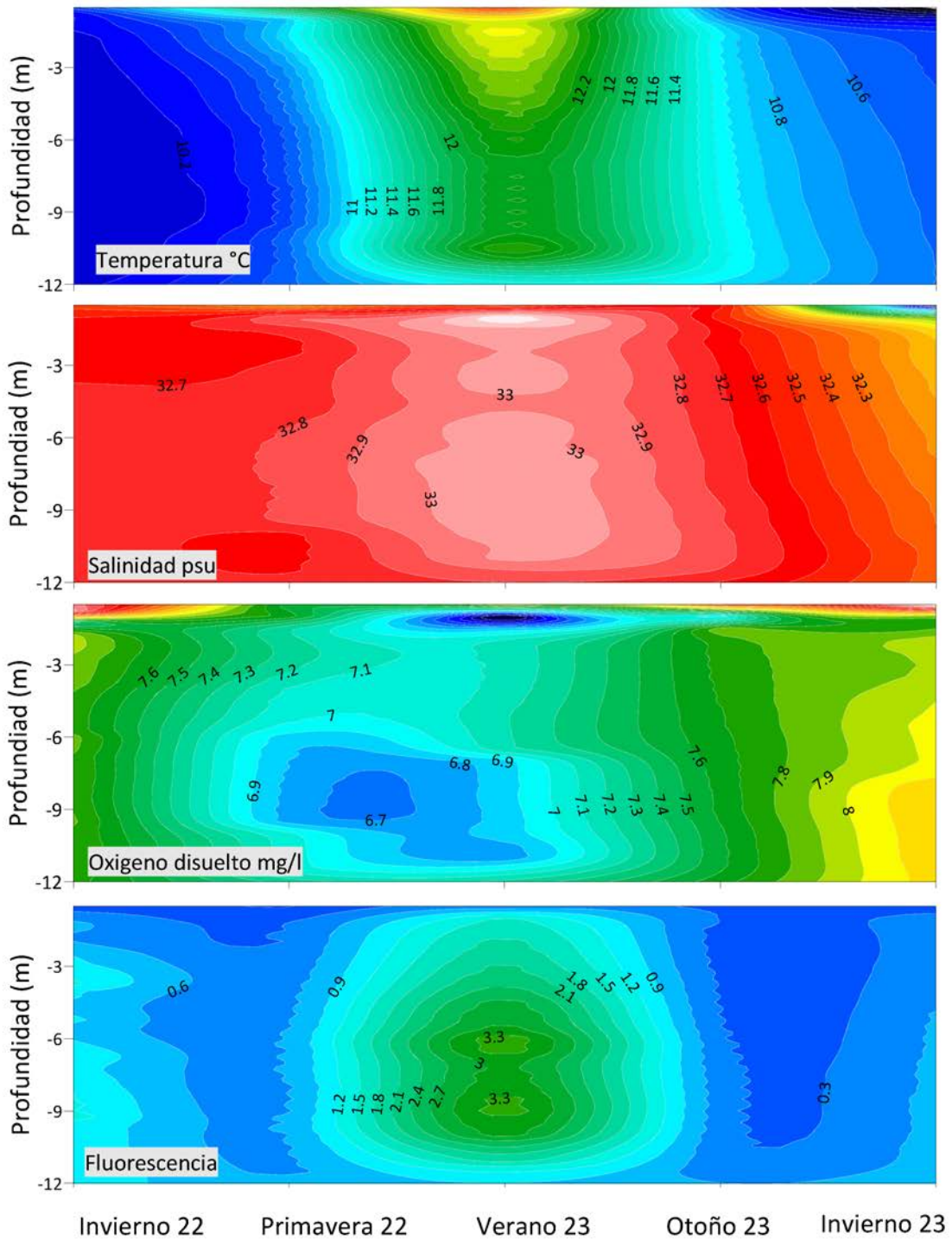


Figura 3.22. Contornos de Temperatura, Salinidad, Oxígeno, Fluorescencia en la columna de agua en sectores de la comuna de Ancud.

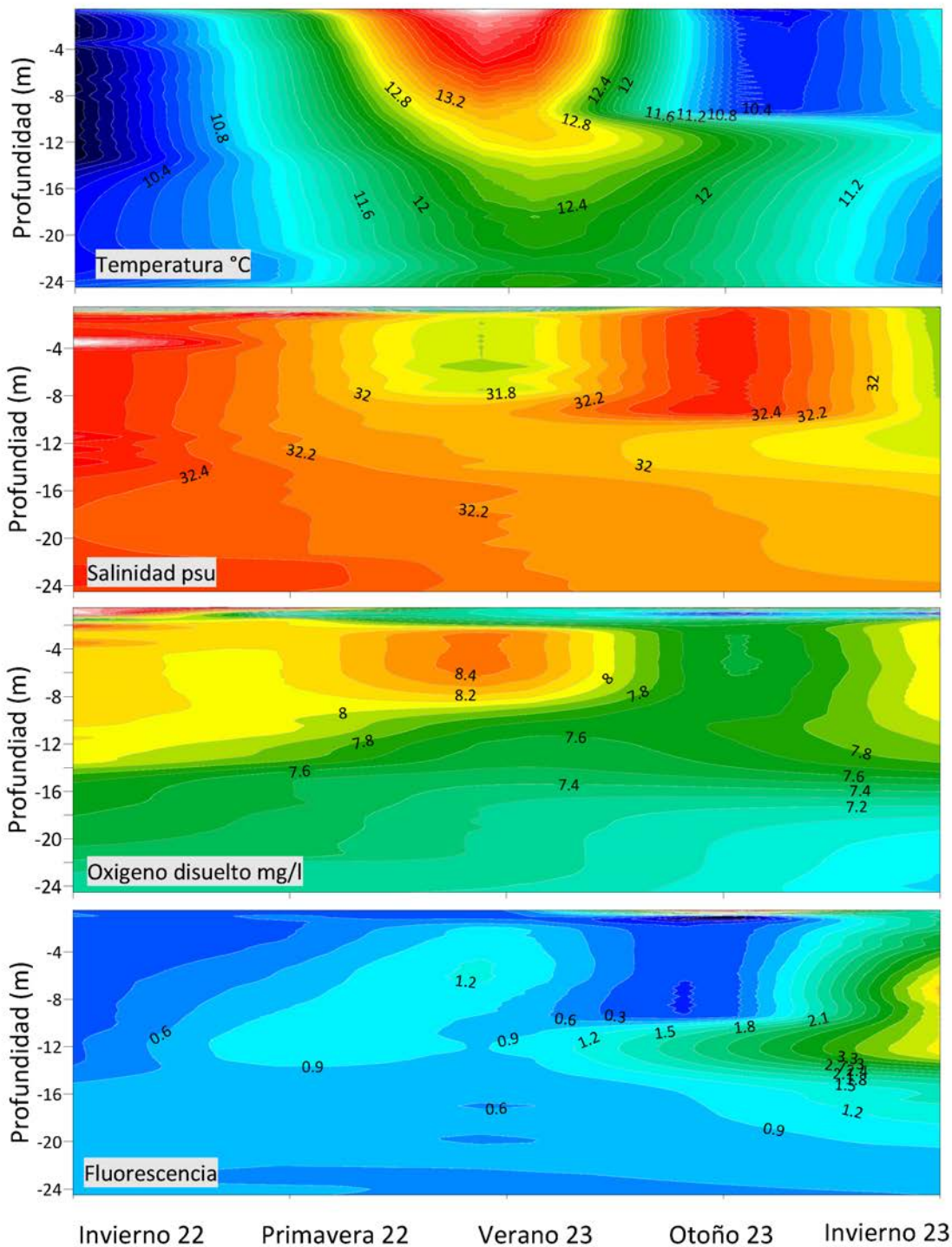


Figura 3.23. Contornos de Temperatura, Salinidad, Oxígeno, Fluorescencia en la columna de agua en sectores de la comuna de Quemchi.



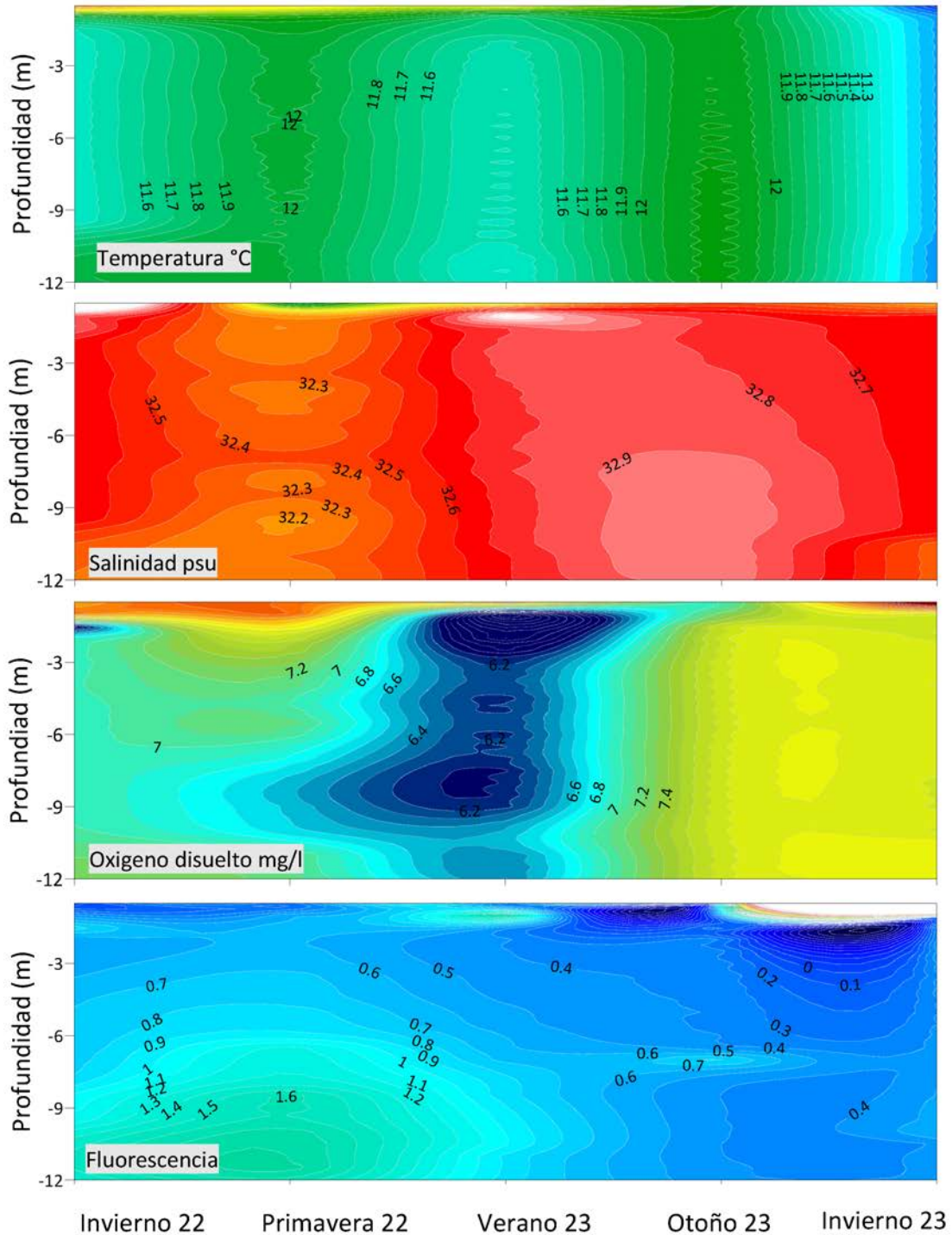


Figura 3.24. Contornos de Temperatura, Salinidad, Oxígeno, Fluorescencia en la columna de agua en sectores de la zona Canal de Chacao de la comuna de Maullín.

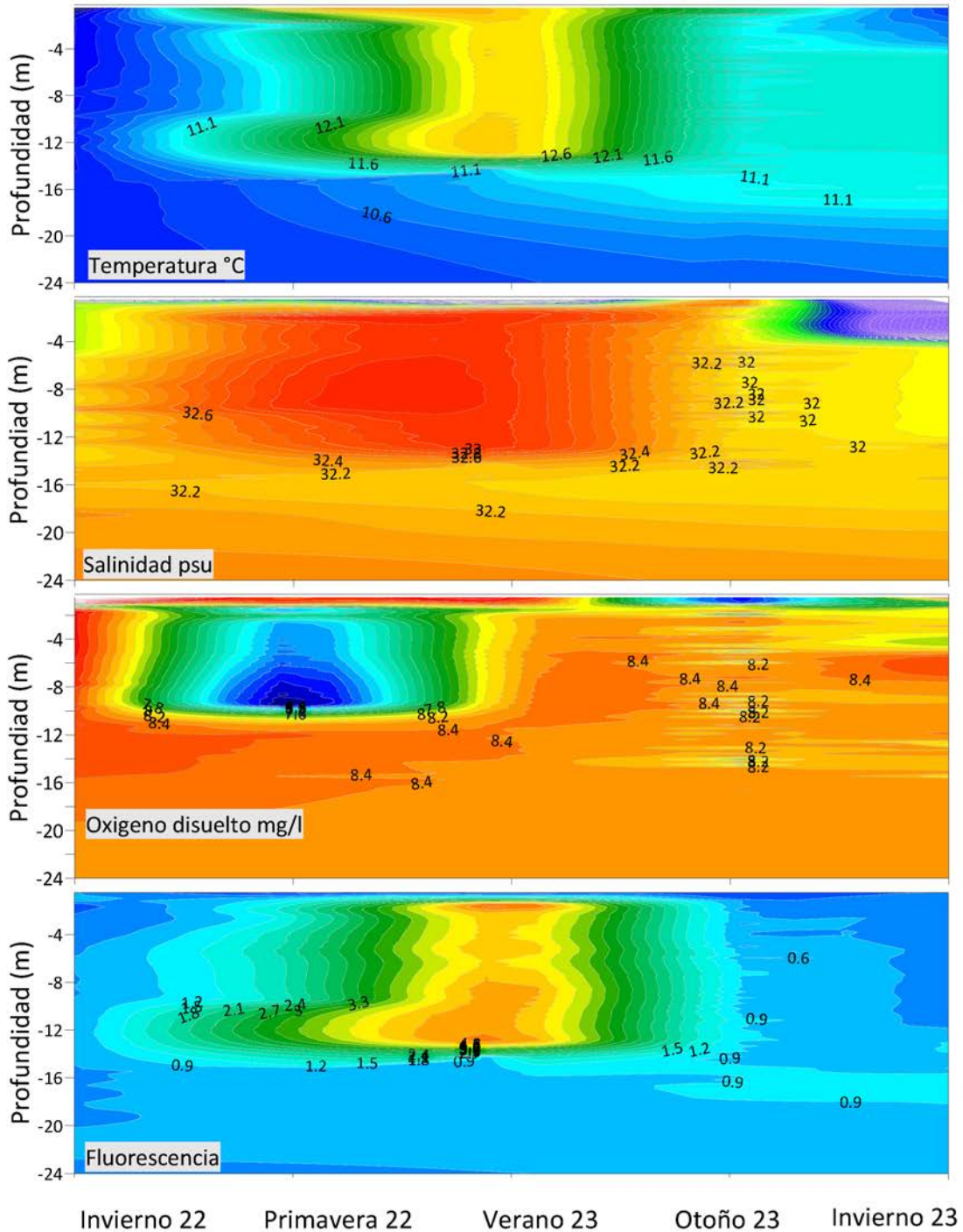


Figura 3.25. Contornos de Temperatura, Salinidad, Oxígeno, Fluorescencia en la columna de agua en sectores de la comuna de Maullín.





5. Objetivo Específico N° 4. Proponer acciones piloto y/o experimentales de mitigación y manejo de la anémona de mar identificada en el objetivo 4.1., en zonas afectadas identificadas en la prospección.

#### 5.1. Antecedentes

*Metridium senile* ha sido caracterizada como un componente importante y competitiva exitosa en las comunidades intermareales y submareales rocosas del hemisferio norte, junto a colonias de *Alcyonium* (Anthozoa) y tunicados (Carranza et al., 2009). En Argentina se ha descrito dominando el "fouling" en pilotes de muelles en el intermareal y submareal, compitiendo con la cholga (*Aulacomya atra*) y el mejillón (*Mytilus edulis platensis*), entre otros (Martín et al., 2015).

Su alta jerarquía competitiva está basada en su rápida proliferación por fragmentación basal (reproducción asexual) y por su agresividad, ya que se ha reportado que usa sus tentáculos especializados que incluso pueden dañar a otras anémonas (Purcell, 1977; Sebens, 1985). Se ha observado que *M. senile* 'sofoca' a la mayoría de nuevos reclutas deslizándose sobre ellos con su disco pedal, matando a todos los demás ocupantes potenciales del espacio y generando así aumento del espacio libre (Nelson and Craig, 2001).

Por otro lado, en Nueva Inglaterra, hemisferio norte, se ha observado que *M. senile* puede sufrir una fuerte disminución de sus números debido a un depredador especialista: el nudibranquio *Aeolidia papillosa* y que podría ser la única fuente importante de mortalidad de esta especie (Harris 1973, Sebens, 1985). En Chile, *A. papillosa* ha sido descrita como un habitante común en los fiordos patagónicos, entre el intermareal y 60 m de profundidad, y se ha observado que depreda sobre la anémona *Antholoba achates* (Häussermann and Försterra, 2009).

En la literatura disponible se reportan escasas interacciones directas entre *Metridium* y especies de importancia comercial. Se ha descrito que el erizo verde (*Strongylocentrotus droebachiensis*) evita el pastoreo sobre agregaciones de *Alcyonium* posiblemente debido a las células punzantes (cnidocitos) (Sebens, 1985), que son el mismo tipo de células que posee *M. senile*.

Además de la posible competencia por espacio en el intermareal entre mitílidos y *M. senile* (Martin et al., 2015), se ha reportado interacción en zonas donde se remueve y/o perturba el fondo para la pesquería de mitílidos, a través del uso de rastras u otros artes de pesca. *Metridium senile* puede ser afectada por estas perturbaciones i) permitiendo su expansión por liberación de hábitat o ii) disminuyendo sus números si las perturbaciones son frecuentes, aunque su densidad fue más alta en bancos de mitílidos sin perturbación (Riis and Dolmer, 2003).

En un contexto ecosistémico, los mitílidos son reconocidos bioingenieros ecosistémicos en sistemas bentónicos marinos, ya que ellos se agregan formando verdaderos pisos (sustratos), modificando la naturaleza y complejidad del sustrato (Borthagary and Carranza, 2007; Buschbaun et al., 2009). Además, son considerados colonizadores primarios de sustratos duros y filamentosos en estuarios y áreas costeras (Foster et al., 1994), por lo que también son considerados "fouling" (Southgate and Myers, 1984).

El sur de Chile tiene una rica diversidad de mitílidos que son importantes formadores de hábitat (Carranza et al., 2009). Estos mismos autores proponen que la acuicultura de estas especies nativas



puede ser una alternativa para la restauración de bancos explotados y sus asociados servicios ecosistémicos. Por ejemplo, se ha reportado que asociado a bancos de *A. atra* se han registrado más de 100 especies de distintos taxa (Sepúlveda et al., 2016).

Con estos antecedentes se propuso dos experimentos centrales como una evaluación de probables medidas de mitigación: 1) Experimentos de campo de repoblamiento con mitílidos (principalmente cholga *Aulacomya atra*) y sustrato desnudo, y 2) Experimentos de laboratorio para observar interacciones entre *Metridium* y erizo rojo (*Loxechinus albus*) y *Metridium* versus *A. papillosa*.

## 5.2. Metodología

### 5.2.1. Repoblamiento con mitílidos

Para la instalación de los sistemas experimentales se solicitó a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura con fecha 11 de julio de 2022 la autorización de experimento de repoblamiento, la que fue reiterada en 2 ocasiones (octubre de 2022 y noviembre de 2022, Anexo 4.1, 4.2, 4.3), siguiendo la normativa referida a la Ley de Pesca y Acuicultura y sus respectivos reglamentos. Finalmente, en enero de 2023 se autorizó la realización de actividades experimentales de repoblamiento en el sector de Punta Picuta, sin embargo, debido a la existencia de una solicitud de Espacio Costero Marino de Pueblo Originario (ECMPO), se debía iniciar un trámite de desafectación, por lo que se decidió buscar una AMERB como alternativa para la realización del experimento, basado en el trabajo diagnóstico realizado en el objetivo 3.

Finalmente, con fecha 23 de marzo se presentó una solicitud de repoblamiento en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa comuna de Maullín, Región de Los Lagos (Anexo 4.5, 4.6). Para la instalación de los sistemas experimentales se solicitó autorización a la Subsecretaría de Pesca y a la Autoridad Marítima siguiendo la normativa referida a la Ley de Pesca y Acuicultura y sus respectivos reglamentos. El 27 de abril del 2023 fue aprobado el uso de los sistemas experimentales y se procedió a la implementación.

En zonas identificadas previamente con alta cobertura de *M. senile* se instalaron tres módulos experimentales de 5x5 m, en los que se instalaron 30-32 cuerdas con *Aulacomya atra* adheridas. Se utilizaron 90-96 cuelgas de 5 metros de largo y 30 kilos cada una, con ejemplares de longitud aproximada de 30 mm. Las cholgas fueron adquiridas en el centro de cultivo autorizado “Cultivos Cholche” (código centro 102658) y luego fueron trasladadas a la zona de trabajo en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa. El anclaje de cada módulo al fondo marino se realizó fijando fierros en grietas, en los que se amarró un cuadro de cabo de 14 mm, en las que se amarraron las cuerdas con cholga (en un trabajo conjunto con los pescadores). Además, el diseño incluyó dos controles, un sector sin cuerdas y otro con cuerdas (Figura 4.1).



Video-transectos -----

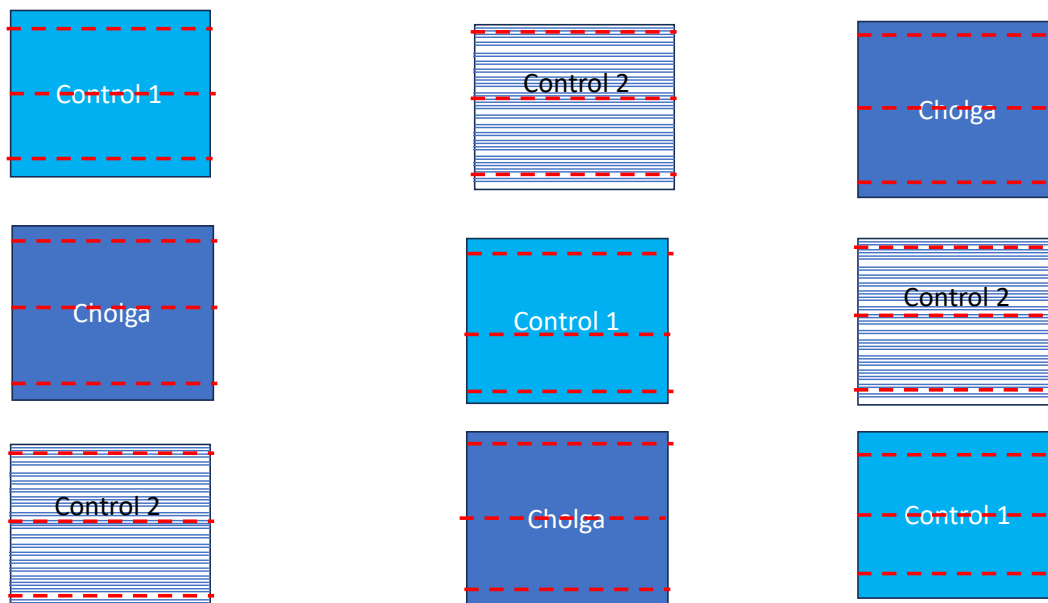


Figura 4.1. Esquema de diseño de experimento de repoblamiento con Cholga *A. atra* en AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa. Control 1 son los sitios sin cuerdas, control 2 son los sitios con cuerdas de cultivo sin cholgas.

### Muestreo

Para identificar los cambios en la diversidad en los módulos experimentales se realizaron grabaciones de tres video transectos de 50 cm de ancho y 5 m de largo en cada uno (Tabla 4.1). El procesamiento de los videos ser realizará como se describe en el objetivo 3.

Tabla 4.1. Plan de muestreo repoblamiento de Cholga *Aulacomya atra* en AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa en el marco del proyecto FIPA 2021-36.

Actividad	Jun-23	Ago-23	Oct-23
Instalación de sistemas	X		
Muestreo Inicial	X		
Muestreo 1		X	
Muestreo 2			X

Considerando que los resultados del repoblamiento se esperan al menos en el horizonte de un año, una vez que haya finalizado el proyecto FIPA 2021-36, se firmó un convenio entre la Universidad Austral de Chile y el STI Astimar de Astilleros, (quienes son los administradores de la AMERB) para continuar con el seguimiento del experimento de repoblamiento, al menos hasta enero de 2025 (Anexo 4.9).



### 5.2.2. Experimentos en laboratorio

Se realizaron experiencias de interacción entre *M. senile*, el erizo *L. albus* y nudibranquios como potencial depredador. La experimentación comenzó luego de obtener el permiso de investigación (17 de noviembre de 2023, Anexo 4.7), comenzando con el traslado y aclimatación de individuos de las especies en experimentación. Todos los experimentos se realizaron en estanques de 15 litros y cada tratamiento se realizó en triplicado.

Durante la experimentación se generaron las condiciones adecuadas para la supervivencia de los ejemplares con un caudal constante de agua de mar a 12° C, inyección de oxígeno y un fotoperiodo que asemejará a las horas diarias de luz solar del sector donde fueron extraídos (entre 10 a 120 lumen/m<sup>2</sup> por estanque), ya que *M. senile* tiene una distribución que va desde el intermareal hasta los 200 m de profundidad (Molinet et al., 2023).

Ambas especies fueron alimentadas una vez a la semana, la dieta de *L. albus* consistió en *Macrocystis pyrifera*, y en el caso de *M. senile* de camarones triturados.

#### a) Interacción de *Metridium* y erizo (*L. albus*)

##### a.1) Efecto de *M. senile* sobre la alimentación de *L. albus*

El efecto de *M. senile* sobre la alimentación de erizos *L. albus* se evaluó durante un periodo de 3 meses y en 3 ejemplares de erizos al interior de 9 estanques de 30 litros aproximadamente y consideró tres coberturas de *M. senile* (0, 50 y 100%) (Figura 4.2). Los erizos fueron pesados al inicio y al final del experimento (enero y marzo 2023) para comparar el crecimiento en cuanto a peso entre los ejemplares de *L. albus* de las diferentes coberturas de *M. senile* (Tabla 4.2).

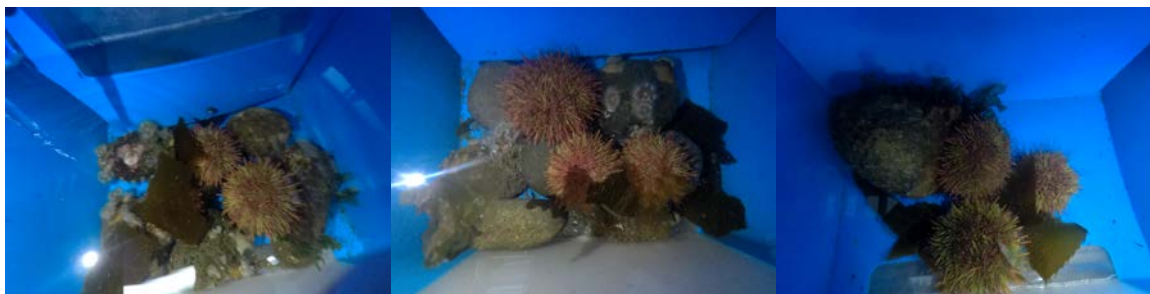


Figura. 4.2. Experimento de interacción de *L. albus* a distintas coberturas de *M. senile*.

Para evaluar la alimentación de erizo *L. albus*, en cada estanque se dispuso de 15 g de alga *Macrocystis pyrifera* semanalmente, recolectando y pesando el alga que no fue consumidas por los erizos en cada estanque.

Adicionalmente, al término del experimento se realizó un índice gonádico (IG) para determinar si las diferentes coberturas de *M. senile* afectan en el porcentaje de gónada de la especie *L. albus*, donde:



$$IG = \frac{PG}{PT} \times 100$$

Donde:

$PG$  = Peso de la gónada en gramos

$PT$  = Peso total (fresco) en gramos

La variación del consumo de alimento de los erizos para las distintas coberturas de *M. senile* se analizó a través de modelos lineales, en tanto que para el análisis del peso y talla final de los erizos se utilizó como variable predictora la cobertura de *M. senile*.

a.2) Efecto de *M. senile* sobre el desplazamiento de *L. albus*

El desplazamiento de *L. albus* fue evaluado al interior de estanques marcados con cuadrículas de 3x3, generando un sistema de coordenadas para seguir los movimientos de los erizos, mediante filmaciones por un periodo de 6 horas, registrando su movimiento en cuadros de una grilla al interior de un estanque para cada cobertura experimental de *M. senile* (0, 50 y 100%) (Figura 4.3, Tabla 4.2), realizando 5 repeticiones del experimento para cada cobertura de *M. senile*.

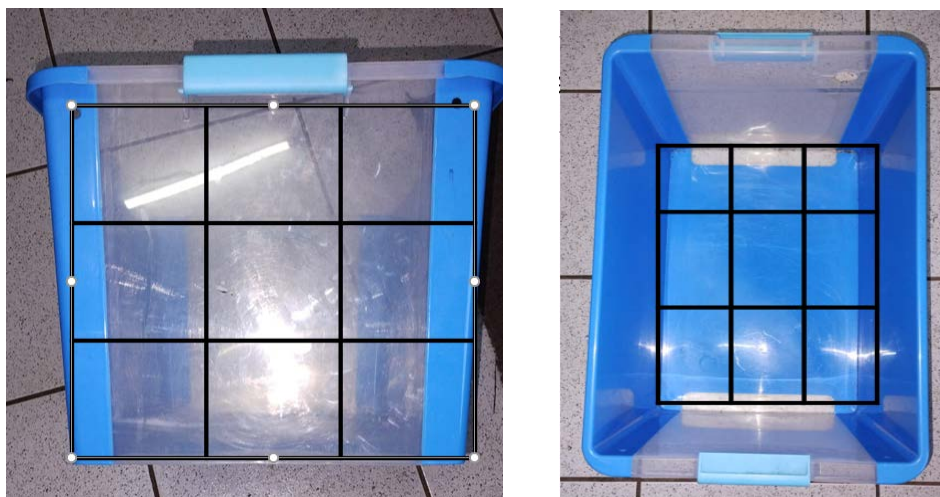


Figura. 4.3. Grilla para la evaluación del desplazamiento de *L. albus* en los tratamientos de interacción con *M. senile* de 0%, 50% y 100% cobertura.



Tabla 4.2. Diseño experimental interacción *M. senile* y *L. albus*.

Número de estanques	Cobertura <i>M. senile</i>	Nº erizos	Variable
3	0%	3	Peso inicial, peso final, alimentación semanal (g). Desplazamiento (cm)
3	50%	3	Peso inicial, peso final, alimentación semanal (g). Desplazamiento (cm)
3	100%	3	Peso inicial, peso final, alimentación semanal (g). Desplazamiento (cm)

Complementariamente se midió una vez al día la temperatura del agua (°C), el oxígeno (mg/L) y el pH del agua de mar de cada estanque

El desplazamiento de *L. albus* fue evaluado considerando las variables tiempo transcurrido, distancia recorrida y eventualmente velocidad de desplazamiento para cada cobertura experimental. Para esto se utilizaron modelos lineales y modelos lineales mixtos, considerando que los estanques y los erizos pueden ser tratados como efectos aleatorios.

#### b) Interacción de *Metridium* y Nudibraquios

Durante las actividades de campo no se recolectó ni observó *A. papillosa*, por lo que los experimentos se iniciaron con las dos especies de nudibranquio más frecuente en canal de Chacao *Tritonia challengeriana* y *Phidiana lottini*.

##### b.1) Interacción *M. senile* y *T. challengeriana*

En la primera etapa se trabajó en la aclimatación a condiciones de laboratorio de *T. challengeriana*, las que fueron trasladadas junto a grava naturalizada desde el área de recolección. Una vez aclimatados se incorporaron a bolones de 20-25 cm de diámetro colonizadas con *Metridium* (desde la naturaleza). Los ejemplares de *Metridium* (en cobertura de 0 (control), 50 y 100%) fueron contados por unidad de sustrato (bolón) y evaluados semanalmente (Figura 4.4, Tabla 4.3).



Figura 4.4. Experimento interacción *M. senile* y el nudibranquio *T. challengeriana*.





Tabla 4.3. Diseño experimental de interacción *M. senile* y *T. challengeriana*.

Número de estanques	Cobertura <i>M. senile</i>	Nº <i>T. challengeriana</i>	Variable
3	0%	10	Nº ejemplares <i>Metridium</i> (adultos y reclutas)
3	50%	10	Nº ejemplares <i>Metridium</i> (adultos y reclutas)
3	100%	10	Nº ejemplares <i>Metridium</i> (adultos y reclutas)

Complementariamente se realizó un estudio de la rádula de *T. challengeriana* para evaluar su potencial capacidad depredadora según Hickman (1981, 1983) y Elisapour (2015).

#### b.2) Interacción *M. senile* y *P. lottini*

En una segunda etapa se realizó un experimento de interacción entre *M. senile*, *P. lottini* y *P. lottini*. El procedimiento de traslado de los ejemplares para su aclimatación al laboratorio fue similar a lo descrito en el punto anterior, junto a grava naturalizada desde el área de recolección.

Una vez aclimatados se incorporaron a bolones de 20-25 cm de diámetro colonizadas con *Metridium* (desde la naturaleza). Los ejemplares de *Metridium* (en cobertura de 0 (control), 50 y 100%) fueron contados por unidad de sustrato (bolón) y evaluados semanalmente (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Diseño experimental de interacción *Metridium senile* y *Phidiana lottini*.

Número de estanques	Cobertura <i>M. senile</i>	Nº <i>P. lottini</i>	Variable
3	0%	10	Nº ejemplares <i>Metridium</i>
3	50%	10	Nº ejemplares <i>Metridium</i>
3	100%	10	Nº ejemplares <i>Metridium</i>

Complementariamente se realizó un estudio de la rádula de *P. lottini* para evaluar su potencial capacidad depredadora según Hickman (1981, 1983) y Elisapour (2015).



### 5.3. Resultados

#### 5.3.1. Repoblamiento con mitilidos

Por Resolución Exenta N°287 de 31 de enero de 2023 se autorizó la realización del experimento de repoblamiento de cholgas *A. atra* en el área de Punta Picuta ubicado en el sector de Carelmapu, sin embargo, al existir una solicitud de Espacio Costero Marino de Pueblo Originario por parte de la comunidad Mapuche Huilliche de Carelmapu, no fue posible realizar la actividad de repoblamiento.

Para la realización del experimento es necesario solicitar la desafectación del área a la comunidad mencionada, por lo que el 20 de abril se presentaron los principales resultados del proyecto a las comunidades titulares de la solicitud: Comunidad Indígena Encura Mapu, Comunidad Indígena Lafkenche Kupal, Comunidad Indígena Lafken Mapu, Comunidad Indígena We Tripantu Comunidad Indígena Huerque Mapu Lafken, Comunidad Indígena Kalfu Lafken, aunque no se ha tenido pronunciamiento para ingresar el trámite en Capitanía de Puerto.

Paralelamente y considerando la cobertura de *M. senile* en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa con fecha 22 de marzo de 2023 se sostuvo una reunión con el S.T.I. Pescadores Artesanales "Astimar", Astilleros, quienes acogieron los antecedentes presentados sobre la especie y para dar cumplimiento con la actividad sobre la interacción de *M. senile* y *A. atra*, aceptaron presentar una solicitud de repoblamiento para su AMERB. La solicitud fue ingresada a Subsecretaría de Pesca y Acuicultura con fecha 23 de marzo de 2023 y cuya resolución que aprueba el repoblamiento fue aprobada el 27 de abril de 2023 (Anexo 4.5, 4.6, 4.7). El repoblamiento con *A. atra* fue realizado el 13 de junio del 2023 (Tabla 4.5, Figura 4.5).

Con fecha 28 de junio se efectuó el muestreo inicial en donde se realizó la grabación de todos los cuadrantes con una cámara GoPro 7.0 para evaluar el éxito de fijación de los sistemas y para desarrollar el primer muestreo, sin embargo, estos no pudieron ser analizadas debido a alta velocidad de las grabaciones, considerando las fuertes corrientes del canal Chacao durante la época de invierno (Tabla 4.5), observando que las cuelgas de cholgas se encontraban asentadas, y cubriendo entre 80% y 100% de los módulos instalados, y las especies predominantes en los módulos, además de cholgas, fueron caracoles *Tegula atra* e individuos de *M. senile*, además de algunos erizos (Figura 4.6).

Tabla 4.5. Bitácora de muestreos del experimento de repoblamiento de *Aulacomya atra* en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa de la comuna de Maullín en la Región de Los Lagos.

Actividad	Fecha	Cuadrante	Sector	Nombre Video
Instalación de sistemas	13-06-2023	Instalación		GH019711
Muestreo Inicial	28-06-2023	Control	1	GOPR5576
			2	GOPR5577
			3	GOPR5578
		Experimental Cholga	1	GOPR5576
			2	GOPR5577
			3	GOPR5578



Actividad	Fecha	Cuadrante	Sector	Nombre Video
Muestreo 1	23-08-2023	Control	1	GOPR5338
			2	GOPR5336
			3	GOPR5339
		Experimental Cholga	1	GOPR5338
			2	GOPR5336
			3	GOPR5339
Muestreo 2	12-10-2023	Control	1	GH019927
			2	GH019926
			3	GH019925
		Experimental Cholga	1	GH019927
			2	GH019926
			3	GH019925

El procesamiento de los videos recogidos durante los muestreos 1 y 2 realizados en agosto y octubre de 2023, muestran un mayor número de especies (riqueza de especies) en los cuadrantes experimentales con cholga que los cuadrantes control, y una disminución en el monitoreo de octubre en ambos tipos de cuadrantes (Tabla 4.6). Se observa un aumento entre muestreos en la cobertura de *M. senile* en los cuadrantes control menor al 1%, mientras que, en cuadrantes experimentales, el aumento fue de 13%, lo que se observa al comparar las fotografías del seguimiento en la Figura 4.7, en tanto que la cobertura de cholgas (*A. atra*) disminuyó en un 11%. Para el recurso erizo *L. albus*, se observaron 2 ejemplares durante octubre en los cuadrantes controles, y en cuadrantes con cholgas 22 y 23 ejemplares en los muestreos 1 y 2 respectivamente (Tabla 4.6, Tabla 4.7)

Entre las especies que presentaron mayores abundancias, *Crepidatella dilatata* es la única especie que presenta un aumento en ambos tipos de cuadrantes, de 7 a 172 individuos en los cuadrantes control, y de 43 a 356 individuos en los cuadrantes experimentales, por otro lado, *Tegula atra* aumento en aproximadamente un 50% en cuadrantes control, disminuyendo cerca de 95% en cuadrantes con cholgas. (Tablas 4.7).

Tabla 4.6. Principales indicadores del experimento de repoblamiento de *Aulacomya atra* en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa de la comuna de Maullín en la Región de Los Lagos.

Variable	Experimento Control		Experimento <i>A. atra</i>	
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 1	Muestreo 2
Cobertura <i>M. senile</i>	17,25%	17,64%	4,07%	17,31%
Riqueza de especies	8	6	15	10
N° de erizo <i>A. dufresnii</i>	1	0	3	2
N° de erizo <i>L. albus</i>	0	2	23	22
Cobertura <i>A. atra</i>	0%	0%	69,03%	58,06%



Tabla 4.7. Abundancia (N°) registrada en los muestreos de agosto y octubre del experimento de repoblamiento de *Aulacomya atra* en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa.

Cuadrante	Taxas	Abundancia (N°)	
		Muestreo 1	Muestreo 2
Control	<i>Arbacia dufresnii</i>	1	
	<i>Concholepas concholepas</i>	1	
	Corallinales	55	
	<i>Crepidatella dilatata</i>	7	172
	<i>Loxechinus albus</i>		2
	Rhodophyta	2	19
	<i>Tegula atra</i>	47	68
Cholga	<i>Arbacia dufresnii</i>	3	2
	<i>Aulacomya atra</i>	10446	9746
	Chlorophyta	215	
	<i>Crepidatella dilatata</i>	43	356
	Decapoda	1	1
	<i>Enteractopus megalocyathus</i>	1	
	<i>Fissurella spp</i>	1	
	<i>Loxechinus albus</i>	23	22
	<i>Ostrea chilensis</i>	1	
	Phaeophyceae	13	10
	Rhodophyta	8	18
	<i>Tegula atra</i>	534	35



Figura 4.5. Actividad repoblamiento *Aulacomya atra* en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa. Junio 2023.

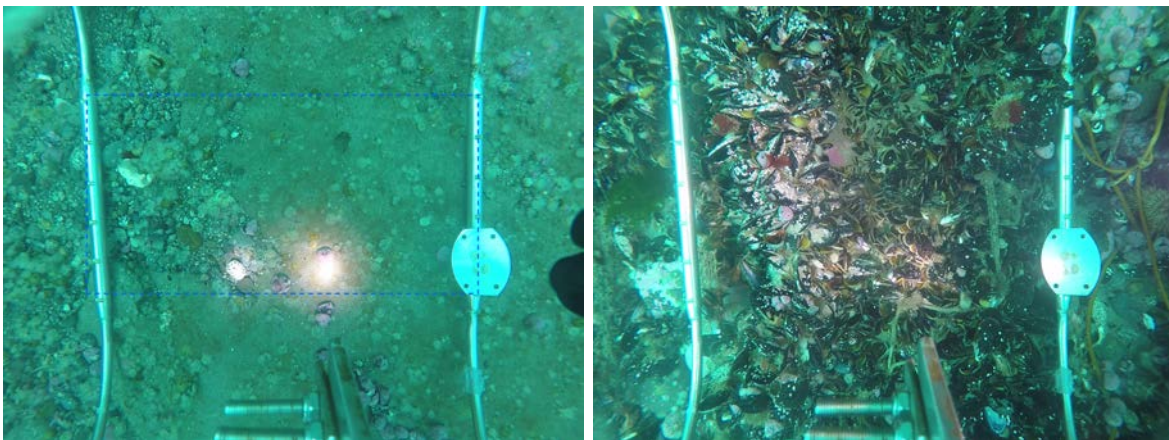


Figura 4.6. Muestreo Inicial, (izquierda) mostrando un cuadro de área control con presencia de *M. senile* y (derecha) un cuadro de cobertura de cholga.



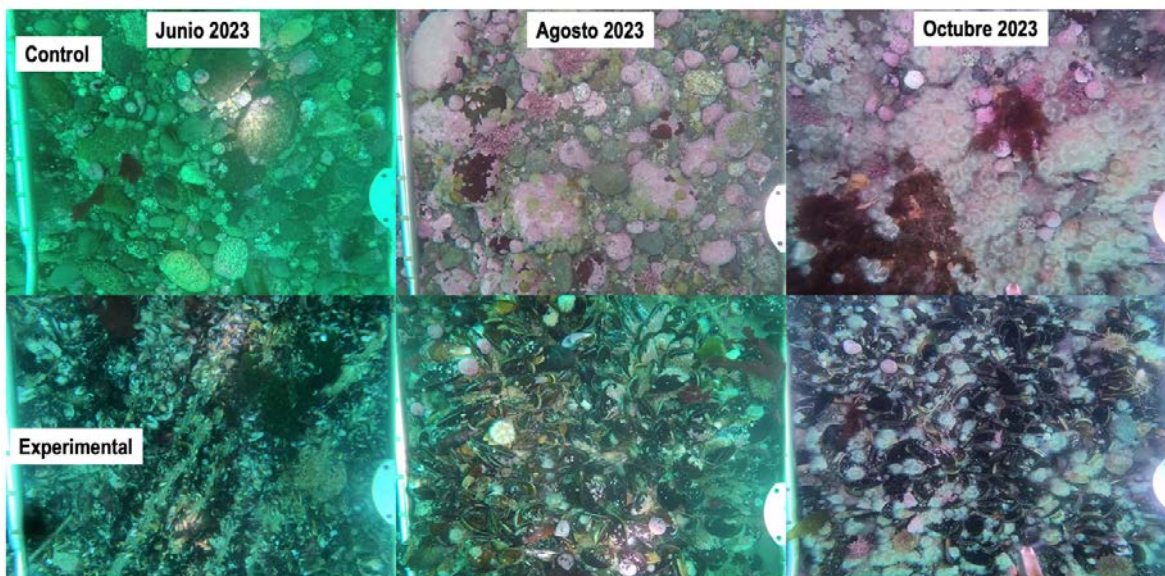


Figura 4.7. Fotografías de seguimiento del experimento de repoblamiento de cholgas en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa.

### 5.3.2. Experimento laboratorio

#### a) Interacción de *Metridium* y erizo (*L. albus*)

##### a.1) Efecto de *M. senile* sobre la alimentación de *L. albus*

El experimento para evaluar el efecto de *M. senile* sobre la alimentación de *L. albus* por un periodo de 3 meses indicó que al aumentar la cobertura de *M. senile* desde 50% a 100% la alimentación de *L. albus* fue menor, llegando a consumir sólo 25% del alga al final del estudio, mientras que en los experimentos en ausencia de *M. senile* los ejemplares de *L. albus* lograron consumir los 15 gramos de algas que se les proporcionó semanalmente (Figura 4.8). Por otro lado, se observó una disminución en el promedio del consumo de algas por parte de los ejemplares de *L. albus* con 50 y 100% de cobertura de *M. senile*, observando que en ninguno de los muestreos consumieron los 15 gr de algas. Los ejemplares con 100% de cobertura, son quienes tuvieron un menor promedio de consumo, observándose una mayor disminución en los cuatro últimos muestreos (Figura 4.8).



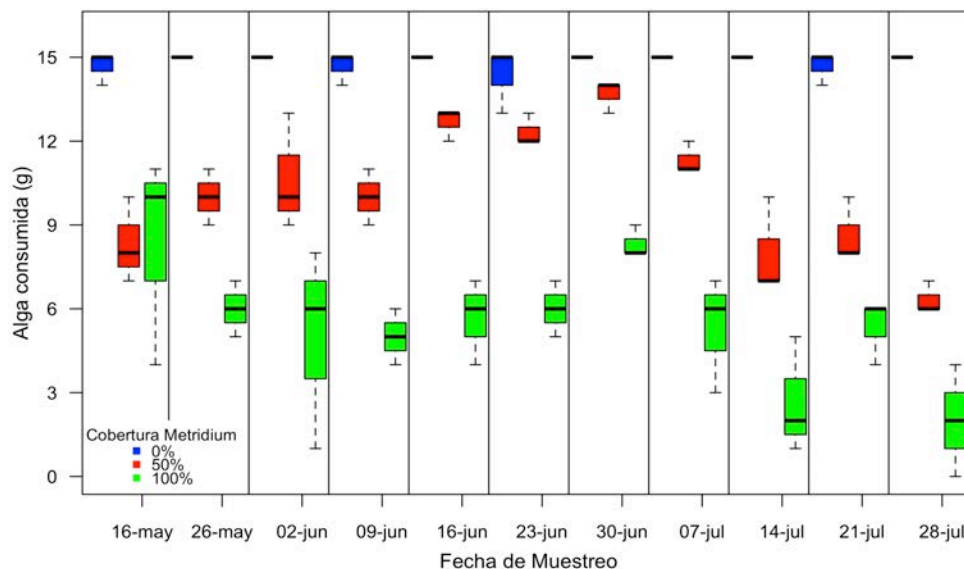


Figura 4.8. Boxplot del consumo de algas (gramos) de erizos *L. albus* en tratamientos de 0%, 50% y 100% de cobertura de *Metridium senile*.

Para evaluar el efecto del consumo de algas por erizos en los tratamientos de 0%, 50% y 100% de cobertura de *M. senile*, se realizó un modelo lineal mixto, considerando como efecto fijo los distintos tratamientos y como efecto aleatorio los diferentes muestreos, indicando que existe un efecto de la cobertura de *Metridium* en el alga consumida (Tabla 4.8), siendo el consumo mayor de algas a menores a medida que disminuye el % de cobertura de *M. senile* (Tabla 4.9).

Tabla 4.8. Tabla ANOVA del modelo seleccionado para evaluar el consumo de alga *L. albus* en los tratamientos con 0%, 50% y 100% de cobertura de *M. senile*.

	numDF	denDF	F-valor	p-valor
Intercepto	1	87	8,082	<0.0001
Cobertura <i>M. senile</i>	1	87	4,951	<0.0001

Tabla 4.9. Análisis a posteriori de Tukey para el consumo de alga de *L. albus* en los tratamientos con 0%, 50% y 100% de cobertura de *M. senile*.

Tratamientos	Estimado	Error Estándar	z value	Pr(> z )
50 - 0 == 0	-4,6667	0,4192	-11,13	<2e-16 ***
100 - 0 == 0	-9,4242	0,4192	-22,48	<2e-16 ***
100 - 50 == 0	-4,7576	0,4192	-11,35	<2e-16 ***



El peso inicial de los erizos fue heterogéneo, lo que tendió a homogeneizarse al final del experimento (Figura 4.9, Tabla 4.10). Los erizos sin presencia de *M. senile* (cobertura de 0%), mostraron un aumento del peso promedio, pasando de una mediana de ~70 gr a una mediana de aproximadamente 100 gr. Por otra parte, los erizos que estuvieron expuestos durante tres meses a una cobertura de 50% de *M. senile* tuvieron un pequeño aumento en la mediana del peso, aunque se acortaron las desviaciones que presentaban en el inicio del experimento. Por último, en el caso de los erizos expuestos a 100% de cobertura de *M. senile*, mostraron una leve disminución en la mediana del peso relativo al inicio de los experimentos de alimentación (Figura 4.10, Tabla 4.11).

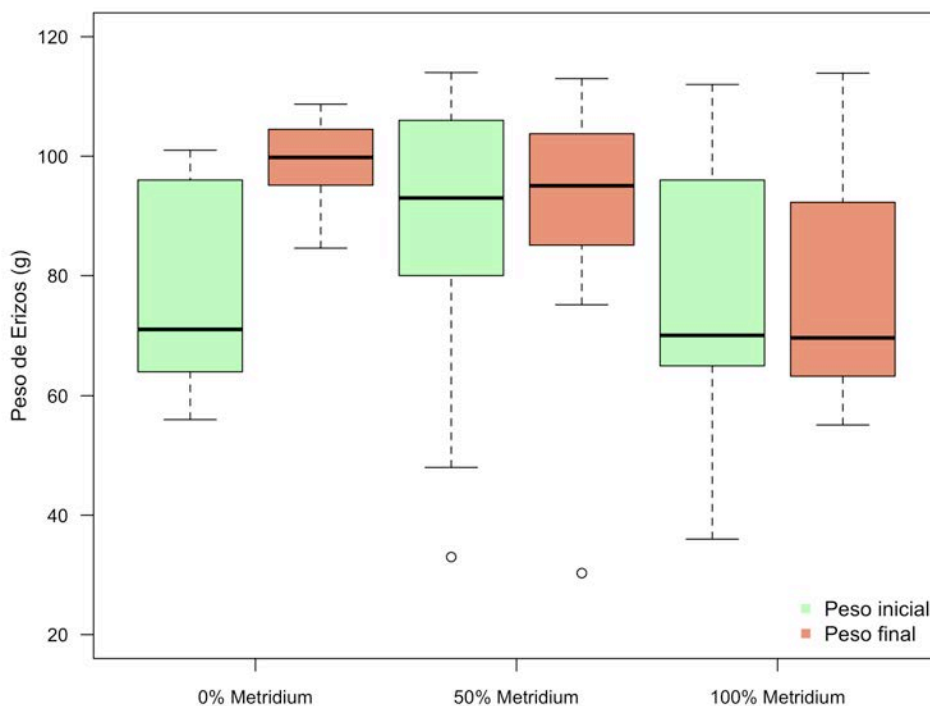


Figura 4.9. Boxplot del crecimiento de erizos en gramos durante el periodo de mayo a agosto del 2023 a coberturas de 0%, 50% y 100% de *M. senile*.

Tabla 4.10. Peso promedio inicial y final de los erizos expuestas a tres coberturas de *Metridium senile* (0%, 50% y 100%) entre el periodo de mayo y julio del 2023.

Experimento	Peso Promedio inicial (gr)	Peso Promedio Final (gr)	Aumento peso (gr)
<i>Metridium</i> 0%	77,33	99,11	21,78
<i>Metridium</i> 50%	85,44	88,15	2,71
<i>Metridium</i> 100%	78,44	79,25	0,81



Tabla 4.11. Análisis de varianza para evaluar el efecto de la cobertura de *M. senile* sobre el peso final de *L. albus*.

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F value	Pr(>F)
as.factor(Experimento)	2	918.9	459.45	0.9425	0.3963
Residuals	51	24861.5	487.48		

El tamaño inicial de los erizos también fue heterogéneo entre 45 y 63 mm (Figura 4.10). El tamaño final de los ejemplares de *L. albus* con 0% de cobertura de *M. senile* tuvieron un crecimiento desde 54 mm DT a aproximadamente 70 mm DT. Por otra parte, los ejemplares del 50% cobertura de *M. senile*, mostraron un leve aumento en la mediana, en tanto, los erizos con un 100% de cobertura de la *M. senile* tuvieron un decremento en la mediana de su tamaño relativo al inicio del experimento.

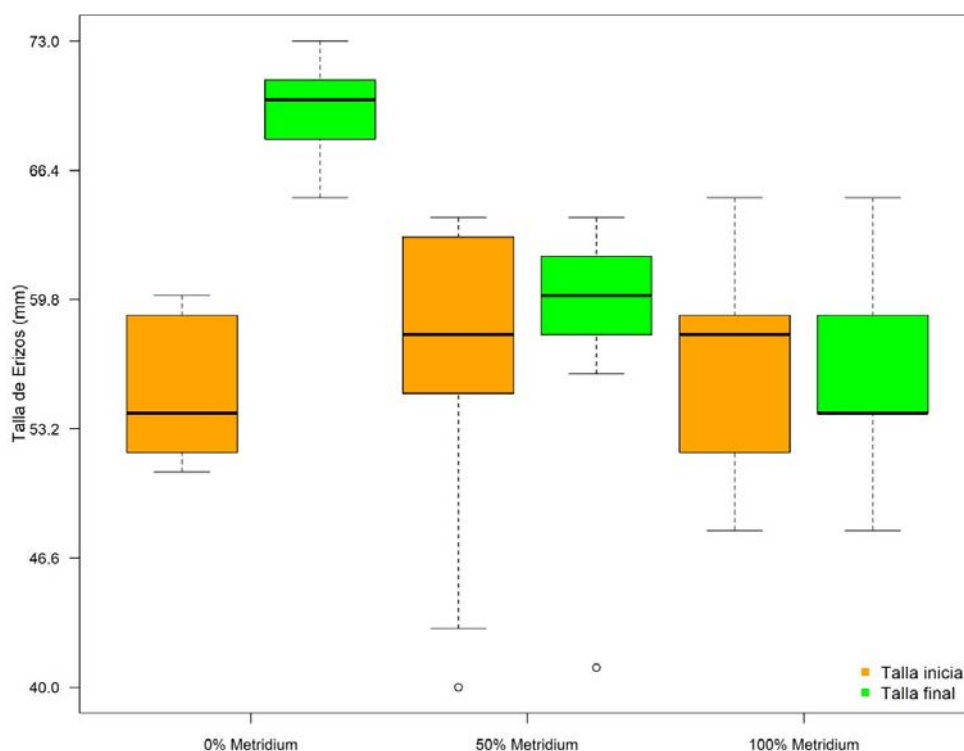


Figura 4.10. Promedio de la talla inicial y final (mm) de los ejemplares de *L. albus*, después de un periodo de 3 meses expuesto a diferentes coberturas de *M. senile* con una alimentación controlada de 15 gr/semana.

El peso de la gónada e índice gonádico en los erizos expuestos a los tratamientos de 0%, 50% y 100% de cobertura de *M. senile* presenta una alta variabilidad, con un peso de la gónada ubicada entre 3,5



gr y 4,0 gr, y un índice gonádico similar con una leve tendencia a aumentar a mayor coberturas de *M. senile* (Figura 4.11), no observándose efecto en el índice gonádico en erizos expuestos a los diferentes tratamiento de cobertura ( $Pr(>F)=0,7916$ ) (Tabla 4.12).

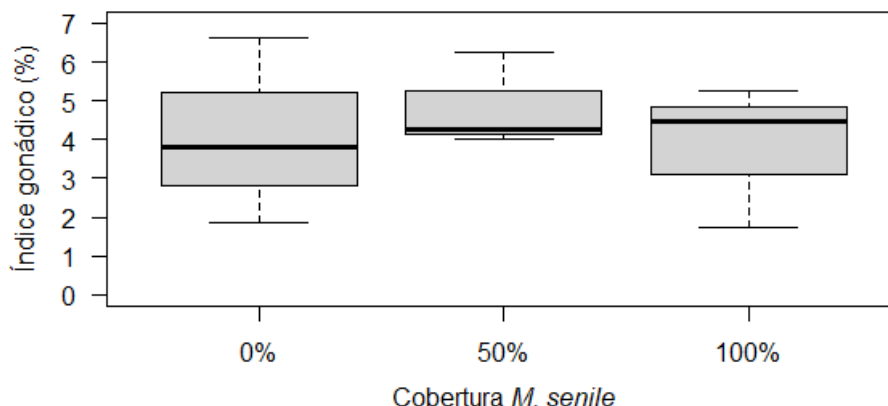


Figura 4.11. Boxplot del índice gonádico de *L. albus* durante el periodo de mayo a agosto del 2023 a coberturas de 0%, 50% y 100% de *M. senile*.

Tabla 4.12. Análisis de varianza de para evaluar el efecto del % de cobertura de *M. senile* en el índice gonádico de erizos *L. albus*.

Modelo= lm(índice gonádico~Tratamiento)				
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Pr(>F)
Tratamiento	2	1,7166	0,8583	0,7916
Residual	6	21,1939	3,5323	

La coloración de las gónadas de los ejemplares de *L. albus* posterior a exposición a diferentes coberturas de *M. senile*, se pudo observar una variaron desde amarillo a anaranjado oscuro (Figura 4.12). Por otra, parte se puede ver que los erizos que estuvieron sin la presencia de *M. senile* son los que tienen la coloración más clara. Los erizos sin la presencia de *M. senile* tiene mayor coloración lechosa (más clara acercándose al blanco) en comparación a los ejemplares que tuvieron contacto con la anémona.

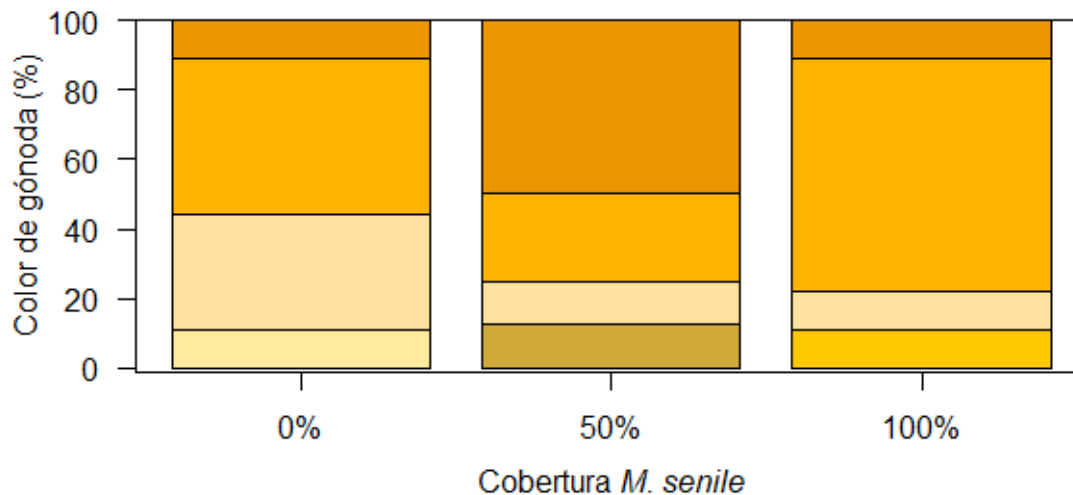


Figura 4.12. Color de las gónadas extraídas al finalizar el experimento de alimentación. Clasificación de la coloración gonadal de *L. albus*, basada en Barahona et al (2003) y simplificada para su presentación gráfica por Molinet et al. (2015).

#### a.2) Efecto de *M. senile* sobre el desplazamiento de *L. albus*

El efecto sobre el desplazamiento de erizos *L. albus* en ausencia y con una cobertura de 50% y 100% de *M. senile* se muestra en la Figura 4.13. En este experimento se registró en el experimento N°1 un desplazamiento similar en erizos en estanques con 0% y 50% de cobertura de 25 cuadros/6 horas, disminuyendo a 15 cuadros/6 horas en estanques con una cobertura del 100%. Los erizos con 50% y 100% de cobertura de *M. senile* mostraron menor desplazamiento, respectivamente. Se puede observar que los ejemplares de *L. albus* de 0% de cobertura se mueven entre 17 a 27 cuadros por cada 6 horas, mientras que los de 100% se mueven entre 5 a 15 cuadros por cada 6 horas.

La frecuencia de desplazamiento de *L. albus* es irregular y parece mostrar un patrón específico, aunque si se observa que los erizos expuestos a la presencia de *M. senile* se mueven en menor frecuencia de los que no tienen. Por ejemplo, en la tercera réplica del experimento 5, se observó que el ejemplar de *L. albus* solo se movió un cuadro en las 6 horas de experimento. Este comportamiento contrasta con el de los erizos que carecen de presencia de *M. senile*, los cuales exhiben una mayor frecuencia de movimiento. Esta diferencia se hace aún más evidente cuando comparamos con los erizos que presentan un 100% de *M. senile*, ya que estos últimos se desplazan en lapsos de tiempo más prolongados (Figura 4.14).

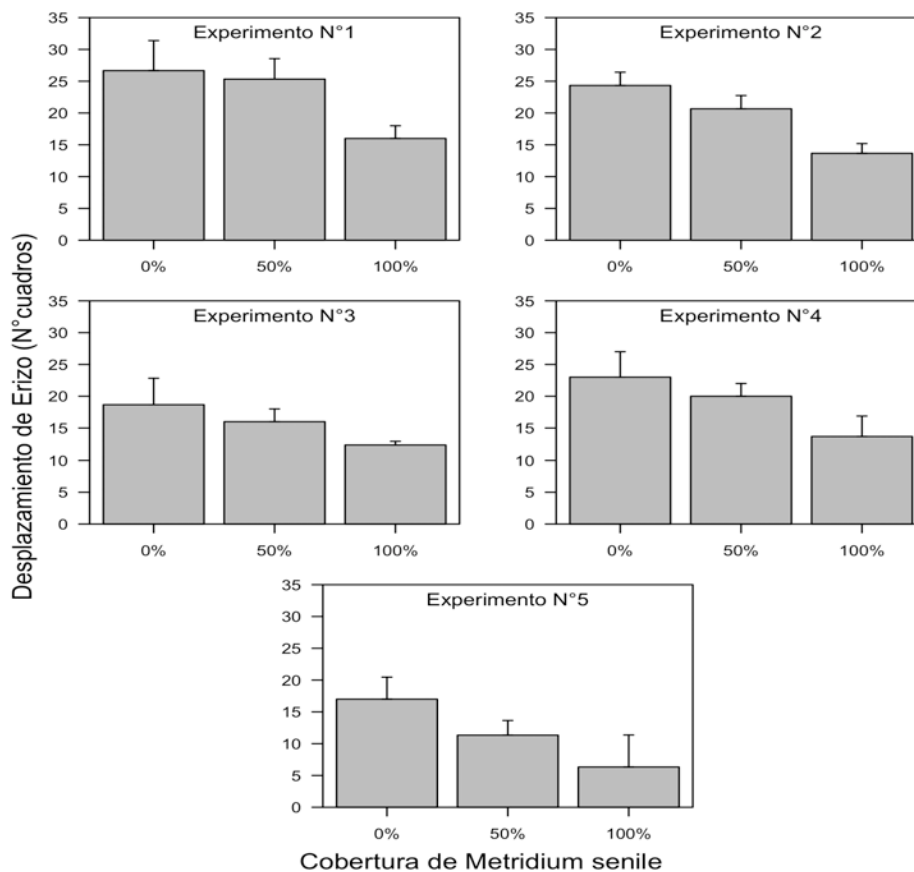


Figura 4.13. Desplazamiento de erizos *L. albus* durante 5 experiencias en presencia de *Metridium senile* de 0%, 50% y 100% de cobertura.





Figura 4.14. Frecuencia de desplazamiento de *L. albus* en un lapso de 6 horas después de ser alimentados. En el eje x se representa la totalidad del lapso de 6 horas de grabación. En el eje y el valor varía entre 0 (sin movimiento) y 1 (presencia de movimiento) por parte de los erizos.

Los resultados del análisis estadístico muestran que el desplazamiento de *L. albus* es afectado por la cobertura de *M. senile* (Tabla 4.13), indicando que las diferencias en el desplazamiento de *L. albus* entre los distintos tratamientos fueron significativas, excepto entre la cobertura 0% y 50% de *M. senile*. (Tabla 4.14).

Tabla 4.13. Tabla ANOVA del modelo seleccionado para evaluar el desplazamiento de *L. albus* en los tratamientos con 0%, 50% y 100% de cobertura de *M. senile*.

Modelo: lme(desplazamiento ~ Tratamiento, ramdon=~1 Erizo, method="ML")				
	Num DF	Den DF	F-valor	p-valor
Intercepto	1	40	608,2176	<0,0001
Tratamiento	2	40	15,2462	<0,0001



Tabla 4.14. Análisis a posteriori de Tukey para el desplazamiento de *L. albus* en los tratamientos con 0%, 50% y 100% de cobertura de *M. senile*.

Tratamientos	Estimado	Error Estándar	Z valor	Pr(> z )
50% - 0% == 0	-3,267	1,695	-1,927	0,131
100% - 0% == 0	-9,533	1,695	-5,624	<0,001***
100% - 50% == 0	-6,267	1,695	-3,697	<0,001***

b) Interacción de *M. senile* y Nudibranquios

b.1) Interacción *M. senile* versus *T. challengeriana*

Durante la interacción de *M. senile* y *T. challengeriana*, se pudo observar que el número de individuos de *M. senile* registró un aumento promedio de 10 ejemplares de *M. senile* entre el inicio y final de la experiencia, mientras que sin el nudibranquio sus números se mantienen alrededor de 35 individuos por estanque. (Figura 4.15).

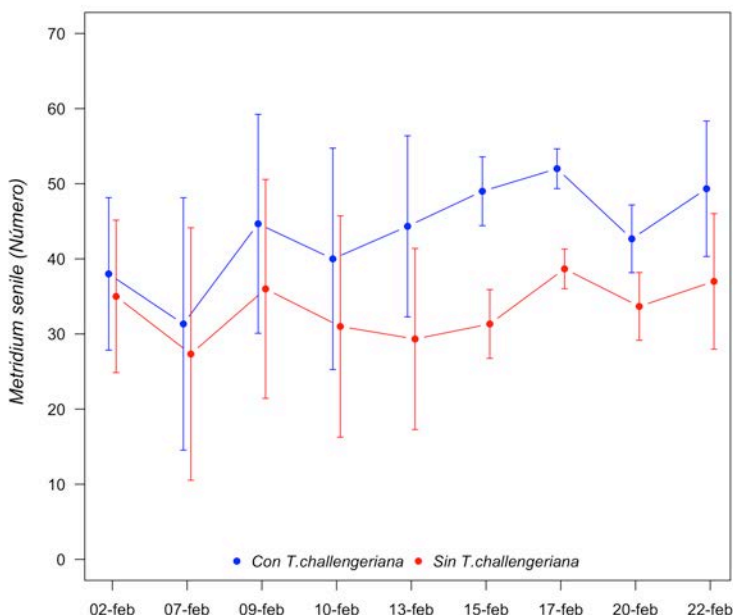


Figura 4.15. Interacción de *Metridium senile* expuesto a presencia y ausencia del nudibranquio *T. challengeriana*.

Para complementar esta observación se procedió a realizar una disección radular para evaluar si es un potencial depredador de anémonas. Las características de la rádula de *T. challengeriana* presentó una estructura calcárea con hileras longitudinales de tres filas de dientes quitinosos terminados en



ápices redondeados y anchos como se puede apreciar en la Figura 4.16. Este tipo de rádula, además, presenta un diente raquidiano ancho y tricúspide, el cual se puede observar en la Figura 4.17 y que se encuentra ubicado en la parte central. Según la literatura (Ballesteros et al., 2023; Menéndez, 2006; Schrödl, 2001) el tipo de rádula presente en esta especie indica que se alimentaría de corales blandos y/o gorgonias principalmente. Esta información sugiere que *T. challengeriana* no sería un potencial depredador de anémonas, por lo que, consecuentemente no se alimentaría de *M. senile*. Por lo tanto, entre los resultados del experimento y del análisis radular se concluye que *M. senile* no sería parte de las presas de *Tritonia challengeriana*, sino más bien este nudibranquio tendría una alimentación de sustratos blandos a rocosos.



Figura 4.16. Filas de dientes del ejemplar *T. challengeriana* en vista 40x.

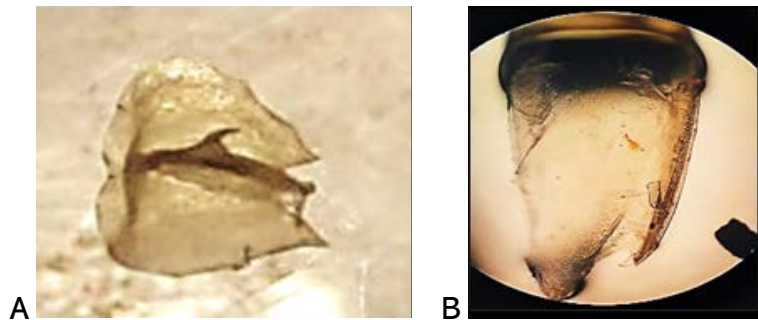


Figura 4.17. A) Estructura radular completa del ejemplar *T. challengeriana* 2,5 mm. B) Parte radular izquierda del ejemplar en vista de 4x.

#### b.2) Interacción *M. senile* versus *P. lottini*

En los experimentos de *Metridium senile* y *Phidiana lottini*, se pudo observar una leve interacción durante el primer mes del experimento, disminuyendo la abundancia de *M. senile* en presencia del nudibranquio y aumentando en la experiencia en ausencia de *P. lottini*. Sin embargo, en los muestreos posteriores, en ambos experimentos (presencia/ausencia de *M. senile*) se observó una tendencia similar de aumento de la abundancia de *M. senile* (Figura 4.18).

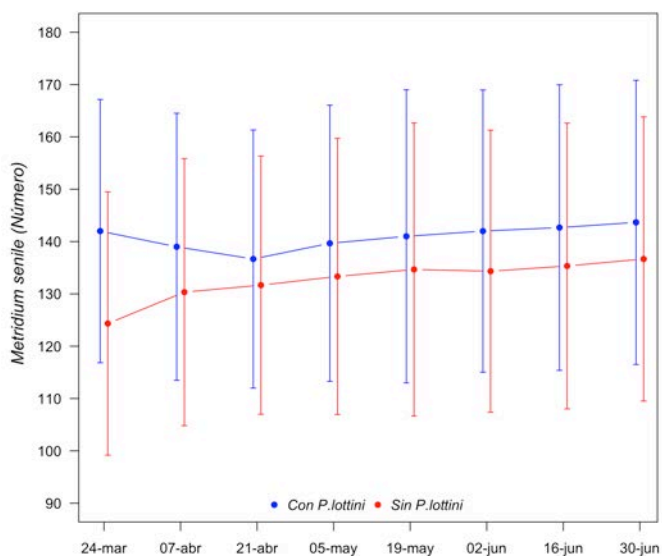


Figura 4.18. Interacción de *Metridium senile* expuesto a presencia y ausencia del nudibranquio *P. lottini*.

En el caso de *P. lottini*, se observó, tras la disección de dos ejemplares que murieron en forma natural, que su estructura radular (Figura 4.19) presenta una composición silícea quitinosa y una fila muy larga de dientes con forma de gancho. La composición aparente es silícea y se caracterizaría por una alimentación en base a sustratos más bien blandos, la forma en gancho le serviría para desgarrar a sus presas por lo que describe a un animal carnívoro. Para la Superfamilia *Aeolidioidea* a la que pertenece *P. lottini* se señala una alimentación en base a Antozoos. Por lo tanto, pudiese ser un posible predador de la anémona *M. senile*, aunque su efecto en laboratorio fue marginal. Por otro lado, *P. lottini* fue relativamente abundante sólo en AMERB Punta Chocoi, donde fue recolectada, y dada la concentración de *M. senile* en canal Chacao, esta babosa de mar no tendría un efecto significativo como controlador biológico de la Anémona invasora, hasta ahora.



Figura 4.19. Parte central radular de la especie *P. lottini*. Vista 40x.



6. Objetivo Específico N°5. Desarrollar acciones de capacitación y difusión para la identificación de la especie del género *Metridium*, su control y manejo a nivel regional.

#### 6.1. Antecedentes

En el año 2019 y 2020 las comunidades pesqueras de Carelmapu, Región de Los Lagos, alertaron tanto al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) como a la Universidad Austral de Chile (UACH) y al Municipio de Maullín, sobre la presencia y abundancia de una especie desconocida en las zonas de extracción de mariscos que ellos visitan a diario. La obtención de muestras y su análisis por parte de investigadores de la UACH identificaron la presencia de una anémona conocida como *Metridium senile* (Linnaeus, 1761). Esta es una especie invasora que fue descrita por Häussermann et al. (2006) al sur de la Península de Taitao. Dada su cobertura y características reproductivas, competitivas y depredadoras es posible que afecte a especies relevantes para la economía local, como ha sido descrito por pescadores artesanales y buzos de Carelmapu, además de los efectos sobre la biodiversidad descritos en los antecedentes de los objetivos específicos N°3 y N°4.

Frente a la situación anteriormente descrita, en 2020 se realizaron al menos dos reuniones con el Comité Interinstitucional de Catástrofes Ambientales (CIICA) de la Región de Los Lagos, donde IFOP junto a la UACH propusieron que se declarara esta especie como plaga, lo que se encuentra en estudio. En paralelo, se realizó una reunión con los pescadores artesanales de Carelmapu con el fin de entregar antecedentes sobre esta especie, compromiso adquirido previamente con el Municipio de Maullín. A la fecha los pescadores más afectados poseen un conocimiento sobre la especie *Metridium senile* y en general sobre otras especies de Anthozoa, lo cual es clave para el desarrollo del proyecto. Es importante destacar que, la comunidad pesquera de Carelmapu es un actor importante en la generación de este estudio, ya que han sufrido los principales efectos del aumento de la cobertura de *Metridium* y el desplazamiento de especies comercialmente importantes (comunicaciones personales de buzos de Carelmapu).

Por otro lado, a través de la realización de trabajos en el marco del monitoreo del recurso almeja en la bahía de Ancud se ha generado una interacción con el Comité de Manejo de la Bahía de Ancud, con quienes se ha trabajado en conjunto en los monitoreos y transfiriendo la información obtenida.

En este sentido, consideramos fundamental que la participación activa de los pescadores artesanales tanto en la caracterización y diagnóstico del problema, como en las actividades posteriores de capacitación y difusión de la especie del género *Metridium* fortalece las potenciales acciones para mitigar los efectos de la invasión de *M. senile* a nivel regional. Se considera que el lenguaje a utilizar en cada actividad identificada para alcanzar este objetivo es relevante para la correcta comprensión de las temáticas que deben ser atendidas.

En términos de herramientas, el uso de redes sociales por una fracción importante de pescadores, serán empleadas en los diseños de las estrategias comunicacionales del proyecto. Complementariamente, el hecho de desarrollar este trabajo en forma conjunta con IFOP, el cual dispone de una dotación de observadores científicos en las tres comunas donde operará este estudio facilita la comunicación hacia las diversas comunidades locales.

En relación con la información disponible, en el marco de un trabajo conjunto con IFOP en el desarrollo del objetivo específico N°2 del Programa de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas, se dispone de



filmaciones submarinas de diversas áreas y en particular de la zona de estudio de Carelmapu, las que dan cuenta de la presencia de *Metridium* y su incremento general entre 2015 y 2021. Esto constituye una importante fuente de datos a analizar y difundir entre los pescadores asociados a las áreas de estudio.

El conocimiento científico generado durante la ejecución del presente proyecto, así como en el desarrollo del programa de seguimiento de pesquerías bentónicas año 2021-2022, incrementarán la información disponible para promover acciones de difusión, capacitación y discusión sobre medidas de manejo y control de la anémona del género *Metridium* en las distintas localidades comprometidas en este estudio (Comunas de Maullín, Ancud y Quemchi).

Para garantizar la transmisión de conocimientos las acciones de capacitación y difusión, de este proyecto promueven e incitan la trasmisión de contenidos de carácter científico y técnico en forma didáctica y simple hacia pescadores artesanales y agentes claves de las comunidades pesqueras en las comunidades humanas costeras en las que se trabaja.

## 6.2. Metodología

Se realizaron las siguientes acciones de capacitación y difusión para la identificación de la especie del género *Metridium*, su control y manejo a nivel regional.

### 6.2.1. Taller Inicial

Se desarrollaron dos talleres de presentación del proyecto y rescate de saberes en la comuna de Maullín, sede del terminal pesquero de Carelmapu.

El equipo de trabajo presentó el proyecto a la comunidad de pescadores y se decidió en los talleres aplicar una encuesta para rescatar los saberes de las comunidades, enfocado principalmente en quienes ejercen actividad de buceo. La encuesta fue diseñada por el equipo de trabajo y aplicada por encuestadores el Instituto de Fomento Pesquero en el terminal pesquero de Carelmapu.

La metodología que se utilizó para el desarrollo de este taller fue la Investigación y Acción Participativa, que se caracteriza por investigar para conocer más sobre los procesos que determinan los problemas, las acciones de transformación y la participación real de las comunidades implicadas en la investigación.

El primer objetivo de la encuesta fue construir una Línea de Tiempo Comunitaria para indagar sobre su apreciación histórica de la invasión y la segunda actividad buscó rescatar las opiniones de las comunidades sobre las causas de la especie invasora, y las consecuencias para el hábitat y la comunidad.

### 6.2.2. Taller de divulgación

Se organizaron distintos talleres de divulgación de la Ecología y capacidad colonizadora de la especie invasora *Metridium senile*.





- El primer taller estuvo dirigido a la oficina de pesca de la Comuna de Quemchi.
- El segundo taller estuvo dirigido a estudiantes de tercero medio del Liceo técnico de Carelmapu.
- El tercer taller fue para la comunidad en general, la convocatoria fue realizada vía telefónica a distintos actores de organizaciones sociales. Las organizaciones convocadas fueron la Asociación de Comunidades Mapuche Huilliche de Carelmapu, Cooperativa costa Carelmapu, Sindicato de mujeres, Sindicato recolectoras de orilla, Centro de madres, Club deportivo marítimo y agentes de turismo de la zona entre otras. También se envió la invitación a la Escuela Pensilvania, Liceo Carelmapu, representante regional de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Municipalidad Maullín, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, Municipalidad Maullín, Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala e Instituto de Fomento Pesquero.
- La cuarta instancia corresponde a una reunión/presentación realizada el jueves 20 de abril del 2023 con las Comunidades Mapuche Huilliche de Carelmapu, donde se presentó los aspectos relevantes de la especie *Metridium senile* y su capacidad invasora. La convocatoria fue realizada por las comunidades.

#### 6.2.3. Confección de material gráfico.

En forma conjunta con las actividades del proyecto, se confeccionó un díptico para la entrega de información en manera masiva a los pescadores, con contenido científico disponible por parte del equipo ejecutor, para el cuál se utilizó un lenguaje simple y de fácil comprensión. Este material, fue distribuido por los observadores científicos del IFOP en Carelmapu, Ancud y Quemchi, quienes tienen contacto directo con los pescadores.

#### 6.2.4. Creación de piezas audiovisuales.

La información adquirida durante el desarrollo del proyecto se resumió en dos videos. Incluye fotografías obtenidas a través de un dron y cámaras submarinas que permitieron el despliegue de imágenes reales y de alta definición para llamar la atención del público objetivo. Los videos incluyen una sección de animación, una voz en off que narra el contenido científico, además de la incorporación subtítulos para explicar conceptos y transmitir de una mejor forma el mensaje.

El contenido del primer video incluyó ciclo de vida y capacidad colonizadora de *Metridium senile*, los que fueron elaborados de acuerdo con los resultados de este estudio y considerando la literatura científica disponible. Los contenidos definitivos fueron visados con el FIPA, la SUBPESCA y actores relevantes de las comunidades costeras (Pescadores de cada comuna).

El contenido del segundo video incluyó información de los experimentos de mitigación y manejo que se han realizado tanto en laboratorio de la Universidad Austral de Chile, Sede Puerto Montt como en terreno en la localidad de Astilleros con el repoblamiento con *Aulacomya atra* en el área de manejo.



#### 6.2.5. Monitoreo participativo con comunidades de pescadores artesanales de Carelmapu.

Para generar un muestreo participativo y que los actores interactúen durante todo el proceso, se seleccionaron las zonas a monitorear en conjunto a las organizaciones de pescadores. Para esto se realizaron reuniones preliminares, donde se analizaron los sitios de estudio al interior de las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) y áreas de libre acceso de la comuna de Maullín.

Se realizaron reuniones de trabajo, donde se acordó la participación de todos los sindicatos del terminal pesquero de Carelmapu, planificando los muestreos bimensuales con un sistema de rotación de pescadores y lanchas.

Para oficializar el monitoreo participativo, se procedió a firmar un convenio con distintas organizaciones pesqueras que son parte del equipo de trabajo.

#### 6.2.6. Taller Medidas de mitigación y acciones de manejo en Carelmapu, Maullín y Puerto Montt.

Se desarrollaron en tres comunidades de las Región de los Lagos, el taller sobre “Medidas de mitigación y acciones de manejo de la especie *Metridium*”.

En la Comuna de Ancud fue formato presencial, en la localidad de Carelmapu fue híbrido y desde Puerto Montt se realizó un tercero en forma virtual en el mes de octubre.

El objetivo de esta actividad fue presentar a los y las usuarios(as)/actores los resultados del proyecto y presentar las medidas de mitigación y acciones de manejo sobre la especie *Metridium senile* que se han investigado hasta la actualidad. El contenido del taller, lugar, fecha y participantes fueron definidos de acuerdo con los colaboradores. En estas acciones participarán los diversos integrantes de este estudio tanto la Universidad Austral de Chile, como el Instituto de Fomento Pesquero, los Pescadores de Carelmapu, integrantes del FIPA y SUBPESCA.

#### 6.2.7. Encuesta de percepción de actores sociales respecto al proyecto y material generado.

Se aplicó una encuesta a 30 personas elegidos al azar de la comuna de Carelmapu, Ancud y Quemchi, para recoger la percepción de los y las pescadores (as) sobre el proyecto.

#### 6.2.8. Difusión en congresos nacionales e internacionales

Se presentaron resultados del proyecto en instancias científicas como el Congreso de Ciencias del Mar y en la Reunión Anual Conjunta que organizaron la Sociedad de Genética de Chile (SOCHIGEN) y la Sociedad Chilena de Evolución (SOCEVOL).



### 6.3. Resultados

#### 6.3.1. Taller Inicial

Se realizaron dos talleres iniciales (Figura 5.1) en las dependencias del terminal pesquero de Carelmapu entre julio y agosto del 2022 (Anexo 5.1 Lista de asistencia), cuya finalidad fue la presentación del proyecto y la difusión de las características relevantes de la anemona *Metridium senile*, además de rescatar las apreciaciones de la comunidad pesquera. Adicionalmente durante la realización de los talleres se programaron las actividades de terreno para la etapa de diagnóstico de la anemona en las distintas áreas acordadas.



Figura 5.1. Registro fotográfico del Taller inicial de presentación de proyecto y programación de actividades.

El equipo de trabajo presentó el proyecto a la comunidad de pescadores y se decidió en los talleres aplicar una encuesta para rescatar los saberes de las comunidades, enfocado principalmente en quienes ejercen actividad de buceo. La encuesta fue diseñada por el equipo de trabajo (Figura 5.2) y aplicada por encuestadores el Instituto de Fomento Pesquero en el terminal pesquero de Carelmapu. La encuesta fue aplicada a 25 buzos de la zona de Carelmapu (Figura 5.3).



Figura 5.2. Registro fotográfico de la reunión de trabajo del equipo ejecutor y observadores científicos del Instituto de Fomento Pesquero.



La encuesta presentada en el Anexo 5.2 busca rescatar información histórica de la anémona, además de las otras comunidades bentónicas y de los sustratos en los sectores que involucra el estudio. La segunda sección busca indagar en la problemática que le genera la expansión de esta especie y posibles soluciones. La encuesta fue aplicada a 25 buzos de la zona de Carelmapu (Figura 5.3).



Figura 5.3. Registro fotográfico de la aplicación de la encuesta por parte de observadores científicos del IFOP a los distintos buzos que visitaron el terminal pesquero.





### 6.3.2. Taller de divulgación

Se realizó un primer taller de divulgación en la oficina de Pesca de la Municipalidad de Quemchi el 2 de febrero del 2023, Figura 5.4, la actividad fue organizada en conjunto con Claudia Vargas Hernández, encargada de Fomento Productivo y Pesca de la Municipalidad de Quemchi. Se realizó una presentación de la anémona a integrantes de la oficina de pesca y se les entregó dípticos para ser entregados a las organizaciones pesqueras de la comuna.

El segundo taller fue a través de una presentación por meet.google, formato online el día 23 de marzo del presente año a 20 estudiantes del cuarto medio “B” del Liceo de Carelmapu, Figura 5.5 en el marco de un proyecto Fondo Protección Ambiental, línea Indígena, del Ministerio del Medio Ambiente. El nombre del Proyecto: Centinelas del Lafken (Anexo 5.3, Lista de asistencia).



Figura 5.4. Invitación taller en la Oficina de Pesca de la Municipalidad de Quemchi.



Figura 5.5. Estudiantes del Liceo Carelmapu en charla online del equipo de trabajo.



Un tercer taller de divulgación fue realizado en la Escuela Pensilvania en la localidad de Carelmapu el día 24 de marzo del 2023 a las 16:40 horas. La actividad fue organizada en conjunto con las organizaciones de pescadores artesanales de Carelmapu, el Instituto de Fomento Pesquero y la Universidad San Sebastián (Figura 5.6, Anexo 5.4, Lista de asistencia). La convocatoria fue abierta a la comunidad en general.



Figura 5.6. Afiche convocatoria y fotografías del taller de divulgación realizado en la escuela Pensilvania, Carelmapu.

El cuarto taller se realizó el 20 de abril en la sede social N°14 en Carelmapu (Figura 5.7), la convocatoria fue realizada por las comunidades pertenecientes a la ECMPO Carelmapu (Espacio costero marino para pueblos originarios) en presencia de la directora regional de CONADI Marcela Urbano. La finalidad fue presentar los aspectos relevantes de la ecología de la especie y su capacidad invasora a las comunidades para sensibilizarlas con la temática.





Figura 5.7. Taller realizado a las comunidades pertenecientes a la ECMPO de Carelmapu en la localidad de Carelmapu.

### 6.3.3. Confección de material gráfico.

En forma conjunta con las actividades del proyecto, se confeccionó un díptico para la entrega de información en manera masiva a los pescadores, con contenido científico sobre reproducción y ciclos de vida de la anémona *Metridium senile*, para el cuál se utilizó un lenguaje simple y de fácil comprensión. El díptico se presenta en la Figura 5.8. Este material, fue distribuido por los observadores científicos del IFOP en Carelmapu y Quemchi, quienes tienen contacto directo con los pescadores (Figura 5.9).

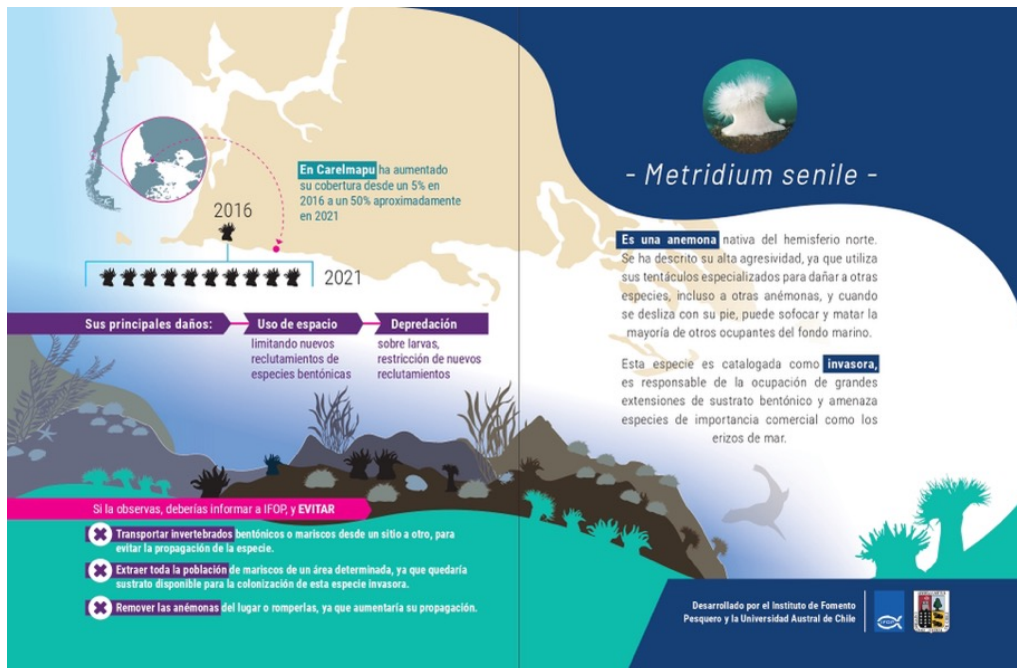


Figura 5.8. Díptico sobre *Metridium senile* elabora por el equipo de trabajo y distribuido en las comunidades pesqueras de Quemchi y Carelmapu.

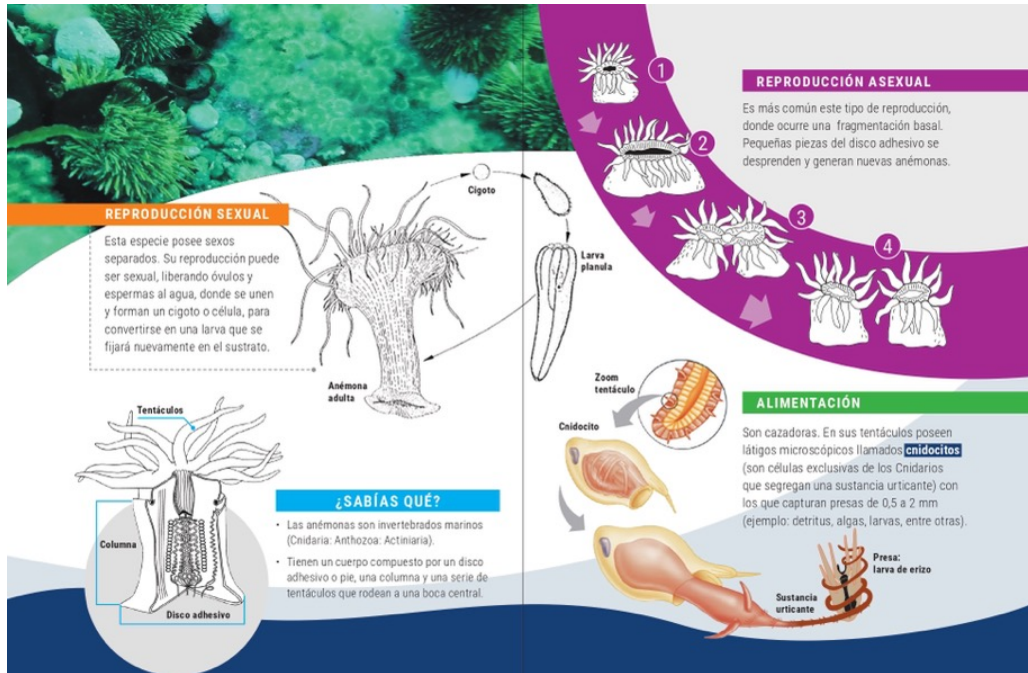


Figura 5.8 (Continuación). Díptico sobre *Metridium senile* elabora por el equipo de trabajo y distribuido en las comunidades pesqueras de Quemchi y Carelmapu.



Figura 5.9. Observadores científicos (as) del Instituto de Fomento Pesquero entregando el díptico en la caleta de Carelmapu.

#### 6.3.4. La creación de piezas audiovisuales.

La pieza audiovisual 1 está disponible en los siguientes links:

<https://www.youtube.com/watch?v=GZFlwpC1Wjc>



[https://www.instagram.com/reel/CqnehpxgrQB/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link](https://www.instagram.com/reel/CqnehpxgrQB/?utm_source=ig_web_copy_link)

La segunda pieza audiovisual (Anexo 5.5) fue presentada el 24 de octubre del 2023 y además se continuará presentando y enviando por redes sociales a distintas organizaciones.

El link del video es el siguiente:

<https://www.youtube.com/watch?v=fmyQwv4C510>

#### 6.3.5. Monitoreo participativo con comunidades de pescadores artesanales de Carelmapu.

Los sindicatos y organizaciones de pescadores que pertenecen al equipo de trabajo son los pertenecientes al terminal pesquero de Carelmapu, entre ellos están el STI el Pacifico, Cooperativa de pescadores, STI Navegando Juntos, STI Caleta Carelmapu, STI Mar Brava, STI Caleta Carelmapu, STI Mar Brava, STI Caleta Carelmapu, Cooperativa de pescadores, Astimar.

Los muestreos se realizaron en un periodo bimensual, donde existió una rotación de los pescadores participantes y lanchas según el área que se monitoreo. Esto permite que todos los actores se sientan involucrados y sean parte del equipo de trabajo. En la figura 5.10 se muestran algunas imágenes del proceso de trabajo de campo.

Además, se presentan los convenios de colaboración firmados por las organizaciones mencionadas a continuación: Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu, Cooperativa de Pescadores de Carelmapu LTDA., Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales "ASTIMAR" Astilleros, Comuna de Maullín, Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales y Buzos de Caleta Carelmapu, Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales Buzos, Asistentes de Buzos, Armadores y Ramos similares "El Pacifico" de la Comuna de Maullín Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Mariscadores, Buzos Mariscadores, Asistentes de Buzos y Algueros "Navegando Juntos" Carelmapu. Ver anexo 3.1.





Figura 5.10. Fotografías de actividades de terreno comunitario con distintas organizaciones de pescadores artesanales de Carelmapu y reuniones de trabajo.

#### 6.3.6. Taller Medidas de mitigación y acciones de manejo en Carelmapu, Maullín y Puerto Montt.

El taller sobre “Medidas de mitigación y acciones de manejo de la especie *Metridium*” se desarrolló en tres comunidades de las Región de los Lagos. En Ancud la actividad se realizó el 17 de agosto del 2023 y fue organizada por la oficina de pesca de la Municipalidad de Ancud, Instituto de Fomento Pesquero y la Universidad Austral de Chile. Contó con la presencia de distintas organizaciones de la pesca artesanal, representantes locales del Instituto de Fomento Pesquero y la Capitanía de Puerto de Ancud (Figura 5.11, Anexo 5.6).

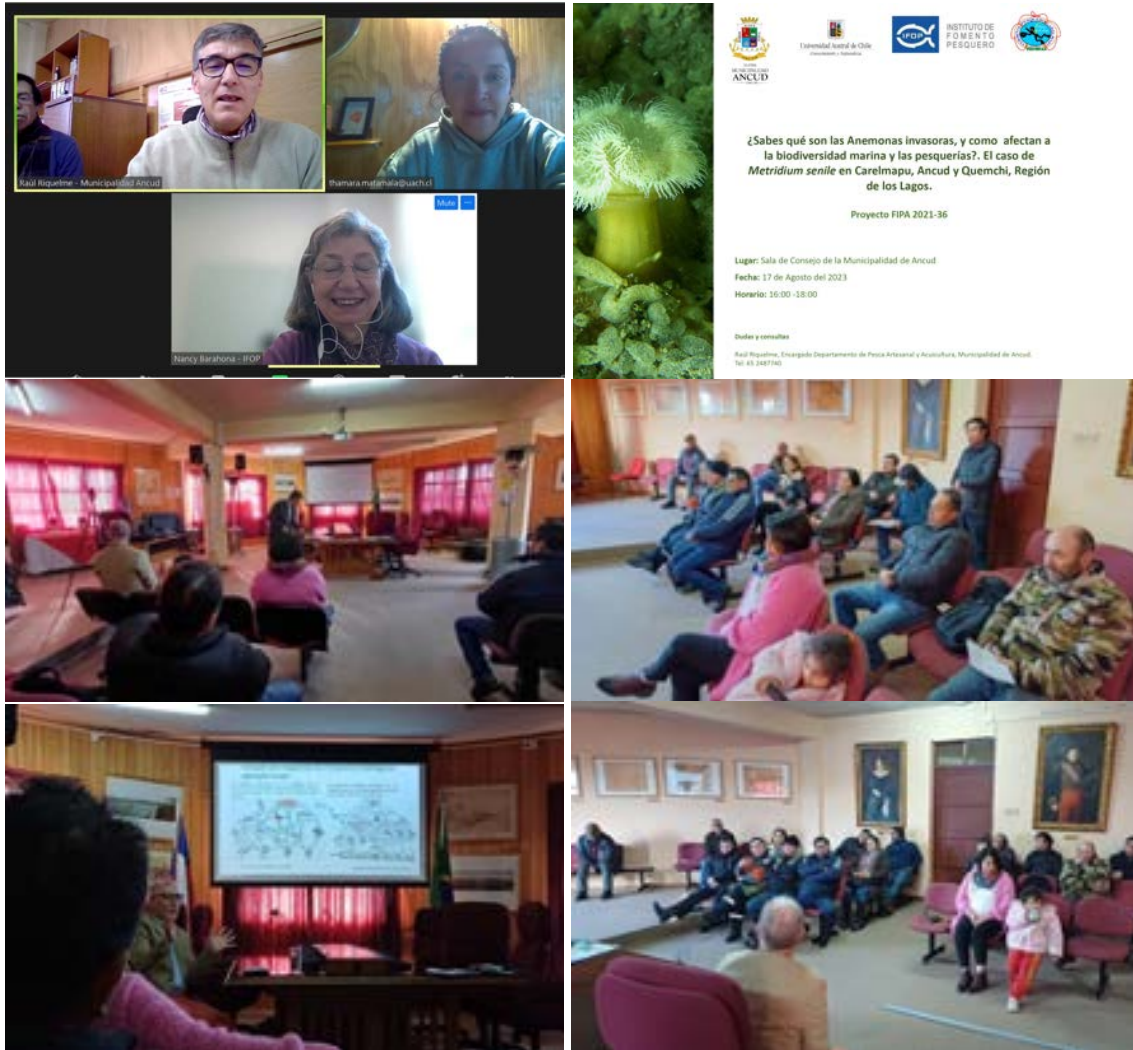


Figura 5.11. Imágenes de la reunión de organización de la actividad, afiche de invitación y fotos de la actividad en la Municipalidad de Ancud.

En la comuna de Maullín el taller Medidas de mitigación y acciones de manejo se realizó el 24 de octubre en la sede del terminal pesquero de Carelmapu, en formato híbrido, lo que permitió la participación en la actividad de distintos actores tanto de la comunidad local, representantes del estado y distintas organizaciones sociales. (Figura 5.12, Anexo 5.7)

El objetivo de esta actividad fue presentar a los y las usuarios(as)/actores los resultados del proyecto y presentar las medidas de mitigación que se han investigado durante la duración del proyecto y acciones de manejo sobre la especie *Metridium senile*. La presentación que se realizó en esta actividad se presenta en el anexo 5.8.





La **Sra. Lilian Troncoso Gómez**, director ejecutivo de FIPA-SUBPESCA, en conjunto con el **Sr. Custodio Serón** representante local de la pesca artesanal, el **Dr. Carlos Molinet**, director del Proyecto FIPA 2021-36: "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos" y el **Dr. Gastón Vidal**, Director de la División de Investigación de Acuicultura del Instituto de Fomento Pesquero, invitan a participar del taller donde se presentarán los principales resultados de la especie en estudio y las medidas de mitigación y manejo de *Metridium senile* en la región de Los Lagos.

La actividad se realizará en el **Terminal Pesquero de Carelmapu** el día 24 de octubre de 2023, a las 16 horas, y se agradece confirmar su participación por correo, ya sea presencial o en formato online.

Puerto Montt, 13 de octubre de 2023

**Medidas de mitigación y acciones de manejo de la especie *Metridium***  
Proyecto FIPA 2021-36

**Octubre**  
**24** 16:00 horas  
TERPESCAR de Carelmapu

| Dudas e inscripciones: [thamara.matamala@uach.cl](mailto:thamara.matamala@uach.cl)

Figura 5.12. Imágenes del taller "Medidas de mitigación y acciones de manejo de la especie invasora *Metridium senile* actividad en la sede del terminal pesquero de Carelmapu y afiche de la invitación.

EL 25 de octubre se realizó un webinar en la Universidad Austral de Chile, fue en formato online y contó con representantes de los pescadores artesanales de Carelmapu y científicos quienes compartieron puntos de vista y principales resultados. La grabación de este webinar esta disponible en el anexo 5.13.

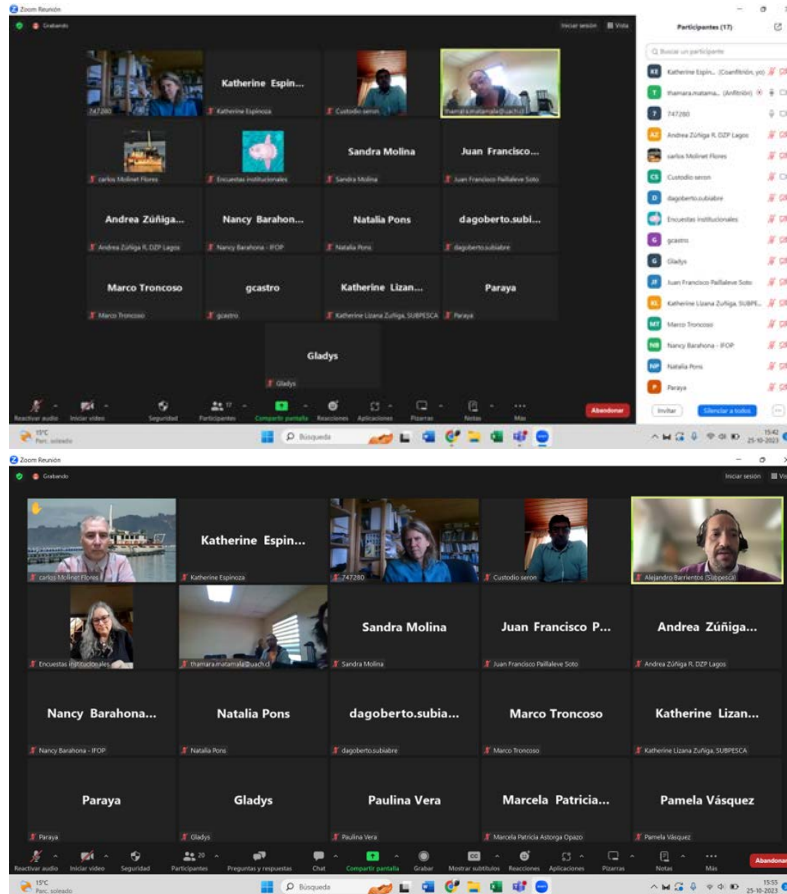


Figura 5.13. Webinar sobre *Metridium senile* realizado el 25 de octubre del 2023.

El 7 de noviembre el equipo de trabajo está invitado a Quemchi, a un seminario de Pesca Artesanal, a exponer sobre Medidas de Mitigación y Manejo de la especie invasora *Metridium senile* en la región de los Lagos”. Ver figura 5.14, afiche de la invitación.



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Figura 5.14. Afiche invitación Seminario Pesca Artesanal, organizado por la oficina de pesca de la Municipalidad de Quemchi.

Es importante recalcar que en todas las actividades de divulgación que se han realizado durante la ejecución del proyecto, han estado presente las oficinas de pesca de la Municipalidad de Maullín, Ancud y Quemchi, ver anexo 5.9 sobre constancia de participación de cada Municipio.



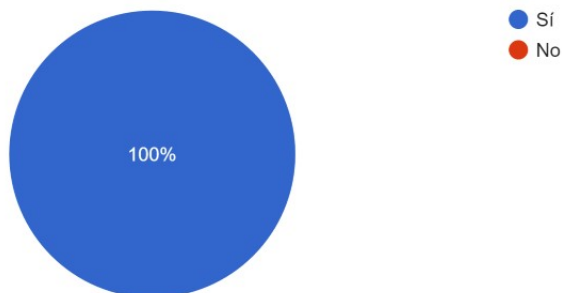
### 6.3.7. Encuesta de percepción de actores sociales respecto al proyecto y material generado.

Esta encuesta fue aplicada a 16 personas de las comunas pesqueras elegidas al azar, pescadores artesanales integrantes de las comunidades que participan del proyecto, todas las respuestas fueron en forma anónima.

En general la percepción del proyecto fue bastante buena, pero los pescadores principalmente de Carelmapu manifiestan su preocupación por la envergadura de la invasión, los impactos que esto le ha traído a la comunidad pesquera y repiten en su discurso la falta de acercamiento de las autoridades competentes.

Este discurso está grabado en el webinar del 25 de octubre del 2023. Anexo 5.13. Grabación webinar. A continuación, las preguntas y respuestas presentadas a la fecha.

1. ¿Sabe que existe una Anémona invasora en el canal Chacao?

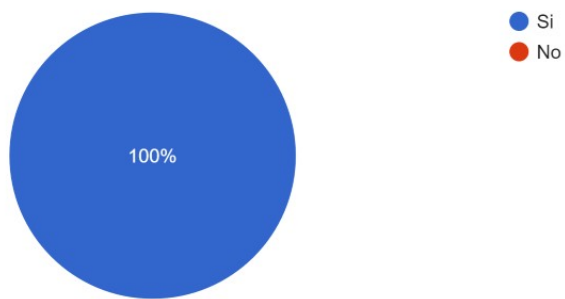




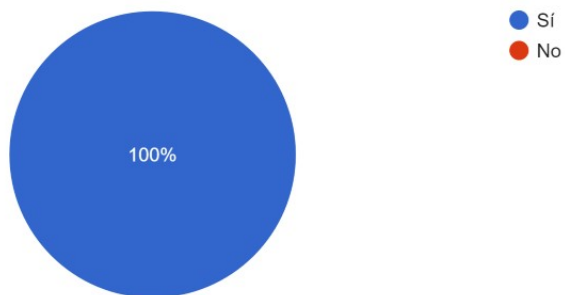
2. ¿Ha sido afectada su actividad laboral por la anemona invasora *Metridium senile*?  
¿Cómo?

Todas las respuestas coincidieron que sí, la razón que desaparecieron los recursos de importancia pesquera.

3. ¿Ha escuchado sobre el proyecto que está estudiando la especie invasora *Metridium senile* en la zona?

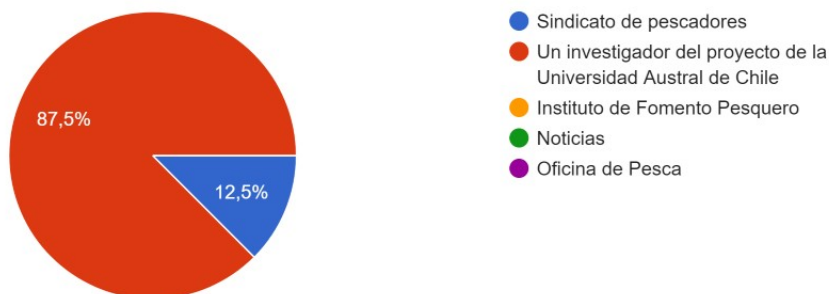


4. ¿Ha recibido información sobre la anemona *Metridium*?





5. ¿Quién le ha entregado información sobre la anemona *Metridium*?



6. ¿Considera que el proyecto ha generado información relevante para usted? Especifique.

En general la respuesta fue sí, sobre todo la anemona y como se ha propagado, pero no queda una solución clara.

7. ¿Que esperaría como resultado del proyecto?

Las respuestas que más se repitieron fue

1. Apoyo para los pescadores por parte de las autoridades
2. Poder tener una mitigación a futuro.

#### 6.3.8. Difusión en congresos nacionales e internacionales

La Dra. Marcela Astorga Opazo, académica, investigadora y actual directora de la Escuela de Graduados de la Universidad Austral de Chile Sede Puerto Montt, participó en la Reunión Anual Conjunta que organizaron la Sociedad de Genética de Chile (SOCHIGEN) y la Sociedad Chilena de Evolución (SOCEVOL).

El encuentro se realizó en formato híbrido, siendo el formato presencial en el Centro Asistencial Docente e Investigación de la Universidad de Magallanes, en Punta Arenas, durante los días 21 al 25 de noviembre del 2022 (Anexo 5.10. Presentación).





EL Dr. Carlos Molinet presentó en el XLII Congreso de Ciencias del Mar la ponencia “Registro y expansión de *Metridium senile* en subpoblaciones explotadas de erizo *Loxechinus albus*: El caso de canal Chacao (Anexo 5.11. Presentación).

### 6.3.9. Difusión del proyecto en redes sociales.

Distintos medios de comunicación han difundido el proyecto y las distintas actividades que se han realizado. Entre ellos destacan reuniones de trabajo (Figura 5.15), actividades de terreno (Figura 5.16) y el Taller Internacional con Expertos sobre la especie invasora (Figura 5.17 y 5.18). Se realizó una nota científica para publicar en distintos medios y redes sociales sobre el experimento para mitigar con *Aulacomya atra* (Anexo 5.12)

#### UACH, IFOP y USS Puerto Montt se unen con pescadores de Carelmapu para buscar medidas de manejo de la anémona del género *Metridium*

El objetivo de la actividad fue establecer los pasos a seguir para poner en marcha proyecto que busca identificar y establecer medidas de manejo de la Anémona del género *Metridium*...

© junio 1, 2022



Figura 5.15. Noticia sobre taller de trabajo realizado en la Sede del Terminal Pesquero de Carelmapu.



### Programa de Investigación Pesquera UACH realizó primer muestreo de anémona invasora en Carelmapu

Se busca establecer medidas de manejo de la anémona del género *Metridium*, que está interfiriendo con las pesquerías bentónicas de la zona.

© septiembre 12, 2022



Figura 5.16. Noticia sobre campaña de terreno, etapa diagnóstica de la distribución de la especie *Metridium senile*.



## Expondrán sobre organismo que afecta las pesquerías bentónicas en Los Lagos

Actividad está dirigida a buzos y pescadores artesanales de las localidades de Maullín y Carelmapu, en la Región de Los Lagos.

© agosto 29, 2022



“ El evento contará con la presencia de reconocidos expositores, entre los que destacan, el Dr. Carlos Molinet, del Instituto de Acuicultura UACH; la Dra. Vreni Häussermann, de la Universidad San Sebastián; el Dr. Nicolas Battini, del Instituto de Biología de Organismos Marinos de Argentina; y el Dr. James Carlton, del Williams College-Mystic Seaport Maritime Studies Program de Estados Unidos.

El Programa de Investigación Pesquera de la Sede Puerto Montt de la Universidad Austral de Chile (UACH) en conjunto con el Instituto de Fomento Pesquera (IFOP) y la Universidad San Sebastián (USS) liderarán el primer Taller de Expertos sobre la anémona del género *Metridium* senile.

La actividad se realizará el martes 30 de agosto, a partir de las 15:00 horas, a través de la plataforma de reuniones Zoom.

En lo que respecta a las exposiciones, desde la organización indicaron que el programa quedó conformado de la siguiente manera:

-15:00 - Palabras del Representante Subpesca-FIPA

\*15:15 - Invasión de *Metridium senile* Canal Chacao y Red de estaciones fijas recurso erizo por el Dr. Carlos Molinet.

\*15:45 - "La anémona invasora *Metridium senile* en Chile" por la Dra. Vreni Häussermann.

-16:15 - Coffee Break

\*16:30 - "Efectos ecológicos y dispersión en Canal Beagle" por el Dr. Nicolas Battini.



+56 22 5553900  
info@biolight.cl  
www.biolight.cl  
www.biouvc.com



Figura 5.17. Noticia sobre el taller expertos sobre las anemonas del género *Metridium*.



CIENCIAS • SEDE PUERTO MONTT • TERRITORIOS • VINCULACIÓN CON EL MEDIO

## UACH, IFOP y USS realizarán Taller Internacional sobre la invasión de la anémona *Metridium senile* en el benthos del Sur de Chile

Escrito por Camila Muñoz González | 29/08/2022

**Taller Internacional de Expertos**  
"Análisis de la invasión de la anémona *Metridium senile*: Potenciales efectos sobre pesquerías bentónicas. Proyecto FIPA 2021-36"

**30 de agosto 2022**

- 15:00 - 18:00 horas de Chile
- Actividad gratuita

zoom TRANSMISIÓN EN VIVO Canal de Youtube UACH Sede Puerto Montt



La actividad se realizará el martes 30 de agosto y contará con un panel de expertos que expondrán sobre la anémona invasora *Metridium senile*.

El Programa de Investigación Pesquera de la Sede Puerto Montt de la Universidad Austral de Chile (UACH) en conjunto con el Instituto de Fomento Pesquera (IFOP) y la Universidad San Sebastián (USS) liderarán el

### VIDEOS



### AGENDA UACH



ABRIL, 2023

FILTRAR EVENTOS

29	29	Exposición   15.000 años de historia: Arqueología en los mares, bosques y volcanes
17	17	Campus Patagonia   Inauguración de Año Académico
17	17	Campus Patagonia: Inauguración de Año Académico 2023
17	17	Charla: "La industria cárnica, sus residuos y su potencial valor" LUNES 17 DE ABRIL 11:30 (A.M.) CHILE
18	18	Sede Puerto Montt   Inauguración de Año Académico
19	19	Coloquio: Nuevo delito de inducción al suicidio incorporado por la Ley Antonia

### NOTICIAS

Figura 5.18. Noticia sobre el taller expertos sobre las anemonas del género *Metridium*.

Otras notas que se han publicado en los medios de comunicación son las siguientes:

- <https://www.radiosago.cl/anemona-invasora-que-dificulta-captacion-del-erizo-sigue-expandiendose-en-el-sur/>
- <https://www.elcalbucano.cl/2023/04/programa-de-investigacion-pesquera-uach-realizo-taller-2/>
- <https://www.aqua.cl/2023/04/05/programa-de-investigacion-pesquera-uach-realizo-taller-sobre-especie-invasora-en-carelmapu/#>
- <https://puertomontt.blogspot.com/2023/04/programa-de-investigacion-pesquera-uach.html>
- <https://www.elcalbucano.cl/2022/12/dra-marcela-astorga-expuso-sobre-identificacion-genetica-de-metridium-senile/>



- <https://diario.uach.cl/dra-marcela-astorga-expuso-sobre-identificacion-genetica-de-metridium-senile-en-reunion-anual-de-la-sociedad-de-genetica/>
- <https://www.elcalbucano.cl/2022/12/dra-marcela-astorga-expuso-sobre-identificacion-genetica-de-metridium-senile/>
- <https://www.radiosago.cl/anemona-invasora-que-dificulta-captacion-del-erizo-sigue-expandiendose-en-el-sur/>
- <http://www.pmontt.uach.cl/dra-marcela-astorga-expuso-sobre-identificacion-genetica-de-metridium-senile-en-reunion-anual-de-la-sociedad-de-genetica-en-punta-arenas/>
- <https://puertomontt.blogspot.com/2022/11/academica-uach-aporto-en-reunion-anual.html>
- <https://www.aqua.cl/2022/11/30/academica-uach-expone-en-reunion-anual-de-la-sociedad-de-genetica-en-punta-arenas/#>
- <https://www.mundoacuicola.cl/new/academica-uach-aporto-en-reunion-anual-de-la-sociedad-de-genetica-en-punta-arenas/>
- <https://noticiariosur.cl/proponen-medida-para-mitigar-avance-de-anemona-invasora-que-afecta-a-fondos-marinos-de-localidades-de-los-lagos/>
- <https://www.musicoop.cl/2023/07/proponen-medida-para-mitigar-avance-de.html>
- <https://www.aqua.cl/2023/07/05/proponen-medida-para-mitigar-avance-de-anemona-invasora-que-afecta-a-fondos-marinos-en-los-lagos/#>
- <https://puertomontt.blogspot.com/2023/07/proponen-medida-para-mitigar-avance-de.html>
- <https://www.soychile.cl/Puerto-Montt/Vision-Acuicola/2023/07/04/818485/anemona-invasora-los-lagos.html>
- <https://diario.uach.cl/proponen-medida-para-mitigar-avance-de-anemona-invasora-que-afecta-a-fondos-marinos-de-localidades-de-los-lagos/>
- <http://www.pmontt.uach.cl/uach-propone-medida-para-mitigar-avance-de-anemona-invasora-que-afecta-a-fondos-marinos-de-localidades-de-los-lagos/>





## 7. CONCLUSIONES

Objetivo Específico N° 1. Identificar a nivel de especie, morfométrica y/o de preferencia genéticamente, la especie de anémona de mar que cubre las zonas bentónicas de Maullín y Carelmapu, y que causa interferencia con las pesquerías bentónicas de la zona

### a) Caracterización Morfológica

Las características morfológicas de las anémonas analizadas permitieron confirmar a la especie *Metridium senile*, observándose ejemplares machos y hembras en un mismo sitio y evidencia de madurez sexual. Esto sugiere la potencialidad de reproducción sexual en las zonas de estudio

### b) Caracterización Genética

A través del análisis de secuencias de ADN de diferentes regiones del genoma de las muestras fue posible establecer que las muestras analizadas del sur de Chile y Puerto Madryn Argentina corresponden a la especie *M. senile*. Las muestras provenientes de Valparaíso no correspondían a *M. senile*, sino que, a otra especie nativa de Actinia *Anthopleura hermaphroditica*.

Se observó una baja diversidad genética entre las muestras analizadas, coincidente con la literatura científica disponible, que reporta que esta especie posee una muy baja tasa mutacional. Además, la reproducción clonal, habitual en esta especie, genera individuos idénticos genéticamente, lo que explicaría nuestros hallazgos. Complementariamente, con los marcadores usados, se observó muy baja diferenciación genética entre muestras de la costa chilena con muestras del hemisferio norte por lo que no fue posible establecer la posible fuente de origen de la colonización de *M. senile* en Chile. Esta baja diferenciación puede ser indicador de una reciente colonización, la cual aún no ha permitido que este grupo aislado en el hemisferio sur llegue a diferenciarse genéticamente de su origen.

El análisis de muestras de plancton permitió identificar baja frecuencia de ADN de *M. senile* en éstas, lo que complementa la evidencia de potencial reproducción sexual, sugerida por los resultados de análisis histológicos. Sin embargo, el método de búsqueda mediante secuenciación de la muestra de plancton no es el más efectivo para estos fines y se sugiere que para esto se utilicen métodos de ADN ambiental o metagenómica.

Objetivo Específico N° 2. Actualizar antecedentes bibliográficos, tanto a nivel nacional como internacional, para las especies del género *Metridium*, poniendo énfasis en la especie identificada en el objetivo específico 4.1, y en los procesos de interferencia de esta especie en las zonas en que se realizan las pesquerías bentónicas.

La literatura chilena disponible indica que la anémona *Metridium senile* está presente tanto en fondos de grava y roca de fiordos, canales y zona expuesta en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes. En Sudamérica, *Metridium* fue descrita primero en Chile en 1904 como *M. parvulum*, pero posteriormente fue sinonimizada a *M. senile* subsp *lobatum*. Esta especie habría estado presente en Argentina desde 1890, donde hasta hace poco fue considerada una especie nativa.





Considerando la dispersión de *M. senile*, al menos en la Región de Los Lagos, Aysén y Magallanes, se puede proponer que está establecida en el mar interior del sur de Chile.

La literatura nacional e internacional sugiere que *M. senile* es una competidora agresiva en los sistemas rocosos del hemisferio norte, afectando la biodiversidad del bentos, lo que ha sido corroborado con estudios recientes en Chile.

En la literatura internacional no se registraron efectos de *M. senile* sobre alguna pesquería, como si se ha reportado su efecto sobre la pesquería de erizos en el canal Chacao, Chile. Por lo tanto, en la literatura no se describen medidas de mitigación para esta especie en específico, aunque si se describen interacciones ecológicas (como depredación por la babosa de mar *Aeolidia papillosa* y competencia por espacio con mitílidos) que pueden ser estudiadas experimentalmente.

Objetivo específico N° 3: Estimar abundancia y cobertura, de la especie identificada en el objetivo 1, en las áreas de manejo de recursos bentónicos (AMERB) y bancos de erizo en áreas de libre acceso, y su relación con las variables ambientales en la zona de estudio.

*Metridium senile* estuvo presente en 12 de las 14 estaciones muestreadas en este estudio. Sólo en dos AMERB de la comuna de Maullín no fue registrada. La zona más afectada hasta ahora es el canal Chacao, con tres AMERB con cobertura sobre 50% y en otras mostrando incremento. En las comunas de Ancud y Quemchi las coberturas observadas fueron más bajas y su expansión parece no ser un problema aún.

Por otro lado, los resultados de otros proyectos contemporáneos reportan *M. senile* desde el fiordo Reloncaví hasta canal Vicuña en la Región de Aysén.

La dinámica de *M. senile* sugiere que su abundancia/cobertura disminuye en los meses de invierno, lo que puede estar asociado a una disminución de las tasas de reproducción, interacción con la dinámica del fondo u otro, lo que debe ser estudiado en mayor detalle.

No es clara la relación entre la dinámica de *M. senile* y las variables ambientales, aunque los rangos de temperatura y salinidad del área de estudio son muy apropiados para su desarrollo, de acuerdo con la literatura disponible.

Objetivo N° 4 Proponer acciones piloto y/o experimentales de mitigación y manejo de la anémona de mar identificada en el objetivo 4.1., en zonas afectadas identificadas en la prospección.

Existen efectos de *M. senile* sobre el desplazamiento y la alimentación de *L. albus*, lo que de acuerdo a nuestros resultados implica menor crecimiento. Esto es coincidente con observaciones de buzos mariscadores de Carelmapu que indican que erizos en las zonas con presencia *M. senile* pierden las púas y/o mueren.

Las especies de Nudibraquio *Tritonia challengeriana* y *Phidiana Lottini* fueron las más frecuentes en el área de estudio, aunque en laboratorio no fue posible confirmar un efecto de depredación sobre *M.*



*senile*. Pese a que está descrita en el sector de fiordos y canales del sur de Chile, no se registró la presencia de la especie *A. papilosa*.

Es posible la implementación de repoblamiento con cholga (*A. atra*) en AMERB afectadas con la invasión de *M. senile*, aunque se debe evaluar con más tiempo la evolución y éxito de este repoblamiento en el contexto del aumento de la biodiversidad y el incremento de erizos. Durante el desarrollo de este estudio se implementó el repoblamiento en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa, superando algunas dificultades administrativas. Se espera que durante 2024 (con financiamiento propio de la UACH) se obtenga una primera aproximación para evaluar, con algún nivel de validez, el resultado de la efectividad de esta acción de manejo para la mitigación de la anemona invasora *Metridium senile*.

Objetivo específico N° 5 Desarrollar acciones de capacitación y difusión para la identificación de la especie del género *Metridium*, su control y manejo a nivel regional.

La pesca artesanal de la comuna de Maullín, particularmente de Carelmapu, cuyos socios fueron parte activa del equipo de trabajo del proyecto, tiene clara conciencia de la problemática que enfrentan, desde antes del inicio del proyecto y que fue reforzado con la implementación del mismo.

Además de la participación en las actividades de muestreo los pescadores de Carelmapu quedaron bien impresionados de la potencial efectividad que podría tener el repoblamiento con Cholga (posterior a la realización del primer muestreo), tanto en AMERB, cómo en áreas de libre acceso. Por lo anterior es clave mantener el monitoreo del repoblamiento ensayado y promover este tipo de acciones de manejo y mitigación en otras AMERB.

Es importante mantener la difusión de potenciales actividades de mitigación con la pesca artesanal, particularmente en AMERBs que se hayan visto impactadas por la expansión de *M. senile* en ellas.



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anthony K. 1997. Prey Capture by the Sea Anemone *Metridium senile* (L.): Effects of Body Size, Flow Regime, and Upstream Neighbors. *Biol Bull.* 192(1):73-86. doi: 10.2307/1542577. PMID: 28581854.
- Akaike, H. (1974) A new look at the statistical model identification. *Automatic Control, IEEE Transactions*, 19, 716-723.
- Ballesteros M., Madrenas E., Pontes M. (2023) Alimentación y rúdula. Disponible en: <https://opistobranquis.info/en/introduccio/alimentacio/>
- Barahona, N., P. Araya, O. Gallo, A. Olgún, C. Vicencio, J. Fuentes, D. Subiabre. 2021. Programa de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas, 2020. Convenio de Desempeño 2020, Subsecretaría de Economía. 299 pp.
- Bates, D., M. Maechler, B. Bolker and S. Walker (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. doi:10.18637/jss.v067.i01
- Battini, N., Giachetti, C.B., Castro, K.L., Bortolus, A. & Schwindt, E. 2021. New invasive predator reduces the abundance of native prey in a cold-temperate marine fouling community. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 1– 13. <https://doi.org/10.1002/aqc.3681>
- Bilewitch, J.P., Degnan, S.M. A unique horizontal gene transfer event has provided the octocoral mitochondrial genome with an active mismatch repair gene that has potential for an unusual self-contained function. *BMC Evol Biol* 11, 228 (2011). <https://doi.org/10.1186/1471-2148-11-228>
- Blackburn, T.M., Pysek, P., Bacher, S., Carlton, J.T., Duncan, R.P., Jarosik, V., Wilson, J.R.U., Richardson, D.M., 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution* 26, 333-339.
- Borthagary, A.I. & A. Carranza 2007. Mussels as ecosystem engineers: Their contribution to species richness in a rocky littoral community. *Acta Oecol.* 31: 243-250.
- Brower, J. 1. Zar & c. von Ende. 1998. *Field and laboratory methods for general ecology*. Brown. Iowa. 236.
- Bucklin, A., 1982. The annual cycle of sexual reproduction in the sea anemone *Metridium senile*. *Can. J. Zool.* 60, 3241–3248.
- Bucklin, A. & D. Hedgecock, 1982. Biochemical genetic evidence for a third species of *Metridium* (Coelenterata, Actiniaria). *Mar. Biol.*, Vol. 66, pp. 1-7.
- Bucklin, A., 1985. Biochemical genetic variation, growth and regeneration of the sea anemone, *Metridium*, of British shores. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, Vol. 65, pp. 141-157.
- Bucklin, A. 1987. Growth and asexual reproduction of the sea anemone *Metridium*: comparative laboratory studies of three species. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol*, vol. 110:41-52.
- Burnham, K. P. and Anderson, D. R. (2002) *Model selection and multimodel inference: A practical-theoretic approach*. Vol., Springer-Verlag, Amsterdam.



- Buschbaum, C., S. Dittmann, J. Hong, I. Hwang, M. Strasser, M. Thiel, N. Valdivia, S. Yoon & K. Reise. 2009. Mytilid mussels: global habitat engineering in coastal sediments. *Helgoland Mar. Res.* 63: 47-58.
- Carlgrén O. 1949. A survey of the Ptychodactiaria, Corallimorpharia and Actiniaria. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar* 1(1): 1-121.
- Carlton, J.T., 1996a. Marine Bioinvasions: The Alteration of Marine Ecosystems by Nonindigenous Species. *Oceanography* 9, 36-43.
- Carlton, J. T. 1996b. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. *Biol. Conserv.* 78, 97-106.
- Carlton, J.T., Cohen, A.N., 2003. Episodic global dispersal in shallow water marine organisms: the case history of the European shore crabs *Carcinus maenas* and *C. aestuarii*. *Journal of Biogeography* 30, 1809-1820.
- Carranza A., Defeo O., Beck M., Castilla J.C. (2009) Linking fisheries management and conservation in bioengineering species: the case of South American mussels (Mytilidae). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19, 349–366.
- Cayuela, L. 2011. Una introducción a R. Área de Biodiversidad y Conservación, Universidad Rey Juan Carlos. 40 pp.
- Contreras, C., Niklitschek, E., Molinet, C., Díaz, P., Díaz, M., 2019. Fishery-induced reductions in density and size truncation of sea urchin *Loxechinus albus* affects diversity and species composition in benthic communities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.
- Crawley, M. J. 2007. The R Book. *Stat Papers* 50, 445–446 (2009). <https://doi.org/10.1007/s00362-008-0118-3>
- Eisapour, M.; Seyfabadi, S.J. y Daghooghi, B. Comparative Radular Morphology in Some Intertidal Gastropods along Hormozgan Province, Iran. *Journal of Aquaculture Research & Development* (2015) 6(4): 1.
- Ellingson, R. A., Krug, P. J., Ellingson, R. A., & Krug, P. J. 2006. Evolution of Poecilogony from Planktotrophy: Cryptic Speciation, Phylogeography, and Larval Development in the Gastropod Genus *Alderia*. *Evolution*, 60(11), 2293–2310.
- Fautin, D. G., A. E. Siebert, and E. N. Kozloff. 1987. Class Anthozoa, p. 68-78. In: *Marine invertebrates of the Pacific Northwest*. E. N. Kozloff (ed.). University of Washington Press, Seattle.
- Fautin, D.G y C. Hand. 2007. Anthozoa, p. 173-184. In: *The Light and Smith Manual: intertidal invertebrates from central California to Oregon*. J. T. Carlton (ed.). University of California Press, Berkeley
- Feehan, K.A., Waller, R.G. & Häussermann, V. Highly seasonal reproduction in deep-water emergent *Desmophyllum dianthus* (Scleractinia: Caryophylliidae) from the Northern Patagonian Fjords. *Mar Biol* 166, 52 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00227-019-3495-3>
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., & Vrijenhoek, R. (1994). DNA primers for amplification of



- mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates 3, 294–299.
- Foster, K., F. Steimle, W. Muir, R. Kropp and B. Conlin. 1994. Mitigation potential of habitat replacement: concrete artificial reef in Delaware Bay—preliminary results. *Bulletin of Marine Science*, 55 (2-3): 783-795.
- Fox, J. and S. Weisberg (2019). *An R Companion to Applied Regression*, Third edition. Sage, Thousand Oaks CA. <<https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>>.
- Gemill, J. 1920. The development of the sea-anemones *Metridium dianthus* (Ellis) and *Adamsia palliata* (Bohad) Phil. Trans. R. Soc. Lond. B209351–375
- Gimenez, L.H., Battini, N., González-Muñoz, R. et al. Invader in disguise for decades: the plumose sea anemone *Metridium senile* in the Southwestern Atlantic Ocean. *Biol Invasions* (2023). <https://doi.org/10.1007/s10530-023-03031-5>
- Glon H, Haruka Y, Daly M, Nakaoka M. 2019. Temperature and salinity survival limits of the fluffy sea anemone, *Metridium senile* (L.), in Japan. *Hydrobiologia* 2:303–315
- Glon, H., Daly, M., Carlton, J.T., Flenniken, M.M., Currimjee, Z. 2020a. Mediators of invasions in the sea: life history strategies and dispersal vectors facilitating global sea anemone introductions. *Biological Invasions*. 22:3195-3222. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02321-6>
- Glon, H.E., Costa, M., de Lecea, A.M., Goodwin, C., Cartwright, S., Díaz, A., Brickle, P., Brewin, P.E. 2020b. First record of the plumose sea anemone, *Metridium senile* (Linnaeus, 1761), from the Falkland Islands. *BiolInvasions Records*. 9:461-470. <https://doi.org/https://doi.org/10.3391/bir.2020.9.3.02>
- Glon, Heather. 2021. Environmental Tolerance, Spread, and Diversification of the Sea Anemone Genus *Metridium*. Dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University
- Glon, H., Quattrini, A., Rodriguez, E., Titus, B. M. and Daly, M. 2021. Comparison of sequence-capture and ddRAD approaches in resolving species and populations in hexacorallian anthozoans. *Mol Phylogenet Evol* 163, 107233.
- Glon H, Häussermann V, Brewin PE, Brickle P, Kong S, Smith ML, Daly M. 2023. There and back again: the unexpected journeys of *Metridium de Blainville*, 1824 between the old oceans and throughout the modern world. *The Biological Bulletin* 244 (1), 9-24.
- Griffiths, A. M., Sims, D. W., Cotterell, S. P., El Nagar, A., Ellis, J. R., Lynghammar, A. & Genner, M. J. (2010). Molecular markers reveal spatially segregated cryptic species in a critically endangered fish, the common skate (*Dipturus batis*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1687), 1497-1503.
- Grosholz, E. 2002. Ecological and evolutionary consequences of coastal invasions. *Trends in Ecology & Evolution*. 17, 22-27.
- Hall, T., Biosciences, I., & Carlsbad, C. (2011). BioEdit: an important software for molecular biology. *GERF Bull Biosci*, 2(1), 60-61.



- Hand. C. 1957. Another sea anemone from California and the types of certain Californian anemones. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 47, 411-414.
- Harris, L.G. 1973. Nudibranch associations. *Current Topics in comp. Pathobiol.* 2: 213-15.
- Häussermann, V. 2004. Identification and taxonomy of soft-bodied hexacorals exemplified by Chilean sea anemones, including guidelines for sampling, preservation and examination. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84(5), 931-936. doi:10.1017/S0025315404010215h.
- Häussermann, V., Försterra, G., 2005. Distribution patterns of Chilean shallow-water sea anemones (Cnidaria: Anthozoa: Actiniaria, Corallimorpharia); with a discussion of the taxonomic and zoogeographic relationships between the actinofauna of the South East Pacific, the South West Atlantic and the Antarctic. *Scientia Marina* 69, 91-102.
- Häussermann, V. 2006. Biodiversity of Chilean sea anemones (Cnidaria: Anthozoa): distribution patterns and zoogeographic implications, including new records for the fjord region. *Invest Mar.* 34:23-35
- Häussermann, V., G. Forsterra. 2009. *Marine Benthic Fauna of Chilean Patagonia. Illustrated identification guide.* 993 pp.
- Häussermann, V., Spano, C. Thiel, M. and Lohrmann, K. (2015): First record of the sea anemone *Diadumene lineata* (Verrill, 1869) (Cnidaria: Anthozoa: Actiniaria) from the Chilean coast. *Spixiana* 38 (1): 39-42.
- Häussermann, V., Molinet, C., Díaz Gómez, M. et al. Recent massive invasions of the circumboreal sea anemone *Metridium senile* in North and South Patagonia. *Biol Invasions* 24, 3665–3674 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02878-4>
- Hickman, C.S. Radular patterns, systematics, diversity and ecology of Deep-Sea Limpets. *The Veliger* (1983) 26(2): 73-92.
- Hickman, C.S. Evolution and function of asymmetry in the Archaeogastropod *Radula*. *The Veliger* (1981) 23(3): 189-194.
- Hoffmann, R. J. 1976. Genetics and asexual reproduction in the sea anemone *Metridium senile*. *Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole* 151, 478–488.
- Hoffmann, R.J. 1987. Short-term stability of genetic structure in populations of the sea anemone *Metridium senile*. *Mar. Biol.* 93, 499–507. <https://doi.org/10.1007/BF00392787>.
- Hurlbert, S. H. (1971). The Nonconcept of Species Diversity: A Critique and Alternative Parameters. *Ecology*, 52(4), 577–586. <https://doi.org/10.2307/1934145>
- Johnson, T.R., Wilson, J.A., Cleaver, C., Morehead, G., Vadas, R. 2013. Modeling fine scale urchin and kelp dynamics: Implications for management of the Maine sea urchin fishery. *Fish Res.* 141:107-117. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.05.008>.
- Kerckhof, F.; Rumes, B.; Degraer, S. 2019. About "Mytilisation" and "Slimeification": a decade of succession of the fouling assemblages on wind turbines off the Belgian coast, in: Degraer, S. et al.





- Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: making a decade of monitoring, research and innovation. *Memoirs on the Marine Environment*: pp. 73-84
- Legendre, P. and Legendre, L. (1998) *Numerical ecology*. 2nd English Edition, Elsevier, Amsterdam.
- Lombardi, M. & M. Lesser. 2010. The annual gametogenic cycle of the sea anemone *Metridium senile* from the Gulf of Maine. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Volume 390, Issue 1, Pages 58-64, ISSN 0022-0981, <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2010.04.004>.
- Lyons, D.A., Scheibling, R.E. 2009. Range expansion by invasive marine algae: rates and patterns of spread at a regional scale. *Diversity and Distributions* 15, 762-775.
- Martin, Juan & Garese, Agustín & Sar, Alicia & Acuña, Fabián. 2015. Fouling community dominated by *Metridium senile* (Cnidaria, Anthozoa, Actiniaria) in Bahía San Julián (Southern Patagonia, Argentina). *Scientia Marina*. 79. 10.3989/scimar.004082.21A.
- Mazerolle, M. 2006. Improving data analysis in herpetology: using Akaike's Information Criterion (AIC) to assess the strength of biological hypotheses. *Amphibia-Reptilia*, 27(2), 169-180. <https://doi.org/10.1163/156853806777239922>
- McCullagh, P. and Nelder, J.A. 1989. *Generalized Linear Models*. 2nd Edition, Chapman and Hall, London. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4899-3242-6>
- Menéndez J. (2006) Opistobranquios. Alimentación. Disponible en: <https://www.asturnatura.com/articulos/opisto/alimentacion.php>
- Molinet, C., J. Henríquez, M. Díaz, K. Espinoza. 2021. Red de estaciones fijas de monitoreo de variables poblacionales de los recursos erizo y almeja, Regiones de Los Lagos y Aysén. Informe Final 97 pp.
- Molinet, C., Häussermann, V., Astorga, M. et al. Population expansion of the invasive sea anemone *Metridium senile* in the spatial mesoscale of a sea urchin bed in north-western Patagonia. *Biol Invasions* 25, 1101–1118 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02965-6>
- Molnar, J.L., Gamboa, R.L., Revenga, C., Spalding, M.D., 2008. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6, 485-492.
- Nelson ML, Craig SF. 2011. Role of the sea anemone *Metridium senile* in structuring a developing subtidal fouling community. *Mar Ecol Prog Ser* 421:139-149. <https://doi.org/10.3354/meps08838>
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993. *Plancton marino de aguas chilenas*. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, 151 pp.
- Pickard, G.L. 1971. Some physical oceanographic features of inlets of Chile. *Fisheries Research Board of Canada* 28: 1077-1106.
- Pielou, E.C. (1966) The Measurement of Diversity in Different Types of Biological Collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13, 131-144. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](http://dx.doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0)
- Purcell, J. E. 1977. The diet of large and small individuals of *Metridium senile*. *Bull. S. Cal. Acad. Sci.* 76, 168-172.



- Quattrini, A.M., Snyder, K.E., Purow-Ruderman, R. et al. Mito-nuclear discordance within Anthozoa, with notes on unique properties of their mitochondrial genomes. *Sci Rep* 13, 7443 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34059-1>
- R Core Team. 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL. <https://www.R-project.org/>.
- Riemann-Zürneck K. (1975). Actiniaria des Südwestatlantik. II. Sagartiidae und Metridiidae. *Helgo. Merres.*, 27: 70-95.
- Riis, A. & P. Dolmer. 2003. The distribution of the sea anemone *Metridium senile* (L.) related to dredging for blue mussels (*Mytilus edulis* L.) and flow habitat, *Ophelia*, 57:1, 43-52, DOI: 10.1080/00785236.2003.10409504
- Roa-Ureta, R. and Niklitschek, E. (2007) Biomass estimation from surveys with likelihood-based geostatistics. *ICES Journal of Marine Science*, 64, 1723–1734.
- Rousset, F., and J.-B. Ferdy. 2014. Testing environmental and genetic effects in the presence of spatial autocorrelation. *Ecography* 37:781! -790.
- Rozas, J., Ferrer-Mata, A., Sánchez-Del Barrio, J. C., Guirao-Rico, S., Librado, P., Ramos-Onsins, S. E., & Sánchez-Gracia, A. 2017. DnaSP 6: DNA sequence polymorphism analysis of large data sets. *Molecular biology and evolution*, 34(12), 3299-3302.
- Ruiz, G.M., Carlton, J.T., Grosholz, E.D., Hines, A.H., 1997. Global Invasions of Marine and Estuarine Habitats by Non-Indigenous Species: Mechanisms, Extent, and Consequences. *American Zoologist* 37, 621-632.
- Sala Antonello, Bastardie Francois, de Carlo F., Dinesen Grete E., Eigaard Ole, Feekings J.P., Frandsen R.F., Jonsson P., Krag L.A., Laffargue Pascal, Magnusson M., Nielsen J. Rasmus, Notti Emilio, Papadoupoulou Nadia, Polet Hans, Rijnsdorp A. D., Sköld Mattias, Smith Chris, Van Marlen B., Virgili Massimo, Zengin Mustafa (2014). Report on options for mitigation fishing impacts in regional seas. EU-FP7 BENTHIS - Deliverable 7.7. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00310/42144/>
- Schrödl M. (2001) South American Opisthobranchia (Mollusca: Gastropoda) collected by Charles Darwin during the "Beagle" expedition in 1832-1835. *Bolletino malacológico*, Roma, 37(5-8): 181-186. Sociedad italiana di Malacología. Véase también en: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/208747#page/134/mode/1up>
- Sebens, K. 1985. The Ecology of the Rocky Subtidal Zone. *American Scientist - AMER SCI.* 73. 548-557. Silva et al. 1998.
- Sepúlveda, R.D., Camus, P.A. and Moreno, C.A. 2016. Diversity of faunal assemblages associated with ribbed mussel beds along the South American coast: relative roles of biogeography and bioengineering. *Mar Ecol*, 37: 943-956. <https://doi.org/10.1111/maec.12301>
- Shearer TL, Van Oppen MJ, Romano SL, Wörheide G. Slow mitochondrial DNA sequence evolution in the Anthozoa (Cnidaria). *Mol Ecol.* 2002 Dec;11(12):2475-87. doi: 10.1046/j.1365-294x.2002.01652.x. PMID: 12453233.



- Shiganova, T.A., 1998. Invasion of the Black Sea by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and recent changes in pelagic community structure. *Fisheries Oceanography* 7, 305-310.
- Silva, N., C. Calvete y HA. Sievers. 1998. Masas de agua y circulación general para algunos canales australes entre Puerto Montt y Laguna San Rafael, Chile (Crucero Cimar-Fiordo 1). Water masses and general circulation patterns of some southern Chilean inlets between Puerto Montt and San Rafael Lagoon (Cimar-Fiordo 1 cruise). Nelson Silva S., Carolina Calvete M. y Hellmuth Sievers.
- Southgate, T. and A. Myers. 1985. Mussel fouling on the Celtic Sea Kinsale Field gas platforms, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 20, Issue 6, 1985, Pages 651-659, ISSN 0272-7714, [https://doi.org/10.1016/0272-7714\(85\)90023-X](https://doi.org/10.1016/0272-7714(85)90023-X).
- Steneck, R.S., Leland, A., McNaught, D.C., Vavrinec, J., 2013. Ecosystem Flips, Locks, and Feedbacks: The Lasting Effects of Fisheries on Maine's Kelp Forest Ecosystem. *Bulletin of Marine Science* 89, 31-55.
- Strickland, J. D. H. & T. R. Parsons. 1972. A. Practical Handbook of Seawater Analysis. 2nd ed., Bull. Fish. Res. Bd. Can. No. 167, 310 pp.
- Tamura, K., Stecher, G., & Kumar, S. 2021. MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. *Molecular Biology and Evolution*, 38(7), 3022-3027.
- Taylor, P.H., 2004. Green Gold: Scientific findings for management of Maine's Sea Urchin Fishery. in: *Resources M.D.o.M.*, ed. Maine Department of Marine Resources, Maine, pp. 34.
- Utermohl, H. (1958) Zur Ver vollkommung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitteilung Internationale Vereinigung Fuer Theoretische unde Amgewandte Limnologie*, 9, 39 p.
- Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002) *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0
- Wahl M. 1985. The recolonization potential of *Metridium senile* in an area previously depopulated by oxygen deficiency. *Oecologia* 67:255–259.
- Zar, J.H. (1999) *Biostatistical Analysis*. 4th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River.



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

## 9. ANEXOS

### 9.1. Anexo 2.1. Invitación y Programa de Taller Internacional de Expertos.

**Taller Internacional de Expertos**

"Análisis de la invasión de la anémona *Metridium senile*: Potenciales efectos sobre pesquerías bentónicas. Proyecto FIPA 2021-36"

**30 de agosto 2022**

- 15:00 - 18:00 horas de Chile
- Actividad gratuita

**zoom** **TRANSMISIÓN EN VIVO** Canal de Youtube UACH Sede Puerto Montt





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
*Conocimiento y Naturaleza*



Estimados y estimadas:

El Programa de Investigación Pesquera de la Sede Puerto Montt de la Universidad Austral de Chile (UACH) en conjunto con el Instituto de Fomento Pesquera (IFOP) y la Universidad San Sebastián (USS), tienen el agrado de invitarle al **Taller Internacional de Expertos titulado “Análisis de la invasión de la anémona *Metridium senile* en el bentos del Sur de Chile: potenciales efectos sobre pesquerías bentónicas”**, que se realizará el martes 30 de agosto, a partir de las 15:00 horas de Chile, a través de la plataforma de reuniones Zoom.

## PROGRAMA TALLER EXPERTOS

Martes 30 de agosto de 2020 - 15:00 horas de Chile

Hora	Título	Expositor
15:00 – 15:15	Palabras de bienvenida de representante SUBPESCA- FIPA	Daniel Segura
15:15 – 15:45	“Contexto: Invasión de <i>Metridium senile</i> Canal Chacao, Red de estaciones fijas recurso erizo”	Dr. Carlos Molinet de la Universidad de Austral de Chile



<b>15:45 – 16:15</b>	“La anémona invasora <i>Metridium senile</i> en Chile”	Dra. Vreni Häussermann de la Universidad San Sebastián
<b>16:15 – 16:30</b>	<b>Coffee Break</b>	
<b>16:30 – 16:45</b>	“Una invasión inadvertida: historia reciente y no tan reciente de <i>Metridium senile</i> en Argentina”	Dr. Nicolas Battini, del Instituto de Biología de Organismos Marinos de Argentina
<b>16:45 - 17:30</b>	“Biological invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: <i>Metridium senile</i> ”	Dr. James Carlton, del Williams College-Mystic Seaport Maritime Studies Program de Estados Unidos.
<b>18:00</b>	<b>Cierre y ronda de preguntas o discusión</b>	

## Enlace de Zoom

Tema: Taller de Expertos *Metridium senile*  
Hora: 30 ago 2022 03:00 p. m. Santiago

Unirse a la reunión Zoom

<https://reuna.zoom.us/j/84054132735?pwd=SkpBeVJZOU9rbkJ5Q3VIbEVBU2padz09>





9.2. Anexo 2.2. Listado de asistencia y participantes del Taller Internacional de Expertos.



Taller Internacional de Expertos

**Análisis de la invasión de la anémona *Metridium senile*: Potenciales efectos sobre pesquerías bentónicas.**

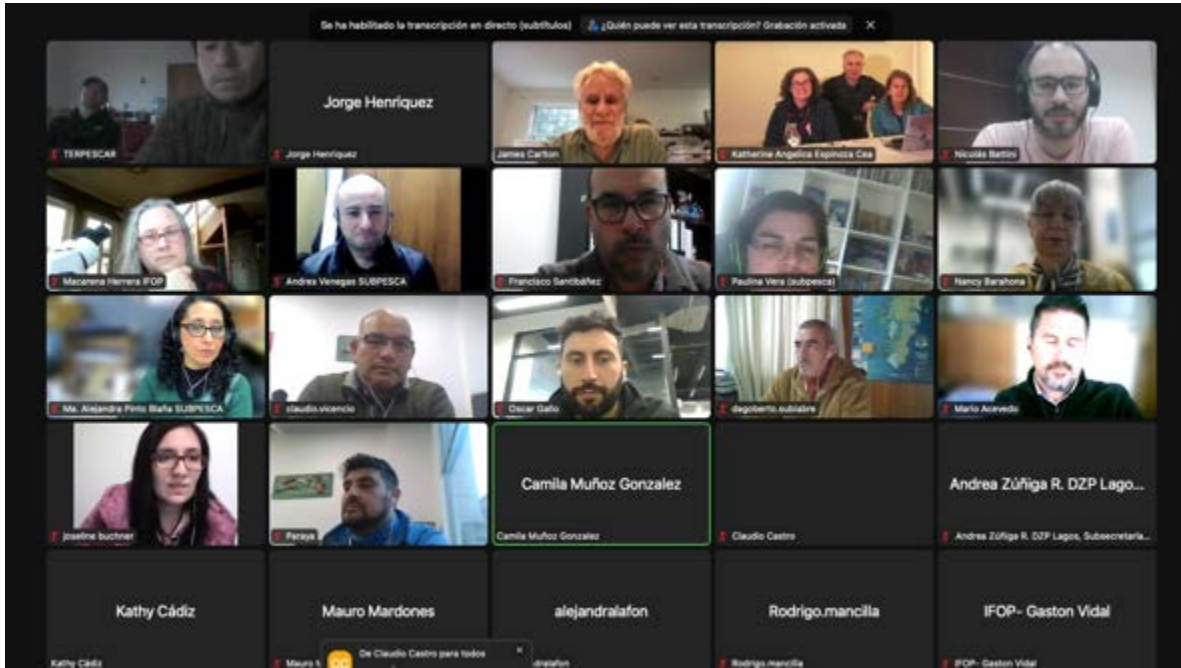
PROYECTO FIPA 2021 – 36 “ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA, GESTIÓN Y MANEJO DE LA ANÉMONA DE MAR DEL GENERO METRIDIDIUM EN LAS LOCALIDADES DE MAULLÍN Y CARELMAPU EN LA REGION DE LOS LAGOS”

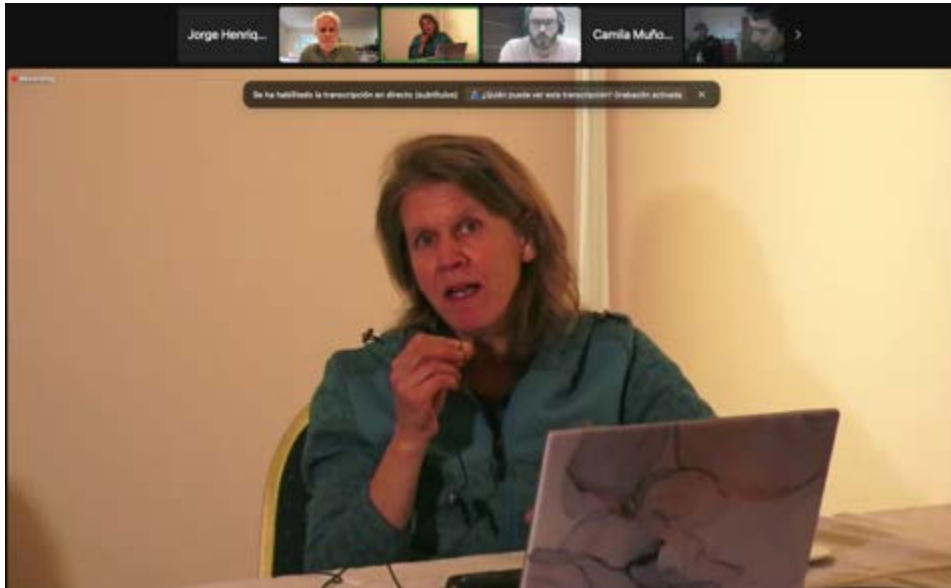
30 de agosto 2022

Nombre	Firma	Mail
Daniel Segura		dsegura@ulpuerto.cl
V. Häussermann		v.hausermann@gmail.com
Carla Neukirch		carloneuk@uach.cl
MARCELA ASTORGA		MARCELA.ASTORGA@UACH
Javier Valenzuela Cabon		JAVIERV@GMAIL.COM
LONGE HERRERA		longe.herrera@UACH.CL
Katherine Espinoza		K.ESPINOZA@GMAIL.COM
MANUEL DÍAZ		MANUEL.DIAZ@UACH.CL
Carla Guerrero Balcazar		yiel.guerrero@ulpuerto.cl
Julio Ospato		
Hector Lopez		hlopez@ulpuerto.cl



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura







Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

### 9.3. Anexo 2.3. Exposiciones presentadas durante el Taller Internacional de Expertos.



TERPESCAR y STIs  
Pesca Artesanal  
Carelmapu



Programa de Investigación Pesquera  
Sede Puerto Montt

## Contexto general: Detección y expansión de la anemona *Metridium senile* en el bentos del canal Chacao: Potenciales efectos sobre pesquerías bentónicas

FIPA 2021-36



### *Metridium* sp. Cnidaria, Anthozoa, Metridiidae

- Son agresivos colonizadores tardíos y desplazan a colonizadores primarios
- Son cazadores. Se alimenta de presas de 0.5 > 2 mm (relativo a su diámetro).
- Su tamaño se asocia al flujo del sitio (más flujo, más pequeñas) (Anthony 1997).
- Soportan amplio rango de salinidad (14-37 ppm) y temperatura (-1 a 20° C)



Causan daño al tocarlas







## Cronologia Canal Chacao

- 2020 Buzos mariscadores alertan sobre presencia de especie mucilaginoso en conchas de picorocos (Municipalidad de Maullín, IFOP)
- 2021, Febrero: Muestreo red-erizos detecta amplia cobertura de *M. senile* en Picuta (confirmado a través de imágenes por la Dra. Verena Häussermann)
- 2021, Febrero: Buzos de Carelmapu alertan sobre cobertura de *Metridium* en el canal Chacao informando que han desplazado a especies como los erizos.
- 2021, marzo-mayo: Reuniones con instancias gubernamentales y pescadores para discutir el problema planteado por los pescadores, lidera IFOP.
- 2021, junio: Subpesca decide presentar un proyecto FIPA, el cual es discutido con los Pescadores de Carelmapu.
- Agosto de 2021, confirmación genética preliminar de *M. senile* en Canal Chacao (Dra. Marcela Astorga)
- 2021, Octubre: Se licita proyecto de investigación por parte del FIPA.
- 2022, Junio: Se informa tramitación contrato FIPA-UACH-IFOP-USS

### FIPA 2021-36

“Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de los Lagos”



Objetivo general: Identificar y establecer medidas de manejo de la actinia del género *Metridium* que habita en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos y que a partir de 2017 interfiere con las pesquerías bentónicas de la zona.



TERPESCAR y STIs  
Pesca Artesanal  
Carelmapu



Programa de Investigación Pesquera  
Sede Puerto Montt



UNIVERSIDAD  
SAN SEBASTIAN

Sede Puerto Montt



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

# Antecedentes



## Programa de Seguimiento Pesquerías Bentónicas, 2020

Jefe de Proyecto: Nancy Barahona Toledo

**Objetivo 2:** “Disponer de indicadores actualizados que den cuenta de tendencias de la dinámica poblacional de recursos seleccionados con la contraparte técnica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.”



Programa de Investigación Pesquera  
Universidad Austral de Chile

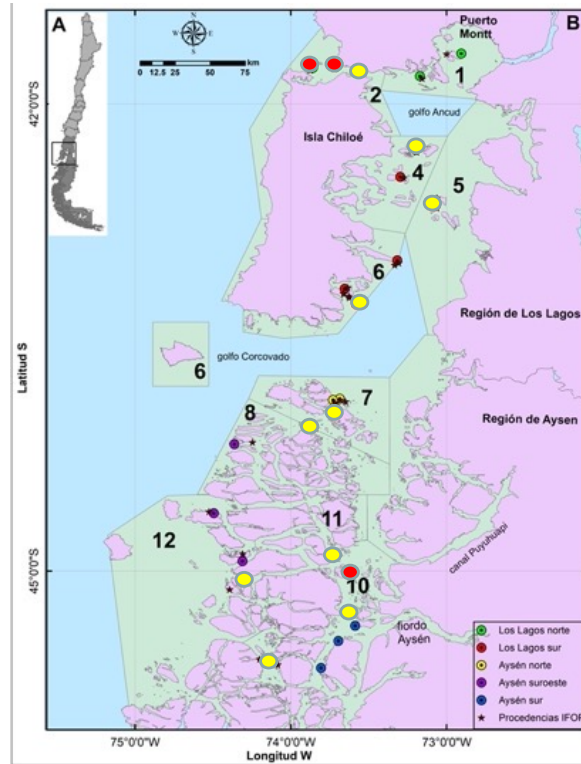




Presencia de *Metridium* sp

- Muy abundante en Canal Chacao.
- 2021 registrada en 15 de 23 estaciones
- 2022 Registrada en 19 de 22 estaciones
- **Especie no considerada en monitoreo. El registro de videos permitió su revisión.**

- Presencia enero 2021
- Abundante varios transectos 2021

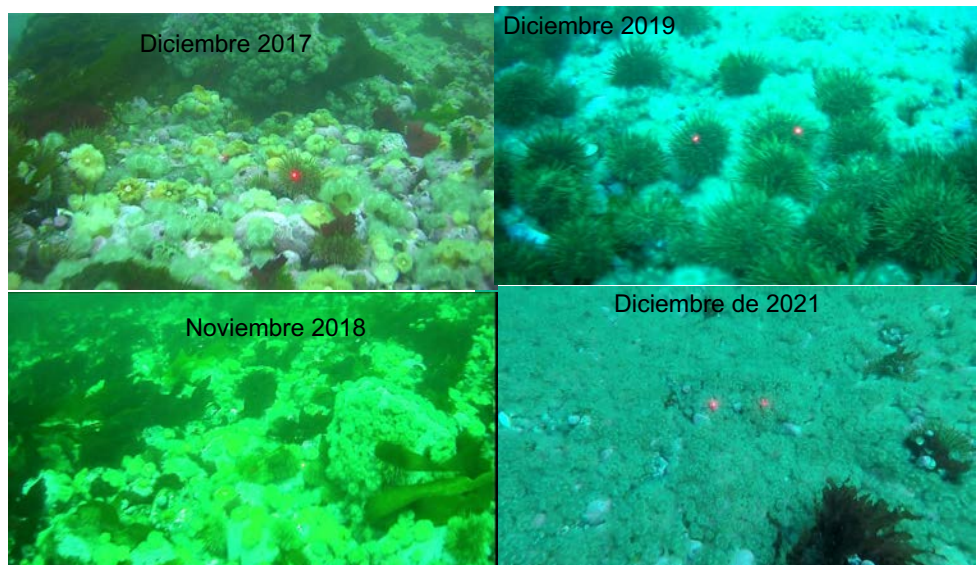


## Enfoque de Red de estaciones fijas de erizo

Dinámica de expansión y contracción de subpoblaciones explotadas de erizo

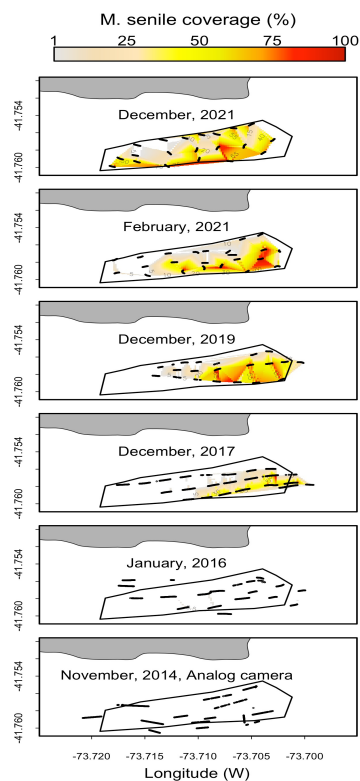


La dinámica de contracción de subpoblaciones o parches de erizo está modulada por el efectos de enfermedades, eventos catastróficos, mortalidad natural, la pesca. Mientras que la dinámica de expansión está principalmente modulada por reclutamiento e inmigración.

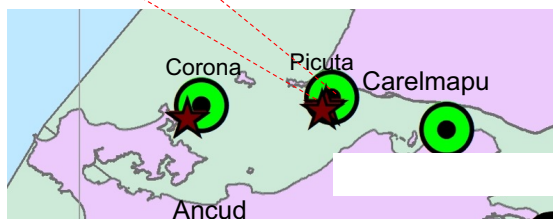


Cobertura de Anthozoa y Metridium sp en Punta Picuta

En los fiordos y canales del sur de Chile se han descrito más de 41 especies de Actiniaria



## Cobertura de *Metridium* sp., Noviembre 2014- Diciembre 2021



Indicadores de la población de erizos estudiada

Fecha	Densidad (urchins/10 m <sup>2</sup> )	Abundancia estimada	Diámetro de agregación (m)
Nov. 2014	15	795 810	377
Ene. 2016	9	487 747	62
Oct. 2016	14	733 642	950
Dic. 2017	28	1 522 750	497
Nov. 2018	18	985 065	97.6
Dic. 2019	39	2 116 656	550
Feb. 2021	9	496 139	376
Dic. 2021	1	75 576	20



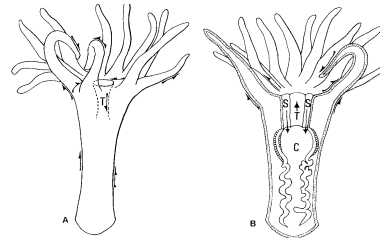
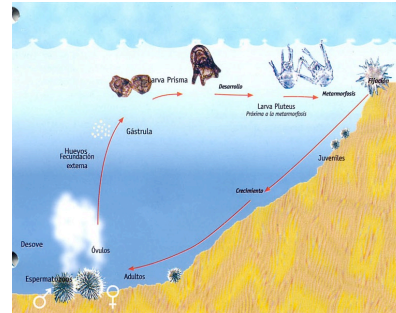
## Posibles daños para la pesca bentónica

- Ocupación del espacio  
¿desplazamiento  
erizos? ¿movilidad?



Considerando que el erizo posee una larva que permanece en el plancton por alrededor de 30 días. Depredación sobre larvas, restricción de nuevos reclutamientos

Tomado de Bustos y Olave (2001)



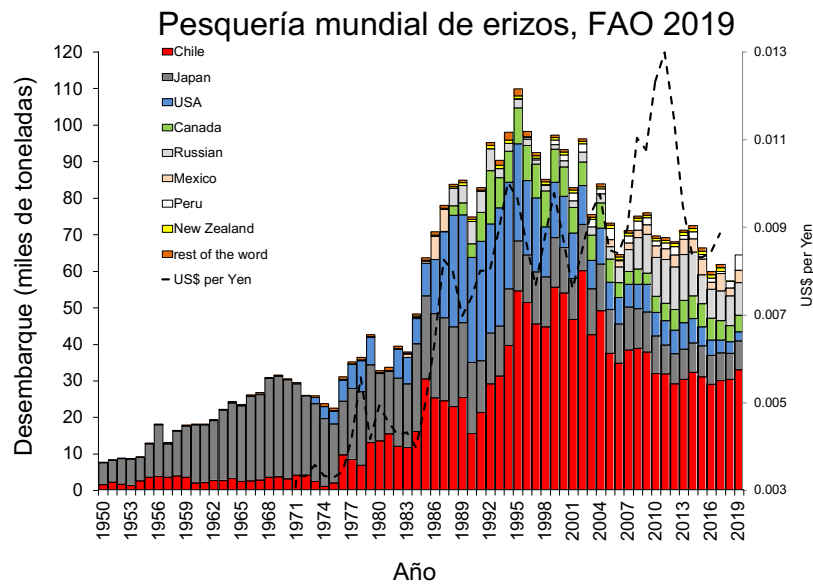
## Hipótesis sobre el efecto en la dinámica de la pesquería





Posible efecto de *M. senile* sobre la dinámica de expansión de subpoblaciones del erizo *Loxechinus albus*: Efectos sobre el asentamiento/reclutamiento

## Chile: Principal desembarque de erizos del mundo





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

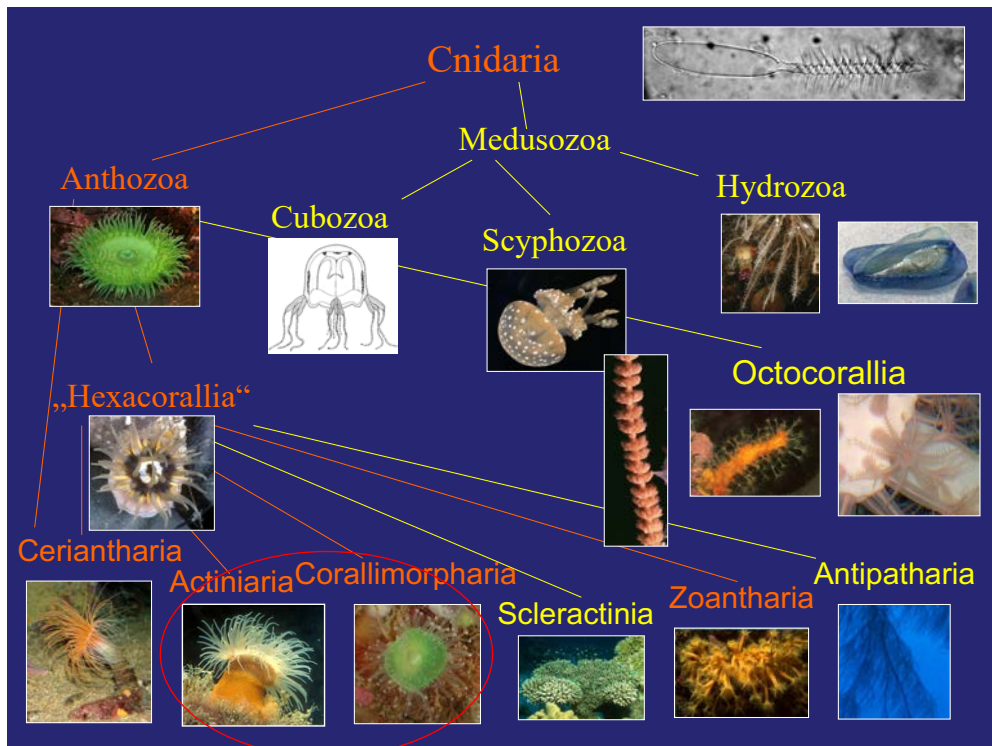
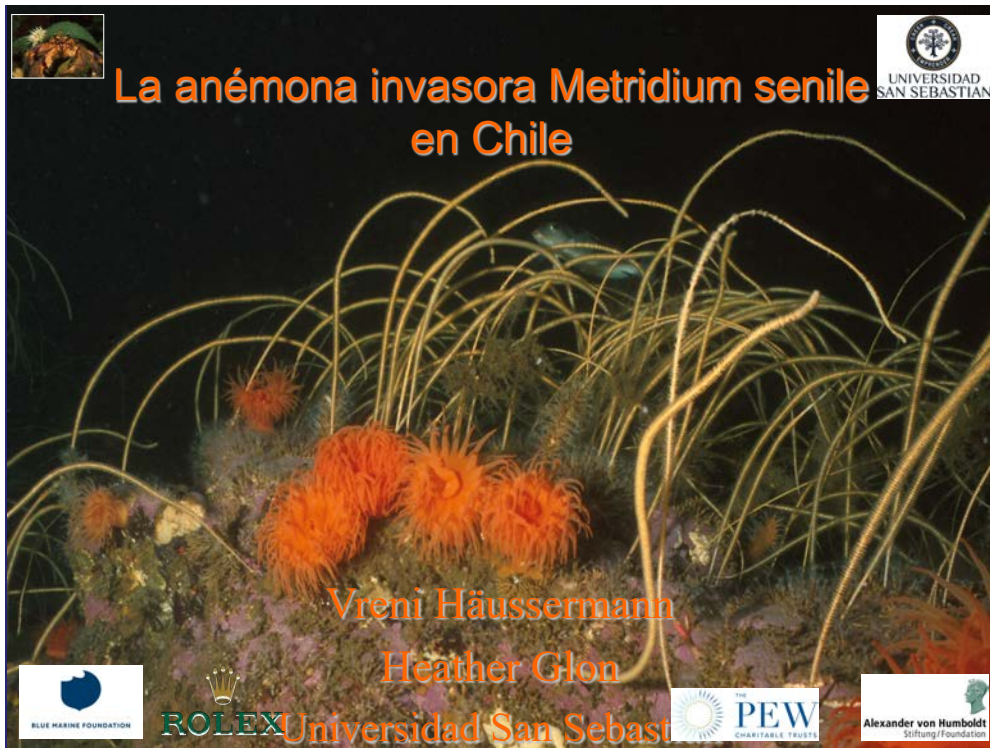
# Efecto sobre la biodiversidad

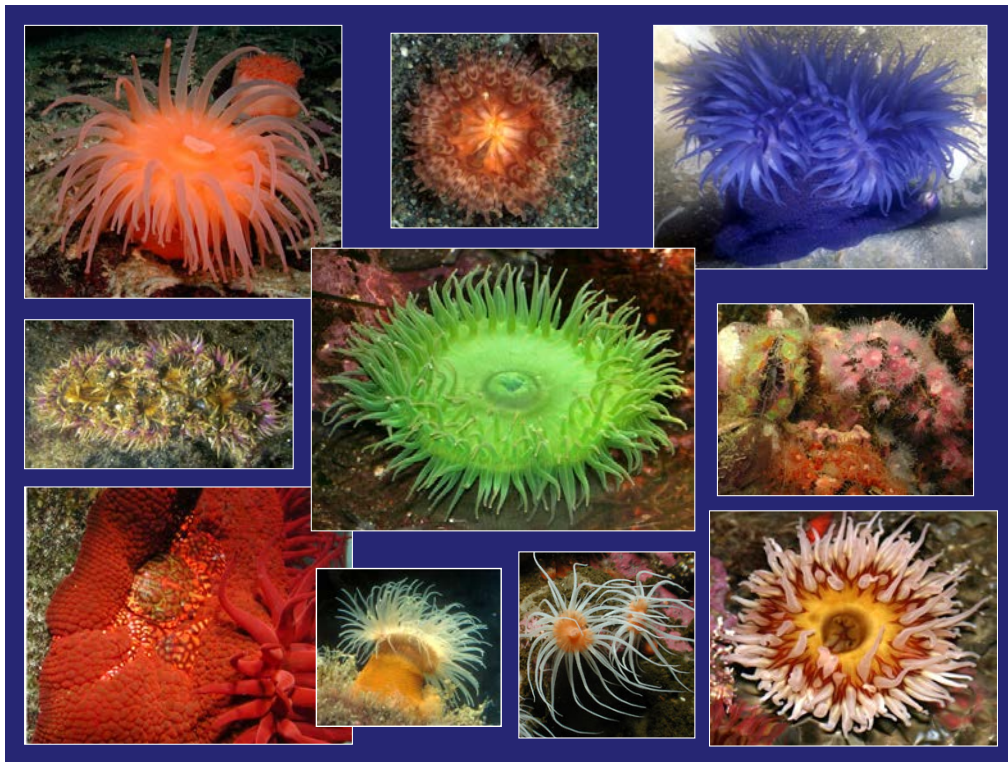
Análisis en progreso



Muchas gracias

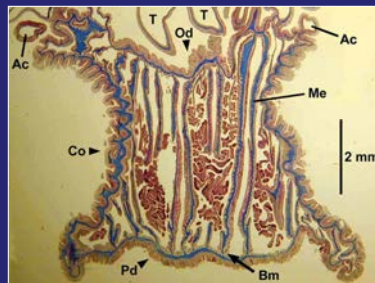
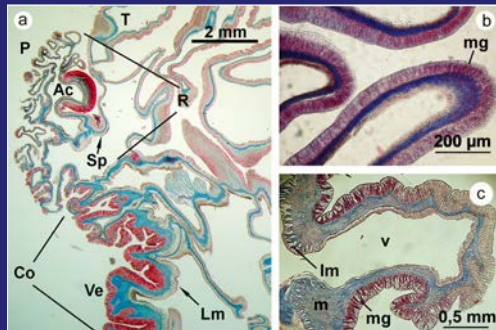
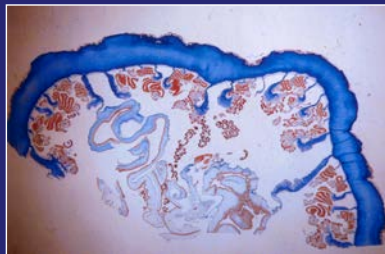






### Metodos de identificación de anémonas de mar con morfología y histología:

#### 1. Posición, forma y tamaño de ciertos músculos



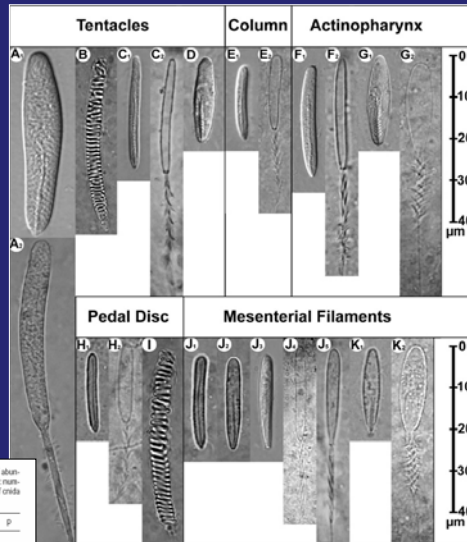




## 2. Cnidae

### Tipos y tamaños

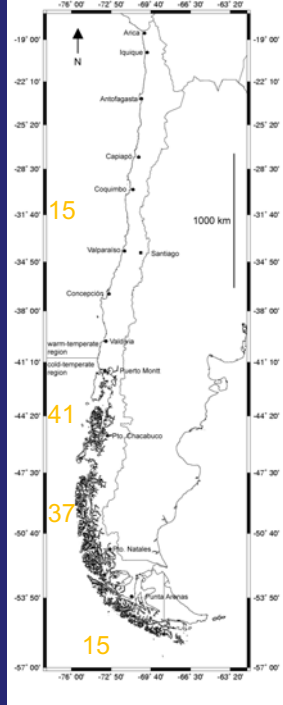
- espirocystos
- nematocystos:
- basitricos
- holotricos
- b-mastigoforos
- p-mastigoforos
- amastigoforos



**Table 1.** Types (capital letters, see Fig. 7), sizes and distribution of cnidaria of *Arenicola albomaculata* n. sp., in each tissue in order of abundance: \* = very common, + = common, † = few, ‡ = sporadic. Columns titles: "m<sub>1</sub>" and "m<sub>2</sub>" = means; "s<sub>1</sub>" and "s<sub>2</sub>" = standard deviations; "T" = number of turns on proximal part of tube; "F" = number of capsules measured; "p" = proportion of animals examined with respective type of cnidia present. Exceptional sizes in parentheses.

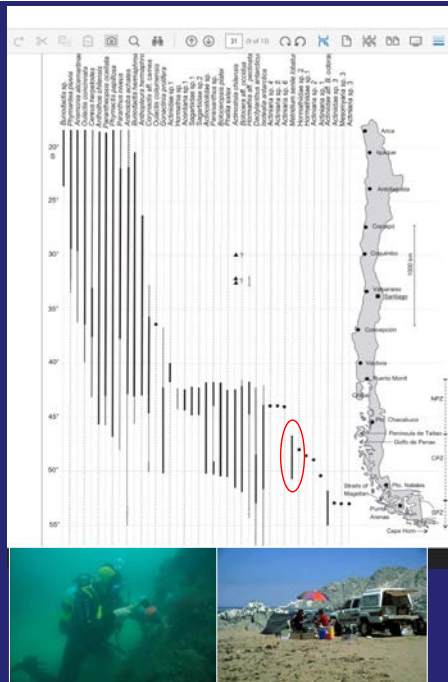
Tissue/Cnidaria type/abundance	Capsule length (µm)	m <sub>1</sub>	s <sub>1</sub>	Q	Capsule width (µm)	m <sub>2</sub>	s <sub>2</sub>	T	F	p
<b>TENTACLES</b>										
large basitrichs* (A)	20.0(21.6-34.7)	28.98	3.54	2.1-3.6	2.83	0.34	6-7	95	6/6	
spirocysts* (B)	10.8-41.6	24.31	7.16	1.6-4.1	2.63	0.56		108	6/6	
small basitrichs* (C)	13.1-18.9(21.3)	16.10	2.01	1.7-2.8	2.30	0.34	4-5	76	6/6	
<b>AERORHAGI</b>										
holotrichs* (D)	34.2-42.5	38.18	2.02	4.5-6.5	5.96	0.59		46	6/6	
<b>PELUCACINORHAGI</b>										
large basitrichs* (E)	19.8-32.4	25.67	2.81	2.25-3.44(4.00)	2.94	0.41	5-6	48	6/6	
small basitrichs* (F)	9.9-13.0	11.40	1.30	1.8-2.0	1.9	0.12	7	4	1/6	
<b>COLUMN</b>										
large basitrichs* (G)	20.8-31.2	24.67	1.94	2.2-3.3(3.8)	2.85	0.37	5-6	95	6/6	
small basitrichs* (H)	6.3-12.9(16.6)	11.33	3.44	1.0-2.1	1.60	0.43	7	15	3/6	
<b>ACTINOPHARYNX</b>										
large basitrichs* (I)	24.8-31.5(34.2)	27.95	2.10	2.7-3.8(4.4)	3.23	0.39	4-5	60	6/6	
small basitrichs* (J)	14.2-22.5	19.01	1.91	2.2-3.1	2.64	0.24	3-4	41	6/6	
microbiotic amastigophores A* (K)	(14.4) 19.0-23.4	20.14	1.60	3.6-5.9(6.3)	4.94	0.73	7	30	5/6	
<b>MESENTERIAL FILAMENTS</b>										
microbiotic amastigophores A* (L)	(15.5) 17.1-24.4	20.39	1.82	3.6-6.3	4.73	0.64	6-7	58	6/6	
large basitrichs* (M)	20.7-29.7	24.37	2.30	3.2-5.5	3.91	0.51	7	56	6/6	
small basitrichs* (N)	12.2-19.8	15.58	2.16	1.7-2.8	2.27	0.36	4-5	53	6/6	

### # de especies



### Anémonas de mar de Chile

### Actiniaria Corallimorpharia



Häussermann, V. (2006): Biodiversity of Chilean sea anemones (Cnidaria: Anthozoa): distribution patterns and biogeographic implications; including new records for the fjord region. *Investigaciones Marinas* (Valparaiso) 34 (2): 23-35.

**Metridium senile**

Artículo recién publicado en **Biological Invasions**

**Recent massive invasions of the circumboreal sea anemone *Metridium senile* in North and South Patagonia**

Vivian Hausermann<sup>1</sup> · Carlos Maillán · Manuel Díaz Gómez · Glenna Floerkea · Jorge Henríquez · Katherine Espinosa Cea · Thamará Matamala Arellano · Mathias Hines · César A. Cardenas · Heather Glen · Nancy Barahona Toledo · Dagoberto Schlatter Mena

Received: 11 December 2021 / Accepted: 1 July 2022  
© The Author(s), under exclusive license to Springer Nature Switzerland AG 2022

**Abstract** The circumboreal sea anemone species *Metridium senile* is a non-native species in Chilean Patagonia. The species is responsible for the occupation of large tracts of benthic substrata, dominating benthic resources such as sea urchins and barnacles. It has potentially devastating ecological impact on the overall benthic community. Species associated to the genus *Metridium* have been alluded to in the historical literature on Chilean marine life by various authors. We summarize and evaluate their appearance in the literature and suggest affirming the name *Metridium senile* Lohman for the South American subregion. The first appearance of *Metridium senile* was confirmed in 2005 by the authors from Central Patagonia. Subsequently it was noted as abundant at multiple sites. In North Patagonia, it was first recorded from one site in 2011, followed by one more record in 2013 and several in 2015. In subsequent years, it has been recorded at an increasing number of sites based on our surveying. During our most recent surveys in 2021, we confirmed that it remains abundant at numerous sites throughout North Patagonia.

**Supplementary Information** The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1007/s10841-022-02676-4>.

V. Hausermann (✉)  
Departamento de Acuicultura Costal y Medio Ambiente,  
Facultad de Ingeniería y Negocios, Universidad San Sebastián,  
Puerto Montt, Chile

G. Floerkea  
Honey Foundation, Hainy, Chile

M. Hines

**Característicos de *M. senile***

- Presencia de collar y dos zonas de columna
- Animales grandes tienen lobullos en disco oral
- Reproducción asexual por fisión longitudinal: zonas de clones
- Se retiran de forma completa
- Se distribuye por viajes en p- ej. Choritos, por adultos que flotan y por agua balastre
- Desconocido si haya reproducción sexual en Chile



## Morphological plasticity in *M. senile*

<1m



Øygarden,  
Norway:  
2 sites

1-5m

In channel, fast currents



### Condiciones de habitat de *M. senile*

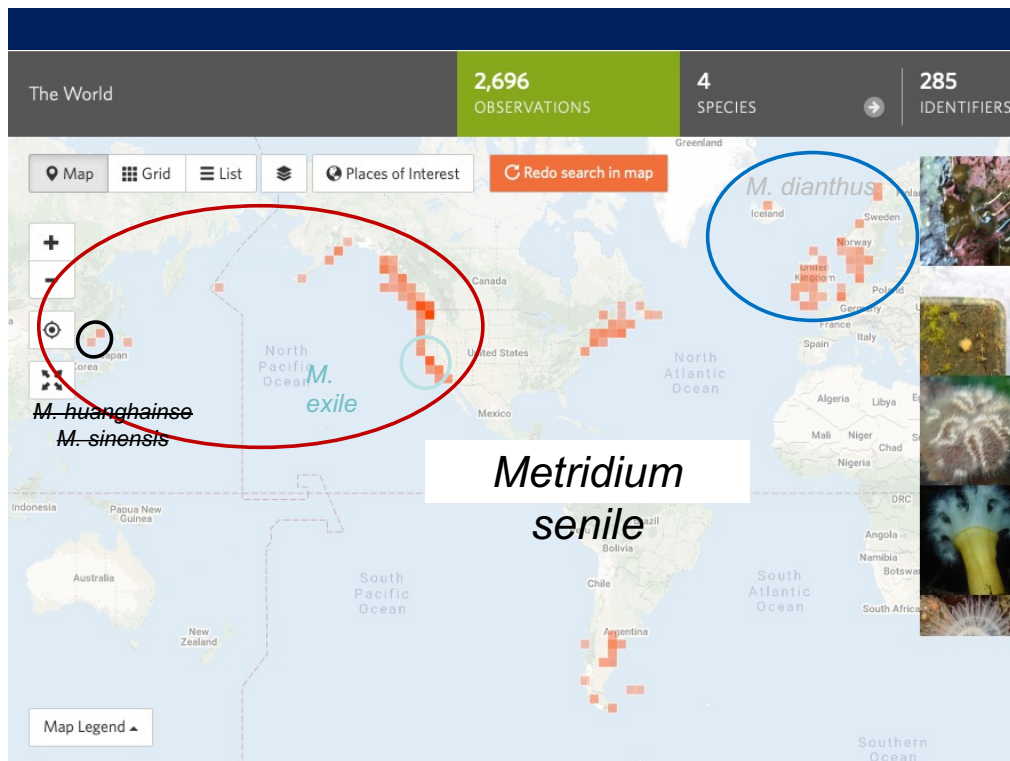
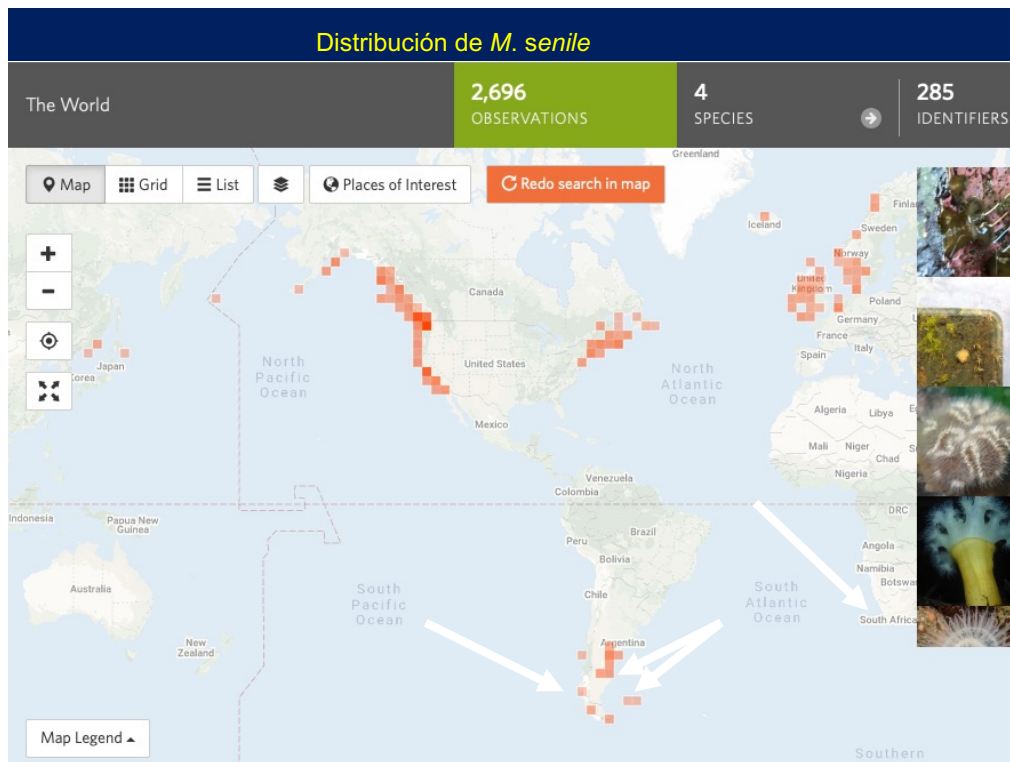
- Intermareal hasta 100 (250 m)
- Comunidades de „fouling“
- Temperaturas 0-20°C (24°C)
- Salinidades 14.8 – 37.5



### *M. senile* desapareciendo en San Diego



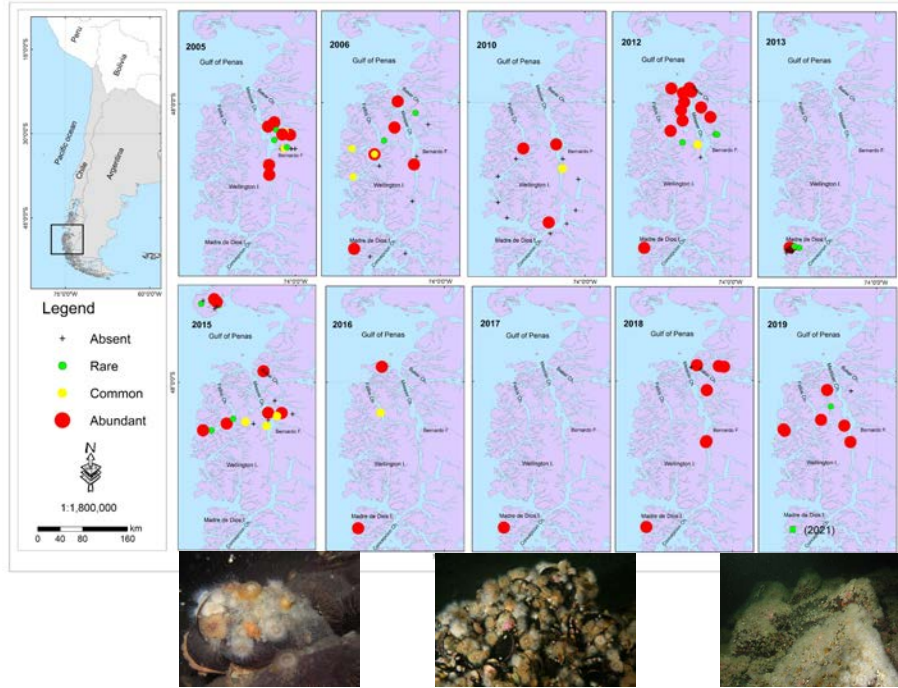




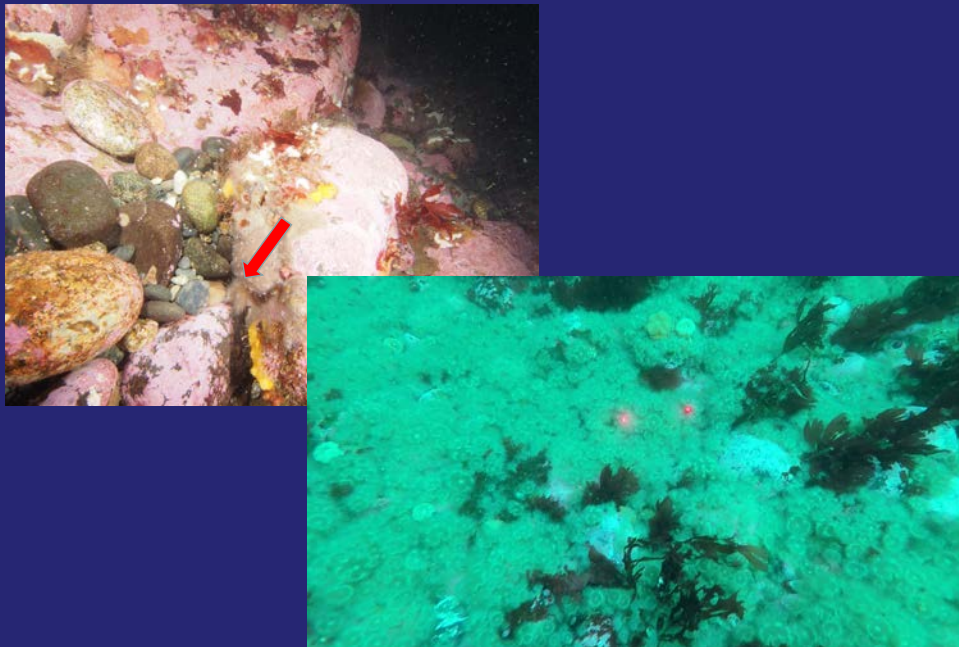




### Patagonia Central (2005-hoy):

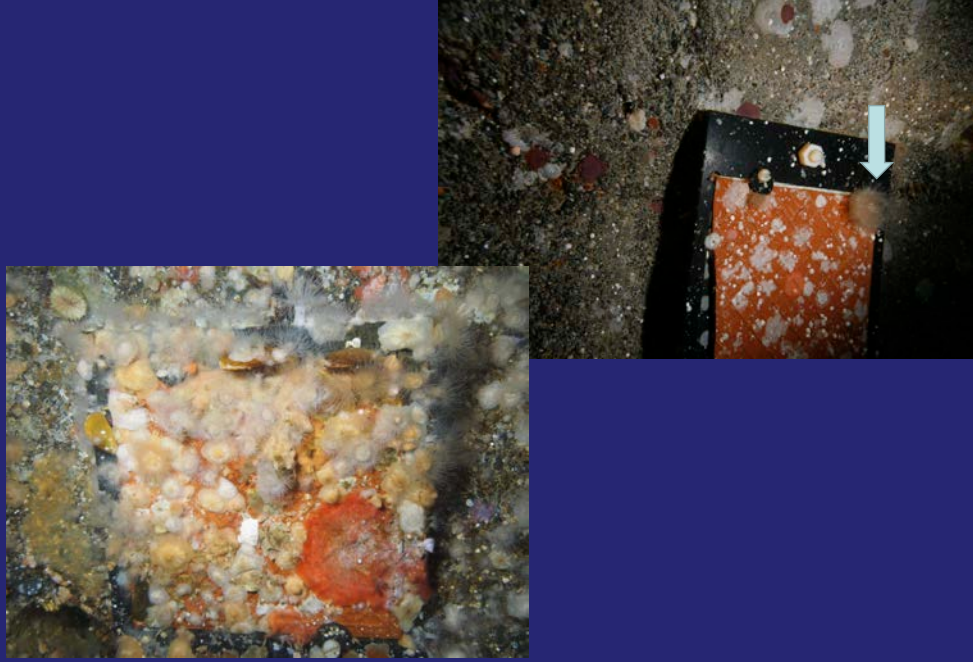


### Patagonia Norte: Canal Chacao (2015) - Maullín (2021)

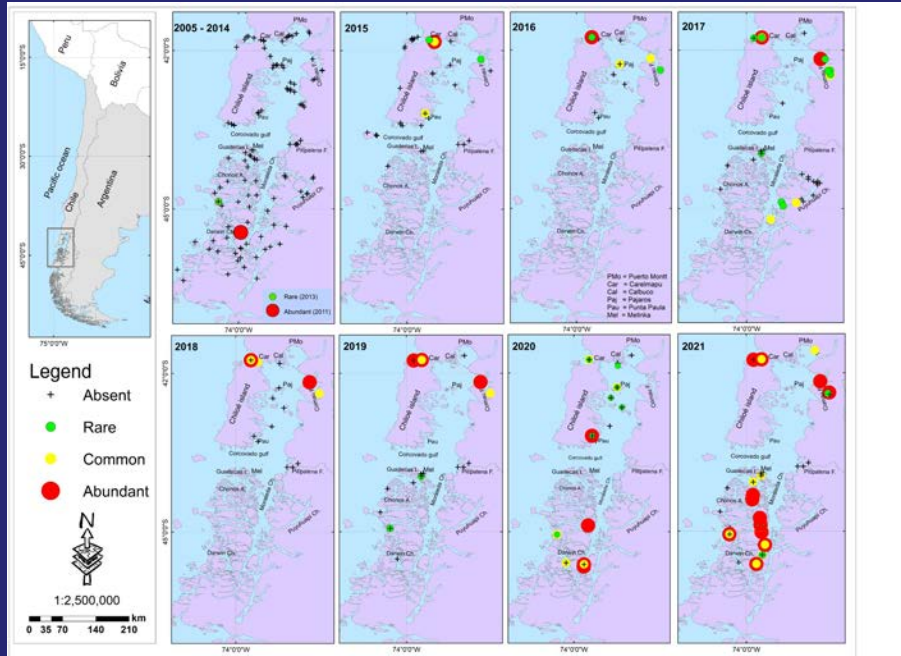




Patagonia Norte: Lilihuapi, Fiodo Comau (2015 – 2021)



Patagonia Norte (2005-hoy):





Polizon en choritos de cultivo... (Fiordo Comau)



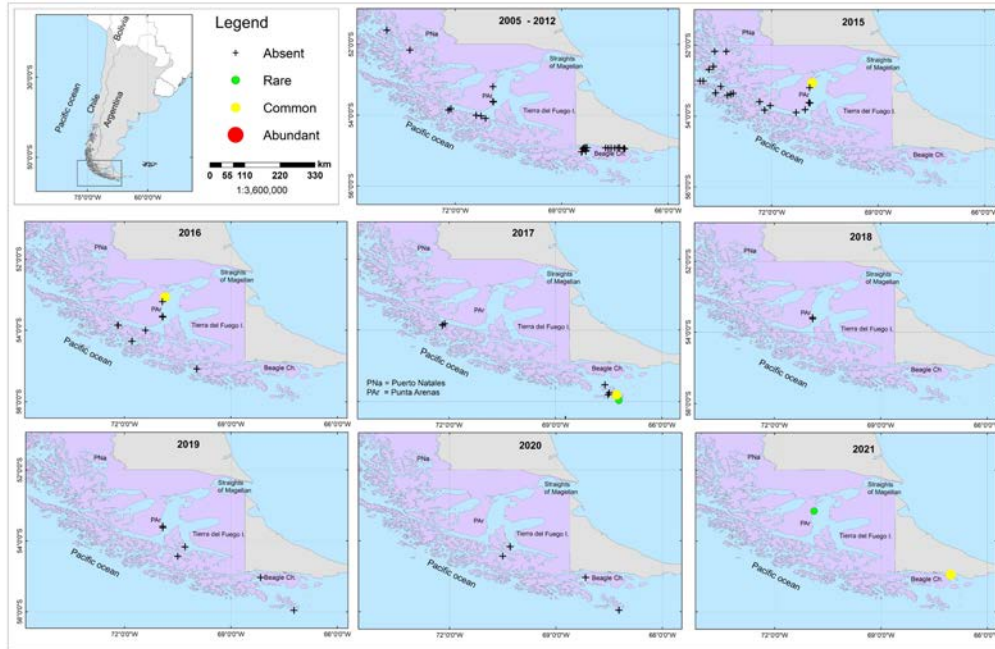
Patagonia Sur: Estrecho de Magallanes(2015) - Canal Beagle (2021; iNaturalist)







### Patagonia Sur (2005-hoy):





## Six common loci

	Aligned length (BP)	Potential Parsimony Informative Sites (%)		Value
		Ingroup	All taxa	
<b>ITS</b>	731	1.50	1.50	1.92
<b>18S</b>	1805	< 0.50	< 0.50	< 0.5
<b>28S</b>	3163	0.57	0.57	1.55
<b>COIII</b>	664	0.45	2.11	7.68
<b>12S</b>	844	0	< 0.50	2.61
<b>16S</b>	447	0	0	2.68



## Genetic data usage in *Metridium*

### PCR-directed loci

- ↓ data
- 2 species; nearly resolved

### ddRAD

- ↑ data
- ↓ support for relationships between major clades
- Difficult to expand up to higher taxonomic levels

### Sequence capture

- → data (more targeted)
- ↑ resolution and support throughout
- Clear distinction between *M. farcimen* and *M. senile*





# Conclusions

2S  
P

Support for 2 species: *M. senile* & *M. farcimen*

PA  
C

Complex genetic history in Pacific

NA  
T

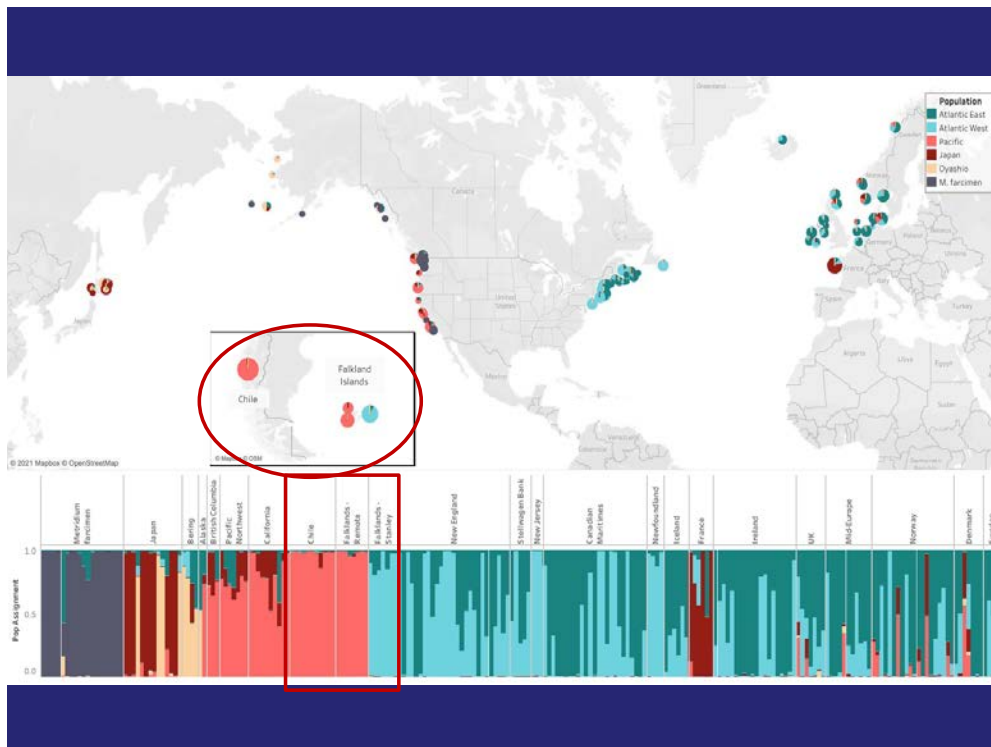
Displacement & introgression within native range

IN  
V

Multiple origins for South American populations

HY  
B

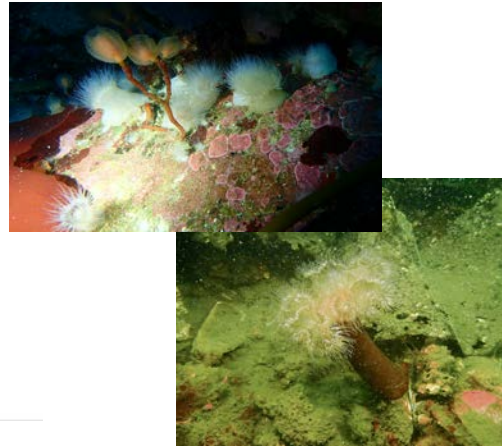
Hybridization between *M. senile* and *M. farcimen*





Conclusions: Assess influence of anthropogenic movement of introduced populations

- Two geographic source regions
- Potential for further exploration: Argentina and South Africa





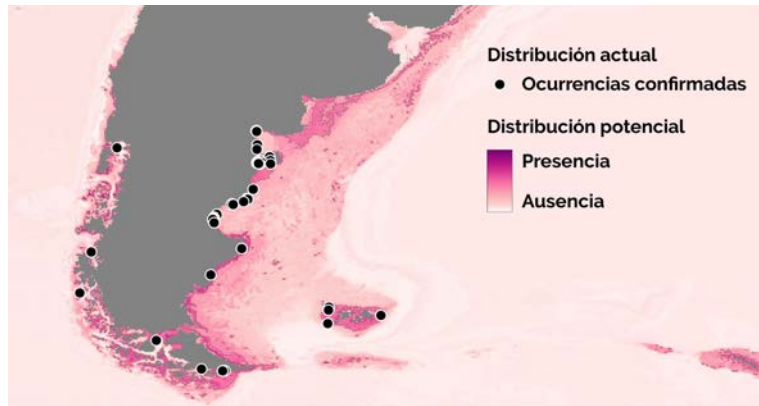
# Una invasión inadvertida: historia reciente (y no tan reciente) de *Metridium senile* en Argentina



Nicolás Battini\*  
Lucas H. Giménez  
Ricardo González-Muñoz  
\*Instituto de Biología de Organismos Marinos (CONICET)  
battini@cenpat-conicet.gob.ar



## Distribución actual y potencial



Giménez et al. en preparación



## Historia de invasión

Campañas de investigación "Walter Herwig"

Se describe como una subespecie: *Metridium senile lobatum*

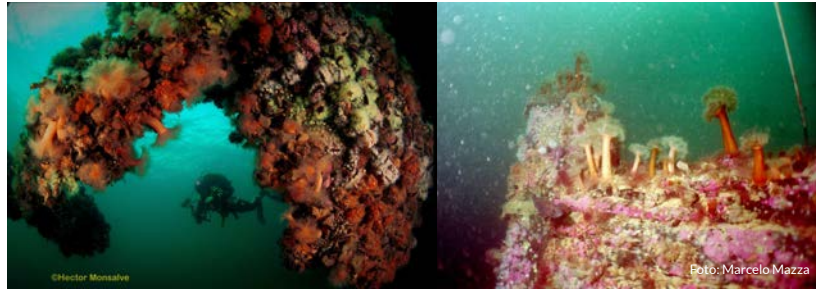






## Historia de invasión

Se registra su presencia a partir de imágenes de buceadores locales.



## Historia de invasión

Expedición arqueológica "Corbeta Swift"

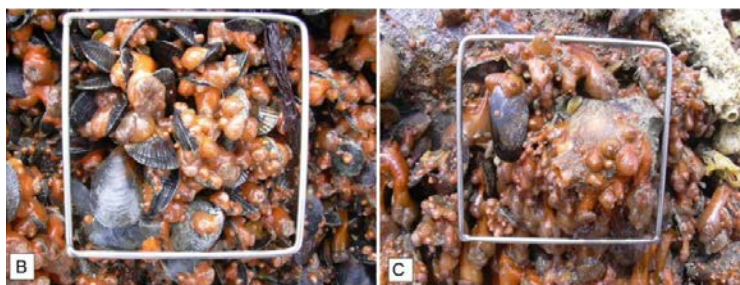






## Historia de invasión

Primer registro en Puerto San Julián

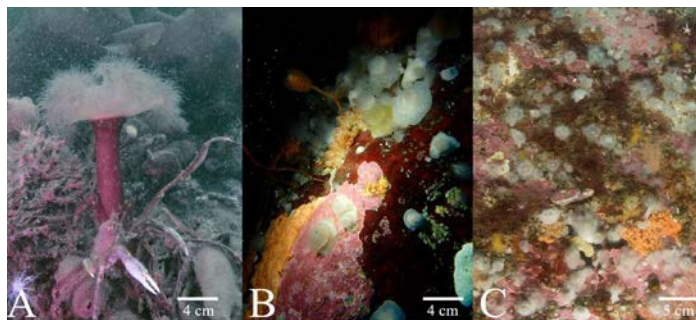


Martin et al. 2015 *Scientia Marina*



## Historia de invasión

Primer registro en las Islas Malvinas.



Glon et al. 2020 *Bioinvasions Records*



---

## Historia de invasión

Registros en la plataforma iNaturalist (inaturalist.org).

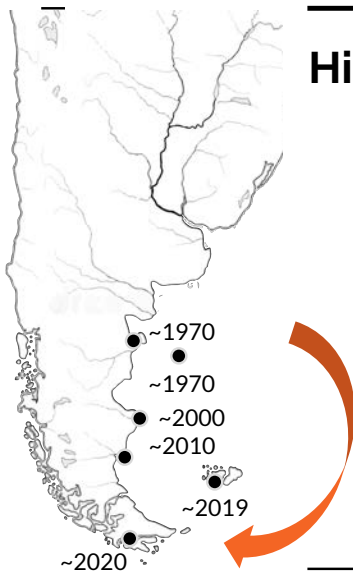


---

## Historia de invasión

El patrón observado es de expansión Norte-Sur.

¿Fecha de introducción?





## Historia de invasión

El patrón observado es de expansión Norte-Sur.

¿Fecha de introducción?

*Sagartia lobata*: Especie descrita en 1899 para Puerto Madryn.

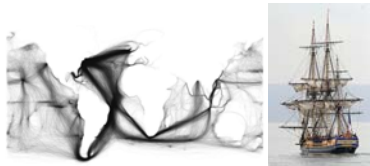


## Historia de invasión

El patrón observado es de expansión Norte-Sur.

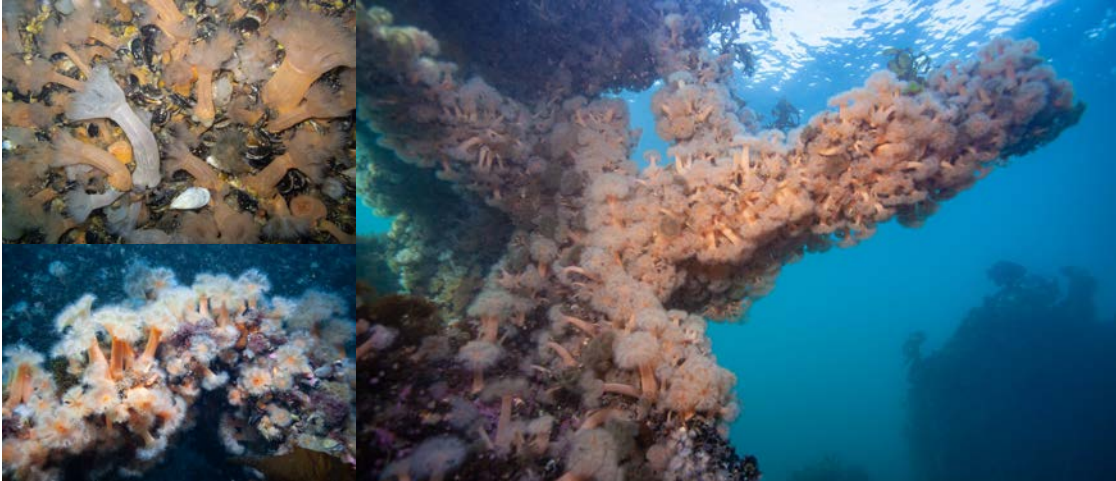
¿Fecha de introducción?

*Sagartia lobata*: Especie descrita en 1899 para Puerto Madryn.

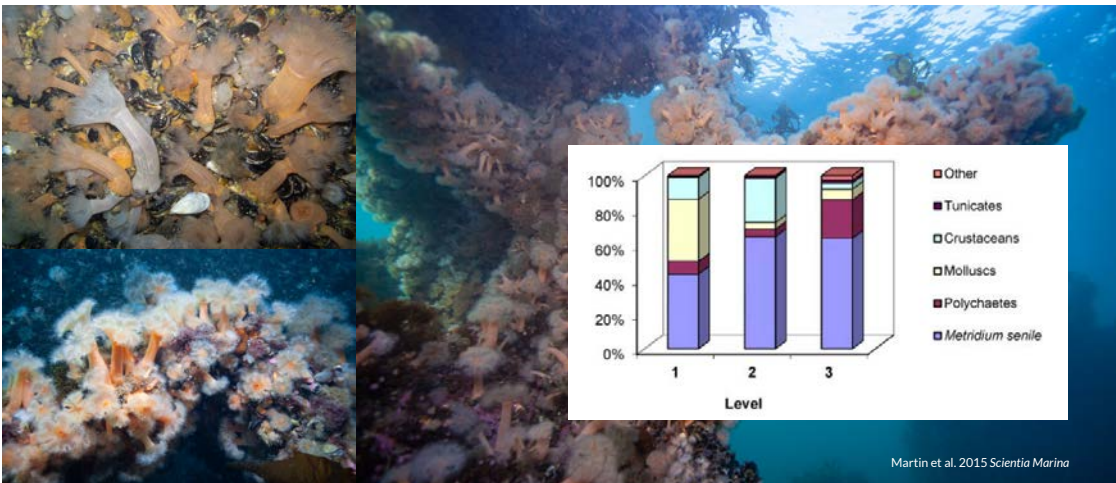




## Efectos sobre las comunidades bentónicas



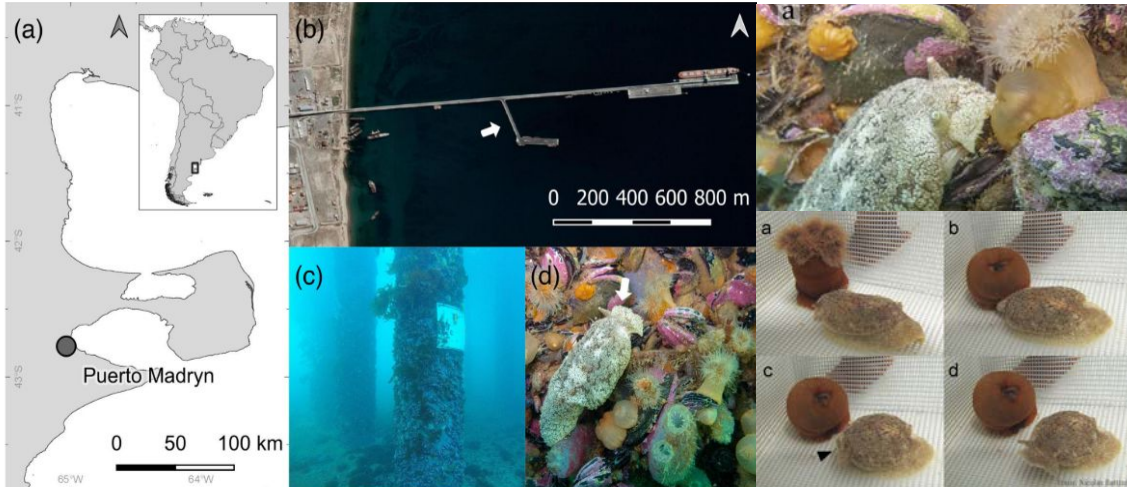
## Efectos sobre las comunidades bentónicas







## Efectos sobre las comunidades bentónicas



## *Metridium senile* en arrecifes naturales







## Efectos sobre pesquerías

- Bivalvos



## Efectos sobre pesquerías

- Pulpito tehuelche





## Efectos sobre pesquerías



- Pulpo colorado



## Efectos sobre pesquerías

- Cangrejo nadador

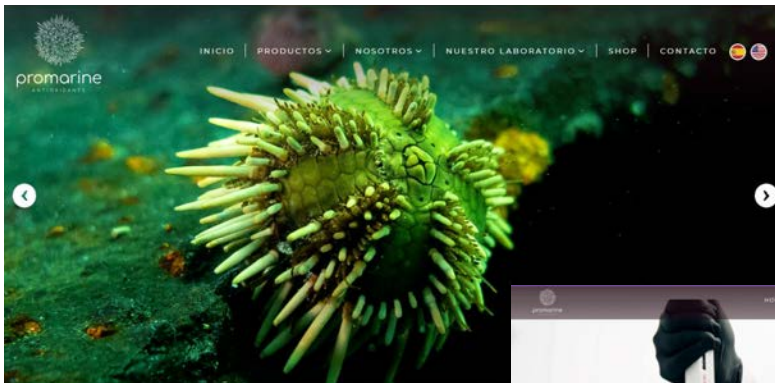




## Efectos sobre pesquerías



Cangrejo nadador



<http://promarineantioxidants.com/>



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

**Muchas gracias  
por la atención**

battini@cenpat-conicet.gob.ar





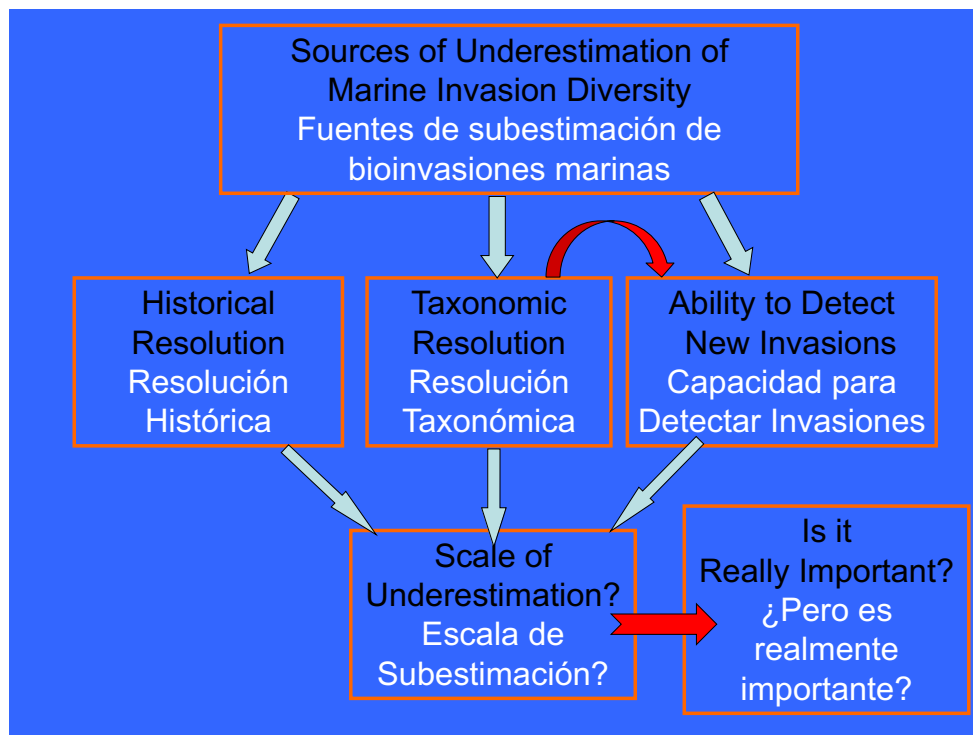
**Marine Bioinvasions:  
What We (Don't) Know, Transport Vectors,  
and Management Challenges**

**Bioinvasiones Marinas:  
Lo Que (No) Sabemos, Vectores de Transporte,  
y Desafíos de Gestión**

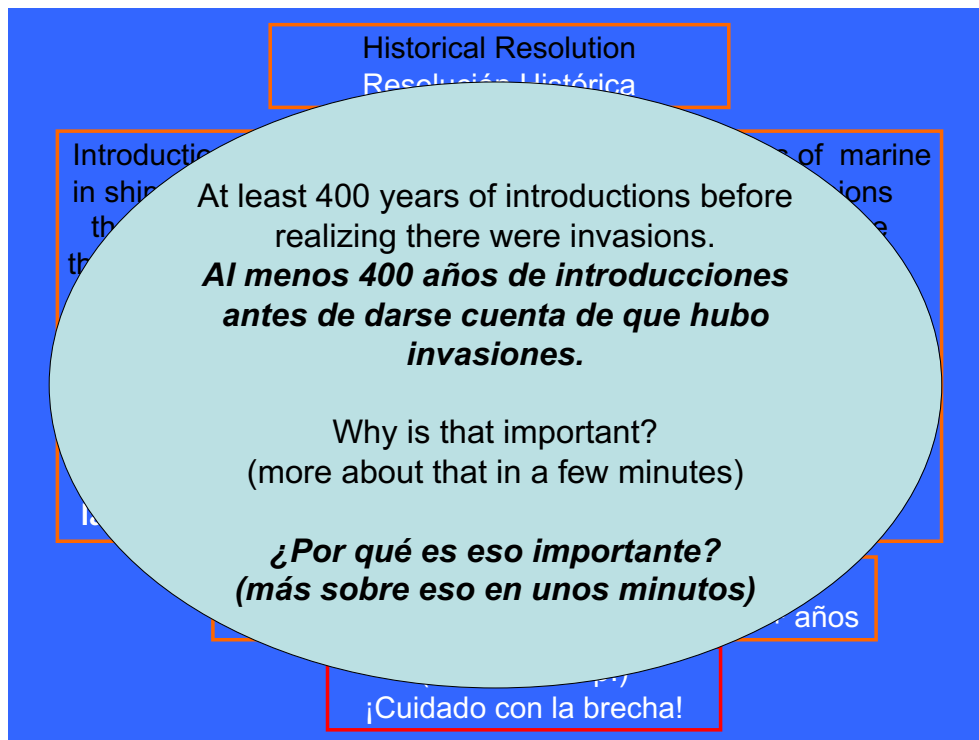
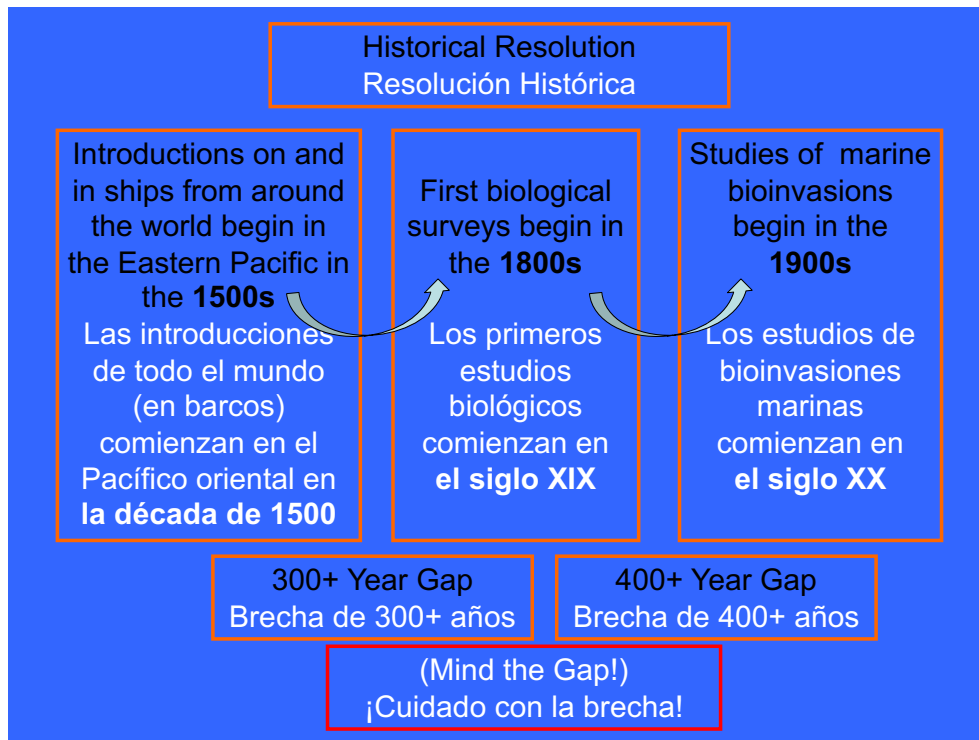
**Metridium Workshop**  
August 30, 2022

James T. Carlton

*Professor of Marine Sciences Emeritus, Williams College  
and Director Emeritus,  
The Ocean & Coastal Studies Program of  
Williams College & Mystic Seaport*









Taxonomic Resolution  
Resolución Taxonómica

**Decreasing number of taxonomists**  
**(scientists who can identify species!) in a world of**  
**increasing number of invasions.**

**Disminución del número de taxónomos**  
**(¡científicos que pueden identificar especies!) en un mundo con**  
**un número cada vez mayor de invasiones.**

Taxonomic Resolution  
Resolución Taxonómica

**Decreasing number**  
**(scientists who can identify species!) in a world of**  
**increasing number**

**Disminución del**  
**(¡científicos que pueden identificar especies!) en un mundo con**  
**un número cada vez**

Also known as the  
“taxonomic  
impediment”

**También conocido**  
**como el**  
**“impedimento**  
**taxonómico”**



Taxonomic Resolution  
Resolución Taxonómica

**Decreasing number of taxonomists**  
(scientists who can identify species!) in a world of  
**increasing number of invasions.**

**Disminución del número de taxónomos**  
(¡científicos que pueden identificar especies!) en un mundo con  
un número *cada vez mayor* de invasiones.

**= Invasion diversity may thus be increasingly under-reported**  
**El número de invasiones puede ser subestimado críticamente**

**Solution / Solución:**  
**Significantly increased resources**  
**to train and employ taxonomists**  
**Necesitamos aumentar significativamente los recursos**  
**para capacitar y emplear taxónomos**

Taxonomic Resolution  
Resolución Taxonómica

**“Smalls Rule of Marine Biogeography”**  
Regla de los pequeños de la biogeografía marina

**= If you are small, you're native**  
**= Si eres pequeño, entonces eres nativo**

**Result:** El resultado:  
**Very few smaller-bodied species**  
**are reported as introduced species**  
*Muy pocas especies pequeñas*  
son reportadas como especies introducidas

**(if small species are newly discovered in well-explored areas, a**  
**common conclusion is that “they were just overlooked”)**  
(Se dice que los nuevos descubrimientos de especies pequeñas en  
áreas bien exploradas han sido pasados por alto)



Taxonomic Resolution  
Resolución Taxonómica

**“Smalls Rule of Marine Biogeography”**  
Regla de los pequeños de la biogeografía marina

= If you're small, you're native  
= Si eres pequeño, entonces eres nativo

One of the best examples:  
Uno de los mejores ejemplos:

Phytoplankton / Fitoplancton  
(diatoms and dinoflagellates)

(if small species are newly discovered in well-explored areas, a common conclusion is that “they were just overlooked”)  
(Se dice que los nuevos descubrimientos de especies pequeñas en áreas bien exploradas han sido pasados por alto)

Taxonomic Resolution  
Resolución Taxonómica

**“Smalls Rule of Marine Biogeography”**  
Regla de los pequeños de la biogeografía marina

Number of invertebrates,  
fish, and algae in  
San Francisco Bay, California:

> 1000 species

Number recognized  
as non-native:

Número reconocido  
como no nativo:

~ 300

(if small species are newly discovered in well-explored areas, a common conclusion is that “they were just overlooked”)  
(Se dice que los nuevos descubrimientos de especies pequeñas en áreas bien exploradas han sido pasados por alto)



**Taxonomic Resolution**  
**Resolución Taxonómica**

**"The Rule of Marine Biogeography"**

**Number of invertebrates, fish, and algae in San Francisco Bay, California:**

> 1000 species

Number recognized as non-native:  
**Número reconocido como no nativo:**

**~ 300**

**Number of phytoplankton species in San Francisco Bay, California:**

over 500

Number recognized as non-native:  
**Número reconocido como no nativo:**

**0**

(Se dice que los nuevos descubrimientos de especies pequeñas en áreas bien exploradas han sido pasados por alto)

**Taxonomic Resolution**  
**Resolución Taxonómica**

**"The Rule of Marine Biogeography"**

**Number of invertebrates, fish, and algae in San Francisco Bay, California:**

> 1000 species

Number recognized as non-native:  
**Número reconocido como no nativo:**

**~ 300**

**Number of phytoplankton species in San Francisco Bay, California:**

over 500

Number recognized as non-native:  
**Número reconocido como no nativo:**

**0**

(Se dice que los nuevos descubrimientos de especies pequeñas en áreas bien exploradas han sido pasados por alto)





Taxonomic Resolution  
Resolución Taxonómica

Many global "harmful algal blooms" and "toxic phytoplankton blooms" that began to become common beginning in the 1970s may have been caused by **dinoflagellates and diatoms introduced by ballast water.**

Instead, most phytoplankton workers insisted these blooms were always caused by "native" species.

This position may have delayed global ballast water management for several decades.

Muchos "afloramientos de algas nocivas" y "afloramientos de fitoplancton tóxicos" que comenzaron a ser comunes desde la década de 1970, pueden haber sido causadas por **dinoflagelados y diatomeas introducidas por el agua de lastre.**

En cambio, la mayoría de los trabajadores del fitoplancton insistieron en que estas floraciones siempre fueron causadas por especies "nativas".

Esta posición puede haber retrasado la gestión global del agua de lastre durante varias décadas.

Ability to Detect New Invasions  
Capacidad para Detectar Invasiones

Superposición

Our ability to detect new invasions in a timely manner requires **consistent monitoring, with strong taxonomic support,** under the rationale of environmental protection and management (and thus also requires strong political support)

Nuestra capacidad para detectar nuevas invasiones de manera oportuna requiere **una constante monitoreo con un fuerte apoyo taxonómico,** bajo la lógica de la protección y gestión ambiental (y, por lo tanto, también requiere un fuerte apoyo político)



## Potential Scale of Under-Estimation of Invasions? ¿Posible escala de subestimación de las invasiones?

	Number of Introduced Marine Species Número de especies marinas introducidas	
	Before Invasion Research Program Antes de la investigación sobre diversidad de especies introducidas	After Invasion Research Program ... y después ...
South Africa	15 (*)	100+
Hawaiian Islands	100	300+
Galapagos Islands	5	50+

\* The authors concluded:

"South Africa must be relatively immune to invasions"

\* Los autores concluyeron:

"Sudáfrica debe ser relativamente inmune a las invasiones"

Can we distinguish native from introduced species?  
¿Podemos distinguir las especies nativas de las introducidas?

**Yes, often we can with well-established evidence:**

**Fossil record (paleontology)**

Registro fósil (paleontología)

**Prehistoric record (archeology)**

Registro prehistórico (arqueología)

**Historical records**

Récord histórico

**Biogeography: "Satellite" (disjunct) populations**

Biogeografía: "satélite" o poblaciones disjuntas.

A species occurs  
from Florida to  
Brazil...and Chile  
Una especie ocurre  
desde Florida hasta  
Brasil .. y Chile.



Can we distinguish native from introduced species?  
¿Podemos distinguir las especies nativas de las introducidas?

**Yes, often we can with well-established evidence:**

**Evolution: All of a species' closest relatives are in another part of the world**

**Evolución: Todos los parientes más cercanos de una especie están en otra parte del mundo**

**Genetics: may reveal origin and a history of invasion and spread)**

Genética: posiblemente revele origen y una historia de invasión y propagación.

**Habitat and community associations**

Hábitat y asociaciones comunitarias

**Vectors: Found on (hulls) or in (ballast) of ships, in aquaculture products, in live seafood trade, etc.**

**Vectores: encontrados en (bioincrustantes) o en (lastre) de embarcaciones, en productos de acuicultura, en el comercio de mariscos vivos, etc.**

Can we distinguish native from introduced species?  
¿Podemos distinguir las especies nativas de las introducidas?

**Yes, often we can with well-established evidence:**

**Evolution: All of a species' closest relatives are in another part of the world**

**Evolución: Todos los parientes más cercanos de una especie están en otra parte del mundo**

**Genetics: may reveal origin and a history of invasion and spread)**

Genética: posiblemente revele origen y una historia de invasión y propagación.

**Habitat and community associations**

Hábitat y asociaciones comunitarias

**Vectors: Found on (hulls) or in (ballast) of ships, in aquaculture products, in live seafood trade, etc.**

**Vectores: encontrados en (bioincrustantes) o en (lastre) de embarcaciones, en productos de acuicultura, en el comercio de mariscos vivos, etc.**

More about vectors  
in a few minutes  
**Más sobre  
vectores en unos  
minutos**





But ... often we *cannot* tell if a species  
is introduced or native  
Pero ... a menudo no podemos decir si una especie  
es introducida o nativa.

These species are called  
**cryptogenic** (= unknown if native or not)  
Estas especies se llaman  
criptogénicas (= desconocido si es nativo o no)

---

**Importantly: / Muy importante:**

Species are not automatically native: the same types of evidence  
must be used to determine  
if a species is native.

Las especies no son automáticamente nativas: se deben usar los  
mismos tipos de evidencia para determinar  
si una especie es nativa.

From a marine policy, management, and science perspective,  
Desde una perspectiva de política y gestión marín y científica,

Why should we care about marine invasions  
that happened in 1950, or 1850, or 1750 ....?  
¿Por qué deberíamos preocuparnos por las bioinvasiones  
marinas que ocurrieron en 1950, 1850 o 1750?

---

Put another way:

Why do the number of invasions in the past,  
or even now, matter?

En otras palabras:

¿Por qué es importante el número de invasions pasadas o  
incluso actuales?



There are many reasons. Here are a few:  
Hay muchas razones. Aquí hay algunos:

---

**#1 Protect, conserve, restore native biodiversity**  
**#1 Proteger, conservar, restaurar la biodiversidad nativa**

Just as on land, we operate on a fundamental principle of *protecting, conserving and restoring **native** biodiversity*, not "weedy" invasive species from around the world

Igual que en tierra, fundamentalmente queremos *proteger, conservar y restaurar la biodiversidad **nativa***, no las especies invasoras "weedy" de todo el mundo

**#2 Invasions May Be a Strong Signal of Environmental and Vector Changes**  
**#2 Las invasiones pueden ser una fuerte señal de cambios ambientales y de vectores**

The **number and rate of invasions** may provide critical clues of **changes in environmental conditions** or **changes in vectors** that may have lead, or are leading, to more (or fewer) invasions

El **número y la tasa de invasiones** pueden proporcionar pistas críticas de **cambios en las condiciones ambientales** o **cambios en los vectores** que pueden conducir a más (o menos) invasiones.





**#3 Predicting Future Invasions Based upon Past Invasions.**  
**#3 Predicción de futuras invasiones  
basada en invasiones pasadas.**

Knowing **what species have been introduced** may increase our ability  
**to predict which species will be introduced** in the future.

Saber **qué especies han sido introducidas** puede aumentar nuestra  
capacidad **para predecir qué especies se introducirán en el futuro**

For example, what has been the regional **geographic or habitat  
susceptibility** to invasions, and to what types of invasions?

Por ejemplo, ¿cuál ha sido la **susceptibilidad geográfica o de hábitat**  
regional a las invasiones, y a qué tipo de invasiones?

If we only look at invasions of the last 25 or 50 years, we may be working  
with an unnecessarily limited data set.

Si solo observamos las invasiones de los últimos 25 o 50 años, es  
posible que estemos trabajando con un conjunto  
de datos innecesariamente limitado.

**#4 Species introduced 100, 300, or 500 years ago  
are not now "native"**  
**#4 Las especies introducidas hace 100, 300 o 500 años  
no se convierten en "nativas"**

100 or 500 years **does not equal**  
tens of 1000s of years  
or hundreds of 1000s of years  
or millions of years of evolution.

100 o 500 años no equivalen  
a decenas de miles de años  
o cientos de miles de años  
o millones de años de evolución

Species do not become "naturalized" (in the sense of becoming "fully  
part of nature") after a few hundred years

Las especies no se "naturalizan" (en el sentido de convertirse en "parte  
de la naturaleza") después de unos pocos cientos de años



#4 Las especies introducidas hace 100, 300 o 500 años  
no se convierten en "nativas"

Especially if we consider ...

Especialmente si tenemos en cuenta...

- \* the evolution of predator-prey networks (including the evolution of anti-predator defenses)  
la evolución de las redes depredador-presa (incluida la evolución de las defensas anti-depredadores)
- \* the evolution of competitive interactions  
la evolución de las interacciones competitivas
- \* the evolution of parasites  
la evolución de los parásitos

..... and *many more fundamental aspects of community structure and function*

... y muchos más aspectos fundamentales de la estructura y función de la comunidad.

One example....

Un ejemplo....



## Salt marsh cordgrass *Spartina alterniflora*

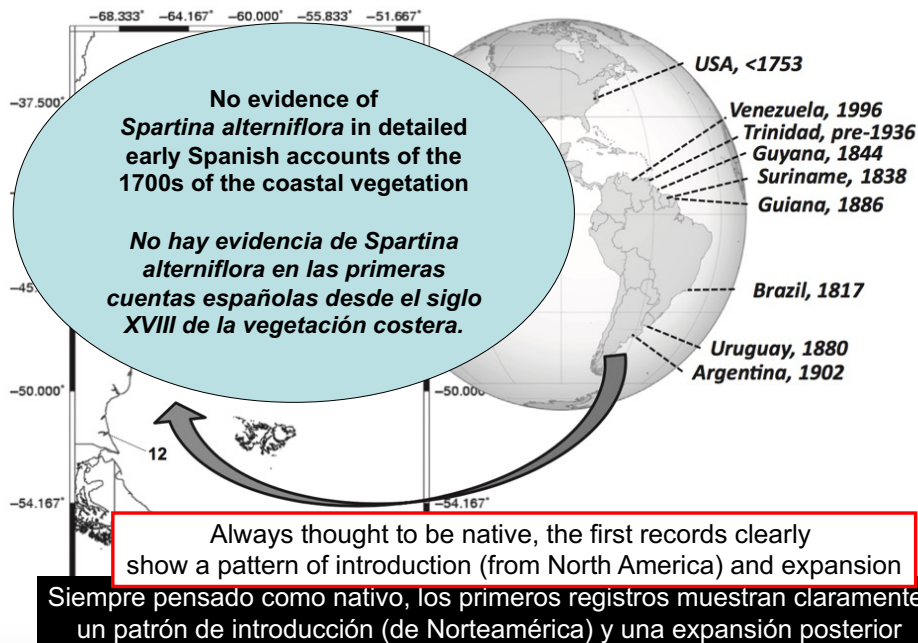
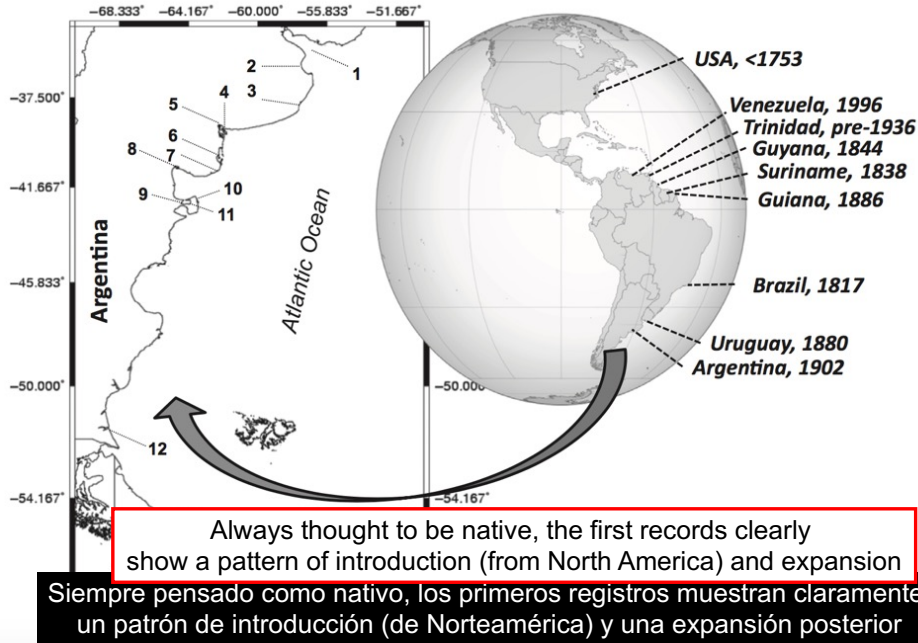


Range (Distribución) Canada to Argentina

In many areas on the west coast of South America,  
*Spartina alterniflora* forms vast coastal monocultures  
En muchas zonas de la costa oeste de América del Sur,  
*Spartina alterniflora* forma vastos monocultivos costeros



*Spartina alterniflora* in Argentina





Diversity and Distributions, (Diversity Distrib.) (2015) 1–17



## Reimagining South American coasts: unveiling the hidden invasion history of an iconic ecological engineer

Alejandro Bortolus<sup>1\*</sup>, James T. Carlton<sup>2</sup> and Evangelina Schwindt<sup>1</sup>

### Conclusions / Conclusiones

#### Significant overlooked changes in bird, fish, and invertebrate biodiversity

*Cambios importantes pasados por alto en la biodiversidad de aves, peces e invertebrados*

#### Immense shifts in productivity and in food web dynamics

*Inmensos cambios en la productividad y en la dinámica de la red alimentaria.*

**and thus!** = ¡y por lo tanto! =

#### Critical changes in conservation perspectives

*Cambios críticos en las perspectivas de conservación*

And finally .. Y finalmente ..

Are there ways to manage marine invasions?

¿Existen medios para gestionar las invasiones marinas?

Many papers (hundreds!) in the past 20 years  
attempt to address this question

Muchos artículos (¡cientos!) en los últimos 20 años  
tratan de abordar esta cuestión.

### The Control of Biological Invasions in the World's Oceans

N. BAX,\* J. T. CARLTON,† A. MATHEWS-AMOS,‡ R. L. HAEDRICH,§  
F. G. HOWARTH,\*\* J. E. PURCELL,†† A. RIESER,‡‡ AND A. GRAY§§

*Conservation Biology* 15: 1234-1246 (2001)





And finally .. Y finalmente ..

Are there ways to manage marine invasions?  
¿Existen medios para gestionar las invasiones marinas?

---

***Before invasions happen***  
***Antes de que ocurran las invasiones***

***When invasions are first detected***  
***Cuando las invasiones se detectan por primera vez***

***After invasions become established***  
***Después de que se establezcan las invasiones***

***Before invasions happen***  
***Antes de que ocurran las invasiones***

*What are the current vectors that could bring new marine species to Chile? – and what details do we know about these vectors? = Volume? Frequency? Species?*

- \* **Ballast water**
- \* **Fouling organisms** on vessel hulls
- \* Importation of **aquaculture species**  
(and the biota associated with them)

*¿Cuáles son los vectores actuales que podrían traer nuevas especies marinas a Chile? – y ¿qué detalles conocemos sobre estos vectores? = Volumen? ¿Frecuencia? ¿Especies?*

- \* **Agua de lastre**
- \* **Especies incrustantes** en cascos de barcos
- \* Importación de **especies de acuicultura**  
(y la biota asociada a ellos)



***Before invasions happen***  
***Antes de que ocurran las invasiones***

---

***Can these vectors be managed?***  
***¿Se pueden controlar estos vectores?***

**Ballast water** **Agua de lastre**  
*UN IMO Conventions*  
*Convenios de la OMI de la ONU*

**Fouling organisms** **Especies incrustantes**  
*UN IMO Conventions (under review)*  
*Convenios de la OMI (en revisión)*

**Aquaculture species** **Especies de acuicultura**  
*Requires federal and state oversight*  
*Requiere supervisión federal y estatal*

Are there ways to manage marine invasions?  
¿Existen medios para gestionar las invasiones marinas?

***When invasions are first detected***  
***Cuando las invasiones se detectan por primera vez***

Can newly detected populations be eradicated?  
¿Se pueden erradicar las poblaciones recién detectadas?

Often impossible unless the population  
is in a small, highly enclosed area

A menudo imposible a menos que la población  
se encuentre en un área pequeña y confinada



Can newly detected populations be eradicated?  
¿Se pueden erradicar las poblaciones recién detectadas?

***In ports and harbors: En puertos:***

*Examples: Ejemplos:*

- Wrapping wharf pilings in plastic ("encapsulation")  
Envoltura de plástico alrededor de pilotes ("encapsulación")
- Removing floating docks (pontoons) from the water  
Saque los muelles flotantes (pontones) del agua
- Physical removal of species  
Eliminación física de especies

(→ but individual animals and plants *almost always* remain in inaccessible spaces, and the population comes back)  
(→ pero los animales y plantas individuales *casi siempre* permanecen en espacios inaccesibles, y la población vuelve)

Are there ways to manage marine invasions?  
¿Existen medios para gestionar las invasiones marinas?

***After invasions become established***

Después de que se establezcan las invasiones

Can the populations be kept under control?  
¿Se pueden mantener las poblaciones bajo control?

(see previous slide: often very difficult!)  
(ver diapositiva anterior: ¡a menudo muy difícil!)

But ...

Can the spread of a marine species be stopped or slowed?

Pero ...

¿Es posible frenar o detener la propagación de una especie marina?



But ... Can the spread of a marine species be stopped or slowed?  
Pero ... ¿Es posible frenar o detener la propagación de una especie marina?

*Perhaps ... Quizás ...*

*Examples: Ejemplos:*

- Monitor vessels (especially coastal boats) leaving the infested area (haul and clean if necessary) : voluntary or mandatory?  
Supervisar las embarcaciones (especialmente embarcaciones costeras) que abandonan el área infestada (retirar y limpiar si es necesario): ¿voluntario u obligatorio?
- Monitor aquaculture equipment leaving the infested area (clean if necessary) : voluntary or mandatory?  
Supervisar el equipo de acuicultura que sale del área infestada (limpiar si es necesario): ¿voluntario u obligatorio?
- Vigilant monitoring and mapping of the invader  
→ Participation by the public (“citizen scientists”) is key!  
Monitoreo vigilante y mapeo del invasor  
→ ¡La participación del público (“científicos ciudadanos”) es clave!



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

9.4. Anexo 3.1. Convenios de colaboración entre Universidad Austral de Chile, Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu (TERPESCAR) y Organizaciones Participantes



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

**CONVENIO DE COLABORACION**  
**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

**Y**

**COOPERATIVA DE PESCADORES DE CARELMAPU LTDA**

**Y**

**TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE CARELMAPU**

En Puerto Montt, a 25 de octubre de 2022, entre la **UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**, en adelante La Universidad, RUT: 81.380.500-6, representada legalmente por su Vicerrector de Sede Dr. Carlos Haefner Velásquez, RUT 8.286.236-6, ambos domiciliados en Villa Cayhuasi Las Toninas 101, Puerto Montt; la **COOPERATIVA DE PESCADORES DE CARELMAPU LTDA.**, en adelante la Cooperativa, inscrita bajo el Registro de Cooperativas con el Rol N°823 representada legalmente por su Presidente, don Francisco Benito Gómez Oyarzun, RUT 10.845.352-4, ambos domiciliados en O'Higgins s/n, Carelmapu Maullín, Región de Los Lagos, y el **TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE CARELMAPU**, en adelante "TerPesCar Ltda", RUT: 77.179.390-8, representada legalmente por don Cesar Rodrigo Asencio Vargas, RUT.: 12.080.242-9, quienes convienen y pactan el siguiente convenio de colaboración.

**CONSIDERANDOS:**

- a) Que La Universidad se encuentra desarrollando el Proyecto FIPA 2021-36 denominado "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos", en contrato con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, y que tiene una duración de 14 meses (2021-2022).
- b) El objetivo general del proyecto es identificar y establecer medidas de manejo de la actinia del género *Metridium* que habita en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos.
- c) Que la Cooperativa de Pescadores Carelmapu Ltda. conforman parte de la Sociedad de Responsabilidad Limitada Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu (en adelante TerPesCar Ltda).
- d) Que los pescadores artesanales miembros de la Cooperativa de Pescadores de Carelmapu Ltda. están interesados en participar y conocer los resultados del proyecto debido a los impactos directos que la anémona invasora puede causar sobre su actividad económica, la pesca artesanal.





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

- e) Que los recursos económicos disponibles para la ejecución del proyecto de investigación restringen la cobertura deseada por los pescadores.

En atención a lo precedentemente expuesto, ambas partes acuerdan:

#### **PRIMERO: OBJETIVO DEL CONVENIO**

Establecer un convenio de colaboración entre La Universidad, La Cooperativa y TerPesCar Ltda, cuyo objetivo es fortalecer la investigación que realiza la Universidad Austral de Chile relativas a la ecología y manejo de la anemona de mar del género *Metridium* en la Región de Los Lagos, especialmente referido al transporte de investigadores y la obtención de muestras en las diferentes campañas de muestreo en bancos de pesca de recursos bentónicos de Carelmapu y Maullín, como se detalla en tabla anexa al convenio.

#### **SEGUNDO: OBLIGACIONES**

Para el adecuado desarrollo de los objetivos del proyecto antes referido, los comparecientes asumirán los siguientes compromisos:

##### **LA UNIVERSIDAD**

- 1) Realizar los trámites tendientes a la obtención de permisos para la recolección de las muestras biológicas ante la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- 2) Diseñar los protocolos para la recolección de muestras y registro de información en las diferentes campañas de monitoreo.
- 3) Aportar un monto total de \$3.600.000 pesos, para contribuir con la ejecución de 8 campañas de muestreo en el área de manejo de recursos bentónicos Punta Quillahua, por un monto de \$450.000 pesos por cada una. Este valor se pagará como un aporte a la cuenta del Terpesca.
- 4) Analizar la data colectada, y presentar los resultados a los pescadores artesanales miembros de la Cooperativa de Pescadores Carelmapu Ltda. y de la localidad de Carelmapu comuna de Maullín, una vez que estos sean aprobados por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

##### **LA COOPERATIVA**

- 1) Aportar las embarcaciones para transportar a los investigadores de la Universidad hacia las zonas de muestreo identificadas en la propuesta técnica del proyecto, incluyendo al menos 1 buzo por embarcación.
- 2) Otorgar las facilidades a los investigadores de la Universidad para el registro de información y la recolección de muestras durante las campañas de monitoreo.



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

- 3) Realizar un total de 8 campañas de muestreo, correspondiente a 1 campaña de diagnóstico y 7 campañas de monitoreo, al interior del área de manejo de recursos bentónicos Punta Quillahua.

#### **TERPESCAR LTDA**

- 1) Será el encargado de recepcionar y entregar el pago que realice la Universidad a la Cooperativa, en el marco de las actividades que se ejecuten bajo este convenio.

#### **TERCERO: COORDINADORES**

Para todos los efectos relacionados con este Convenio la Universidad Austral de Chile actuará representado por el Director del Proyecto Sr. Carlos Molinet Flores, o por el profesional que ésta designe para representarla. La Cooperativa por su parte actuará a través de su Presidente Sr. Francisco Gómez Oyarzun. Mientras que TerPesCar Ltda. actuará a través de el Sr. Cesar Asencio Vargas.

#### **CUARTO: VIGENCIA**

El presente convenio comenzará a regir a partir de la fecha de su suscripción y se extenderá por el periodo de un año, pudiendo su vigencia restringirse o ampliarse si ambas partes así lo deciden de mutuo acuerdo, lo que deberá constar por escrito, como asimismo y especialmente la de la terminación anticipada por cualquier causa del contrato entre la Universidad Austral de Chile y el FIPA de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, del cual ya se hizo referencia en los considerandos de este documento.

#### **QUINTO: DOMICILIO**

Las partes acuerdan que, en caso de existir dudas o diferencias en cuanto al sentido, alcance e interpretación de las normas del presente convenio, se promoverá el dialogo y la comunicación como principal método de resolución de controversias. Ahora bien, en el evento de no ser posible una solución al tenor de lo previamente señalado, las partes acuerdan fijar su domicilio en la ciudad de Puerto Montt sometiéndose a la jurisdicción de sus tribunales de justicia.

#### **SEXTO: EJEMPLARES**

En expresa conformidad con lo precedentemente estipulado, se firma el presente Convenio en 3 ejemplares de igual tenor y fecha, quedando 1 en poder de la Universidad, 1 en poder de la



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Cooperativa de Pescadores de Carelmapu Ltda. y 1 en poder de Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu Limitada.

**SEPTIMO: LEY 21.369 SOBRE ACOSO SEXUAL, LA VIOLENCIA Y LA DISCRIMINACIÓN DE GÉNERO EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR.**

Las partes en orden a dar cumplimiento a la Ley N°21.369 que Regula el Acoso Sexual, la Violencia y la Discriminación de Género en el ámbito de la Educación Superior incorporan al presente convenio, las siguientes disposiciones:

1. En el diseño, planificación y ejecución de las actividades y o acciones que comprenda el presente convenio, y sus eventuales acuerdos complementarios, las partes se comprometen a respetar y promover el principio de igualdad y no discriminación arbitraria, y, en general, a respetar y promover los derechos fundamentales de todas las personas involucradas directa o indirectamente con el presente convenio. En este sentido, las partes acuerdan respetar y promover comportamientos acordes con las disposiciones legales vigentes en Chile, evitando todo tipo de hechos de carácter irregular, malos tratos, hostigamiento o acoso entre los trabajadores/as y estudiantes de ambas partes del convenio. En la medida que las actividades organizadas lo permitan, las partes deberán generar relaciones de respeto al interior de las dependencias de la Universidad, procurando un ambiente grato y sana convivencia entre trabajadores/as y estudiantes, para lo cual deberá promoverse la utilización de un lenguaje y comportamiento correcto, esto es, no discriminatorio y respetuoso, particularmente evitando comportamientos que constituyan acoso, violencia o discriminación de género.
2. Las partes deberán adoptar todas las medidas que se estimen pertinentes destinadas a promover el respeto y trato digno, para lo cual se establece que frente a conductas irregulares la institución respectiva deberá informar de manera inmediata a la contraparte, con el fin de establecer medidas pertinentes.
3. Las partes declaran conocer y aceptar las políticas y reglamentos que la Universidad ha implementado en el marco de la Ley N°21.369 que Regula el Acoso Sexual, la Violencia y la Discriminación de Género en el ámbito de la Educación Superior, los que se entienden directamente incorporados a este contrato, y se obligan a su respeto en el marco de las obligaciones que emanan del presente acuerdo. Especialmente, declara conocer y aceptar la Política de Igualdad de Género, Diversidades y Disidencias Sexuales y de Género de la Universidad Austral de Chile, dictada mediante DR N°29/2022, la Política de prevención y sanción del Acoso, Violencia y Discriminación en la Comunidad Universitaria, dictada mediante DR N° 076/2015; el Reglamento de intervención en situaciones de acoso, violencia y discriminación en la Comunidad Universitaria, aplicable a los(as) integrantes de la comunidad universitaria que tienen vínculos contractuales con la Universidad, dictado mediante D.R. N°07/2018; y el Reglamento de procedimiento para el acompañamiento, investigación y sanción de conductas de acoso, violencia y discriminación entre los estudiantes, dictado mediante





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

D.R. N°028/2016, todos disponibles en  
<https://www.uach.cl/organizacion/prorectoria/utiles/reglamentos-y-documentos-importantes>

#### **OCTAVO: MODELO DE PREVENCIÓN DE DELITO.**

La Universidad Austral de Chile cuenta con un Modelo de Prevención de Delitos, con el objetivo de dar cumplimiento a las disposiciones de la Ley 20.393. Como parte de este Modelo, ha desarrollado procedimientos y reglamento de Prevención de Delitos, aplicable a Proveedores de la institución y sus filiales. Al aceptar este convenio se entenderá que las partes toman conocimiento de lo anterior, asumiendo el compromiso de adoptar las medidas necesarias para prevenir cualquier conducta contraria a la mencionada Ley.

En el contexto anterior, las partes, y éstas por sus directivos, gerentes, ejecutivos, directores y empleados, y cualquiera otra persona por la cual las partes sean responsables o cualquier persona actuando en representación de las partes, estarán obligadas a no incurrir en ningún acto en infracción de alguna disposición legal anti corrupción en cualquiera de sus formas, en especial, respecto de las establecidas en la Ley 20.393 que establece la responsabilidad penal de las personas jurídicas en los delitos de lavado de activos, financiamiento del terrorismo, receptación y delitos de cohecho, que diga o no relación con el contrato, incluyendo la entrega, aceptación u ofrecimiento de cualquier clase de regalo o beneficio, comisiones, retribuciones, regalos, dádivas, beneficios o ventajas económicas, sea mediante pagos directos o indirectos, en dinero o valores, tanto a empleados o directivos de otras entidades (ámbito privado), como a funcionarios públicos, partidos políticos, candidatos a cargos de elección popular u organización internacional (ámbito público), con el propósito de obtener, retener o dirigir negocios o asegurar alguna ventaja, para sí mismo o para un tercero. Las partes expresamente establecen que para el cumplimiento de las obligaciones que impone el contrato o que se relacionen con ellas, no han efectuado ni efectuarán ningún pago o retribución, regalo, beneficio o ventaja económica prohibidos por las leyes, como tampoco han incurrido ni incurrirán en conductas sancionadas en la mencionada Ley 20.393. Las partes se obligan a cumplir en estricto rigor la Ley 20.393 de responsabilidad penal de la persona jurídica y las futuras actualizaciones que pudiere tener en el tiempo, además de las disposiciones precedentes.

Las partes declaran y garantizan cumplir con la normativa establecida en leyes 20.393 y 21.121, en sus modificaciones y ampliaciones, que establecen la Responsabilidad Penal de las Personas Jurídicas en los delitos de lavado de activos, financiamiento del terrorismo, cohecho de funcionario público nacional o extranjero, receptación, negociación incompatible, administración desleal, corrupción entre privados y apropiación indebida. Junto con lo anterior, las partes se comprometen a cumplir con sus respectivos Modelos de Prevención de Delitos vigentes, en caso de que lo tuvieren, o la normativa interna que regule esta materia, y a denunciar los hechos o actividades sospechosas que lleguen a su conocimiento a través de los canales oficiales de denuncias.



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura




Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

**NOVENO: PERSONERÍAS.**

La Personería del Dr. Carlos Haefner Velásquez para representar a la Universidad Austral de Chile Sede Puerto Montt consta en Decreto de Rectoría N°180 de fecha 22 de julio de 2022. La personería de don Francisco Gómez Oyarzun para representar a la Cooperativa de pescadores de Carelmapu Limitada consta en Certificado N°711651 emitido con fecha 26 de agosto de 2022 por la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño. La personería de don Cesar Asencio Vargas para actuar en representación del Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu consta en Escritura Pública de Modificación de Contrato social de Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu Limitada y saneamiento de modificación de sociedad de fecha 10 de marzo del año 2010, suscrita ante notario Público Titular Fernando Laso Cordero, comuna de Maullín. Repertorio 71-2010.

  
  
 CARLOS HAEFNER VELÁSQUEZ  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
 SEDE PUERTO MONTT

  
 COOPERATIVA DE PESCADORES  
 CARELMAPU LTDA.  
 RUT: 70.214.300-4  
 FUNDADO: 02-SEPTIEMBRE-1960  
 FRANCISCO GOMEZ OYARZUN  
 PRESIDENTE  
 COOPERATIVA DE PESCADORES DE  
 CARELMAPU LTDA.

  
  
 CESAR ASENCIO VARGAS  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE  
 CARELMAPU





Anexo 1: Detalle del número y aporte por las campañas de muestreo en los sectores de trabajo en la comuna de Maullín.

Sector	Organización	Muestreo Diagnóstico	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6	Muestreo 7
AMERB Lenqui - Punta Santa Teresa	STI ASTIMAR Astillero	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
AMERB Punta Chocoi	STI Caleta de Carelmapu	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000
AMERB Isla Doña Sebastiana	STI Caleta de Carelmapu	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000
AMERB Weste Punta Quillahua	Cooperativa de pescadores de Carelmapu	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000
AMERB Farellones de Carelmapu	STI El Pacifico	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000
AMERB Bajo Norte Chocoi	STI Navegando Juntos	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000
Punta Picuta	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Bajo Amazonas	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Bajo Young	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Coordinación local	STI Caleta de Carelmapu	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
Buzo Muestreador local	STI Caleta de Carelmapu	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000
Total		\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

**CONVENIO DE COLABORACION**  
**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

**Y**

**SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES PESCADORES**  
**ARTESANALES "ASTI-MAR" ASTILLEROS, COMUNA DE MAULLIN**

**Y**

**TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE CARELMAPU**

En Puerto Montt, a 25 de octubre de 2022, entre la **UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**, en adelante La Universidad, RUT: 81.380.500-6, representada legalmente por su Vicerrector de Sede Dr. Carlos Haefner Velásquez, RUT 8.286.236-6, ambos domiciliados en Villa Cayhuasi Las Toninas 101, Puerto Montt; el **SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES PESCADORES ARTESANALES "ASTI-MAR" ASTILLEROS, COMUNA DE MAULLIN**, en adelante el Sindicato, inscrita bajo el Registro Sindical Único N°10010326 representada legalmente por su Presidente, don Raúl Orlando González Villegas, RUT 9.531.336-1, ambos domiciliados en O'Higgins s/n, Carelmapu Maullin, Región de Los Lagos, y el **TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE CARELMAPU**, en adelante "TerPesCar Ltda", RUT: 77.179.390-8, representada legalmente por don Cesar Rodrigo Asencio Vargas, RUT.: 12.080.242-9, quienes convienen y pactan el siguiente convenio de colaboración.

**CONSIDERANDOS:**

- a) Que La Universidad se encuentra desarrollando el Proyecto FIPA 2021-36 denominado "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullin y Carelmapu en la Región de Los Lagos", en contrato con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, y que tiene una duración de 14 meses (2021-2022).
- b) El objetivo general del proyecto es identificar y establecer medidas de manejo de la actinia del género *Metridium* que habita en las localidades de Maullin y Carelmapu en la Región de Los Lagos.
- c) Que los pescadores artesanales miembros del Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales "Asti-Mar" Astilleros Comuna de Maullin están interesados en participar y conocer los resultados del proyecto debido a los impactos directos que la anémona invasora puede causar sobre su actividad económica, la pesca artesanal.



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

- d) Que los recursos económicos disponibles para la ejecución del proyecto de investigación restringen la cobertura deseada por los pescadores.

En atención a lo precedentemente expuesto, ambas partes acuerdan:

#### **PRIMERO: OBJETIVO DEL CONVENIO**

Establecer un convenio de colaboración entre La Universidad, El Sindicato y TerPesCar Ltda, cuyo objetivo es fortalecer la investigación que realiza la Universidad Austral de Chile relativas a la ecología y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en la Región de Los Lagos, especialmente referido al transporte de investigadores y la obtención de muestras en las diferentes campañas de muestreo en bancos de pesca de recursos bentónicos de Carelmapu y Maullín, como se detalla en tabla anexa al convenio.

#### **SEGUNDO: OBLIGACIONES**

Para el adecuado desarrollo de los objetivos del proyecto antes referido, los comparecientes asumirán los siguientes compromisos:

##### **LA UNIVERSIDAD**

- 1) Realizar los trámites tendientes a la obtención de permisos para la recolección de las muestras biológicas ante la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- 2) Diseñar los protocolos para la recolección de muestras y registro de información en las diferentes campañas de monitoreo.
- 3) Aportar un monto total de \$1.600.000 pesos, para contribuir con la ejecución de 8 campañas de muestreo en el área de manejo de recursos bentónicos Lenqui – Punta Santa Teresa, por un monto de \$200.000 pesos por cada una. Este valor se pagará como un aporte a la cuenta del TerPesCar Ltda.
- 4) Analizar la data colectada, y presentar los resultados a los pescadores artesanales miembros del Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales "Asti-Mar" Astilleros Comuna de Maullín y de la localidad de Carelmapu comuna de Maullín, una vez que estos sean aprobados por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

##### **EL SINDICATO**

- 1) Aportar las embarcaciones para transportar a los investigadores de la Universidad hacia las zonas de muestreo identificadas en la propuesta técnica del proyecto, incluyendo al menos 1 buzo por embarcación.



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

- 2) Otorgar las facilidades a los investigadores de la Universidad para el registro de información y la recolección de muestras durante las campañas de monitoreo.
- 3) Realizar un total de 8 campañas de muestreo, correspondiente a 1 campaña de diagnóstico y 7 campañas de monitoreo, al interior del área de manejo de recursos bentónicos Lenqui – Punta Santa Teresa.

#### **TERPESCAR LTDA**

- 1) Será el encargado de recepcionar y entregar el pago que realice la Universidad al Sindicato, en el marco de las actividades que se ejecuten bajo este convenio.

#### **TERCERO: COORDINADORES**

Para todos los efectos relacionados con este Convenio la Universidad Austral de Chile actuará representado por el Director del Proyecto Sr. Carlos Molinet Flores, o por el profesional que ésta designe para representarla. El sindicato por su parte actuará a través de su Presidente Sr. Raúl González Villegas. Mientras que TerPesCar Ltda. actuará a través de el Sr. Cesar Asencio Vargas.

#### **CUARTO: VIGENCIA**

El presente convenio comenzará a regir a partir de la fecha de su suscripción y se extenderá por el periodo de un año, pudiendo su vigencia restringirse o ampliarse si ambas partes así lo deciden de mutuo acuerdo, lo que deberá constar por escrito, como asimismo y especialmente la de la terminación anticipada por cualquier causa del contrato entre la Universidad Austral de Chile y el FIPA de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, del cual ya se hizo referencia en los considerandos de este documento.

#### **QUINTO: DOMICILIO**

Las partes acuerdan que, en caso de existir dudas o diferencias en cuanto al sentido, alcance e interpretación de las normas del presente convenio, se promoverá el dialogo y la comunicación como principal método de resolución de controversias. Ahora bien, en el evento de no ser posible una solución al tenor de lo previamente señalado, las partes acuerdan fijar su domicilio en la ciudad de Puerto Montt sometiéndose a la jurisdicción de sus tribunales de justicia.





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

#### **SEXTO: EJEMPLARES**

En expresa conformidad con lo precedentemente estipulado, se firma el presente Convenio en 3 ejemplares de igual tenor y fecha, quedando 1 en poder de la Universidad, 1 en poder del Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales "ASTI-MAR" Astilleros Comuna de Maullín y 1 en poder de Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu Limitada.

#### **SEPTIMO: LEY 21.369 SOBRE ACOSO SEXUAL, LA VIOLENCIA Y LA DISCRIMINACIÓN DE GÉNERO EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR.**

Las partes en orden a dar cumplimiento a la Ley N°21.369 que Regula el Acoso Sexual, la Violencia y la Discriminación de Género en el ámbito de la Educación Superior incorporan al presente convenio, las siguientes disposiciones:

1. En el diseño, planificación y ejecución de las actividades y o acciones que comprenda el presente convenio, y sus eventuales acuerdos complementarios, las partes se comprometen a respetar y promover el principio de igualdad y no discriminación arbitraria, y, en general, a respetar y promover los derechos fundamentales de todas las personas involucradas directa o indirectamente con el presente convenio. En este sentido, las partes acuerdan respetar y promover comportamientos acordes con las disposiciones legales vigentes en Chile, evitando todo tipo de hechos de carácter irregular, malos tratos, hostigamiento o acoso entre los trabajadores/as y estudiantes de ambas partes del convenio. En la medida que las actividades organizadas lo permitan, las partes deberán generar relaciones de respeto al interior de las dependencias de la Universidad, procurando un ambiente grato y sana convivencia entre trabajadores/as y estudiantes, para lo cual deberá promoverse la utilización de un lenguaje y comportamiento correcto, esto es, no discriminatorio y respetuoso, particularmente evitando comportamientos que constituyan acoso, violencia o discriminación de género.
2. Las partes deberán adoptar todas las medidas que se estimen pertinentes destinadas a promover el respeto y trato digno, para lo cual se establece que frente a conductas irregulares la institución respectiva deberá informar de manera inmediata a la contraparte, con el fin de establecer medidas pertinentes.
3. Las partes declaran conocer y aceptar las políticas y reglamentos que la Universidad ha implementado en el marco de la Ley N°21.369 que Regula el Acoso Sexual, la Violencia y la Discriminación de Género en el ámbito de la Educación Superior, los que se entienden directamente incorporados a este contrato, y se obligan a su respeto en el marco de las obligaciones que emanan del presente acuerdo. Especialmente, declara conocer y aceptar la Política de Igualdad de Género, Diversidades y Disidencias Sexuales y de Género de la Universidad Austral de Chile, dictada mediante DR N°29/2022, la Política de prevención y sanción del Acoso, Violencia y Discriminación en la Comunidad Universitaria, dictada mediante DR N° 076/2015; el Reglamento de intervención en





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

situaciones de acoso, violencia y discriminación en la Comunidad Universitaria, aplicable a los(as) integrantes de la comunidad universitaria que tienen vínculos contractuales con la Universidad, dictado mediante D.R. N°07/2018; y el Reglamento de procedimiento para el acompañamiento, investigación y sanción de conductas de acoso, violencia y discriminación entre los estudiantes, dictado mediante D.R. N°028/2016, todos disponibles en <https://www.uach.cl/organizacion/prorectoria/utiles/reglamentos-y-documentos-importantes>

#### **OCTAVO: MODELO DE PREVENCIÓN DE DELITO.**

La Universidad Austral de Chile cuenta con un Modelo de Prevención de Delitos, con el objetivo de dar cumplimiento a las disposiciones de la Ley 20.393. Como parte de este Modelo, ha desarrollado procedimientos y reglamento de Prevención de Delitos, aplicable a Proveedores de la institución y sus filiales. Al aceptar este convenio se entenderá que las partes toman conocimiento de lo anterior, asumiendo el compromiso de adoptar las medidas necesarias para prevenir cualquier conducta contraria a la mencionada Ley.

En el contexto anterior, las partes, y éstas por sus directivos, gerentes, ejecutivos, directores y empleados, y cualquiera otra persona por la cual las partes sean responsables o cualquier persona actuando en representación de las partes, estarán obligadas a no incurrir en ningún acto en infracción de alguna disposición legal anti corrupción en cualquiera de sus formas, en especial, respecto de las establecidas en la Ley 20.393 que establece la responsabilidad penal de las personas jurídicas en los delitos de lavado de activos, financiamiento del terrorismo, receptación y delitos de cohecho, que diga o no relación con el contrato, incluyendo la entrega, aceptación u ofrecimiento de cualquier clase de regalo o beneficio, comisiones, retribuciones, regalos, dádivas, beneficios o ventajas económicas, sea mediante pagos directos o indirectos, en dinero o valores, tanto a empleados o directivos de otras entidades (ámbito privado), como a funcionarios públicos, partidos políticos, candidatos a cargos de elección popular u organización internacional (ámbito público), con el propósito de obtener, retener o dirigir negocios o asegurar alguna ventaja, para sí mismo o para un tercero. Las partes expresamente establecen que para el cumplimiento de las obligaciones que impone el contrato o que se relacionen con ellas, no han efectuado ni efectuarán ningún pago o retribución, regalo, beneficio o ventaja económica prohibidos por las leyes, como tampoco han incurrido ni incurrirán en conductas sancionadas en la mencionada Ley 20.393. Las partes se obligan a cumplir en estricto rigor la Ley 20.393 de responsabilidad penal de la persona jurídica y las futuras actualizaciones que pudiere tener en el tiempo, además de las disposiciones precedentes.

Las partes declaran y garantizan cumplir con la normativa establecida en leyes 20.393 y 21.121, en sus modificaciones y ampliaciones, que establecen la Responsabilidad Penal de las Personas Jurídicas en los delitos de lavado de activos, financiamiento del terrorismo, cohecho de funcionario público nacional o extranjero, receptación, negociación incompatible, administración desleal,



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

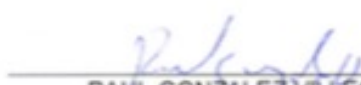
corrupción entre privados y apropiación indebida. Junto con lo anterior, las partes se comprometen a cumplir con sus respectivos Modelos de Prevención de Delitos vigentes, en caso de que lo tuvieran, o la normativa interna que regule esta materia, y a denunciar los hechos o actividades sospechosas que lleguen a su conocimiento a través de los canales oficiales de denuncias.

**NOVENO: PERSONERÍAS.**

La Personería del Dr. Carlos Haefner Velásquez para representar a la Universidad Austral de Chile Sede Puerto Montt consta en Decreto de Rectoría N°180 de fecha 22 de julio de 2022. La personería de don Raúl González Villegas para representar al Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales "Asti-Mar" Astilleros Comuna de Maullín consta en Certificado N°10010326 emitido con fecha 29 de agosto de 2022 por la Dirección del Trabajo. La personería de don Cesar Asencio Vargas para actuar en representación del Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu consta en Escritura Pública de Modificación de Contrato social de Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu Limitada y saneamiento de modificación de sociedad de fecha 10 de marzo del año 2010, suscrita ante notario Público Titular Fernando Laso Cordero, comuna de Maullín. Repertorio 71-2010.

  
CARLOS HAEFNER VELÁSQUEZ  
REPRESENTANTE LEGAL  
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
SEDE PUERTO MONTT



  
RAUL GONZALEZ VILLEGAS  
PRESIDENTE  
SINDICATO DE TRABAJADORES  
INDEPENDIENTES PESCADORES  
ARTESANLAES "ASTI-MAR"  
ASTILLEROS

  
CESAR ASECNCIO VARGAS  
REPRESENTANTE LEGAL  
TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE  
CARELMAPU



Anexo 1: Detalle del número y aporte por las campañas de muestreo en los sectores de trabajo en la comuna de Maullín.

Sector	Organización	Muestreo Diagnóstico	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6	Muestreo 7
AMERB Lenqui - Punta Santa Teresa	STI ASTMAR Astillero	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
AMERB Punta Chocoi	STI Caleta de Carelmapu	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000
AMERB Isla Dorla Sebastiana	STI Buzos Asistentes y Pescadores Mar Brava	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000
AMERB Weste Punta Quilín	Cooperativa de pescadores de Carelmapu	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000
AMERB Farellones de Carelmapu	STI El Pacifico	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000
AMERB Bajo Norte Chocoi	STI Navegando Juntos	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000
Punta Picuta	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Bajo Amazonas	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Bajo Young	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Coordinación local	STI Caleta de Carelmapu	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
Buzo Muestreador local	STI Caleta de Carelmapu	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000
<b>Total</b>		<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

**CONVENIO DE COLABORACION**  
**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

**Y**

**SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES**  
**PESCADORES ARTESANALES Y BUZOS DE CALETA CARELMAPU**

En Puerto Montt, a 25 de octubre de 2022, entre la **UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**, en adelante La Universidad, RUT: 81.380.500-6, representada legalmente por su Vicerrector de Sede Dr. Carlos Haefner Velásquez, RUT 8.286.236-6, ambos domiciliados en Villa Cayhuasi Las Toninas 101, Puerto Montt; el **SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES PESCADORES ARTESANALES Y BUZOS DE CALETA CARELMAPU**, en adelante el Sindicato, inscrita bajo en el Registro Sindical Único de la Inspección del Trabajo de Puerto Montt, bajo el N° 10010063 y representada legalmente por su Presidente, don Ángel Custodio Serón Ojeda RUT: 7.850.938-4, domiciliado en O'Higgins s/n, Carelmapu Maullín, Región de Los Lagos, y el **TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE CARELMAPU**, en adelante "TerPesCar Ltda", RUT: 77.179.390-8, representada legalmente por don Cesar Rodrigo Asencio Vargas, RUT.: 12.080.242-9, quienes convienen y pactan el siguiente convenio de colaboración.

**CONSIDERANDOS:**

- a) Que La Universidad se encuentra desarrollando el Proyecto FIPA 2021-36 denominado "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos", en contrato con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, y que tiene una duración de 14 meses (2021-2022).
- b) El objetivo general del proyecto es identificar y establecer medidas de manejo de la actinia del género *Metridium* que habita en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos.
- c) Que el Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales y Buzos de Carelmapu conforma la Sociedad de Responsabilidad Limitada Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu (en adelante TerPesCar Ltda).
- d) Que los pescadores artesanales miembros de la Cooperativa de Pescadores de Carelmapu Ltda. están interesados en participar y conocer los resultados del proyecto debido a los impactos directos que la anémona invasora puede causar sobre su actividad económica, la pesca artesanal.





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

- e) Que los recursos económicos disponibles para la ejecución del proyecto de investigación restringen la cobertura deseada por los pescadores.

En atención a lo precedentemente expuesto, ambas partes acuerdan:

#### **PRIMERO: OBJETIVO DEL CONVENIO**

Establecer un convenio de colaboración entre La Universidad, El Sindicato y TerPesCar Ltda, cuyo objetivo es fortalecer la investigación que realiza la Universidad Austral de Chile relativas a la ecología y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en la Región de Los Lagos, especialmente referido al transporte de investigadores y la obtención de muestras en las diferentes campañas de muestreo en bancos de pesca de recursos bentónicos de Carelmapu y Maullín, como se detalla en tabla anexa al convenio.

#### **SEGUNDO: OBLIGACIONES**

Para el adecuado desarrollo de los objetivos del proyecto antes referido, los comparecientes asumirán los siguientes compromisos:

##### **LA UNIVERSIDAD**

- 1) Realizar los trámites tendientes a la obtención de permisos para la recolección de las muestras biológicas ante la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- 2) Diseñar los protocolos para la recolección de muestras y registro de información en las diferentes campañas de monitoreo.
- 3) Aportar un monto total de \$ 16.800.000 pesos, para contribuir con la ejecución de 8 campañas de muestreo en 9 sectores, por un monto de \$ 2.100.000 por cada una de las campañas (ver tabla Anexa). Este valor se pagará como un aporte a la cuenta del TerpesCar Ltda., haciendo entrega a la Universidad de un recibo simple de cada pago a la organización respectiva.
- 4) Analizar la data colectada, y presentar los resultados obtenidos del proyecto a los pescadores artesanales miembros del Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales y Buzos de Carelmapu y de la localidad de Carelmapu comuna de Maullín, una vez que estos sean aprobados por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

##### **LA ORGANIZACION**

- 1) Aportar las embarcaciones para transportar a los investigadores de la Universidad hacia las zonas de muestreo identificadas en la propuesta técnica del proyecto, incluyendo al menos 1 buzo por embarcación.





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

- 2) Otorgar las facilidades a los investigadores de la Universidad para el registro de información y la recolección de muestras durante las campañas de monitoreo.
- 3) Realizar un total de 8 campañas de muestreo, correspondiente a 1 campaña de diagnóstico y 7 campañas de monitoreo.

#### **TERPESCAR LTDA**

- 1) Será el encargado de recepcionar y entregar el pago que realice la Universidad al Sindicato, en el marco de las actividades que se ejecuten bajo este convenio.

#### **TERCERO: COORDINADORES**

Para todos los efectos relacionados con este Convenio la Universidad Austral de Chile actuará representado por el Director del Proyecto Sr. Carlos Molinet Flores, o por el profesional que ésta designe para representarla. El Sindicato por su parte actuará a través de su Presidente Sr. Ángel Custodio Serón Ojeda. Mientras que TerPesCar Ltda. actuará a través del Sr. Cesar Asencio Vargas.

#### **CUARTO: VIGENCIA**

El presente convenio comenzará a regir a partir de la fecha de su suscripción y se extenderá por el periodo de un año, pudiendo su vigencia restringirse o ampliarse si ambas partes así lo deciden de mutuo acuerdo, lo que deberá constar por escrito, como asimismo y especialmente la de la terminación anticipada por cualquier causa del contrato entre la Universidad Austral de Chile y el FIPA de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, del cual ya se hizo referencia en los considerandos de este documento.

#### **QUINTO: DOMICILIO**

Las partes acuerdan que, en caso de existir dudas o diferencias en cuanto al sentido, alcance e interpretación de las normas del presente convenio, se promoverá el dialogo y la comunicación como principal método de resolución de controversias. Ahora bien, en el evento de no ser posible una solución al tenor de lo previamente señalado, las partes acuerdan fijar su domicilio en la ciudad de Puerto Montt sometiéndose a la jurisdicción de sus tribunales de justicia.



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

#### **SEXTO: EJEMPLARES**

En expresa conformidad con lo precedentemente estipulado, se firma el presente Convenio en 3 ejemplares de igual tenor y fecha, quedando 1 en poder de la Universidad, 1 en poder del Sindicato de TRABAJADORES INDEPENDIENTES PESCADORES ARTESANALES Y BUZOS DE CALETA CARELMAPU y 1 en poder de Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu Limitada.

#### **SEPTIMO: LEY 21.369 SOBRE ACOSO SEXUAL, LA VIOLENCIA Y LA DISCRIMINACIÓN DE GÉNERO EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR.**

Las partes en orden a dar cumplimiento a la Ley N°21.369 que Regula el Acoso Sexual, la Violencia y la Discriminación de Género en el ámbito de la Educación Superior incorporan al presente convenio, las siguientes disposiciones:

1. En el diseño, planificación y ejecución de las actividades y o acciones que comprenda el presente convenio, y sus eventuales acuerdos complementarios, las partes se comprometen a respetar y promover el principio de igualdad y no discriminación arbitraria, y, en general, a respetar y promover los derechos fundamentales de todas las personas involucradas directa o indirectamente con el presente convenio. En este sentido, las partes acuerdan respetar y promover comportamientos acordes con las disposiciones legales vigentes en Chile, evitando todo tipo de hechos de carácter irregular, malos tratos, hostigamiento o acoso entre los trabajadores/as y estudiantes de ambas partes del convenio. En la medida que las actividades organizadas lo permitan, las partes deberán generar relaciones de respeto al interior de las dependencias de la Universidad, procurando un ambiente grato y sana convivencia entre trabajadores/as y estudiantes, para lo cual deberá promoverse la utilización de un lenguaje y comportamiento correcto, esto es, no discriminatorio y respetuoso, particularmente evitando comportamientos que constituyan acoso, violencia o discriminación de género.
2. Las partes deberán adoptar todas las medidas que se estimen pertinentes destinadas a promover el respeto y trato digno, para lo cual se establece que frente a conductas irregulares la institución respectiva deberá informar de manera inmediata a la contraparte, con el fin de establecer medidas pertinentes.
3. Las partes declaran conocer y aceptar las políticas y reglamentos que la Universidad ha implementado en el marco de la Ley N°21.369 que Regula el Acoso Sexual, la Violencia y la Discriminación de Género en el ámbito de la Educación Superior, los que se entienden directamente incorporados a este contrato, y se obligan a su respeto en el marco de las obligaciones que emanan del presente acuerdo. Especialmente, declara conocer y aceptar la Política de Igualdad de Género, Diversidades y Disidencias Sexuales y de Género de la Universidad Austral de Chile, dictada mediante DR N°29/2022, la Política de prevención y sanción del Acoso, Violencia y Discriminación en la Comunidad Universitaria, dictada mediante DR N° 076/2015; el Reglamento de intervención en



Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

situaciones de acoso, violencia y discriminación en la Comunidad Universitaria, aplicable a los(as) integrantes de la comunidad universitaria que tienen vínculos contractuales con la Universidad, dictado mediante D.R. N°07/2018; y el Reglamento de procedimiento para el acompañamiento, investigación y sanción de conductas de acoso, violencia y discriminación entre los estudiantes, dictado mediante D.R. N°028/2016, todos disponibles en <https://www.uach.cl/organizacion/prorectoria/utiles/reglamentos-y-documentos-importantes>

#### **OCTAVO: MODELO DE PREVENCIÓN DE DELITO.**

La Universidad Austral de Chile cuenta con un Modelo de Prevención de Delitos, con el objetivo de dar cumplimiento a las disposiciones de la Ley 20.393. Como parte de este Modelo, ha desarrollado procedimientos y reglamento de Prevención de Delitos, aplicable a Proveedores de la institución y sus filiales. Al aceptar este convenio se entenderá que las partes toman conocimiento de lo anterior, asumiendo el compromiso de adoptar las medidas necesarias para prevenir cualquier conducta contraria a la mencionada Ley.

En el contexto anterior, las partes, y éstas por sus directivos, gerentes, ejecutivos, directores y empleados, y cualquiera otra persona por la cual las partes sean responsables o cualquier persona actuando en representación de las partes, estarán obligadas a no incurrir en ningún acto en infracción de alguna disposición legal anti corrupción en cualquiera de sus formas, en especial, respecto de las establecidas en la Ley 20.393 que establece la responsabilidad penal de las personas jurídicas en los delitos de lavado de activos, financiamiento del terrorismo, receptación y delitos de cohecho, que diga o no relación con el contrato, incluyendo la entrega, aceptación u ofrecimiento de cualquier clase de regalo o beneficio, comisiones, retribuciones, regalos, dádivas, beneficios o ventajas económicas, sea mediante pagos directos o indirectos, en dinero o valores, tanto a empleados o directivos de otras entidades (ámbito privado), como a funcionarios públicos, partidos políticos, candidatos a cargos de elección popular u organización internacional (ámbito público), con el propósito de obtener, retener o dirigir negocios o asegurar alguna ventaja, para sí mismo o para un tercero. Las partes expresamente establecen que para el cumplimiento de las obligaciones que impone el contrato o que se relacionen con ellas, no han efectuado ni efectuarán ningún pago o retribución, regalo, beneficio o ventaja económica prohibidos por las leyes, como tampoco han incurrido ni incurrirán en conductas sancionadas en la mencionada Ley 20.393. Las partes se obligan a cumplir en estricto rigor la Ley 20.393 de responsabilidad penal de la persona jurídica y las futuras actualizaciones que pudiere tener en el tiempo, además de las disposiciones precedentes.

Las partes declaran y garantizan cumplir con la normativa establecida en leyes 20.393 y 21.121, en sus modificaciones y ampliaciones, que establecen la Responsabilidad Penal de las Personas Jurídicas en los delitos de lavado de activos, financiamiento del terrorismo, cohecho de funcionario público nacional o extranjero, receptación, negociación incompatible, administración desleal,





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura




Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

corrupción entre privados y apropiación indebida. Junto con lo anterior, las partes se comprometen a cumplir con sus respectivos Modelos de Prevención de Delitos vigentes, en caso de que lo tuvieren, o la normativa interna que regule esta materia, y a denunciar los hechos o actividades sospechosas que lleguen a su conocimiento a través de los canales oficiales de denuncias.

**NOVENO: PERSONERÍAS.**

La Personería del Dr. Carlos Haefner Velásquez para representar a la Universidad Austral de Chile Sede Puerto Montt consta en Decreto de Rectoría N°180 de fecha 22 de julio de 2022. La personería de don Ángel Serón Ojeda para representar al Sindicato De Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales Y Buzos De Caleta Carelmapu, Comuna de Maullín consta en Certificado N°1001/2022/1598 emitido con fecha 18 de agosto de 2022 por la Dirección del Trabajo. La personería de don Cesar Asencio Vargas para actuar en representación del Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu consta en Escritura Pública de Modificación de Contrato social de Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu Limitada y saneamiento de modificación de sociedad de fecha 10 de marzo del año 2010, suscrita ante notario Público Titular Fernando Laso Cordero, comuna de Maullín. Repertorio 71-2010.

  
  
 CARLOS HAEFNER VELÁSQUEZ  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
 SEDE PUERTO MONTT

  
 ANGEL SERÓN OJEDA  
 PRESIDENTE  
 SINDICATO DE TRABAJADORES  
 INDEPENDIENTES PESCADORES  
 ARTESANALES Y BUZOS DE CALETA  
 CARELMAPU

  
  
 CESAR ASECIO VARGAS  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE  
 CARELMAPU

Anexo 1: Detalle del número y aporte por las campañas de muestreo en los sectores de trabajo en la comuna de Maullín.

Sector	Organización	Muestreo Diagnóstico	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6	Muestreo 7
AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa	STI ASTIMAR Astillero	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
AMERB Punta Chocoi	STI Caleta de Carelmapu	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000
AMERB Isla Doña Sebastiana	STI Caleta de Carelmapu	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000
AMERB Weste Punta Quillahuá	Cooperativa de pescadores de Carelmapu	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000
AMERB Fareltones de Carelmapu	STI El Pacifico	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000
AMERB Bajo Norte Chocoi	STI Navegando Juntos	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000
Punta Picuta	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Bajo Amazonas	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Bajo Young	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Coordinación local	STI Caleta de Carelmapu	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
Buzo Muestreador local	STI Caleta de Carelmapu	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000
Total		\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000	\$ 3.400.000





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

**CONVENIO DE COLABORACION**  
**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

**Y**

**SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES**  
**PESCADORES ARTESANALES, BUZOS, ASISTENTES DE BUZOS, ARMADORES Y RAMOS**  
**SIMILARES**

**"EL PACIFICO" DE LA COLMUNA DE MAULLIN**

**Y**

**TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE CARELMAPU**

En Puerto Montt, a 25 de octubre de 2022, entre la **UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**, en adelante La Universidad, RUT: 81.380.500-6, representada legalmente por su Vicerrector de Sede Dr. Carlos Haefner Velásquez, RUT 8.286.236-6, ambos domiciliados en Villa Cayhuasi Las Toninas 101, Puerto Montt; el **SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES PESCADORES ARTESANALES, BUZOS, ASISTENTES DE BUZOS, ARMADORES Y RAMOS SIMILARES "EL PACIFICO" DE LA COLMUNA DE MAULLIN**, en adelante el Sindicato, inscrita bajo el Registro Sindical Único N°10010317 representada legalmente por su Presidente, don Benjamín Leopoldo Moreno Oyarzun, RUT 7.430.150-9, ambos domiciliados en O'Higgins s/n, Carelmapu Maullin, Región de Los Lagos, y el **TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE CARELMAPU**, en adelante "TerPesCar Ltda", RUT: 77.179.390-8, representada legalmente por don Cesar Rodrigo Asencio Vargas, RUT.: 12.080.242-9, quienes convienen y pactan el siguiente convenio de colaboración.

**CONSIDERANDOS:**

- a) Que La Universidad se encuentra desarrollando el Proyecto FIPA 2021-36 denominado "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullin y Carelmapu en la Región de Los Lagos", en contrato con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, y que tiene una duración de 14 meses (2021-2022).
- b) El objetivo general del proyecto es identificar y establecer medidas de manejo de la actinia del género *Metridium* que habita en las localidades de Maullin y Carelmapu en la Región de Los Lagos.
- c) Que el Sindicato de trabajadores independientes Pescadores Artesanales, Buzos, Asistentes de Buzos, Armadores y Ramos Similares "El Pacifico" de la Comuna de Maullin conforman



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

parte de la Sociedad de Responsabilidad Limitada Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu (en adelante TerPesCar Ltda).

- d) Que los pescadores artesanales miembros del Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Buzos, Asistentes de Buzos, Armadores y Ramos Similares "El Pacifico" de la Comuna de Maullin están interesados en participar y conocer los resultados del proyecto debido a los impactos directos que la anemona invasora puede causar sobre su actividad económica, la pesca artesanal.
- e) Que los recursos económicos disponibles para la ejecución del proyecto de investigación restringen la cobertura deseada por los pescadores.

En atención a lo precedentemente expuesto, ambas partes acuerdan:

#### **PRIMERO: OBJETIVO DEL CONVENIO**

Establecer un convenio de colaboración entre La Universidad, El Sindicato y TerPesCar Ltda, cuyo objetivo es fortalecer la investigación que realiza la Universidad Austral de Chile relativas a la ecología y manejo de la anemona de mar del género *Metridium* en la Región de Los Lagos, especialmente referido al transporte de investigadores y la obtención de muestras en las diferentes campañas de muestreo en bancos de pesca de recursos bentónicos de Carelmapu y Maullin, como se detalla en tabla anexa al convenio.

#### **SEGUNDO: OBLIGACIONES**

Para el adecuado desarrollo de los objetivos del proyecto antes referido, los comparecientes asumirán los siguientes compromisos:

##### **LA UNIVERSIDAD**

- 1) Realizar los trámites tendientes a la obtención de permisos para la recolección de las muestras biológicas ante la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- 2) Diseñar los protocolos para la recolección de muestras y registro de información en las diferentes campañas de monitoreo.
- 3) Aportar un monto total de \$2.800.000 pesos, para contribuir con la ejecución de 8 campañas de muestreo en el área de manejo de recursos bentónicos Farellones de Carelmapu, por un monto de \$350.000 pesos por cada una. Este valor se pagará como un aporte a la cuenta del TerPesCar Ltda.
- 4) Analizar la data colectada, y presentar los resultados a los pescadores artesanales miembros del Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Buzos, Asistentes de



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Buzos, Armadores y Ramos Similares "El Pacifico" y de la localidad de Carelmapu comuna de Maullín, una vez que estos sean aprobados por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

#### **EL SINDICATO**

- 1) Aportar las embarcaciones para transportar a los investigadores de la Universidad hacia las zonas de muestreo identificadas en la propuesta técnica del proyecto, incluyendo al menos 1 buzo por embarcación.
- 2) Otorgar las facilidades a los investigadores de la Universidad para el registro de información y la recolección de muestras durante las campañas de monitoreo.
- 3) Realizar un total de 8 campañas de muestreo, correspondiente a 1 campaña de diagnóstico y 7 campañas de monitoreo, al interior del área de manejo de recursos bentónicos Farellones de Carelmapu.

#### **TERPESCAR LTDA**

- 1) Será el encargado de recepcionar y entregar el pago que realice la Universidad al Sindicato, en el marco de las actividades que se ejecuten bajo este convenio.

#### **TERCERO: COORDINADORES**

Para todos los efectos relacionados con este Convenio la Universidad Austral de Chile actuará representado por el Director del Proyecto Sr. Carlos Molinet Flores, o por el profesional que ésta designe para representarla. El sindicato por su parte actuará a través de su Presidente Sr. Benjamín Moreno Oyarzun. Mientras que TerPesCar Ltda. actuará a través de el Sr. Cesar Asencio Vargas.

#### **CUARTO: VIGENCIA**

El presente convenio comenzará a regir a partir de la fecha de su suscripción y se extenderá por el período de un año, pudiendo su vigencia restringirse o ampliarse si ambas partes así lo deciden de mutuo acuerdo, lo que deberá constar por escrito, como asimismo y especialmente la de la terminación anticipada por cualquier causa del contrato entre la Universidad Austral de Chile y el FIPA de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, del cual ya se hizo referencia en los considerandos de este documento.



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

#### **QUINTO: DOMICILIO**

Las partes acuerdan que, en caso de existir dudas o diferencias en cuanto al sentido, alcance e interpretación de las normas del presente convenio, se promoverá el diálogo y la comunicación como principal método de resolución de controversias. Ahora bien, en el evento de no ser posible una solución al tenor de lo previamente señalado, las partes acuerdan fijar su domicilio en la ciudad de Puerto Montt sometiéndose a la jurisdicción de sus tribunales de justicia.

#### **SEXTO: EJEMPLARES**

En expresa conformidad con lo precedentemente estipulado, se firma el presente Convenio en 3 ejemplares de igual tenor y fecha, quedando 1 en poder de la Universidad, 1 en poder del Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Buzos, Asistentes de Buzos, Armadores y Ramos Similares "El Pacifico" de la Comuna de Maullín y 1 en poder de Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu Limitada.

#### **SEPTIMO: LEY 21.369 SOBRE ACOSO SEXUAL, LA VIOLENCIA Y LA DISCRIMINACIÓN DE GÉNERO EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR.**

Las partes en orden a dar cumplimiento a la Ley N°21.369 que Regula el Acoso Sexual, la Violencia y la Discriminación de Género en el ámbito de la Educación Superior incorporan al presente convenio, las siguientes disposiciones:

1. En el diseño, planificación y ejecución de las actividades y o acciones que comprenda el presente convenio, y sus eventuales acuerdos complementarios, las partes se comprometen a respetar y promover el principio de igualdad y no discriminación arbitraria, y, en general, a respetar y promover los derechos fundamentales de todas las personas involucradas directa o indirectamente con el presente convenio. En este sentido, las partes acuerdan respetar y promover comportamientos acordes con las disposiciones legales vigentes en Chile, evitando todo tipo de hechos de carácter irregular, malos tratos, hostigamiento o acoso entre los trabajadores/as y estudiantes de ambas partes del convenio. En la medida que las actividades organizadas lo permitan, las partes deberán generar relaciones de respeto al interior de las dependencias de la Universidad, procurando un ambiente grato y sana convivencia entre trabajadores/as y estudiantes, para lo cual deberá promoverse la utilización de un lenguaje y comportamiento correcto, esto es, no discriminatorio y respetuoso, particularmente evitando comportamientos que constituyan acoso, violencia o discriminación de género.
2. Las partes deberán adoptar todas las medidas que se estimen pertinentes destinadas a promover el respeto y trato digno, para lo cual se establece que frente a conductas irregulares la institución respectiva deberá informar de manera inmediata a la contraparte, con el fin de establecer medidas pertinentes.





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

3. Las partes declaran conocer y aceptar las políticas y reglamentos que la Universidad ha implementado en el marco de la Ley N°21.369 que Regula el Acoso Sexual, la Violencia y la Discriminación de Género en el ámbito de la Educación Superior, los que se entienden directamente incorporados a este contrato, y se obligan a su respeto en el marco de las obligaciones que emanan del presente acuerdo. Especialmente, declara conocer y aceptar la Política de Igualdad de Género, Diversidades y Disidencias Sexuales y de Género de la Universidad Austral de Chile, dictada mediante DR N°29/2022, la Política de prevención y sanción del Acoso, Violencia y Discriminación en la Comunidad Universitaria, dictada mediante DR N° 076/2015; el Reglamento de intervención en situaciones de acoso, violencia y discriminación en la Comunidad Universitaria, aplicable a los(as) integrantes de la comunidad universitaria que tienen vínculos contractuales con la Universidad, dictado mediante D.R. N°07/2018; y el Reglamento de procedimiento para el acompañamiento, investigación y sanción de conductas de acoso, violencia y discriminación entre los estudiantes, dictado mediante D.R. N°028/2016, todos disponibles en <https://www.uach.cl/organizacion/prorectoria/utiles/reglamentos-y-documentos-importantes>

#### **OCTAVO: MODELO DE PREVENCIÓN DE DELITO.**

La Universidad Austral de Chile cuenta con un Modelo de Prevención de Delitos, con el objetivo de dar cumplimiento a las disposiciones de la Ley 20.393. Como parte de este Modelo, ha desarrollado procedimientos y reglamento de Prevención de Delitos, aplicable a Proveedores de la institución y sus filiales. Al aceptar este convenio se entenderá que las partes toman conocimiento de lo anterior, asumiendo el compromiso de adoptar las medidas necesarias para prevenir cualquier conducta contraria a la mencionada Ley.

En el contexto anterior, las partes, y éstas por sus directivos, gerentes, ejecutivos, directores y empleados, y cualquiera otra persona por la cual las partes sean responsables o cualquier persona actuando en representación de las partes, estarán obligadas a no incurrir en ningún acto en infracción de alguna disposición legal anti corrupción en cualquiera de sus formas, en especial, respecto de las establecidas en la Ley 20.393 que establece la responsabilidad penal de las personas jurídicas en los delitos de lavado de activos, financiamiento del terrorismo, receptación y delitos de cohecho, que diga o no relación con el contrato, incluyendo la entrega, aceptación u ofrecimiento de cualquier clase de regalo o beneficio, comisiones, retribuciones, regalos, dádivas, beneficios o ventajas económicas, sea mediante pagos directos o indirectos, en dinero o valores, tanto a empleados o directivos de otras entidades (ámbito privado), como a funcionarios públicos, partidos políticos, candidatos a cargos de elección popular u organización internacional (ámbito público), con el propósito de obtener, retener o dirigir negocios o asegurar alguna ventaja, para sí mismo o para un tercero. Las partes expresamente establecen que para el cumplimiento de las obligaciones que impone el contrato o que se relacionen con ellas, no han efectuado ni efectuarán ningún pago o retribución, regalo, beneficio o ventaja económica prohibidos por las leyes, como tampoco han incurrido ni incurrirán en conductas





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

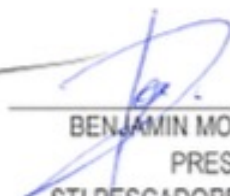
sancionadas en la mencionada Ley 20.393. Las partes se obligan a cumplir en estricto rigor la Ley 20.393 de responsabilidad penal de la persona jurídica y las futuras actualizaciones que pudiere tener en el tiempo, además de las disposiciones precedentes.

Las partes declaran y garantizan cumplir con la normativa establecida en leyes 20.393 y 21.121, en sus modificaciones y ampliaciones, que establecen la Responsabilidad Penal de las Personas Jurídicas en los delitos de lavado de activos, financiamiento del terrorismo, cohecho de funcionario público nacional o extranjero, receptación, negociación incompatible, administración desleal, corrupción entre privados y apropiación indebida. Junto con lo anterior, las partes se comprometen a cumplir con sus respectivos Modelos de Prevención de Delitos vigentes, en caso de que lo tuvieren, o la normativa interna que regule esta materia, y a denunciar los hechos o actividades sospechosas que lleguen a su conocimiento a través de los canales oficiales de denuncias.

#### NOVENO: PERSONERÍAS.

La Personería del Dr. Carlos Haefner Velásquez para representar a la Universidad Austral de Chile Sede Puerto Montt consta en Decreto de Rectoría N°180 de fecha 22 de julio de 2022. La personería de don Benjamín Moreno Oyarzún para representar al Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Buzos, Asistentes de Buzos, Armadores y Ramos Similares "El Pacífico" de la Comuna de Maullín consta en Certificado N°1001/2022/1595 emitido con fecha 18 de agosto de 2022 por la Dirección del Trabajo. La personería de don César Asencio Vargas para actuar en representación del Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu consta en Escritura Pública de Modificación de Contrato social de Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu Limitada y saneamiento de modificación de sociedad de fecha 10 de marzo del año 2010, suscrita ante notario Público Titular Fernando Laso Cordero, comuna de Maullín. Repertorio 71-2010.

  
CARLOS HAEFNER VELÁSQUEZ  
REPRESENTANTE LEGAL  
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
SEDE PUERTO MONTT

  
BENJAMÍN MORENO OYARZÚN  
PRESIDENTE  
SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES  
PESCADORES ARTESANALES,  
BUZOS, ASISTENTES DE BUZOS,  
ARMADORES Y RAMOS SIMILARES "EL  
PACÍFICO" DE LA COMUNA DE  
MAULLÍN



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

TERMINAL PESQUERO  
CARELMAPU LTDA.  
FUND. 14-07-1998  
7.179.390-8

CESAR ASECIO VARGAS  
REPRESENTANTE LEGAL  
TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE  
CARELMAPU



Anexo 1: Detalle del número y aporte por las campañas de muestreo en los sectores de trabajo en la comuna de Maullín.

Sector	Organización	Muestreo Diagnóstico	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6	Muestreo 7
AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa	STI ASTIMAR Asillero	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
AMERB Punta Chocoi	STI Caleta de Carelmapu	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000
AMERB Isla Doña Sebastiana	STI Caleta de Carelmapu	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000
AMERB Weste Punta Quillafua	Cooperativa de pescadores de Carelmapu	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000
AMERB Fareltonos de Carelmapu	STI El Pacifico	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000
AMERB Bajo Norte Chocoi	STI Navegando Juntos	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000
Punta Picuda	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Bajo Amazonas	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Bajo Young	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Coordinación local	STI Caleta de Carelmapu	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
Buzo Muestreador local	STI Caleta de Carelmapu	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000
<b>Total</b>		<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

**CONVENIO DE COLABORACION**  
**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

**Y**

**SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES**  
**PESCADORES ARTESANALES, MARISCADORES, BUZOS MARISCADORES,**

**ASISTENTES DE BUZOS Y ALGUEROS**

**"NAVEGANDO JUNTOS" CARELMAPU**

**Y**

**TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE CARELMAPU**

En Puerto Montt, a 25 de octubre de 2022, entre la **UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**, en adelante La Universidad, RUT: 81.380.500-6, representada legalmente por su Vicerrector de Sede Dr. Carlos Haefner Velásquez, RUT: 8.286.236-6, ambos domiciliados en Villa Cayhuasi Las Toninas 101, Puerto Montt; el **SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES PESCADORES ARTESANALES, MARISCADORES, BUZOS MARISCADORES, ASISTENTES DE BUZOS Y ALGUEROS "NAVEGANDO JUNTOS" CARELMAPU**, en adelante el Sindicato, inscrita bajo el Registro Sindical Único N°10010581 representada legalmente por su Presidente, don José Christian Igor Oyarzo, RUT: 13.610.356-3, ambos domiciliados en O'Higgins s/n, Carelmapu Maullin, Región de Los Lagos, y el **TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE CARELMAPU**, en adelante "TerPesCar Ltda", RUT: 77.179.390-8, representada legalmente por don Cesar Rodrigo Asencio Vargas, RUT: 12.080.242-9, quienes convienen y pactan el siguiente convenio de colaboración.

**CONSIDERANDOS:**

- a) Que La Universidad se encuentra desarrollando el Proyecto FIPA 2021-36 denominado "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullin y Carelmapu en la Región de Los Lagos", en contrato con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, y que tiene una duración de 14 meses (2021-2022).
- b) El objetivo general del proyecto es identificar y establecer medidas de manejo de la actinia del género *Metridium* que habita en las localidades de Maullin y Carelmapu en la Región de Los Lagos.
- c) Que el Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Mariscadores, Buzos Mariscadores, Asistentes de Buzos y Algueros "Navegando Juntos" Carelmapu



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

conforman parte de la Sociedad de Responsabilidad Limitada Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu (en adelante TerPesCar Ltda).

- d) Que los pescadores artesanales miembros del Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Mariscadores, Buzos Mariscadores, Asistentes de Buzos y Algueros "Navegando Juntos" Carelmapu están interesados en participar y conocer los resultados del proyecto debido a los impactos directos que la anemona invasora puede causar sobre su actividad económica, la pesca artesanal.
- e) Que los recursos económicos disponibles para la ejecución del proyecto de investigación restringen la cobertura deseada por los pescadores.

En atención a lo precedentemente expuesto, ambas partes acuerdan:

#### **PRIMERO: OBJETIVO DEL CONVENIO**

Establecer un convenio de colaboración entre La Universidad, El Sindicato y TerPesCar Ltda, cuyo objetivo es fortalecer la investigación que realiza la Universidad Austral de Chile relativas a la ecología y manejo de la anemona de mar del género *Metridium* en la Región de Los Lagos, especialmente referido al transporte de investigadores y la obtención de muestras en las diferentes campañas de muestreo en bancos de pesca de recursos bentónicos de Carelmapu y Maullín, como se detalla en tabla anexa al convenio.

#### **SEGUNDO: OBLIGACIONES**

Para el adecuado desarrollo de los objetivos del proyecto antes referido, los comparecientes asumirán los siguientes compromisos:

##### **LA UNIVERSIDAD**

- 1) Realizar los trámites tendientes a la obtención de permisos para la recolección de las muestras biológicas ante la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- 2) Diseñar los protocolos para la recolección de muestras y registro de información en las diferentes campañas de monitoreo.
- 3) Aportar un monto total de \$2.400.000 pesos, para contribuir con la ejecución de 8 campañas de muestreo en el área de manejo de recursos bentónicos Bajo Norte Chocoi, por un monto de \$300.000 pesos por cada una. Este valor se pagará como un aporte a la cuenta del TerPesCar Ltda.
- 4) Analizar la data colectada, y presentar los resultados a los pescadores artesanales miembros del Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Mariscadores, Buzos





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Mariscadores, Asistentes de Buzos y Algueros "Navegando Juntos" Carelmapu, una vez que estos sean aprobados por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

#### **EL SINDICATO**

- 1) Aportar las embarcaciones para transportar a los investigadores de la Universidad hacia las zonas de muestreo identificadas en la propuesta técnica del proyecto, incluyendo al menos 1 buzo por embarcación.
- 2) Otorgar las facilidades a los investigadores de la Universidad para el registro de información y la recolección de muestras durante las campañas de monitoreo.
- 3) Realizar un total de 8 campañas de muestreo, correspondiente a 1 campaña de diagnóstico y 7 campañas de monitoreo, al interior del área de manejo de recursos bentónicos Bajo Norte Chocoi.

#### **TERPESCAR LTDA**

- 1) Será el encargado de recepcionar y entregar el pago que realice la Universidad al Sindicato, en el marco de las actividades que se ejecuten bajo este convenio.

#### **TERCERO: COORDINADORES**

Para todos los efectos relacionados con este Convenio la Universidad Austral de Chile actuará representado por el Director del Proyecto Sr. Carlos Molinet Flores, o por el profesional que ésta designe para representarla. El sindicato por su parte actuará a través de su Presidente Sr. José Igor Oyarzo. Mientras que TerPesCar Ltda. actuará a través de el Sr. Cesar Asencio Vargas.

#### **CUARTO: VIGENCIA**

El presente convenio comenzará a regir a partir de la fecha de su suscripción y se extenderá por el periodo de un año, pudiendo su vigencia restringirse o ampliarse si ambas partes así lo deciden de mutuo acuerdo, lo que deberá constar por escrito, como asimismo y especialmente la de la terminación anticipada por cualquier causa del contrato entre la Universidad Austral de Chile y el FIPA de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, del cual ya se hizo referencia en los considerandos de este documento.

#### **QUINTO: DOMICILIO**

Las partes acuerdan que, en caso de existir dudas o diferencias en cuanto al sentido, alcance e interpretación de las normas del presente convenio, se promoverá el diálogo y la comunicación como



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

principal método de resolución de controversias. Ahora bien, en el evento de no ser posible una solución al tenor de lo previamente señalado, las partes acuerdan fijar su domicilio en la ciudad de Puerto Montt sometiéndose a la jurisdicción de sus tribunales de justicia.

#### **SEXTO: EJEMPLARES**

En expresa conformidad con lo precedentemente estipulado, se firma el presente Convenio en 3 ejemplares de igual tenor y fecha, quedando 1 en poder de la Universidad, 1 en poder del Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Mariscadores, Buzos Mariscadores, Asistentes de Buzos y Algueros "Navegando Juntos" Carelmapu y 1 en poder de Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu Limitada.

#### **SEPTIMO: LEY 21.369 SOBRE ACOSO SEXUAL, LA VIOLENCIA Y LA DISCRIMINACIÓN DE GÉNERO EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR.**

Las partes en orden a dar cumplimiento a la Ley N°21.369 que Regula el Acoso Sexual, la Violencia y la Discriminación de Género en el ámbito de la Educación Superior incorporan al presente convenio, las siguientes disposiciones:

1. En el diseño, planificación y ejecución de las actividades y o acciones que comprenda el presente convenio, y sus eventuales acuerdos complementarios, las partes se comprometen a respetar y promover el principio de igualdad y no discriminación arbitraria, y, en general, a respetar y promover los derechos fundamentales de todas las personas involucradas directa o indirectamente con el presente convenio. En este sentido, las partes acuerdan respetar y promover comportamientos acordes con las disposiciones legales vigentes en Chile, evitando todo tipo de hechos de carácter irregular, malos tratos, hostigamiento o acoso entre los trabajadores/as y estudiantes de ambas partes del convenio. En la medida que las actividades organizadas lo permitan, las partes deberán generar relaciones de respeto al interior de las dependencias de la Universidad, procurando un ambiente grato y sana convivencia entre trabajadores/as y estudiantes, para lo cual deberá promoverse la utilización de un lenguaje y comportamiento correcto, esto es, no discriminatorio y respetuoso, particularmente evitando comportamientos que constituyan acoso, violencia o discriminación de género.
2. Las partes deberán adoptar todas las medidas que se estimen pertinentes destinadas a promover el respeto y trato digno, para lo cual se establece que frente a conductas irregulares la institución respectiva deberá informar de manera inmediata a la contraparte, con el fin de establecer medidas pertinentes.
3. Las partes declaran conocer y aceptar las políticas y reglamentos que la Universidad ha implementado en el marco de la Ley N°21.369 que Regula el Acoso Sexual, la Violencia y la Discriminación de Género en el ámbito de la Educación Superior, los que se entienden directamente



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

incorporados a este contrato, y se obligan a su respeto en el marco de las obligaciones que emanan del presente acuerdo. Especialmente, declara conocer y aceptar la Política de Igualdad de Género, Diversidades y Disidencias Sexuales y de Género de la Universidad Austral de Chile, dictada mediante DR N°29/2022, la Política de prevención y sanción del Acoso, Violencia y Discriminación en la Comunidad Universitaria, dictada mediante DR N° 076/2015; el Reglamento de intervención en situaciones de acoso, violencia y discriminación en la Comunidad Universitaria, aplicable a los(as) integrantes de la comunidad universitaria que tienen vínculos contractuales con la Universidad, dictado mediante D.R. N°07/2018; y el Reglamento de procedimiento para el acompañamiento, investigación y sanción de conductas de acoso, violencia y discriminación entre los estudiantes, dictado mediante D.R. N°028/2016, todos disponibles en <https://www.uach.cl/organizacion/prorectorial/utiles/reglamentos-y-documentos-importantes>

#### **OCTAVO: MODELO DE PREVENCIÓN DE DELITO.**

La Universidad Austral de Chile cuenta con un Modelo de Prevención de Delitos, con el objetivo de dar cumplimiento a las disposiciones de la Ley 20.393. Como parte de este Modelo, ha desarrollado procedimientos y reglamento de Prevención de Delitos, aplicable a Proveedores de la institución y sus filiales. Al aceptar este convenio se entenderá que las partes toman conocimiento de lo anterior, asumiendo el compromiso de adoptar las medidas necesarias para prevenir cualquier conducta contraria a la mencionada Ley.

En el contexto anterior, las partes, y éstas por sus directivos, gerentes, ejecutivos, directores y empleados, y cualquiera otra persona por la cual las partes sean responsables o cualquier persona actuando en representación de las partes, estarán obligadas a no incurrir en ningún acto en infracción de alguna disposición legal anti corrupción en cualquiera de sus formas, en especial, respecto de las establecidas en la Ley 20.393 que establece la responsabilidad penal de las personas jurídicas en los delitos de lavado de activos, financiamiento del terrorismo, receptación y delitos de cohecho, que diga o no relación con el contrato, incluyendo la entrega, aceptación u ofrecimiento de cualquier clase de regalo o beneficio, comisiones, retribuciones, regalos, dádivas, beneficios o ventajas económicas, sea mediante pagos directos o indirectos, en dinero o valores, tanto a empleados o directivos de otras entidades (ámbito privado), como a funcionarios públicos, partidos políticos, candidatos a cargos de elección popular u organización internacional (ámbito público), con el propósito de obtener, retener o dirigir negocios o asegurar alguna ventaja, para sí mismo o para un tercero. Las partes expresamente establecen que para el cumplimiento de las obligaciones que impone el contrato o que se relacionen con ellas, no han efectuado ni efectuarán ningún pago o retribución, regalo, beneficio o ventaja económica prohibidos por las leyes, como tampoco han incurrido ni incurrirán en conductas sancionadas en la mencionada Ley 20.393. Las partes se obligan a cumplir en estricto rigor la Ley 20.393 de responsabilidad penal de la persona jurídica y las futuras actualizaciones que pudiere tener en el tiempo, además de las disposiciones precedentes.





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Las partes declaran y garantizan cumplir con la normativa establecida en leyes 20.393 y 21.121, en sus modificaciones y ampliaciones, que establecen la Responsabilidad Penal de las Personas Jurídicas en los delitos de lavado de activos, financiamiento del terrorismo, cohecho de funcionario público nacional o extranjero, receptación, negociación incompatible, administración desleal, corrupción entre privados y apropiación indebida. Junto con lo anterior, las partes se comprometen a cumplir con sus respectivos Modelos de Prevención de Delitos vigentes, en caso de que lo tuvieren, o la normativa interna que regule esta materia, y a denunciar los hechos o actividades sospechosas que lleguen a su conocimiento a través de los canales oficiales de denuncias.

#### NOVENO: PERSONERÍAS.

La Personería del Dr. Carlos Haefner Velásquez para representar a la Universidad Austral de Chile Sede Puerto Montt consta en Decreto de Rectoría N°180 de fecha 22 de julio de 2022. La personería de don Benjamin Moreno Oyarzun para representar al Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Mariscadores, Buzos Mariscadores, Asistentes de Buzos y Algueros "Navegando Juntos" Carelmapu consta en Certificado N°1001/2022/1599 emitido con fecha 18 de agosto de 2022 por la Dirección del Trabajo. La personería de don Cesar Asencio Vargas para actuar en representación del Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu consta en Escritura Pública de Modificación de Contrato social de Terminal Pesquero Artesanal de Carelmapu Limitada y saneamiento de modificación de sociedad de fecha 10 de marzo del año 2010, suscrita ante notario Público Titular Fernando Laso Cordero, comuna de Maullín. Repertorio 71-2010.

  
CARLOS HAEFNER VELÁSQUEZ  
REPRESENTANTE  
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
SEDE PUERTO MONTT



  
JOSE IGOR OYARZO  
PRESIDENTE  
STI PESCADORES ARTESANALES,  
MARISCADORES, BUZOS  
MARISCADORES, ASISTENTES DE  
BUZOS Y ALGUEROS "NAVEGANDO  
JUNTOS" CARELMAPU



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

  
TERMINAL PESQUERO  
CARELMAPU LTDA.  
FUND. 14-07-1998  
TEL: 77.179.390-8

\_\_\_\_\_  
CESAR ASENCIO VARGAS  
REPRESENTANTE LEGAL  
TERMINAL PESQUERO ARTESANAL DE  
CARELMAPU



Anexo 1: Detalle del número y aporte por las campañas de muestreo en los sectores de trabajo en la comuna de Maullín.

Sector	Organización	Muestreo Diagnóstico	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6	Muestreo 7
AMERB Lenqui - Punta Santa Teresa	STI ASTIMAR Astillero	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
AMERB Punta Chocoi	STI Caleta de Carelmapu	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000
AMERB Isla Doña Sebastiana	STI Caleta de Carelmapu	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000
AMERB Westa Punta Quillahuá	Cooperativa de pescadores de Carelmapu	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000
AMERB Fariolones de Carelmapu	STI El Pacifico	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000	\$ 350.000
AMERB Bajo Norte Chocoi	STI Navegando Juntos	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 300.000
Punta Plouta	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Bajo Amazonas	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Bajo Young	STI Caleta de Carelmapu	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 200.000
Coordinación local	STI Caleta de Carelmapu	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000
Buzo Muestreador local	STI Caleta de Carelmapu	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000
<b>Total</b>		<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>	<b>\$ 3.400.000</b>



9.5. Anexo 3.2. Bitácora de Muestreo Inicial de Caracterización preliminar.

Nro	Fecha	Sector	Transecto	Nombre Video	Punto Inicial	Punto Final	Hora inicio	Hora Final	Duración Video	Distancia Recorrida	Análisis Presencia/Ausencia	Análisis Biodiversidad
1	08-08-2022	Quillagua	1	GH016571	3403	3404	11:21:27	11:25:49	00:04:22	40	x	
2	08-08-2022	Quillagua	2	GH016572	3405	3406	11:30:26	11:34:01	00:03:35		x	x
3	08-08-2022	Quillagua	3	GH016573	3407	3408	11:37:51	11:41:53	00:04:02		x	x
4	08-08-2022	Quillagua	4	GH016575	3409	3410	11:45:56	11:50:22	00:04:26	46	x	x
5	08-08-2022	Quillagua	5	GH016576	3411	3412	11:54:08	11:58:27	00:04:19	45	x	
6	08-08-2022	Quillagua	6	GH016577	3413	3414	12:02:27	12:07:37	00:05:10	45	x	x
7	08-08-2022	Quillagua	7	GH016578	3415	3416	12:11:45	12:18:22	00:06:37	42	x	x
8	08-08-2022	Quillagua	8	GH016579	3417	3418	12:37:32	12:42:00	00:04:28	48	x	
9	08-08-2022	Quillagua	9	GH016580	3419	3420	12:45:58	12:50:42	00:04:44	45	x	x
10	08-08-2022	Quillagua	10	GH016581	3421	3422	12:54:27	12:59:16	00:04:49	44	x	
11	08-08-2022	Quillagua	11	GH016582	3423	3424	13:02:03	13:08:10	00:06:07	50	x	x
12	08-08-2022	Quillagua	12	GH016583	3425	3426	13:12:11	13:17:38	00:05:27	44	x	x
13	08-08-2022	Quillagua	13	GH016584	3427	3428	13:20:41	13:25:37	00:04:56		x	x
14	19-08-2022	Quemchi 1	1	GOPR4528	5	7	10:13:58	10:18:34	00:04:36		x	x
15	19-08-2022	Quemchi 1	2	GOPR4529	8	9	10:21:44	10:23:47	00:02:03	68	x	x
16	19-08-2022	Quemchi 1	3	GOPR4530	10	11	10:28:36	10:31:03	00:02:27	65	x	x
17	19-08-2022	Quemchi 1	4	GOPR4531	12	13	10:38:32	10:40:59	00:02:27	60	x	x
18	19-08-2022	Quemchi 1	5	GOPR4532	14	15	10:44:17	10:47:15	00:02:58	64	x	x
19	19-08-2022	Quemchi 1	6	GOPR4533	16	17	10:50:53	10:53:24	00:02:31	60	x	x
20	19-08-2022	Quemchi 1	7	GOPR4534	18	19	10:57:36	11:00:21	00:02:45		x	x
21	19-08-2022	Quemchi 1	8	GOPR4535	20	21	11:02:59	11:05:15	00:02:16		x	x
22	19-08-2022	Quemchi 1	9	GOPR4536	23	24	11:11:57	11:14:50	00:02:53		x	x
23	19-08-2022	Quemchi 2	1	GOPR4537	25	26	12:24:55	12:28:56	00:04:01		x	x
24	19-08-2022	Quemchi 2	2	GOPR4539	27	28	12:30:47	12:33:29	00:02:42	50	x	x
25	19-08-2022	Quemchi 2	3	GOPR4540	29	30	12:36:15	12:39:03	00:02:48		x	x
26	19-08-2022	Quemchi 2	4	GOPR4542	32	34	12:46:17	12:49:55	00:03:38		x	x
27	19-08-2022	Quemchi 2	5	GOPR4543	35	36	12:52:46	12:57:56	00:05:10		x	x
28	19-08-2022	Quemchi 2	6	GOPR4544	37	38	13:01:20	13:04:36	00:03:16		x	x
29	19-08-2022	Quemchi 2	7	GOPR4545	39	40	13:10:37	13:12:46	00:02:09		x	x
30	19-08-2022	Quemchi 2	8	GOPR4546	41	42	13:17:07	13:19:52	00:02:45	40	x	x



# Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

Nro	Fecha	Sector	Transecto	Nombre Video	Punto Inicial	Punto Final	Hora inicio	Hora Final	Duración Video	Distancia Recorrida	Análisis Presencia/Ausencia	Análisis Biodiversidad
31	19-08-2022	Quemchi 2	9	GOPR4547	43	44	13:23:26	13:26:12	00:02:46	67	x	x
32	19-08-2022	Quemchi 3	1	GOPR4548	45	46	14:18:53	14:21:34	00:02:41	40	x	x
33	19-08-2022	Quemchi 3	2	GOPR4550	48	49	14:37:12	14:39:58	00:02:46	40	x	x
34	19-08-2022	Quemchi 3	3	GOPR4551	50	51	14:43:21	14:45:57	00:02:36	40	x	x
35	19-08-2022	Quemchi 3	4	GOPR4552	52	53	14:49:55	14:52:35	00:02:40	50	x	x
36	19-08-2022	Quemchi 3	5	GOPR4553	54	55	14:56:32	14:58:55	00:02:23	40	x	x
37	19-08-2022	Quemchi 3	6	GOPR4554	56	57	15:02:22	15:05:51	00:03:29	40	x	x
38	19-08-2022	Quemchi 3	7	GOPR4555	58	59	15:09:12	15:12:03	00:02:51	43	x	x
39	19-08-2022	Quemchi 3	8	GOPR4556	60	61	15:22:04	15:25:48	00:03:44	60	x	x
40	19-08-2022	Quemchi 3	9	GOPR4557	62	63	15:30:59	15:35:05	00:04:06		x	x
41	20-08-2022	Picuta	1	GOPR0002	64	65	11:52:27	11:54:34	00:02:07	42	x	x
42	20-08-2022	Picuta	2	GOPR0003	66	67	11:56:20	11:59:15	00:02:55	61	x	x
43	20-08-2022	Picuta	3	GOPR0004	68	69	12:01:36	12:04:31	00:02:55		x	x
44	20-08-2022	Picuta	4	GOPR0006	70	71	12:08:19	12:10:26	00:02:07		x	x
45	20-08-2022	Picuta	5	GOPR0007	72	73	12:11:48	12:14:01	00:02:13		x	x
46	20-08-2022	Picuta	6	GOPR0008	74	75	12:15:53	12:18:09	00:02:16		x	x
47	20-08-2022	Picuta	7	GOPR0009	76	77	12:22:19	12:24:31	00:02:12	51	x	x
48	20-08-2022	Picuta	8	GOPR0010	78	79	12:26:57	12:29:11	00:02:14	60	x	x
49	20-08-2022	Picuta	9	GOPR0011	80	81	12:30:47	12:33:16	00:02:29	60	x	x
50	20-08-2022	Amazonas	1	GOPR0012	82	83	12:49:26	12:51:21	00:01:55		x	x
51	20-08-2022	Amazonas	2	GOPR0013	84	85	12:52:25	12:54:28	00:02:03	50	x	x
52	20-08-2022	Amazonas	3	GOPR0014	86	87	12:55:12	12:57:40	00:02:28		x	x
53	20-08-2022	Amazonas	4	GOPR0015	88	89	13:03:27	13:05:22	00:01:55		x	x
54	20-08-2022	Amazonas	5	GOPR0016	90	91	13:06:42	13:08:49	00:02:07	60	x	x
55	20-08-2022	Amazonas	6	GOPR0017	92	93	13:09:53	13:12:11	00:02:18		x	x
56	20-08-2022	Amazonas	7	GOPR0018	94	95	13:17:37	13:19:44	00:02:07	60	x	x
57	20-08-2022	Amazonas	8	GOPR0019	96	97	13:20:57	13:23:55	00:02:58	49	x	x
58	20-08-2022	Amazonas	9	GOPR0020	98	99	13:26:03	13:28:43	00:02:40	55	x	x
59	21-08-2022	Chocoi	1	GOPR0027	106	107	10:26:43	10:30:07	00:03:24	50	x	
60	21-08-2022	Chocoi	2	GOPR0028	108	109	10:33:17	10:37:04	00:03:47	54	x	x
61	21-08-2022	Chocoi	3	GOPR0029	110	111	10:40:09	10:43:40	00:03:31	60	x	x
62	21-08-2022	Chocoi	4	GOPR0030	112	113	10:47:50	10:50:30	00:02:40		x	
63	21-08-2022	Chocoi	5	GOPR0031	114	115	10:51:23	10:53:50	00:02:27		x	x
64	21-08-2022	Chocoi	6	GOPR0032	116	117	10:57:49	11:01:27	00:03:38	55	x	x
65	21-08-2022	Chocoi	7	GOPR0033	118	119	11:04:32	11:08:20	00:03:48	57	x	x



# Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

Nro	Fecha	Sector	Transecto	Nombre Video	Punto Inicial	Punto Final	Hora inicio	Hora Final	Duración Video	Distancia Recorrida	Análisis Presencia/Ausencia	Análisis Biodiversidad
66	21-08-2022	Chocoi	8	GOPR0034	120	121	11:11:11	11:14:01	00:02:50	58	x	x
67	21-08-2022	Chocoi	9	GOPR0035	122	123	11:15:59	11:21:52	00:05:53	50	x	x
68	21-08-2022	Chocoi	10	GOPR0036	124	125	11:24:36	11:26:26	00:01:50		x	
69	21-08-2022	Chocoi	11	GOPR0037	126	127	11:29:29	11:33:16	00:03:47		x	x
70	21-08-2022	Chocoi	12	GOPR0038	128	129	11:35:24	11:40:13	00:04:49		x	x
71	21-08-2022	Sebastiana	1	GOPR0040	132	133	12:11:51	12:14:19	00:02:28		x	x
72	21-08-2022	Sebastiana	2	GOPR0041	135	136	12:18:02	12:24:15	00:06:13		x	x
73	21-08-2022	Sebastiana	3	GOPR0042	137	138	12:33:32	12:38:16	00:04:44		x	x
74	21-08-2022	Sebastiana	4	GOPR0043	139	140	12:46:15	12:48:09	00:01:54		x	
75	21-08-2022	Sebastiana	5	GOPR0044	142	143	13:24:25	13:26:29	00:02:04		x	x
76	21-08-2022	Sebastiana	6	GOPR0045	144	145	13:30:40	13:32:32	00:01:52		x	x
77	21-08-2022	Sebastiana	7	GOPR0046	146	147	13:39:53	13:45:26	00:05:33		x	x
78	21-08-2022	Sebastiana	8	GOPR0047	148	149	13:50:33	13:56:46	00:06:13		x	x
79	21-08-2022	Sebastiana	9	GOPR0048	150	151	13:59:09	14:05:38	00:06:29		x	x
80	21-08-2022	Sebastiana	10	GOPR0049	152	153	14:08:48	14:13:18	00:04:30		x	x
81	01-09-2022	Ancud 1	1	GOPR4558	154	155	08:33:58	08:37:38	00:03:40	45	x	x
82	01-09-2022	Ancud 1	2	GOPR4559	156	158	08:38:47	08:42:38	00:03:51	58	x	x
83	01-09-2022	Ancud 1	3	GOPR4560	159	160	08:44:23	08:48:49	00:04:26	60	x	x
84	01-09-2022	Ancud 1	4	GOPR4561	161	162	08:49:46	08:52:26	00:02:40	55	x	x
85	01-09-2022	Ancud 1	5	GOPR4562	163	164	08:53:38	08:56:26	00:02:48		x	x
86	01-09-2022	Ancud 1	6	GOPR4563	165	166	08:57:13	09:02:03	00:04:50		x	x
87	01-09-2022	Ancud 1	7	GOPR4566	169	170	09:11:01	09:13:03	00:02:02		x	x
88	01-09-2022	Ancud 1	8	GOPR4567	171	172	09:14:18	09:17:48	00:03:30		x	x
89	01-09-2022	Ancud 1	9	GOPR4568	173	174	09:18:26	09:22:07	00:03:41		x	x
90	01-09-2022	Ancud 1	10	GOPR4569	175	176	09:26:43	09:28:08	00:01:25		x	
91	01-09-2022	Ancud 1	11	GOPR4572	178	179	09:36:53	09:42:51	00:05:58	90	x	
92	01-09-2022	Ancud 2	1	GOPR4574	182	183	10:28:25	10:31:46	00:03:21		x	x
93	01-09-2022	Ancud 2	2	GOPR4575	184	185	10:32:28	10:36:18	00:03:50	65	x	x
94	01-09-2022	Ancud 2	3	GOPR4576	186	187	10:37:10	10:42:13	00:05:03	75	x	x
95	01-09-2022	Ancud 2	4	GOPR4577	188	189	10:43:32	10:47:00	00:03:28		x	x
96	01-09-2022	Ancud 2	5	GOPR4578	190	191	10:47:50	10:52:56	00:05:06		x	x
97	01-09-2022	Ancud 2	6	GOPR4579	192	193	11:59:34	12:04:41	00:05:07		x	x
98	01-09-2022	Ancud 2	7	GOPR4580	194	195	12:06:26	12:12:45	00:06:19		x	x
99	01-09-2022	Ancud 2	8	GOPR4581	196	197	12:19:44	12:23:32	00:03:48		x	x
100	01-09-2022	Ancud 2	9	GOPR4582	198	199	12:24:28	12:29:07	00:04:39		x	



# Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

Nro	Fecha	Sector	Transecto	Nombre Video	Punto Inicial	Punto Final	Hora inicio	Hora Final	Duración Video	Distancia Recorrida	Análisis Presencia/Ausencia	Análisis Biodiversidad
101	01-09-2022	Ancud 2	10	GOPR4583	200	201	12:31:46	12:34:03	00:02:17		x	x
102	01-09-2022	Ancud 3	1	GOPR4584	202	203	12:59:53	13:04:44	00:04:51		x	x
103	01-09-2022	Ancud 3	2	GOPR4585	204	205	13:05:58	13:08:41	00:02:43		x	x
104	01-09-2022	Ancud 3	3	GOPR4586	206	207	13:10:23	13:14:11	00:03:48		x	x
105	01-09-2022	Ancud 3	4	GOPR4587	208	209	13:14:29	13:17:50	00:03:21		x	
106	01-09-2022	Ancud 3	5	GOPR4588	210	211	13:18:24	13:24:58	00:06:34		x	x
107	01-09-2022	Ancud 3	6	GOPR4589	212	213	13:27:43	13:32:36	00:04:53		x	x
108	01-09-2022	Ancud 3	7	GOPR4590	214	215	13:33:19	13:37:29	00:04:10		x	x
109	01-09-2022	Ancud 3	8	GOPR4592	216	217	13:40:25	13:45:36	00:05:11		x	x
110	01-09-2022	Ancud 3	9	GOPR4593	218	219	13:45:42	13:47:59	00:02:17		x	x
111	01-09-2022	Ancud 3	10	GOPR4594	220	221	13:51:19	13:54:22	00:03:03		x	x
112	03-09-2022	Norte Pta Chocoi	1	GOPR0051	222	223	08:19:21	08:22:21	00:03:00	50	x	x
113	03-09-2022	Norte Pta Chocoi	2	GOPR0052	224	225	08:25:15	08:29:38	00:04:23		x	
114	03-09-2022	Norte Pta Chocoi	3	GOPR0053	226	227	08:32:30	08:36:33	00:04:03		x	x
115	03-09-2022	Norte Pta Chocoi	4	GOPR0054	228	229	08:42:58	08:46:01	00:03:03		x	x
116	03-09-2022	Norte Pta Chocoi	5	GOPR0055	230	231	08:53:12	08:56:03	00:02:51		x	x
117	03-09-2022	Norte Pta Chocoi	6	GOPR0056	232	233	08:59:20	09:02:30	00:03:10		x	
118	03-09-2022	Norte Pta Chocoi	7	GOPR0057	234	235	09:09:29	09:12:43	00:03:14		x	x
119	03-09-2022	Norte Pta Chocoi	8	GOPR0058	236	237	09:16:03	09:19:08	00:03:05		x	x
120	03-09-2022	Norte Pta Chocoi	9	GOPR0059	238	239	09:23:29	09:26:35	00:03:06		x	x
121	03-09-2022	Norte Pta Chocoi	10	GOPR0060	240	241	09:31:14	09:34:25	00:03:11		x	x
122	03-09-2022	Norte Pta Chocoi	11	GOPR0061	242	243	09:38:30	09:41:40	00:03:10		x	x
123	03-09-2022	Norte Pta Chocoi	12	GOPR0062	244	245	10:11:18	10:14:12	00:02:54		x	
124	05-09-2022	Astilleros	1	GOPR0001	246	247	11:08:28	11:11:16	00:02:48	47	x	x
125	05-09-2022	Astilleros	2	GOPR0004	253	254	11:45:46	11:48:14	00:02:28	50	x	x
126	05-09-2022	Astilleros	3	GOPR0005	255	256	11:50:04	11:53:25	00:03:21	50	x	x
127	05-09-2022	Astilleros	4	GOPR0006	257	258	11:56:39	12:01:54	00:05:15	55	x	x
128	05-09-2022	Astilleros	5	GOPR0007	259	260	12:03:26	12:09:46	00:06:20	10	x	
129	05-09-2022	Astilleros	6	GOPR0008	261	262	12:11:59	12:19:38	00:07:39	40	x	x
130	05-09-2022	Astilleros	7	GOPR0009	263	264	12:21:50	12:26:01	00:04:11		x	x
131	05-09-2022	Astilleros	8	GOPR0010	265	266	12:27:39	12:31:55	00:04:16		x	x
132	05-09-2022	Astilleros	9	GOPR0011	267	268	12:36:19	12:45:38	00:09:19		x	x
133	05-09-2022	Astilleros	10	GOPR0012	269	270	12:46:31	12:49:27	00:02:56		x	x
134	20-09-2022	Farellones	1	GOPR3242	271	272	12:21:11	12:29:49	00:08:38	50	x	
135	20-09-2022	Farellones	2	GOPR3243	273	274	12:31:42	12:42:45	00:11:03	55	x	x





## Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

Nro	Fecha	Sector	Transecto	Nombre Video	Punto Inicial	Punto Final	Hora inicio	Hora Final	Duración Video	Distancia Recorrida	Análisis Presencia/Ausencia	Análisis Biodiversidad
136	20-09-2022	Farellones	3	GOPR3244	275	276	12:47:06	12:51:50	00:04:44	60	x	x
137	20-09-2022	Farellones	4	GOPR3245	277	278	12:56:02	12:59:13	00:03:11	62	x	x
138	20-09-2022	Farellones	5	GOPR3246	279	280	13:02:05	13:09:35	00:07:30	60	x	x
139	20-09-2022	Farellones	6	GOPR3247	281	282	13:14:41	13:19:43	00:05:02	58	x	x
140	20-09-2022	Farellones	7	GOPR3248	283	284	13:23:19	13:26:28	00:03:09	66	x	x
141	20-09-2022	Farellones	8	GOPR3249	285	286	13:29:51	13:35:19	00:05:28	66	x	x
142	20-09-2022	Farellones	9	GOPR3250	287	288	13:37:36	13:41:13	00:03:37	51	x	x
143	20-09-2022	Farellones	10	GOPR3251	289	290	13:44:54	13:50:20	00:05:26	45	x	x



9.6. Anexo 3.3. Abundancia de Taxas identificados de los sectores de muestreo durante el muestreo diagnóstico de las comunas de Maullín, Ancud y Quemchi en la Región de Los Lagos.

Taxa	Nombre Comuna													
	Maullín							Ancud			Quemchi			
	AMERB Weste Punta Quillahua	Punta Picuta	Bajo Amazonas	AMERB Punta Chocoi	AMERB Isla Doña Sebastiana	AMERB Norte Punta Chocoi	AMERB Lengui - Punta Santa Teresa	AMERB Farellones de Carelmapu	Zona de resguardo	Isla Cochinos	Arena Gruesa	AMERB Isla Cheniao	Punta Pirquen	AMERB Punta Lamague
<i>Metridium sp</i>	3	48128	51163	11846	21623	1	43762				4888	3240	1	
<i>Pyura chilensis</i>	168			4110	56	345		655	8	3	566		169	
<i>Arbacia dufresnii</i>	1	4	6		20		1		1		1896	1540	132	
<i>Tegula atra</i>	12	711	15	9	1	63	161	185	439	160	28	380	25	34
<i>Pseudechinus magellanicus</i>												1889	64	
<i>Antholoba achates</i>	3	348	338	188	85	4	3	5	3	4	11	647	70	11
<i>Loxechinus albus</i>	1	21	39	2	5		1	1				503	288	5
Actiniidae	1	1	1	23	2		5	32	62	96	161	232	26	10
<i>Austromegabalanus psittacus</i>		5		603		18		14			1	4	1	
<i>Stichaster striatus</i>	3	45	6	201	156	10		113		10	4		1	
<i>Paranthus niveus</i>				25	9		13	2	19	83	149			186
Mytilidae												37	340	51
<i>Taliepus dentatus</i>	4	61	9	74	10	3	2	6	17	28	35			2
<i>Cosmasterias lurida</i>	2	1										107	44	48



Taxa	Nombre Comuna													
	Mauñín							Ancud			Quemchi			
	AMERB Weste Punta Quillahua	Punta Picuta	Bajo Amazonas	AMERB Punta Chocoi	AMERB Isla Doña Sebastiana	AMERB Norte Punta Chocoi	AMERB Lengui - Punta Santa Teresa	AMERB Farellones de Carelmapu	Zona de resguardo	Isla Cochinos	Arena Gruesa	AMERB Isla Cheniaio	Punta Pirquen	AMERB Punta Lamague
<i>Tonica atrata</i>		8	6				3	3	3	2	75	1	16	8
<i>Anasterias antarctica</i>		1										37	34	43
<i>Meyenaster gelatinosus</i>	21	4		13	34			19	5	10	8			
<i>Holothuroidea</i>					3					1			95	1
<i>Asteroidea</i>	29		2	1	9	1		3				38	3	2
<i>Chiton sp.</i>		20	13			1	2	3	2	11	6	4	5	5
<i>Aulacomya atra</i>				2								4	1	60
<i>Munida gregaria</i>							1		9			12	41	
<i>Decapoda</i>	2	2	12	19	8				12	2				2
<i>Axinella crinita</i>			58											
<i>Argobuccinum ranelliforme</i>	18	8	2	1	20								8	
<i>Anthothoe chilensis</i>										2	50	2	1	
<i>Odontaster penicillatus</i>	37			1	11			3		2			1	
<i>Cycethra sp.</i>	46				6						1	1		
<i>Chiton magnificus</i>		9					1		4	2	1	5	6	17
<i>Phidiana</i>	9			29				3		2	1			
<i>Fissurella sp.</i>	7	26	1				1	1	1		2		3	
<i>Parantheopsis ocellata</i>				20				8	8	1		2	1	



Taxa	Nombre Comuna													
	Mauñín							Ancud			Quemchi			
	AMERB Weste Punta Quillahua	Punta Picuta	Bajo Amazonas	AMERB Punta Chocoi	AMERB Isla Doña Sebastiana	AMERB Norte Punta Chocoi	AMERB Lengui - Punta Santa Teresa	AMERB Farellones de Carelmapu	Zona de resguardo	Isla Cochinos	Arena Gruesa	AMERB Isla Cheniao	Punta Pirquen	AMERB Punta Lamague
<i>Heterocucumis godeffroyi</i>													37	
<i>Fissurella picta</i>		4	4	6	3		3	3	1	9		3		
<i>Tonicia chilensis</i>		5		1						29				
<i>Tegula ignota</i>	3	1	6	14	1			3						
<i>Acontiaría sp.</i>					2			13	11		1			
Cancridae					2	2	3	3	2	11				
<i>Concholepas concholepas</i>	1		1	5	4			5	2					
<i>Crepidatella sp</i>		8	2				2	9					2	
<i>Patiria chilensis</i>	13				1							6		
<i>Primnoella chiloensis</i>	13				6							1		
<i>Athyonidium chilensis</i>			2									10		
<i>Parazoanthus sp</i>				17										
<i>Buchanania onchidioides</i>			1	1	11		1	1	1					
<i>Cnemidocarpa sp</i>					16									
Ophiuroidea			1								12		3	
<i>Opisthobranchia</i>				6					2			5		
<i>Romaleon sp</i>	8	1									4			
<i>Homalaspis plana</i>	1			2			2	1	1	5				



Taxa	Nombre Comuna													
	Mauñín							Ancud			Quemchi			
	AMERB Weste Punta Quillahua	Punta Picuta	Bajo Amazonas	AMERB Punta Chocoi	AMERB Isla Doña Sebastiana	AMERB Norte Punta Chocoi	AMERB Lengui - Punta Santa Teresa	AMERB Farellones de Carelmapu	Zona de resguardo	Isla Cochinos	Arena Gruesa	AMERB Isla Cheniaio	Punta Pirquen	AMERB Punta Lamague
<i>Metacarcinus sp</i>		6							2					
<i>Tonica sp</i>		2	1							2	1	1	1	
<i>Acanthina monodon</i>	3			3										
<i>Nacella magellanica</i>		2		1				2		1				
<i>Polychaeta</i>				3								2		
<i>Fissurella nigra</i>		3								1				
<i>Anthopleura sp</i>										3				
<i>Cancer edwardsii</i>	1	1		1										
<i>Chiton barnesii</i>								1		1				
<i>Chorus giganteus</i>				2										
<i>Cirripedia</i>		1								1				
<i>Mimastrella cognata</i>												2		
<i>Nudibranchia</i>			1									1		
<i>Porania antarctica</i>				1								1		
<i>Tritonia sp</i>				2										
<i>Agonopsis chilensis</i>			1											
<i>Boloceroopsis/Bolocera sp.</i>												1		
<i>Chiton granosus</i>			1											
<i>Diplodontias singularis</i>	1													

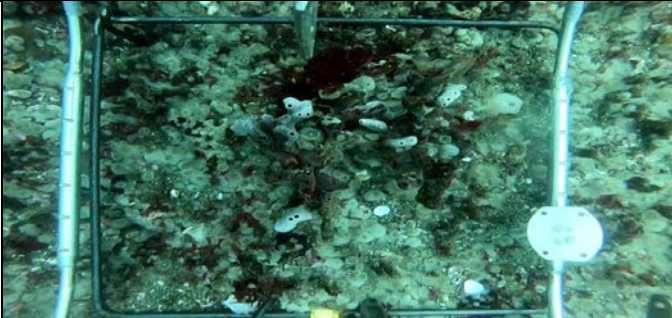







Taxa	Nombre Comuna													
	Mauñín							Ancud			Quemchi			
	AMERB Weste Punta Quillahua	Punta Picuta	Bajo Amazonas	AMERB Punta Chocoi	AMERB Isla Doña Sebastiana	AMERB Norte Punta Chocoi	AMERB Lengui - Punta Santa Teresa	AMERB Farellones de Carelmapu	Zona de resguardo	Isla Cochinos	Arena Gruesa	AMERB Isla Cheniao	Punta Pirquen	AMERB Punta Lamague
<i>Eurypodius latreillii</i>					1									
<i>Ganeria falklandica</i>	1													
<i>Gargamella sp.</i>				1										
<i>Hemigrapsus crenulatus</i>			1											
<i>Labidiaster radiosus</i>														1
<i>Lithodes santolla</i>											1			
<i>Osteichthyes</i>	1													
<i>Ovalipes trimaculatus</i>						1								
<i>Peltarion spinulosum</i>													1	
<i>Pentamera chiloensis</i>													1	
<i>Porianopsis sp</i>											1			
<i>Scurria sp</i>											1			
<i>Tritonia odhneri</i>				1										



9.7. Anexo 3.4. Fotografía de cambio estacional en la estructura de la comunidad bentónica y sustrato en cuadrantes durante el seguimiento bentónico.

Fecha de Muestreo	AMERB Isla Doña Sebastiana
30 Noviembre 2022	
3 Agosto 2023	

Fecha de Muestreo	Punta Picuta Observación: Cambios en el sustrato
25 enero 2023	
4 de mayo de 2023	



Fecha de Muestreo	AMERB Weste Isla Quillagua Observación: cambios en biodiversidad
4 de febrero de 2023	
13 de abril de 2023	

Fecha de Muestreo	AMERB Punta Chocoi
29 de noviembre de 2022	
4 de mayo de 2023	





Fecha de Muestreo	AMERB Norte Punta Chocoi
29 de noviembre de 2022	
16 de marzo de 2023	

Fecha de Muestreo	AMERB Lenqui - Santa Teresa Observación: cambios en el sustrato
25 de enero de 2023	
26 de julio de 2023	



Fecha de Muestreo	AMERB Farellones de Carelmapu
30 de noviembre de 2022	
13 de abril de 2023	

Fecha de Muestreo	Bajo Amazonas Observación: cambios en biodiversidad
14 de febrero de 2023	
17 de julio de 2023	

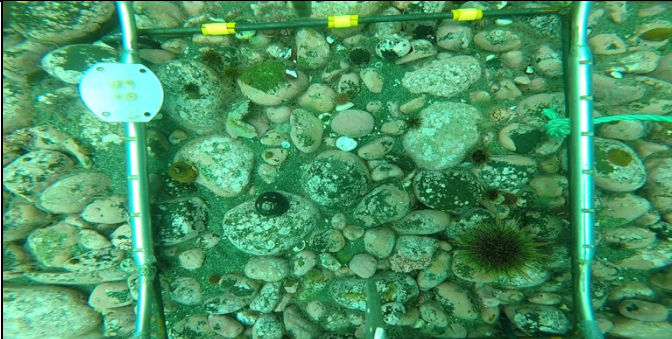
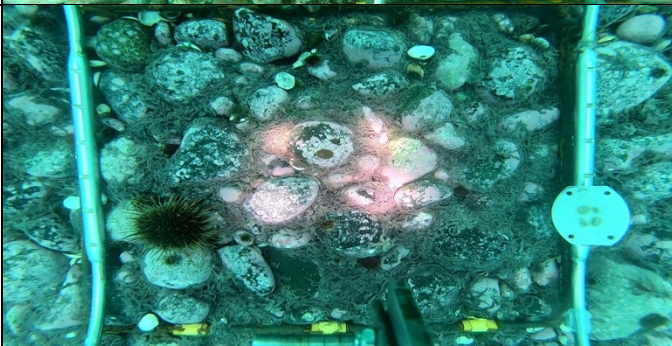





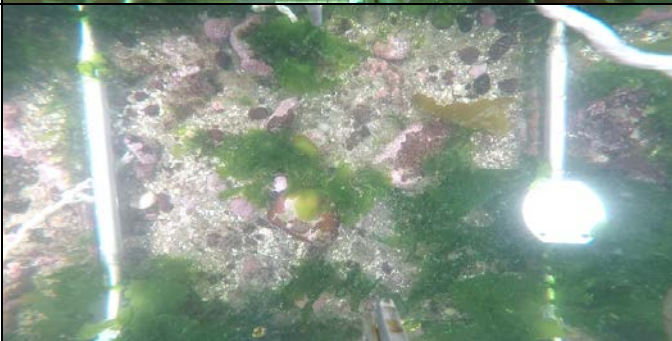
Fecha de Muestreo	Quemchi AMERB Punta Lamague
12 de diciembre de 2022	
20 de enero de 2023	

Fecha de Muestreo	Quemchi Punta Pirquen
12 de diciembre de 2022	
07 de julio de 2023	




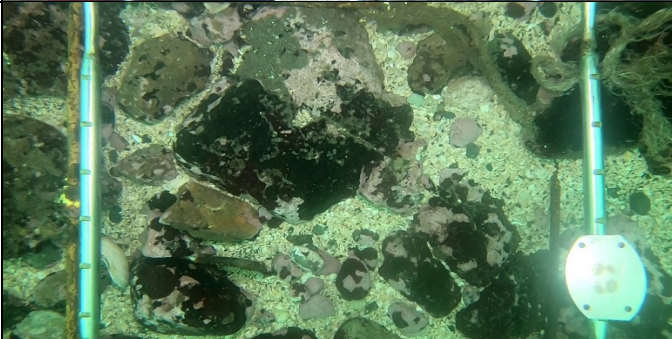
Fecha de Muestreo	Quemchi AMERB Isla Cheniao
12 de diciembre de 2022	
07 de julio de 2023	



  

Fecha de Muestreo	Ancud Zona de Resguardo
6 de Diciembre 2022	
27 de Febrero 2023	





Fecha de Muestreo	Ancud Arena Gruesa Observación: cambio de en sustrato y biodiversidad
27 de Febrero 2023	
11 de Agosto 2023	

Fecha de Muestreo	Ancud AMERB Isla Cochinos Observación: cambio en biodiversidad
27 de Febrero 2023	
11 de Agosto 2023	



9.8. Anexo 3.5 Tabla con registro de taxas en las comunas de Ancud y Quemchi, con sus respectivos sectores.

Zona de Resguardo	Ancud		Quemchi		
	Isla Cochinos	Arena Gruesa	AMERB Isla Cheniao	Punta Pirquen	AMERB Punta Lamague
Anthozoa	Anthozoa	Alga crustosa	Antholoba	Arbacia	Antholoba
Chlorophyta	Chlorophyta	Anthozoa	Anthozoa	Asteroidea	Anthopleura
Corallina	Corallina	Chlorophyta	Arbacia	Corallina	Arbacia
Metridium senile	Demospongiae	Corallina	Asteroidea	Cosmasterias	Asteroidea
Meyenaster	Phaeophyta	Haliclona	Aulacomya atra	Demospongiae	Aulacomya atra
Phaeophyta	Polyplacophora	Holothuroidea	Corallina	Holothuroidea	Bivalvo
Polyplacophora	Rhodophyta	Metridium senile	Cosmasterias	Loxechinus albus	Chlorophyta
Rhodophyta	Tonica sp	Nudibranchia	Demospongiae	Metridium senile	Corallina
		Phaeophyta	Gastropodo	Paranthus	Demospongiae
		Polyplacophora	Loxechinus albus	Patiria chilensis	Loxechinus albus
		Rhodophyta	Metridium senile	Polyplacophora	Macrosystis
			Ophiura	Pseudochinus	Metridium senile
			Paranthus		Paranthus
			Phaeophyta		Phaeophyta
			Pseudochinus		Polyplacophora
			Rhodophyta		Pseudochinus
			Tegula atra		Tegula atra



9.9. Anexo 3.6. Tabla con registro de taxas en la comuna de Maullín, con sus respectivos sectores.

Bajo Amazonas	AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa	AMERB Norte Punta Chocoi	AMERB Farellones de Carelmapu	Punta Picuta	AMERB Punta Chocoi	AMERB Weste Punta Quillagua	AMERB Isla Doña Sebastiana
Antholoba	Chlorophyta	Asteroidea	Anthozoa	Acantina monodon	Antholoba	Asteroidea	Antholoba
Anthozoa	Corallina	Austramegabalanus	Athyridium chilensis	Anthozoa	Anthozoa	Cliona	Anthozoa
Buchanania o.	Demospongiae	Cliona	Chlorophyta	Asteroidea	Austramegabalanus	C. concholepas	Asteroidea
Cereus herpetodes	Metridium senile	Corallina	Cliona	Cereus herpetodes	Bivalvo	Corallina	Buchanania o.
Cliona	Phaeophyta	Demospongiae	Corallina	Chiton Magnificus	Cliona	Demospongiae	Cliona
C. concholepas	Rhodophyta	Gastropodo	Demospongiae	Chlorophyta	Demospongiae	Gastropodo	Corallina
Corallina		Meyenaster	Haliclona	C. concholepas	Gastropodo	Haliclona	Demospongiae
Demospongiae		Nudibranchia	Hidrozoa	Corallina	Haliclona	Hidrozoa	F. patagonica
Haliclona		Phaeophyta	Holothuroidea	Demospongiae	Hidrozoa	Rhodophyta	Gastropodo
Hidrozoa		Phidiana lottini	Metridium senile	Gastropodo	Metridium senile		Haliclona
Holothuroidea		Pyura chilensis	Meyenaster	Gigartina	Phidiana lottini	Tegula atra	Hidrozoa
Metridium senile		Rhodophyta	Nudibranchia	Hidrozoa	Pyura chilensis		Metridium senile
Odontaster p.		Stichaster	Phaeophyta	Macrosystis	Rhodophyta		Meyenaster
Polyplacophora		Tegula atra	Pyura chilensis	Metridium senile			Odontaster p.
Pyura chilensis			Rhodophyta	Phaeophyta			Phaeophyta
Rhodophyta			Stichaster	Rhodophyta			Phidiana lottini
Tegula atra				Stichaster			Pyura chilensis
Tonicia sp				Tegula atra			Rhodophyta
							Stichaster
							Tegula atra





9.10. Anexo 3.7. Abundancia promedio de grupos zooplanctonicos (ind./m<sup>3</sup>) de los sectores seleccionados en las zonas de Ancud, Quemchi, Canal Chacao y costa expuesta de Maullín, en la Región de Los Lagos.

Taxa	Ancud				Quemchi				Canal Chacao					Maullín				
	Inv 2022	Prim 2022	Ver 2023	Oto 2023	Inv 2022	Prim 2022	Ver 2023	Oto 2023	Inv 2022	Prim 2022	Ver 2023	Oto 2023	Inv 2023	Inv 2022	Prim 2022	Ver 2023	Oto 2023	Inv 2023
1) Phylum Cnidaria																		
1.1 Clase Hidrozoa																		
Hidromedusas	0	0	6	0	1	1	7	0	2	0	0	1	0	0	1	0	1	0
Hidrozoos	1	2	0	0	0	0	0	0	13	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Leptothecata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planulas Hidromedusas	1	0	0	0	0	0	0	0	1	8	0	0	0	17	0	0	0	0
Siphonhora	0	0	0	0	0	1	4	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2) Phylum Ctenophora																		
Ctenophora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3) Phylum Anellida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.1 Clase Polychaeta	6	4	2	0	4	22	1	1	2	1	0	0	0	8	106	1	13	0
4) Subphylum Crustacea																		
4.1 Clase Branchiopoda																		
Cladocera	0	1	0	0	1	0	0	0	0	8	0	0	0	0	4	0	0	0
4.2 Clase Malacostraca																		
Eumalacostraca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Euphausiacea	0	1	0	0	2	1	3	0	2	0	1	0	0	1	0	2	2	0
Mysida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostrácoda	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	13	13	0
Stomatopoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4.3 Clase Maxillopoda																		
Cirripedios	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Clase Copepoda	247	1266	990	258	1410	1690	3857	1392	316	1149	2200	1847	24	6302	1359	11376	1728	832
Huevos Copepodos	709	292	2613	125	200	1097	1021	94	95	236	1494	1578	20	2830	870	7474	816	86
Larva Nauplius	1263	728	1150	110	517	6909	1120	115	94	289	1733	1214	19	683	862	7453	1897	411
Orden Amphipoda																		
Amphipoda	0	1	1	1	0	1	2	0	0	1	2	3	0	0	2	7	1	0



Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

Taxa	Ancud				Quemchi				Canal Chacao					Mauñin				
	Inv 2022	Prim 2022	Ver 2023	Oto 2023	Inv 2022	Prim 2022	Ver 2023	Oto 2023	Inv 2022	Prim 2022	Ver 2023	Oto 2023	Inv 2023	Inv 2022	Prim 2022	Ver 2023	Oto 2023	Inv 2023
Orden Decapoda																		
Larva Megalopa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larva Mysis	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larva Zoea	17	8	2	0	3	0	2	0	0	0	1	1	0	1	2	2	0	0
Orden Isopoda																		
Isopoda	1	0	0	0	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	13	0	0
5) Phylum Mollusca																		
5.1 Clase Gastropoda	10	4	2	3	5	320	118	5	2	8	45	5	2	2	5	43	0	3
5.2 Clase Bivalvia	6	7	4	7	6	700	298	9	1189	81	67	10	11	12	39	197	110	48
6) Phylum Chaetognatha	0	4	3	1	1	6	15	0	1	0	3	2	4	2	2	0	104	0
7) Phylum Equinodermata																		
Larva de Erizo	0	0	1	0	0	2	11	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	2	1	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8) Phylum Urochordata																		
8.1 Clase Appendicularia (Larvaceos)	2	0	2	1	1	35	172	1	2	0	15	12	7	1	0	234	0	0
Ascidiacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	7	0	0
Thaliacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1	0	0	0	0	0	0
9) Phylum Chordata																		
Larvas Pez	3	15	0	0	1	16	1	0	1	0	20	0	0	1	23	0	0	0
10) Phylum Ectoprocta (Bryozoa)																		
Larva Chiphonauta	2	3	0	1	2	13	13	1	8	0	4	3	1	7	0	8	1	0
11) Phylum Foraminifera																		
Foraminifera	5	7	2	31	4	286	250	4	7	114	93	11	5	4	39	271	38	14



9.11. Anexo 3.8. Abundancia promedio fitoplancton (células/litro) de los sectores monitoreados estacionalmente en las zonas de Ancud, Quemchi, canal Chacao y Maullín.

Taxa	Ancud				Quemchi				Canal Chacao					Maullín				
	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 23
DIATOMEAS																		
<i>Achnanthes longipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0
<i>Actinoptychus</i> spp.	67	433	200	133	33	0	0	0	367	800	33	200	67	60	750	75	100	140
<i>Amphiprora</i> cf. <i>gigantea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Amphora</i> spp.	0	0	0	33	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	100	900	3733	0	0	167	0	0	0	1400	567	0	0	0	375	7000	0	0
<i>Cerataulina pelagica</i>	0	0	4900	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	375	0	0
<i>Chaetoceros compressus</i>	0	7267	233	0	0	1633	2167	0	0	5600	1433	967	0	0	475	4125	460	0
<i>Chaetoceros constrictus</i>	0	1533	24567	0	0	1767	367	0	233	0	900	500	0	180	1700	500	40	0
<i>Chaetoceros convolutus</i>	33	100	233	0	0	67	100	0	0	0	0	0	0	40	75	25	0	0
<i>Chaetoceros danicus</i>	0	0	0	0	0	0	33	0	33	0	0	0	67	0	25	75	0	140
<i>Chaetoceros debilis</i>	1267	5000	127733	0	0	708500	1367	0	1700	2200	5633	1033	0	800	2300	2475	0	20
<i>Chaetoceros diadema</i>	267	4633	12233	0	0	2467	200	0	333	0	1800	0	0	0	4575	650	0	0
<i>Chaetoceros didymus</i>	300	200	23367	67	0	0	100	0	67	0	767	267	0	40	50	250	40	0
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	533	633	1433	0	0	300	600	267	367	7600	1233	167	0	100	3100	3975	0	0
<i>Chaetoceros radicans</i>	0	333	43767	0	0	1200	0	0	133	13600	0	367	0	580	475	0	0	0
<i>Chaetoceros socialis</i>	367	0	52700	0	0	0	167	0	0	0	0	0	0	0	0	1525	0	0
<i>Chaetoceros teres</i>	0	133	133	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>subtilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
<i>Chaetoceros</i> sp. 1	0	0	1033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i> sp. 2	0	633	2167	0	0	0	200	0	233	0	0	0	0	0	0	350	0	0
<i>Chaetoceros</i> sp. 3	0	0	0	0	0	233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i> spp.	500	3633	8667	33	0	2233	367	0	233	8400	667	0	167	180	2625	7400	100	0
<i>Climacosphenia moniligera</i>	0	67	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0



## Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

Taxa	Ancud				Quemchi				Canal Chacao					Maullín				
	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 23
<i>Cocconeis</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corethron pennatum</i>	0	200	267	33	0	67	133	0	0	100	200	133	0	0	0	500	40	0
<i>Coscinodiscus</i> cf. <i>marginatus</i>	0	0	33	0	33	0	33	0	0	0	67	33	0	20	50	0	40	80
<i>Coscinodiscus</i> cf. <i>radiatus</i>	0	0	67	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Cylindrotheca closterium</i>	3767	900	167	100	100	467	267	133	133	900	533	167	333	420	575	675	2320	40
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	0	567	67	0	0	400	633	0	133	0	567	0	0	0	125	225	60	0
<i>Dactyliosolen</i> cf. <i>blavyanus</i>	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0
<i>Detonula pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	220	0	425	0	0
<i>Ditylum brightwellii</i>	33	0	100	0	33	0	0	33	0	0	0	33	0	0	0	75	20	0
<i>Eucampia cornuta</i>	0	0	633	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	300	0	0
<i>Eucampia zodiacus</i>	0	267	633	0	0	233	500	0	100	0	500	67	0	60	100	0	0	0
<i>Eucampia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	50	0	0	0
<i>Fragilaria</i> spp.	0	233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Grammatophora marina</i>	0	0	67	33	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	100	0
<i>Guinardia delicatula</i>	167	8867	5867	0	0	733	900	0	200	2400	1567	0	0	80	3425	1000	0	40
<i>Guinardia flaccida</i>	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	1300	0	0	0	0	125	0	0
<i>Guinardia striata</i>	0	0	1033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0
<i>Gyrosigma balticum</i>	33	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0
<i>Lauderia annulata</i>	0	0	567	0	0	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptocylindrus danicus</i>	0	3000	5267	33	0	0	100	0	100	400	467	467	0	0	425	0	280	0
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	33	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	20	0
<i>Leptocylindrus minimus</i>	500	2867	633	67	300	17767	16200	67	833	5800	10200	3367	1133	500	3225	6150	380	0
<i>Lyrella lyra</i>	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melosira moniliformis</i>	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melosira nummuloides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	433	0	0	0	0	0
<i>Melosira varians</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0
<i>Melosira</i> spp.	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula ammophila</i>	0	33	0	33	33	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	50	40	0



## Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

Taxa	Ancud				Quemchi				Canal Chacao					Mauñin				
	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 23
<i>Navicula spp.</i>	0	133	33	533	67	9167	4467	267	167	1400	34400	1833	233	100	1825	625	400	260
<i>Odontella aurita</i>	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Paralia sulcata</i>	200	67	133	33	0	300	0	167	167	500	0	67	1100	0	0	0	0	0
<i>Pinnularia spp.</i>	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plagiotropis gaussii</i>	33	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	25	0	0
<i>Pleurosigma directum</i>	33	0	33	33	33	0	0	0	0	100	0	0	100	40	25	75	0	20
<i>Pleurosigma normanii</i>	33	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	67	0	25	0	0	0
<i>Pleurosigma spp.</i>	67	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	33	20	25	0	0	0
<i>Proboscia alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Pseudo-nitzschia cf. australis</i>	0	2833	30167	67	0	5300	126467	0	133	1200	85467	67	0	40	1200	5950	140	0
<i>Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima</i>	600	33933	22033	100	267	34933	349167	100	500	5200	177500	2233	133	280	8075	2100	180	40
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	0	233	3067	0	167	2733	8133	33	100	1600	900	267	67	20	400	125	240	0
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	0	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0	0	10900	0	0	0	14900	0	0	0	20233	0	0	0	25	1275	0	40
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	0	0	200	0	33	33	167	33	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia cf. pungens</i>	0	0	5233	0	0	0	34233	0	0	0	64033	0	0	0	75	49875	0	0
<i>Skeletonema spp.</i>	8433	733	0	0	700	4500	0	1167	600	0	367	400	800	1700	27050	0	60	1040
<i>Stephanopyxis cf. nipponica</i>	967	0	0	0	567	0	0	67	667	0	0	0	100	700	0	0	0	0
<i>Stephanopyxis spp.</i>	0	33	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	60	125	0	0	0
<i>Surirella fastuosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1267	800	67	833	133	267	0	233	633	3600	200	633	1033	1980	2800	475	3080	660
<i>Thalassionema spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	60	0
<i>Thalassiosira delicatula</i>	367	0	233	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	3760	0	675	0	0
<i>Thalassiosira rotula</i>	0	0	11167	0	0	0	33	0	100	0	467	0	33	0	0	7825	0	0
<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira cf. aestivalis</i>	1733	0	1867	0	400	100	167	0	2367	0	333	0	133	12000	0	4450	0	0
<i>Thalassiosira cf. decipiens</i>	1800	0	867	33	367	0	133	100	867	0	233	200	0	1320	50	750	0	20





## Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

Taxa	Ancud				Quemchi				Canal Chacao					Maullín				
	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 23
<i>Thalassiosira cf. eccentrica</i>	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira cf. minuscula</i>	1600	67	11600	333	33	533	167	0	367	300	533	0	133	9440	1600	569325	0	160
<i>Thalassiosira spp.</i>	11767	600	33	100	3733	3067	0	0	4533	1200	267	167	67	5080	4700	1725	0	20
<i>Diatomeas céntrica indet.</i>	3633	2500	8067	200	3367	2333	133	567	10333	13200	1167	400	467	3220	22400	300	260	380
<i>Diatomeas pennadas indet.</i>	400	667	1100	200	200	0	300	200	100	700	0	0	300	140	550	125	100	120
<b>DINOFLAGELADOS</b>																		
<i>Amphidinium spp.</i>	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amylax triacantha</i>	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cochlodinium spp.</i>	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinophysis acuminata</i>	0	0	0	33	0	0	67	0	0	100	0	0	0	20	50	25	0	0
<i>Gonyaulax spinifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gonyaulax spp.</i>	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnodinium spp.</i>	0	0	67	0	0	0	100	0	0	0	67	33	33	20	25	50	20	0
<i>Gyrodinium spp.</i>	467	33	0	0	200	67	33	0	433	0	33	67	100	160	50	50	120	20
<i>Heterocapsa triquetra</i>	33	0	0	0	0	0	0	0	0	300	0	67	0	0	100	0	0	0
<i>Heterocapsa spp.</i>	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Karenia (grupo)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Oxytoxum spp.</i>	0	33	0	33	0	0	0	33	0	0	0	0	0	20	0	0	100	0
<i>Phalacroma spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0
<i>Preperidinium meunieri</i>	33	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Prorocentrum micans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	0	0	0	0	80
<i>Prorocentrum cf. emarginatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	20	0
<i>Prorocentrum cf. minimum</i>	300	267	0	67	0	100	0	33	33	0	100	33	67	20	25	25	60	200
<i>Protoperidinium aspidiotum</i>	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	0	33	0	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



## Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

Taxa	Ancud				Quemchi				Canal Chacao					Maullín				
	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 23
<i>Protoperidinium excentricum</i>	33	0	0	0	33	0	33	0	33	0	33	0	0	20	0	0	0	0
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium cf. bipes</i>	0	33	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium cf. conicoides</i>	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium cf. depressum</i>	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium cf. grani</i>	0	0	0	0	0	0	33	0	33	0	67	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium cf. oblongum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium cf. pellucidum</i>	67	0	33	33	0	0	500	0	0	100	33	0	0	20	25	100	0	0
<i>Protoperidinium cf. steinii</i>	0	0	67	0	0	0	33	0	0	0	33	33	0	0	25	0	0	0
<i>Protoperidinium spp.</i>	33	33	67	0	67	0	800	0	33	100	367	0	0	0	75	100	0	20
<i>Pyrocystis lunula</i>	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	0	0	133	0	0	0	0	0	33	0	67	0	33	0	0	275	0	0
<i>Scrippsiella spp.</i>	0	200	100	0	33	0	1300	0	0	0	33	33	67	20	75	225	0	0
<i>Tripos furca</i>	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tripos fusus</i>	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	20	0
<i>Tripos lineatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	75	25	0	0
Dinoflagelados atecados indet.	67	33	1733	100	200	0	2467	100	100	100	167	233	133	340	200	225	280	220
Dinoflagelados tecados indet.	300	67	167	0	233	0	233	0	133	200	67	0	0	80	50	0	20	20
SILICOFLAGELADOS																		
<i>Dictyocha fibula</i>	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dictyocha speculum</i>	33	0	67	167	0	67	67	67	33	300	67	100	233	100	100	150	200	300
ZOOMASTIGOFOROS																		
<i>Ebria tripartita</i>	100	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	67	60	0	0	0	80



## Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

Taxa	Ancud				Quemchi				Canal Chacao					Maullín				
	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 23	Inv 22	Prim 22	Ver 23	Oto 23	Inv 23
CILIADOS																		
<i>Laboea strobila</i>	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	33	33	0	20	25	0	60	0
<i>Mesodinium rubrum</i>	567	67	0	67	0	67	0	0	0	700	67	100	267	240	150	0	200	660
<i>Ciliados indet.</i>	7267	700	533	567	100	2067	1533	33	867	1200	1233	1067	967	3120	2600	1775	600	1560
<i>Euglena spp.</i>	433	133	67	33	33	200	67	0	67	200	33	100	33	0	0	0	0	0
PRYMNESIALES																		
<i>Prymnesium spp.</i>	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	20
TOTAL DIATOMEAS	41100	85267	429700	3133	10667	801933	562967	3500	27133	78300	414800	14167	7067	43260	95575	684425	8720	3240
TOTAL DINOFLAGELADOS	1367	833	2467	300	800	233	5967	167	867	1100	1167	533	567	720	775	1100	660	580
TOTAL SILICOFLAGELADOS	33	0	67	167	33	67	67	67	33	300	67	100	233	100	100	150	200	300
TOTAL OTROS	8367	900	633	667	133	2400	1600	33	933	2100	1367	1333	1333	3440	2775	1775	860	2320
TOTAL	50867	87000	432867	4267	11633	804633	570600	3767	28967	81800	417400	16133	9200	47520	99225	687450	10440	6440
Nº de Taxa	48	51	65	32	32	40	56	22	49	36	57	41	36	48	57	54	41	30



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

9.12. Anexo 4.1. Primera solicitud de repoblamiento

Subsecretaría de Pesca

VIRTUAL 2833

11/07/2022 1



Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura – Programa de Investigación Pesquera

Puerto Montt, 11 de julio de 2022

Señor  
Julio Salas Gutierrez  
Subsecretario de Pesca  
Valparaíso

De mi consideración:

Por la presente me dirijo respetuosamente a usted en el marco del Proyecto FIPA 2021-36 "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de los Lagos", que se adjudicó un equipo de trabajo de la Universidad Austral de Chile y el Instituto de Fomento Pesquero.

El objetivo N° 4 del proyecto implica la realización de actividades experimentales de campo y laboratorio para evaluar la interacción de la especie invasora tanto con potenciales competidores nativos, como con potenciales depredadores nativos (ver anexo adjunto).

Por lo anterior, solicito a usted tener a bien autorizarnos realizar actividades de experimentación en el área denominada Punta Picuta, como se detalla en anexo adjunto.

Agradeciendo de antemano su atención y a la espera de una favorable acogida le saluda atentamente.

  
Carlos Molinet Flores  
Director de Proyecto



## PROYECTO FIPA 2021 – 36

“Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de los Lagos”

### **Objetivo Específico N° 4. Proponer acciones piloto y/o experimentales de mitigación y manejo de la anémona de mar *Metridium senile* en zonas afectadas identificadas en canal Chacao**

#### **1. Antecedentes**

*Metridium senile* ha sido caracterizada como un componente importante y competidora exitosa en las comunidades intermareales y submareales rocosas del hemisferio norte, junto a colonias de *Alcyonium* (Anthozoa) y tunicados (Carranza et al. 2009). En Argentina se ha descrito dominando el “fouling” en pilotes de muelles en el intermareal y submareal, compitiendo con la cholga (*Aulacomys atra*) y el mejillón (*Mytilus edulis platensis*), entre otros (Martín et al. 2015).

Su alta jerarquía competitiva está basada en su rápida proliferación por fragmentación basal (reproducción asexual) y por su agresividad, ya que se ha reportado que usa sus tentáculos especializados que incluso pueden dañar a otras anémonas (Purcell 1977, Sebens 1985). Se ha observado que *M. senile* ‘sofoca’ a la mayoría de nuevos reclutas deslizándose sobre ellos con su disco pedal, matando a todos los demás ocupantes potenciales del espacio y generando así aumento del espacio libre (Nelson and Craig 2001).

Por otro lado, en Nueva Inglaterra, hemisferio norte, se ha observado que *M. senile* puede sufrir una fuerte disminución de sus números debido a un depredador especialista: el nudibranquio *Aeolidia papillosa* y que podría ser la única fuente importante de mortalidad de esta especie (Harris 1973, Sebens 1985). En Chile, *A. papillosa* ha sido descrita como un habitante común en los fiordos patagónicos, entre el intermareal y 60 m de profundidad, y se ha observado que depreda sobre la anémona *Antholoba achatas* (Häussermann and Försterra 2009).

En la literatura disponible se reportan escasas interacciones directas entre *Metridium* y especies de importancia comercial. Se ha descrito que el erizo verde (*Strongylocentrotus droebachiensis*) evita el pastoreo sobre agregaciones de *Alcyonium* posiblemente debido a las células punzantes (nematocistos) (Sebens 1985), que son el mismo tipo de células que posee *M. senile*.

Además de la posible competencia por espacio en el intermareal entre mitílidos y *M. senile* (Martín et al. 2015), se ha reportado interacción en zonas donde se remueve y/o perturba el fondo para la pesquería de mitílidos, a través del uso de rastras u otros artes de pesca. *Metridium senile* puede ser afectada por estas perturbaciones i) permitiendo su expansión por liberación de hábitat o ii) disminuyendo sus números si las perturbaciones son frecuentes, aunque su densidad fue más alta en bancos de mitílidos sin perturbación (Riis and Dolmer 2003).

En un contexto ecosistémico, los mitílidos son reconocidos ingenieros ecosistémicos en sistemas bentónicos marinos, ya que ellos se agregan formando verdaderos pisos (sustratos), modificando la naturaleza y complejidad del sustrato (Borthagary and Carranza 2007, Buschbaun et al. 2009). Además, son considerados colonizadores primarios de





## Universidad Austral de Chile

### Instituto de Acuicultura – Programa de Investigación Pesquera

sustratos duros y filamentosos en estuarios y áreas costeras (Foster et al. 1994), por lo que también son considerados “fouling” (Southgate and Myers 1984).

En el sur de Chile existe una rica diversidad de mitílidos que son importantes formadores de hábitat (Carranza et al. 2009). Estos mismos autores proponen que la acuicultura de estas especies nativas puede ser una alternativa para la restauración de bancos explotados y sus asociados servicios ecosistémicos. Por ejemplo, se ha reportado que asociado a bancos de *A. atra* se han registrado más de 100 especies de distintos taxa (Sepulveda et al. 2015).

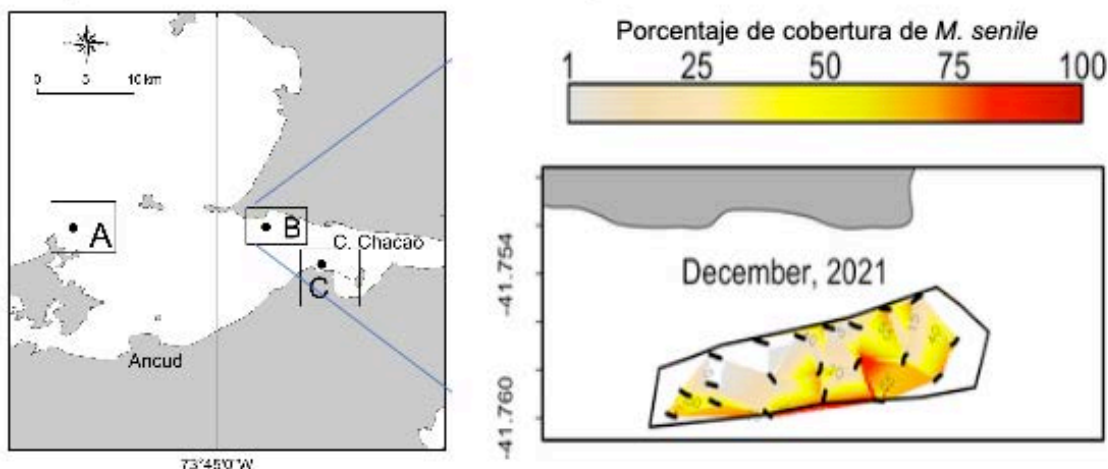
Con estos antecedentes proponemos dos experimentos centrales como una evaluación de probables medidas de mitigación: 1) Experimentos de campo de competencia entre cholga (*Aulacomya atra*) y la anémona *Metridium senile* y 2) Experimentos de laboratorio para observar interacciones entre *M. senile* y erizo rojo (*Loxechinus albus*) y *Metridium* versus *A. papillosa*.

## 2. Propuesta Metodológica

### 2.1 Area de estudio

El área de trabajo se ubicará en Punta Picuta ( $41^{\circ}45'31''$  S,  $73^{\circ}42'14''$  W), que corresponde a una estación de la red de estaciones fijas del recurso erizo que realiza el Programa de Seguimiento Bentónico del Instituto de Fomento Pesquero (Fig. 1). Dentro del polígono se ubicará el sector más adecuado para anclar las 3 unidades experimentales de 5x5 m.

**Figura 1.** Area de estudio donde se espera instalar los experimentos de competencia entre cholga y *M. senile*. A la izquierda del lector se muestra las estaciones de la red erizo de IFOP en Canal Chacao. B es la estación Punta Picuta. A la derecha del lector se muestra el polígono de la estación Punta Picuta. Se muestran los contornos de cobertura de *M. senile*. Números en el mapa de contornos muestran % de cobertura. Barras negras en el mapa con contornos indican las estaciones de registro de videos.





### 2.2 Competencia *M. senile* versus *A. atra*.

En zonas identificadas que estén cubiertas con *M. senile* (Fig. 1) se demarcarán tres cuadrantes de 5x5 m, donde se instalarán cuerdas con *A. atra* adheridas. Las cuerdas serán adquiridas en un centro de cultivo y serán trasladadas a la zona de trabajo en Punta Picuta.

El anclaje de las cuerdas al fondo se realizará disponiendo de fondeos en cada vértice del cuadrante, uniendo cada fondeo con un cabo de 1" de diámetro. Las cuerdas de cultivo con mitilidos serán amarradas a los cabos descritos.

Se realizará una grabación inicial de todo el cuadrante con una cámara Gopro 7.0 y posteriormente se muestreará bimensualmente, con apoyo de buzos locales. El muestreo se realizará grabando los tres cuadrantes para observar los cambios en la composición de especies. El procesamiento de las imágenes se realizará en base a lo descrito en el objetivo 3.

Complementariamente se demarcarán 3 cuadrantes sin la competencia de *A. atra* y otros tres cuadrantes de 5x5 m sin la presencia de *M. senile*.

Se espera que *M. senile* compita con los mitilidos, ya que por su capacidad de desplazamiento podría colonizar el sustrato de las conchas de mitilidos. Además, considerando que los mitilidos forman un sustrato complejo, se espera que a lo largo del periodo de muestreo otras especies puedan colonizar el "nuevo sustrato", incluyendo el asentamiento de otras especies bentónicas. Durante el proyecto se evaluará continuar con el seguimiento de esta experiencia al menos dos veces al año por los siguientes 3 años, en caso de que los mitilidos persistan.

### 2.3 Experimentos en laboratorio

Dada la duración del proyecto y la escasa información disponible en Chile sobre el comportamiento de *M. senile* y su relación con otras especies se realizarán experiencias preliminares de interacciones entre *Metridium* y el erizo *L. albus* e interacción entre *A. papilosa* (potencial depredador) y *Metridium*.

#### a) Interacción de *Metridium* – erizo (*L. albus*)

La interacción de *Metridium* y erizos se evaluará trasladándolos al laboratorio donde se contará con tres estanques para evaluar su interacción.

Los experimentos considerarán al menos tres coberturas de *Metridium* (0, 50 y 100%) y su efecto sobre el comportamiento de los erizos (alimentación y desplazamientos). Se experimentará con erizos de la misma talla (inicialmente 6 cm), los que serán medidos y pesados al inicio del experimento.

Al término del experimento (al menos 6 meses) los erizos serán medidos y pesados y además se obtendrá el peso de la gónada.



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Subsecretaría de Pesca

VIRTUAL 2833

11/07/2022 5



Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura – Programa de Investigación Pesquera

La alimentación consistirá específicamente de frondas de *Macrocystis* sp., que serán pesadas semanalmente, al inicio y final de cada semana (y finalmente reemplazadas por otras frondas).

Para medir los desplazamientos se realizarán seguimientos grabados con cámara durante 6-12 horas por experimento. De esta forma se obtendrá un valor de distancia recorrida por hora para cada tratamiento de cobertura de *Metridium*. Los experimentos de desplazamiento se repetirán al menos 5 veces.

#### **b) Interacción de *Metridium* - *Aeolidia papillosa***

Durante las actividades de campo se recolectarán ejemplares de *A. papillosa*, las que serán llevadas a laboratorio para su aclimatación. Se trasladarán junto a grava naturalizada desde el área de recolección.

Una vez aclimatadas se incorporará bolones de 20-25 cm de diámetro colonizadas con *Metridium* (desde la naturaleza). Los ejemplares de *Metridium* (en cobertura de 0 (control), 50 y 100%) serán contados por unidad de sustrato (bolón) y evaluados semanalmente.

Además, para observar la interacción de ambas especies se implementarán cámaras de grabación en experimentos de 6 a 12 horas que permitan observar el comportamiento de ambas especies.

Con estos experimentos se espera obtener información preliminar que permita evaluar acciones o investigaciones futuras.





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

9.13. Anexo 4.2. Segunda solicitud de repoblamiento

Subsecretaría de Pesca Trámite Virtual 4653

19/10/2022 1



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Puerto Montt, 19 de octubre de 2022

Señor  
Julio Salas Gutiérrez  
Subsecretario de Pesca  
Bellavista 168, piso 16  
VALPARAISO

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo respetuosamente a usted en relación al proyecto FIPA 2021-36 "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de los Lagos", para exponer lo siguiente:

1. En el marco del proyecto una de las actividades del objetivo 4 es evaluar posibles medidas de mitigación a lo que ya podría ser considerado la catástrofe que ha significado la "desaparición" de los erizos en grandes extensiones del canal Chacao por causa de la anémona invasora (complementada con la pesca) y un consecuente impacto económico en la pesca artesanal de la comuna de Maullín.
2. El 11 de julio de 2022 se ingresó una solicitud para realizar un experimento de campo, en conjunto con los pescadores, para evaluar una medida de mitigación específica (adjunto solicitud recibida por oficina de partes).
3. Con fecha 19 de octubre, hoy, no hemos tenido respuesta sobre esta autorización y sólo se nos ha informado que se encuentra en la división jurídica, a la espera de su tramitación.
4. Debido a que el estudio considera un componente biológico, para nosotros es prioritario comenzar las actividades de campo en octubre, esperando que nuestro experimento tenga impacto en el reclutamiento de nuevos erizos en canal Chacao. Si no comenzamos en octubre los resultados se verán amenazados provocando:
  - a. Que el experimento sólo entregue resultados parciales y poco informativos.
  - b. Que no se pueda evaluar el eventual reclutamiento de erizos si nos pasamos de la fecha de reproducción de los erizos (octubre a noviembre principalmente). Esto implicaría que no tendríamos certeza de una medida de mitigación para aplicar o al menos no avanzaremos en su evaluación.
  - c. Que la inversión del estado y el esfuerzo de los pescadores e investigadores sean mal aprovechados.

Los Pinos s/n, Balneario Pelluco - Sede Puerto Montt - Puerto Montt - Chile  
Casilla 1327 - Fono: 56 65 277122 - Fax: 56 65 255583 - email: [iacui@uach.cl](mailto:iacui@uach.cl) [www.uach.cl](http://www.uach.cl)



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Subsecretaría de Pesca Trámite Virtual 4653

19/10/2022 2



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

En este contexto, solicito respetuosamente a usted instruir a la división jurídica para gestionar nuestra solicitud y así permitir el avance de nuestra contribución al problema generado por la Anémona invasora *Metridium senile*, en nuestro trabajo con la Pesca Artesanal, la Subsecretaría de Pesca y el Instituto de Fomento Pesquero.

Agradeciendo su atención y a la espera de una favorable acogida le saluda atentamente

---

Carlos Molinet Flores  
Universidad Austral de Chile  
Director de Proyecto

Los Pinos s/n, Balneario Pelluco - Sede Puerto Montt - Puerto Montt - Chile  
Casilla 1327 - Fono: 56 65 277122 - Fax: 56 65 255583 - email: [iacui@uach.cl](mailto:iacui@uach.cl) [www.uach.cl](http://www.uach.cl)





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

9.14. Anexo 4.3. Tercera solicitud de repoblamiento

SUBSECRETARIA  
DE PESCA

VIRTUAL 4904

04/11/2022



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Puerto Montt, 03 de noviembre de 2022

Señor  
Julio Salas Gutiérrez  
Subsecretario de Pesca  
Bellavista 168, piso 16  
VALPARAISO

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo respetuosamente a usted para reenviar solicitud hecha el 19 de octubre de 2022, en relación con proyecto FIPA 2021-36 "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de los Lagos", reiterando lo indicado anteriormente:

1. En el marco del proyecto una de las actividades del objetivo 4 es evaluar posibles medidas de mitigación a lo que ya podría ser considerado la catástrofe que ha significado la "desaparición" de los erizos en grandes extensiones del canal Chacao por causa de la anémona invasora (complementada con la pesca) y un consecuente impacto económico en la pesca artesanal de la comuna de Maullín.
2. El 11 de julio de 2022 se ingresó una solicitud para realizar un experimento de campo, en conjunto con los pescadores, para evaluar una medida de mitigación específica (adjunto solicitud recibida por oficina de partes).
3. Con fecha 03 de noviembre, hoy, no hemos tenido respuesta sobre esta autorización y sólo se nos ha informado que se encuentra en la división jurídica, a la espera de su tramitación.
4. Debido a que el estudio considera un componente biológico, para nosotros era prioritario comenzar las actividades de campo en octubre, esperando que nuestro experimento tenga impacto en el reclutamiento de nuevos erizos en canal Chacao. Ya no comenzamos en octubre por lo que nuestros resultados ya están amenazados, provocando:
  - a. Que el experimento sólo entregue resultados parciales y poco informativos.
  - b. Que no se pueda evaluar el eventual reclutamiento de erizos si nos pasamos de la fecha de reproducción de los erizos (octubre a noviembre principalmente). Esto implicaría que no tendríamos certeza de una medida de mitigación para aplicar o al menos no avanzaremos en su evaluación.
  - c. Que la inversión del estado y el esfuerzo de los pescadores e investigadores sean mal aprovechados.

Los Pinos s/n, Balneario Pelluco - Sede Puerto Montt - Puerto Montt - Chile  
Casilla 1327 - Fono: 56 65 277122 - Fax: 56 65 255583 - email: [jacui@uach.cl](mailto:jacui@uach.cl) [www.uach.cl](http://www.uach.cl)



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

SUBSECRETARIA  
DE PESCA

VIRTUAL 4904

04/11/2022



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Sin embargo, aún nos queda primavera por delante y por lo tanto, solicito respetuosamente a usted instruir a la división jurídica para gestionar nuestra solicitud y así permitir el avance de nuestra contribución al problema generado por la Anémona invasora *Metridium senile*, en nuestro trabajo con la Pesca Artesanal, la Subsecretaría de Pesca y el Instituto de Fomento Pesquero.

Agradeciendo su atención y a la espera de una favorable acogida le saluda atentamente

---

Carlos Molinet Flores  
Universidad Austral de Chile  
Director de Proyecto



9.15. Anexo 4.4. Autorización repoblación Proyecto FIPA 2021-36

MINISTERIO DE ECONOMÍA  
FOMENTO Y TURISMO  
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA  
Memorándum Técnico (R.PESQ.) N° 15/2023



AUTORIZA REPOBLACIÓN PROYECTO FIPA 2021-36 EN EL SECTOR DE PUNTA PICUTA, CARELMAPU, REGIÓN DE LOS LAGOS, EN EL MARCO DEL ARTÍCULO 9 BIS DE LA LEY GENERAL DE PESCA Y ACUICULTURA.

VALPARAÍSO, 31 ENE 2023

RESOL. EXENTA N° 0287

VISTO: La solicitud presentada por la Universidad Austral de Chile, C.I. SUBPESCA VIRTUAL N° 2833 y N° 5539, ambos de 2022; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría mediante Informe Técnico (R.PESQ.) N° 15/2023, contenido en Memorándum Técnico (R.PESQ.) N° 15/2023, de fecha 13 de enero de 2023; las Leyes N° 19.880, N° 20.437 y N° 20.557; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado, fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, lo dispuesto en el D.F.L. N° 5 de 1983, los D.S. N° 136 de 1986, N° 95 y N° 129, ambos de 2013, N° 198 de 2014 y N° 85 de 2015 y los Decretos Exentos N° 768 de 2017 y N° 32 de 2020, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; las Resoluciones Exentas N° 540 de 2005, N° 75 de 2014 y N° 804 de 2022, todas de esta Subsecretaría.

CONSIDERANDO:

1.- Que, mediante Resolución Exenta N° 540 de 2005, modificado por la Resolución Exenta N° 75 de 2014, ambas citadas en Visto, esta Subsecretaría aprobó el Plan de Manejo de las Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua, Región de Los Lagos.

2.- Que, con la finalidad de administrar y manejar las pesquerías de recursos bentónicos y de algas, el artículo 9° bis de la Ley General de Pesca y Acuicultura establece en su inciso tercero, letra c), la posibilidad de establecer mediante resolución del Subsecretario, la repoblación de recursos bentónicos, en el área de aplicación del plan de manejo respectivo.

3.- Que, la Universidad Austral de Chile, mediante ingreso citado en Visto, ha solicitado autorizar actividades de repoblamiento en el marco del proyecto FIPA 2021-36 denominado "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maulín y Carelmapu en la Región de Los Lagos", adjudicado al consultor a través de la Resolución Exenta N° 804 de 2022, de esta Subsecretaría.



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

4.- Que a través del informe técnico citado en Visto, la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, ha recomendado autorizar la repoblación de la especie cholga, en el sector señalado precedentemente, en el marco del plan de manejo ya individualizado.

**RESUELVO:**

1.- Autorízase a la Universidad Austral de Chile, R.U.T. N° 81.380.500-6, con domicilio en Los Pinos S/N, Balneario de Pelluco, comuna de Puerto Montt, Región de Los Lagos, casilla de correo electrónico [gmolineti@uach.cl](mailto:gmolineti@uach.cl), para efectuar actividades de repoblación del recurso cholga *Aulacomya Aulacomya atra*, en la localidad de Punta Picuta, Carelmapu, región de Los Lagos, en el marco del proyecto FIPA 2021-36, de conformidad con el artículo 9 Bis de la Ley General de Pesca y Acuicultura, en la forma que a continuación se indica:

- Autorizar el traslado y repoblación en el fondo marino del sector Punta Picuta (41°45'31"S, 73°42'14"W), comuna de Carelmapu, región de Los Lagos, de 75 cuerdas con ejemplares de cholga *Aulacomya atra* fijadas, provenientes del centro de cultivos código N° 102658, Bahía Huélhue, Ancud, región de Los Lagos.
- La ejecución de la repoblación en Punta Picuta será a partir de la fecha de publicación de la presente resolución de conformidad con el artículo 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, hasta el 31 de diciembre de 2023.

2.- Previo a las actividades de repoblación que por este acto se autorizan, se deberá acreditar un permiso de escasa importancia o una concesión marítima que habilite a usar el sector individualizado precedentemente y en el informe técnico.

3.- La ejecución la repoblación y su monitoreo deberá efectuarse de conformidad con las observaciones formuladas en el Informe Técnico (R.PESQ.) N° 15/2023, citado en Visto, el cual se considerará parte integrante de la presente resolución.

4.- El solicitante deberá informar al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, a lo menos con 72 horas de anticipación, la fecha en que se efectuará la actividad de repoblamiento, incluyendo las labores de transporte de los ejemplares.

Asimismo, el transporte y traslado deberá sujetarse al cumplimiento de las obligaciones establecidas en el D.S. N° 319 de 2001, y sus modificaciones posteriores, todas del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

5.- Los resultados de las actividades de repoblación y su monitoreo (documentos y base de datos), deberán quedar a disposición de la organización peticionaria y de la autoridad pesquera.





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

6.- Designase a la jefa de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, como funcionaria encargada de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior, y de las demás establecidas en la presente resolución y que sean de competencia de esta Subsecretaría.

7.- La fiscalización e inspección de las actividades autorizadas por la presente resolución corresponderá al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, de conformidad con lo establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus normas reglamentarias.

8.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto de negociación alguna.

9.- La presente resolución es sin perjuicio de las que corresponda conferir a otras autoridades, de conformidad con las disposiciones legales o reglamentarias vigentes o que se establezcan.

10.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley Nº 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de cinco días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

11.- Transcribese copia de la presente resolución y del Informe Técnico Nº 15/2023, citado en Visto, al interesado, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, a su Dirección de la Región de Los Lagos, al Departamento de Concesiones Marítimas de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante y a la División Jurídica de esta Subsecretaría.

ANÓTESE, NOTIFIQUESE POR CARTA CERTIFICADA AL INTERESADO, PUBLIQUESE EN EL SITIO WEB DE ESTA SUBSECRETARÍA Y ARCHÍVESE.



PAULO SEPÚLVEDA SEPÚLVEDA  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura (S)







Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura



## INFORME TÉCNICO (R.PESQ.) N° 15-2023

### ACTIVIDADES DE REPOBLAMIENTO PROYECTO FIPA 2021-36 EN EL SECTOR DE PUNTA PICUTA, CARELMAPU, REGIÓN DE LOS LAGOS



Unidad de Recursos Bentónicos  
División Administración Pesquera  
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

ENERO 2023





**DISTRIBUCIÓN:**

- DIVISIÓN DE DESARROLLO PESQUERO, SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
- DIVISIÓN JURÍDICA, SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
- DEPARTAMENTO DE PESQUERÍAS, SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

**ESTE INFORME DEBE SER CITADO COMO:**

**Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA). 2023. ACTIVIDADES DE REPOBLAMIENTO PROYECTO FIPA 2021-36 EN EL SECTOR DE PUNTA PICUTA, CARELMAPU, REGIÓN DE LOS LAGOS. Inf. Téc. (R.Pesq.) N° 15-2023, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Valparaíso. 10 pp.**

## 1. OBJETIVO

El presente informe tiene por objetivo fundamentar la autorización para el desarrollo de actividades de repoblamiento de cholga (*Aulacomya atra*), relacionadas con la mitigación y manejo de la anémona de mar (*Metridium senile*), incluidas como objetivos en el Proyecto FIPA 2021-36, las cuales serán desarrolladas en el sector de Punta Picuta, Carelmapu, Región de Los Lagos, como medida en el marco del Plan de Manejo Res. Ex. N° 540/2005 y sus modificaciones.



## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Plan de Manejo

La pesquería del erizo *Loxechinus albus* que se desarrolla en la costa de Chile produce más del 50% de los desembarques mundiales de erizo (FAO, 2014). Luego de experimentar un rápido crecimiento, hacia fines del siglo pasado, esta pesquería ha sufrido una progresiva disminución de los desembarques, siguiendo un patrón de desempeño similar al observado en otras pesquerías de erizo en el mundo.

El plan de manejo de la pesquería del erizo (*Loxechinus albus*) de las regiones de Los Lagos y Aysén, fue establecido mediante la Res. N° 540 de febrero de 2005 y sus modificaciones, y considera como zona de aplicación del plan, al área marítimo-geográfica de las regiones de Los Lagos y de Aysén.

### 2.2 Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)

El Artículo 9° bis de la LGPA, señala en su inciso tercero que “Además de las medidas de conservación y administración contempladas en esta ley, en los planes de manejo a que se refiere este artículo, se podrán establecer por resolución del Subsecretario las siguientes medidas:

- a) Rotación de áreas de pesca.
- b) Criterio y limitación de la extracción.
- c) Traslocación y repoblación de recursos bentónicos.
- d) Técnicas de extracción o cosecha.
- e) Instalación de arrecifes artificiales, de conformidad con los requisitos y características establecidas en el reglamento.
- f) Buenas prácticas, sustentabilidad y recuperación de ecosistemas.



### 2.3 Antecedentes de *Metridium* como especie invasora

Desde el año 2020, buzos mariscadores de Carelmapu comenzaron a reportar un organismo “mucilaginoso” sobre algunos recursos bentónicos adosado especialmente a las conchas de picorocos. El análisis de muestras de dichos organismos, permitieron identificarlo como organismos pertenecientes al Phylum Cnidaria (Anthozoa).

En enero de 2021, en el marco del monitoreo de la Red de Estaciones Fijas del recurso erizo, del Proyecto de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), a través de la recolección de imágenes submarinas, se estableció la presencia de una extensa cobertura de una anémoma del género *Metridium*, en canal Chacao y su presencia en 14 de 22 estaciones de la Red (que incluye las regiones de Aysén y Los Lagos). A través de la aplicación de métodos moleculares se confirmó que las anémonas presentes en canal Chacao corresponden a la especie *Metridium senile* (Linnaeus, 1761).

Esta especie invasora, se caracteriza por alimentarse de presas de hasta 1 – 1,6 mm (relativo a su diámetro). Su reproducción se produce por medios sexuales o por reproducción asexual a través de laceración del pie, la que puede ocurrir prolificamente cuando las condiciones (temperatura, salinidad y sustrato) están dentro del rango preferido. Al respecto, la especie soporta un amplio rango de salinidad (14 – 37 ppm) y de temperaturas (1 – 20°C).

### 2.4 Proyecto FIPA 2021-36

*Metridium senile* ha sido caracterizada como un componente importante y competidora exitosa en las comunidades intermareales y submareales rocosas del hemisferio norte, junto a colonias de *Alcyonium* (Anthozoa) y tunicados (Carranza *et al.* 2009). En Argentina se ha descrito dominando el “fouling” en pilotes de muelles en el intermareal y submareal, compitiendo con la cholga (*Aulacomya atra*) y el mejillón (*Mytilus edulis platensis*), entre otros (Martín *et al.* 2015).

Su alta jerarquía competitiva está basada en su rápida proliferación por fragmentación basal (reproducción asexual) y por su agresividad, ya que se ha reportado que usa sus tentáculos especializados que incluso pueden dañar a otras anémonas (Purcell 1977, Sebens 1985). Se ha observado que *M. senile* “sofoca” a la mayoría de nuevos reclutas deslizándose sobre ellos con su disco pedal, matando a todos los demás ocupantes potenciales del espacio y generando así aumento del espacio libre (Nelson and Craig 2001).

Por otro lado, en Nueva Inglaterra, hemisferio norte, se ha observado que *M. senile* puede sufrir una fuerte disminución de su abundancia, debido a un depredador especialista: el nudibranquio *Aeolidia papillosa* y que podría ser la única fuente importante de mortalidad de esta especie (Harris 1973, Sebens 1985). En Chile, *A. papillosa* ha sido descrita como un habitante común en los fiordos patagónicos, entre el intermareal y 60 m de profundidad, y se ha observado que depreda sobre la anémoma *Antholoba achates* (Häussermann and Försterra 2009).

En la literatura disponible se reportan escasas interacciones directas entre *Metridium* y especies de importancia comercial. Se ha descrito que el erizo verde (*Strongylocentrotus droebachiensis*) evita el pastoreo sobre agregaciones de *Alcyonium* posiblemente debido a las células punzantes (nematocistos) (Sebens 1985), que son el mismo tipo de células que posee *M. senile*.

Además de la posible competencia por espacio en el intermareal entre mitílidos y *M. senile* (Martín *et al.* 2015), se ha reportado interacción en zonas donde se remueve y/o perturba el fondo para la pesquería de mitílidos, a través del uso de rastras u otros artes de pesca. *Metridium senile* puede



ser afectada por estas perturbaciones i) permitiendo su expansión por liberación de hábitat o ii) disminuyendo sus números si las perturbaciones son frecuentes, aunque su densidad fue más alta en bancos de mitilidos sin perturbación (Riis and Dolmer 2003).

En un contexto ecosistémico, los mitilidos son reconocidos ingenieros ecosistémicos en sistemas bentónicos marinos, ya que ellos se agregan formando verdaderos pisos (sustratos), modificando la naturaleza y complejidad del sustrato (Borthagary and Carranza 2007, Buschbaun *et al.* 2009). Además, son considerados colonizadores primarios de sustratos duros y filamentosos en estuarios y áreas costeras (Foster *et al.* 1994), por lo que también son considerados “fouling” (Southgate and Myers 1984).

En el sur de Chile existe una rica diversidad de mitilidos que son importantes formadores de hábitat (Carranza *et al.* 2009). Estos mismos autores proponen que la acuicultura de estas especies nativas puede ser una alternativa para la restauración de bancos explotados y sus asociados servicios ecosistémicos. Por ejemplo, se ha reportado que asociado a bancos de *A. atra* se han registrado más de 100 especies de distintos taxa (Sepulveda *et al.* 2015).

Con estos antecedentes, el Proyecto FIPA 2021-36 propone la realización de dos experiencias para una evaluación de probables medidas de mitigación: 1) Experiencia de campo para evaluar la competencia entre cholga (*Aulacomya atra*) repoblada en el sector y la anémona *Metridium senile* y 2) Experimentos de laboratorio para observar interacciones entre *M. senile* y erizo rojo (*Loxechinus albus*) y *Metridium* versus *A. papillosa*., mediante la ejecución de una Pesca de Investigación.

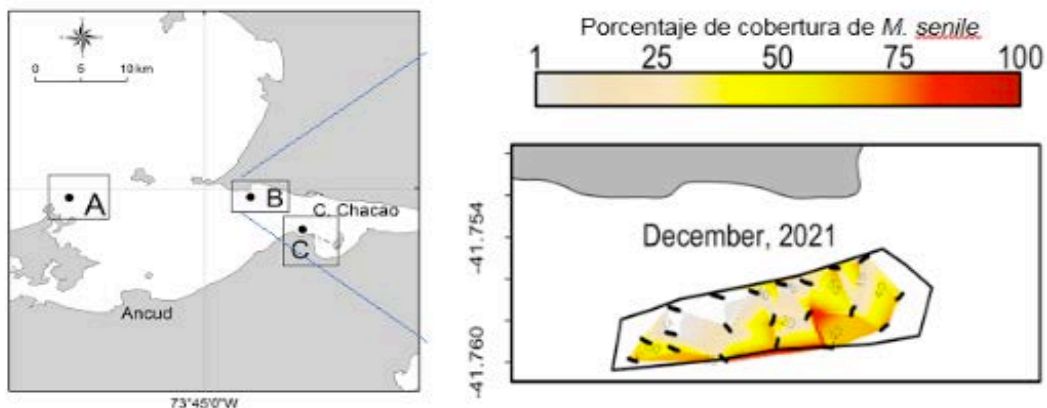




## 2.5 Propuesta metodológica del Proyecto FIPA 2021-36

- Ubicación geográfica del sector a repoblar

El área de trabajo se ubicará en Punta Picuta ( $41^{\circ}45'31''$  S,  $73^{\circ}42'14''$  W), que corresponde a una estación de la red de estaciones fijas del recurso erizo que realiza el Programa de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas del Instituto de Fomento Pesquero (Fig. 1). Dentro del polígono se ubicará el sector más adecuado para anclar las 3 unidades de repoblamiento de  $5 \times 5$  m cada una.



**Figura 1.** Área de estudio donde se espera instalar los experimentos de repoblamiento de cholga (*Aulacomya atra*), donde se verificará competencia entre cholga y *M. senile*. En la gráfica izquierda se muestran las estaciones de la red erizos de IFOP en Canal Chacao. B es la estación Punta Picuta. En la gráfica derecha, se muestra el polígono de la estación Punta Picuta. Se muestran los contornos de cobertura de *M. senile*. Los números en el mapa de contornos muestran % de cobertura. Las barras negras en el mapa con contornos, indican las estaciones de registro de videos.



### 2.5.1 Experiencia de repoblamiento

- Identificación de la especie

Nombre común	Nombre científico
Cholga	<i>Aulacomya atra</i>

- Aspectos biológicos de la especie a repoblar

El recurso cholga es un molusco dioico, sin dimorfismo sexual. Los ejemplares maduros presentan gónadas de color amarillo blanquecino en machos, mientras que en las hembras las gónadas son de tonalidad claro con manchas moradas. Se reconocen cinco estados de madurez, registrándose individuos maduros y desovados todo el año, estableciéndose una época de desove entre noviembre y marzo (Tomicic, 1968; Lozada, 1968; Solis y Lozada, 1971; Henríquez y Alvarez, 1980), con una talla mínima de desove de 65 mm (Lozada, 1968).

Se ha establecido por el método de lectura de anillos que individuos de cuatro años alcanzan diferentes longitudes dependiendo del lugar de estudio, es así como en el sector de Antofagasta la talla a esta edad es de 64 mm, mientras que en Chiloé y Magallanes a la misma edad es de 108 mm y 122,4 mm respectivamente. Los estudios de Griffiths y King (1979), analizando el crecimiento de esta especie a través de cohortes, establecieron que la longitud máxima es de 90 mm y se alcanza después de 11 años.

La morfología externa de las valvas presenta marcadas estrías concéntricas y radiales, de coloración variable, entre negro, negro-violáceo, azulado o incluso café. Los umbos son puntiagudos y curvados, y la charnela tiene un solo diente. Los individuos adultos alcanzan una longitud máxima de 17 cm.

*Aulacomya atra* es una especie filtradora, planctófaga y detritívora, su ubicación en la trama trófica es similar a *Mytilus chilensis* y *Choromytilus chorus*, diferenciándose en el tamaño máximo de las partículas ingeridas.

La especie se distribuye desde El Callao (Perú) hasta el Canal Beagle, Isla Navarino a la Isla Picton (Chile), continuando por la costa Atlántica hasta el sur de Brasil. Se encuentra además en el archipiélago Juan Fernández y en las Islas Malvinas. En profundidad, se localiza desde la zona intermareal hasta los 40 metros de profundidad en ambientes rocosos:



- Procedencia de las especies a repoblar

El origen de los ejemplares de cholga que se utilizarán para el repoblamiento, será un centro de cultivo autorizado, el cual se identifica a continuación:

Datos concesión procedencia de Cholga. Nombre de Titular: GARCIA CAMPOS, JUSTO LORENZO N° Pert 97105043 Código de Centro 102658 Especies CHOLGA, CHORITO, CHORO, OSTION DE CHILOE, OSTION DEL NORTE, OSTION DEL SUR, OSTION PATAGONICO, OSTRA CHILENA, OSTRA DEL PACIFICO O JAPONESA Ubicación Geográfica BAHÍA HUEIHUE, AL NORTE DE PUNTA CONCURA, Comuna ANCUD Región DE LOS LAGOS
--

- Estudio *in situ* competencia *M. senile* versus *A. atra*

En zonas identificadas que estén cubiertas con *M. senile* (Fig. 1) se demarcarán tres cuadrantes de 5x5 m, donde se realizara un repoblamiento con ejemplares de *Aulacomya atra*, previamente fijadas en cuerdas. Las cuerdas serán adquiridas en un centro de cultivo y serán trasladadas a la zona de trabajo en Punta Picuta.

El anclaje de las cuerdas al fondo ser realizará disponiendo de fondeos en cada vértice del cuadrante, uniendo cada fondeo con un cabo de 1" de diámetro. Las cuerdas de cultivo con mitílidos serán amarradas a los cabos descritos.

Se realizará una grabación inicial de todo el cuadrante con una cámara Gopro 7.0 y posteriormente se muestreará bimensualmente, con apoyo de buzos locales. El muestreo se realizará grabando los tres cuadrantes para observar los cambios en la composición de especies. El procesamiento de las imágenes se realizará en base a lo descrito en los objetivos del Proyecto FIPA 2021-36.

Complementariamente se demarcarán 3 cuadrantes sin la competencia de *A. atra* y otros tres cuadrantes de 5x5 m sin la presencia de *M. senile*.

Se espera que *M. senile* compita con los mitílidos, ya que por su capacidad de desplazamiento podría colonizar el sustrato de las conchas de mitílidos. Además, considerando que los mitílidos forman un sustrato complejo, se espera que a lo largo del periodo de muestreo otras especies puedan colonizar el "nuevo sustrato", incluyendo el asentamiento de otras especies bentónicas. Durante el proyecto se evaluará continuar con el seguimiento de esta experiencia al menos dos veces al año por los siguientes 3 años, en caso de que los mitílidos persistan.



### 2.5.2 Experimentación en ambiente controlado

En forma paralela, dada la duración del proyecto y la escasa información disponible en Chile sobre el comportamiento de *M. senile* y su relación con otras especies se realizarán experiencias preliminares en ambiente controlado (laboratorio) de interacciones entre *Metridium* y el erizo *L. albus* e interacción entre *A. papilosa* (potencial depredador) y *Metridium*.

El traslado de ejemplares de *Metridium senile* y de *Aeolidia papilosa* a laboratorio, se realizará en el contexto de una Pesca de Investigación (Res. Ex. N° E-2022-680).

#### a) Interacción de *Metridium* – erizo (*Loxechinus albus albus*)

La interacción de *Metridium* y erizos se evaluará trasladándolos al laboratorio donde se contará con tres estanques para evaluar su interacción.

Los experimentos considerarán al menos tres coberturas de *Metridium* (0, 50 y 100%) y su efecto sobre el comportamiento de los erizos (alimentación y desplazamientos). Se experimentará con erizos de la misma talla (inicialmente 6 cm), los que serán medidos y pesados al inicio del experimento.

Al término del experimento (al menos 6 meses) los erizos serán medidos y pesados y además se obtendrá el peso de la gónada.

La alimentación consistirá específicamente de frondas de *Macrocystis sp.*, que serán pesadas semanalmente, al inicio y final de cada semana (y finalmente reemplazadas por otras frondas).

Para medir los desplazamientos se realizarán seguimientos grabados con cámara durante 6-12 horas por experimento. De esta forma, se espera obtener un valor de distancia recorrida por hora para cada tratamiento de cobertura de *Metridium*. Los experimentos de desplazamiento se repetirán al menos 5 veces en las zonas autorizadas.

#### b) Interacción de *Metridium* - *Aeolidia papilosa*

Durante las actividades de campo se recolectarán ejemplares de *A. papilosa*, las que serán llevadas a laboratorio para su aclimatación. Se trasladarán junto a grava naturalizada desde el área de recolección.

Una vez aclimatadas se incorporará bolones de 20-25 cm de diámetro colonizadas con *Metridium* (desde la naturaleza). Los ejemplares de *Metridium* (en cobertura de 0 (control), 50 y 100%) serán contados por unidad de sustrato (bolón) y evaluados semanalmente.

Además, para observar la interacción de ambas especies se implementarán cámaras de grabación en experimentos de 6 a 12 horas que permitan observar el comportamiento de ambas especies.

Con estos experimentos se espera obtener información preliminar que permita evaluar acciones o investigaciones futuras.

## 3. ANÁLISIS

En relación al requerimiento de repoblamiento con ejemplares de cholga (*Aulacomya atra*), provenientes de un centro de cultivo autorizado de la Región de Los Lagos, para la realización de los objetivos experimentales del Proyecto FIPA 2021-36, se observa que corresponde a una actividad





fundamental para la obtención de información del comportamiento de la especie de anémona de mar *Metridium senile*.

Al respecto, la especie a repoblar indicada, la cual corresponde a la cholga (*Aulacomya atra*), se encuentra dentro de su rango de distribución natural, existiendo en el sector donde se realizara el repoblamiento, presencia de ejemplares en bajas densidades. La metodología planteada en el Proyecto FIPA 2021-36 para el desarrollo de la experimentación, es sencilla, aplicable y permitirá en el mediano plazo, generar conocimiento respecto a posibles métodos de control o manejo de esta especie invasora.

#### 4. RECOMENDACIÓN

Considerando lo expuesto, esta División de Administración Pesquera recomienda autorizar la realización de las actividades de repoblamiento del Proyecto FIPA 2021-36, en el marco del Plan de Manejo de Pesquerías Bentónicas Zona Contigua Regiones de Los Lagos y de Aysén (Res. Ex. N° 540/2005 y sus modificaciones), de la forma en que se indica:

- Autorizar a la Universidad Austral de Chile a desarrollar actividades de repoblamiento en la localidad de Punta Picuta, Carelmapu, Región de Los Lagos, en el marco del proyecto FIPA 2021-36.
- Autorizar el traslado y repoblamiento en el fondo marino del sector de Punta Picuta (41°45'31" S, 73°42'14" W), Comuna de Carelmapu, Región de Los Lagos, de 75 cuerdas con ejemplares de cholga (*Aulacomya atra*) fijadas, procedentes de centro de cultivo autorizado, las cuales serán monitoreadas mediante grabación de video durante el período de estudio.
- La ejecución del repoblamiento en Punta picuta, será realizada realizará a partir de la fecha de publicación de la resolución de conformidad con el artículo 174 de la LGPA y el 31 de diciembre de 2023.

MAG, MAP, AVA/ava  
13 de enero de 2023





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

9.16. Anexo 4.5. Carta solicitud de repoblamiento en AMERB

SUBSECRETARIA  
DE PESCA

C.I. 2406

23/03/2023 1/1

Astilleros, 22 de marzo de 2022

Sr  
Julio Salas Gutiérrez  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura  
Valparaíso  
Presente

Estimado Sr.

Por intermedio de la presente hacemos solicitud de Repoblamiento de "Cholgas" *Aulacomya atra* para el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa, Comuna de Maullín, Región de Los Lagos.

Dicha iniciativa se enmarca en el proyecto FIPA 2021-36 "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos", y ejecutado por el Programa de Investigación Pesquera de la Universidad Austral de Chile, sede Puerto Mont.

De igual forma autorizamos a la Universidad Austral de Chile a realizar el ingreso de esta solicitud de repoblamiento ante la Subsecretaría e de Pesca y Acuicultura en representación de nuestra organización.

Sin otro particular, le saluda atentamente

Raúl González Villegas

Rut: 9.531.336-1

STI Pescadores Artesanales "ASTIMAR",  
Astilleros comuna de Maullín  
Presidente



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

9.17. Anexo 4.6. Solicitud de repoblamiento en AMERB

## **SOLICITUD DE REPOBLAMIENTO AREA DE MANEJO LENQUI – PUNTA SANTA TERESA COMUNA DE MAULLIN, REGIÓN DE LOS LAGOS**

**S.T.I. Pescadores Artesanales "Astimar", Astilleros**

**Unidad Técnica** : Universidad Austral de Chile

**Financiamiento** : Universidad Austral de Chile, Proyecto FIPA 2021-36  
"Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona  
de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín  
y Carelmapu en la Región de Los Lagos"

Marzo de 2023



## I. ANTECEDENTES

La Región de los Lagos concentra la mayor actividad extractiva de recursos bentónicos a nivel nacional, siendo una de las regiones con mayor desembarque de algas, moluscos y equinodermos (erizo) el año 2020 (Anuario Estadístico de Pesca 2020, Semapesca).

A fines de septiembre de 2020, la Municipalidad de Maullín solicitó al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) información sobre la observación de los pescadores de Carelmapu quienes comenzaron a ver que algunos recursos aparecían con una especie mucilaginososa adosada a las conchas de picoroco. Dichas muestras identificaron a esta masa mucilaginososa como organismos pertenecientes al Phylum Cnidaria (Anthozoa).

En enero de 2021, en el marco de la Red de Estaciones fijas del recurso erizo (Objetivo N° 2, del Proyecto de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas, del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)), a través de la recolección de imágenes submarina, se estableció la presencia de una extensa cobertura de una anémona del género *Metridium*, muy posiblemente correspondiente a la especie *Metridium senile* (Linnaeus, 1761). Esto fue posteriormente confirmado a través del análisis de muestras de esta anémona a través de métodos moleculares (información sin publicar aún).

De acuerdo a la información de buzos de Carelmapu, esta especie estaría ampliamente distribuida en el canal de Chacao, en áreas de libre acceso y Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) que son sus áreas tradicionales de trabajo. Los pescadores reportaron que esta especie había desplazado a recursos como el erizo, por lo que manifestaron su preocupación y solicitaron apoyo a la Municipalidad. Esta solicitud de apoyo se concretó en su participación en reuniones a nivel regional y con la Subsecretaría de Pesca en la búsqueda de alternativas de tanto para afinar el diagnóstico como para la propuesta de medidas de mitigación. Esas gestiones, tanto de la pesca artesanal como de la Subsecretaría de Pesca, fueron fundamentales para la justificación de la presente licitación.

Dada esta situación, se hace necesario enfocar los esfuerzos de investigación para identificar la real cobertura de esta anémona de mar en las zonas de operación de la flota artesanal, principalmente en la comuna de Maullín (que incluye Carelmapu).

Considerando que la problemática de esta especie invasora está afectando directamente a la pesca artesanal, nuestra propuesta metodológica incluyó en el equipo de trabajo a buzos y pescadores locales (denominados técnicos locales) y consideró una discusión y las recomendaciones de los pescadores de Carelmapu (quienes plantearon la problemática), tanto en la cobertura muestral como en la frecuencia de Muestreo.

*Metridium senile* ha sido caracterizada como un componente importante y competidora exitosa en las comunidades intermareales y submareales rocosas del hemisferio norte, junto a colonias de *Alcyonium* sp (Anthozoa) y tunicados (Carranza et al. 2009). En Argentina se ha descrito dominando el "fouling" en pilotes de muelles en el intermareal y submareal, compitiendo con la cholga (*Aulacomys atra*) y el mejillón (*Mytilus edulis platensis*), entre otros (Martín et al. 2015).



Su alta jerarquía competitiva está basada en su rápida proliferación por fragmentación basal (reproducción asexual) y por su agresividad, ya que se ha reportado que usa sus tentáculos especializados que incluso pueden dañar a otras anémonas (Purcell 1977, Sebens 1985). Se ha observado que *M. senile* 'sofoca' a la mayoría de nuevos reclutas deslizándose sobre ellos con su disco pedal, matando a todos los demás ocupantes potenciales del espacio y generando así aumento del espacio libre (Nelson and Craig 2001).

En la literatura disponible se reportan escasas interacciones directas entre *Metridium* y especies de importancia comercial. Se ha descrito que el erizo verde (*Strongylocentrotus droebachiensis*) evita el pastoreo sobre agregaciones de *Alcyonium* sp posiblemente debido a las células punzantes (nematocistos) (Sebens 1985), que son el mismo tipo de células que posee *M. senile*.

Además de la posible competencia por espacio en el intermareal entre mitilidos y *M. senile* (Martin et al. 2015), se ha reportado interacción en zonas donde se remueve y/o perturba el fondo para la pesquería de mitilidos, a través del uso de rastras u otros artes de pesca. *Metridium senile* puede ser afectada por estas perturbaciones i) permitiendo su expansión por liberación de hábitat o ii) disminuyendo sus números si las perturbaciones son frecuentes, aunque su densidad fue más alta en bancos de mitilidos sin perturbación (Riis and Dolmer 2003).

En un contexto ecosistémico, los mitilidos son reconocidos ingenieros ecosistémicos en sistemas bentónicos marinos, ya que ellos se agregan formando verdaderos pisos (sustratos), modificando la naturaleza y complejidad del sustrato (Borthagary and Carranza 2007, Buschbaun et al. 2009). Además, son considerados colonizadores primarios de sustratos duros y filamentosos en estuarios y áreas costeras (Foster et al. 1994), por lo que también son considerados "fouling" (Southgate and Myers 1985).

En el sur de Chile existe una rica diversidad de mitilidos que son importantes formadores de hábitat (Carranza et al. 2009). Estos mismos autores proponen que la acuicultura de estas especies nativas puede ser una alternativa para la restauración de bancos explotados y sus asociados servicios ecosistémicos. Por ejemplo, se ha reportado que asociado a bancos de *Aulacomya atra* se han registrado más de 100 especies de distintos taxa (Sepúlveda et al. 2016).

Por otro lado, *A. atra* es molusco de importancia comercial reportado en el monitoreo de los desembarques de Instituto de Fomento Pesquero alrededor de Calbuco, entre los años 1996 y 2006 (Molinet et al. 2016), además de registros en Canal Chacao (Molinet et al. 2023).

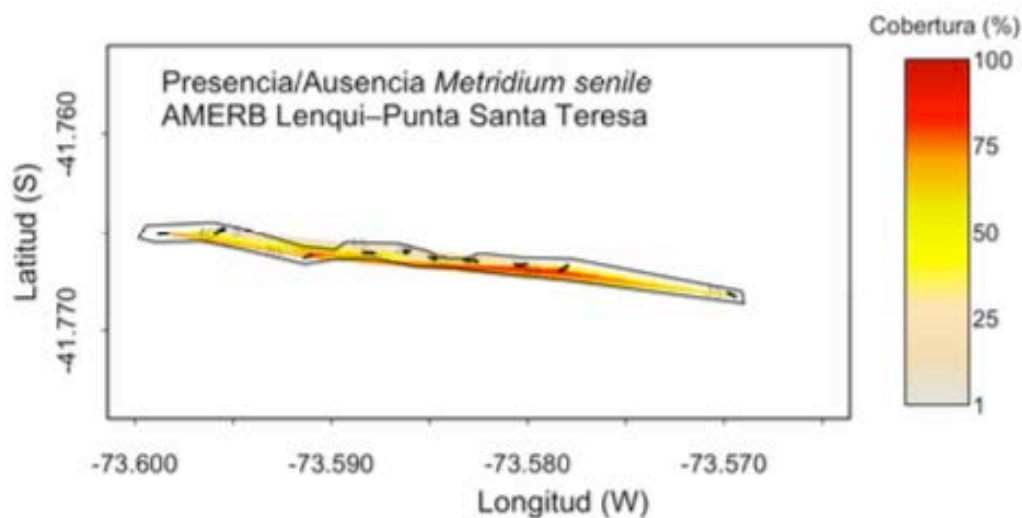
Por otro lado, en el marco del proyecto FIPA 2021-36 se muestreó el AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa, como una de las áreas que los pescadores de Carelmapu propusieron. Los resultados del muestreo diagnóstico mostraron que el 100% del área tenía presencia de *M. senile* con coberturas medias mayores que 100% como se muestra en **Figura 1**.

Con estos antecedentes el objetivo general de la solicitud es evaluar medidas de mitigación para el manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en el AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa, a través del experimento de repoblamiento de Cholga *Aulacomya atra*, la que se espera heterogenice



el sustrato homogenizado por *M. senile*, y promueva el asentamiento de nuevas especies que puedan competir con la anémona *Metridium senile*.

**Figura 1.** Cobertura de la presencia de *M. senile* en el AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa en octubre de 2022.







## II. ANTECEDENTES GENERALES

### a) Del Sector

<b>Nombre</b>	Lenqui-Punta Santa Teresa	<b>Superficie (Há)</b>	313,69
<b>Especie Para Repoblar</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	
	Cholga	<i>Aulacomya atra</i>	

### b) De la Organización

<b>Organización de Pescadores</b>	STI Pescadores Artesanales "ASTIMAR", Astilleros, Comuna de Maullín		
<b>Representante</b>	Raúl Orlando González Villegas	<b>RUT</b>	72.471.600-8
		<b>N° Socios</b>	35
		<b>RUT</b>	9.531.336-1

### c) Del Consultor

<b>Nombre</b>	Universidad Austral de Chile		
<b>Jefe de Proyecto</b>	Carlos Molinet Flores		
<b>Contacto</b>	<b>Fono</b>	<b>Email</b>	<b>Ciudad</b>
	652277126	<a href="mailto:cmolinet@uach.cl">cmolinet@uach.cl</a>	Puerto Montt

### d) Del Financiamiento para el Repoblamiento

<b>Fuente de Financiamiento</b>	<b>Organización de Pescadores</b>	<b>Universidad Austral de Chile Proyecto FIPA 2021-36</b>
<b>Aporte (%)</b>	0%	100%
<b>Monto (%)</b>	0%	13.500.000

### e) Identificación y procedencia de la especie a repoblar

La especie a repoblar corresponde al recurso Cholga (*Aulacomya atra*), los que serán adquiridos en el centro de cultivo (código centro 102658) para luego ser trasladadas a la zona de trabajo en el interior del AMERB Lenqui - Punta Santa Teresa.

Para el desarrollo de esta actividad se adquirirán 75 cuelgas de 5 metros de largo y 40 kilos cada una, con ejemplares de longitud mayor a 50 mm.

<b>Reino</b>	Animalia
<b>Phylum</b>	Mollusca
<b>Clase</b>	Bivalvia
<b>Orden</b>	Mytilida
<b>Familia</b>	Mytilidae
<b>Género</b>	Aulacomya



<b>Especie</b>	<i>Aulacomya atra</i> (Molina, 1782)
----------------	--------------------------------------

**f) Estado de la población del recurso a repoblar Cholga (*Aulacomya atra*).**

Dado que la especie a repoblar *Aulacomya atra* no se encuentra incorporada como especie principal y/o secundaria en el plan de manejo, no existen evaluaciones de densidad y/o abundancia. Sin embargo, *A. atra* es molusco de importancia comercial reportado en el monitoreo de los desembarques de Instituto de Fomento Pesquero alrededor de Calbuco, entre los años 1996 y 2006 (Molinet et al. 2016), además de registros en Canal Chacao (Molinet et al. 2023).

**g) Tipo de sustrato, Batimetría y aspectos generales.**

El área presenta un plataforma regular con una pendiente leve a lo largo de la costa, con profundidades menores a 15 m. Sin embargo, aproximadamente a 150 m de la línea de costa, la plataforma cae en una pendiente pronunciada, con profundidades superiores a 100 m. La batimetría va desde los 1,7 a los 104 m de profundidad, con un promedio de 27 m, y una moda de 3,5 m. Se detallan tres tipos de fondos : un fondo blando (13,97%); un fondo mixto compuesto por piedregullo (75,80%); y un fondo duro (10,23%) (ESBA 2004, Fundación Chinquihue).

**III. OBJETIVOS DEL REPOBLAMIENTO**

<b>Objetivo General</b>
Evaluar medidas de mitigación para el manejo de la anémona de mar del género <i>Metridium</i> en las localidades de Maullín y Carelmapu en la región de Los Lagos
<b>Objetivos Específicos</b>
Monitorear el banco de Cholga ( <i>Aulacomya atra</i> ) sembrado en el área de manejo Lenqui - Punta Santa Teresa
Evaluar la competencia entre <i>Aulacomya atra</i> y la anémona <i>Metridium senile</i> , a través del experimento de campo de instalación de cuelgas de cholgas provenientes de centros de cultivos autorizados.

**IV. METODOLOGIA DEL REPOBLAMIENTO**

**a) Ubicación geográfica del Polígono a repoblar**

El área de trabajo se ubicará en el área de manejo y explotación de recursos bentónicos Lenqui - Punta Santa Teresa, Región de Los Lagos, que corresponde a una estación de muestreo del Proyecto de Investigación **Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de los Lagos**” FIPA



2021-36. Dentro del AMERB se ubicará el sector más adecuado para anclar las 3 unidades experimentales de 5x5 m.

Vértice	Coordenadas Geográficas	
	Latitud	Longitud
A	41° 45' 55.9"	73° 35' 14.5"
B	41° 45' 55.9"	73° 35' 12.8"
C	41° 45' 58.5"	73° 35' 12.8"
D	41° 45' 58.4"	73° 35' 14.5"

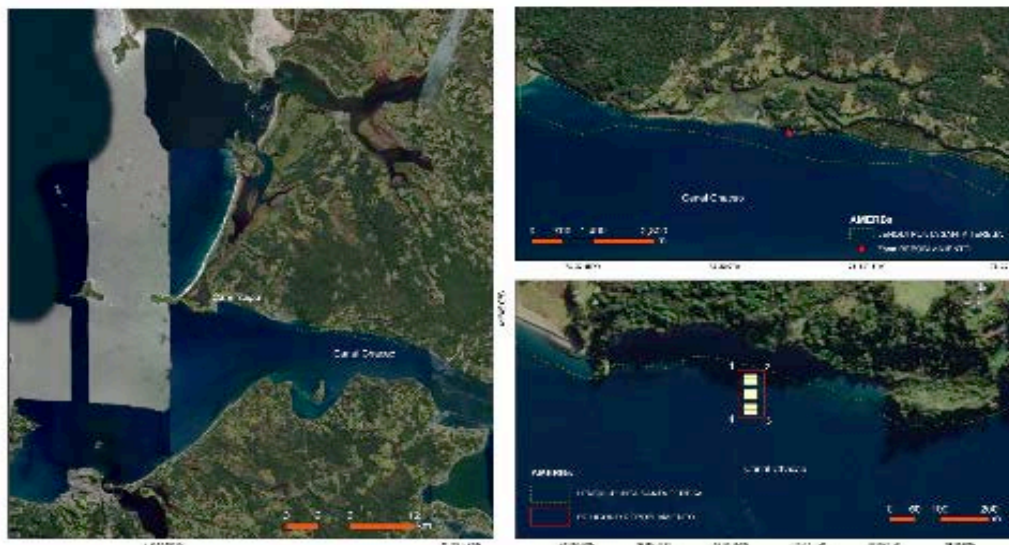


Figura 2. Mapa de ubicación del AMERB Lenquí – Punta Santa Teresa y polígono de muestreo para instalación de los cuadrantes

**b) Incorporar ejemplares de Cholga (*Aulacomya atra*) dentro del AMERB.**

<b>Periodo de Siembra</b>	El periodo de siembra se desarrollará durante el año 20223, inmediatamente posterior a la obtención de la resolución que aprueba la acción de manejo.
<b>Número y Talla de ejemplares a sembrar</b>	En zonas identificadas que estén cubiertas con <i>Metridium senile</i> (Figura 2) se demarcarán tres cuadrantes de 5x5 m, donde serán instalados en cada uno de ellos 25 cuerdas con <i>Aulacomya atra</i> adheridas. Para el desarrollo de esta actividad se utilizarán 75 cuelgas de 5 metros de largo y 40 kilos cada una, con ejemplares de longitud mayor a 50 mm, las que serán adquiridas en el centro de cultivo (código centro 102658) y, para



	<p>luego ser trasladadas a la zona de trabajo en el AMERB Lenqui – Punta Santa Teresa (<b>Figura 2</b>).</p>
<b>Traslado</b>	<p>Los ejemplares serán adquiridos en el centro de cultivo (código centro 102658) para luego ser trasladadas vía marítima en cajas o sacos, a la zona de trabajo en el interior del AMERB Lenqui - Punta Santa Teresa, minimizando el tiempo de traslado y así evitar la desecación y mortalidad de los individuos.</p>
<b>Siembra</b>	<p>Una vez finalizado el traslado, los ejemplares serán transportados hacia el polígono de sembrado definido. Previo al sembrado, se realizará un muestreo para determinar su longitud y peso. La medida será tomada con pie de metro (150 mm <math>\pm</math> 1 mm) y el peso con balanza digital (500 g <math>\pm</math> 1 g), registrándose los datos en fichas de registro. El sembrado se realizará mediante buceo.</p> <p>El anclaje de cada cuadrante consiste en 10 bloques de hormigón de 100 kg c/u dispuesto 5 por cada lado en sentido Este-Oeste (misma dirección de la corriente del canal Chacao), en estos bloques poseerán cabos de 14 mm de diámetro donde serán unidas las cuerdas al fondo marino. Las cuerdas de cultivo con mitílicos serán amarradas a los cabos descritos.</p>

**c) Monitorear los niveles de abundancia del recurso Cholga (*Aulacomya atra*) dentro del AMERB.**

<b>Unidad de Muestreo (UM)</b>	<p>Se utilizará la metodología de video transectos de 0,5x5 metros, para la estimación de la densidad poblacional como número de individuos por metro cuadrado.</p> <p>Para la estimación de la estructura de talla y Longitud peso, se utilizarán cuadrantes de 0,5 x 0,5 metros.</p>
<b>Tipo de distribución del muestreo</b>	<p>Para la estimación de densidad se realizará un muestreo estratificado, con la finalidad cubrir la mayor superficie de cada cuadrante de 5x5 metros.</p> <p>Para la estimación de la estructura de tallas y longitud peso, se realizará un muestreo aleatorio simple.</p>
<b>Tamaño de la muestra</b>	<p>Se realizará un mínimo de 3 transectos por cuadrante de 5x5 metros, lo que tendrán un ancho de 0,5 metros y 5 metros de largo (extremos y centro de cada cuadrante). Mientras que para la estructura de talla se realizaran un mínimo de 5 unidades muestrales de 0,5x0,5 metros al interior de los 3 cuadrantes de 5x5 metros.</p>





<b>Densidad</b>	Media aritmética de la densidad por cuadrante (número de individuos/m <sup>2</sup> ). El cálculo del error de la estimación de la media (densidad) se realizará de acuerdo con lo recomendado por la Subsecretaría de Pesca.
<b>Estructura de tallas y relación longitud peso</b>	La estructura de tallas se determinará mediante un estimador de proporciones a la talla, obtenido a partir del muestreo de longitud (mm). La relación longitud peso se estimará mediante una relación de tipo $w_t = a \cdot L_t^b$ , donde $w_t$ = Peso en grs y $L_t$ = longitud en mm.

## V. RESULTADOS ESPERADOS

- Formación de un banco de Cholgas al interior del AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa.
- Aumento de la densidad poblacional de la especie Cholga en el AMERB.
- Desplazamiento de la especie invasora *Metridium senile*, por competencia con el banco de Cholgas al interior del AMERB

## VI. PROGRAMA DE ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA

El periodo de estudio tendrá una duración de un año, en el cual se realizarán monitoreos cada dos meses, realizando grabaciones submarinas de los cuadrantes con apoyo de buzos locales, en donde se evaluarán es estado de las estructuras de anclaje y los cambios en la composición de especies.

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tramitación de solicitud de repoblamiento	X											
Instalación de estructuras de anclaje	X											
Traslado y siembra de ejemplares de <i>Aulacomya atra</i>	X	X										
Revisión de estructuras de anclaje		X		X		X		X		X		x
Recolección de imágenes		X		X		X		X		X		x
Monitoreo Biológico		X					X					X
Elaboración de Informe												





VII.

- Borthagary, A.I. & A. Carranza 2007. Mussels as ecosystem engineers: Their contribution to species richness in a rocky littoral community. *Acta Oecol.* 31: 243-250.
- Buschbaum, C., Dittmann, S., Hong, J.-S., Hwang, I.-S., Strasser, M., Thiel, M., Valdivia, N., Yoon, S.-P., Reise, K., 2009. Mytilid mussels: global habitat engineers in coastal sediments. *Helgoland Marine Research* 63, 47-58. Carranza A., Defeo O., Beck M., Castilla J.C. (2009) Linking fisheries management and conservation in bioengineering species: the case of South American mussels (Mytilidae). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19, 349–366.
- Foster, K., F. Steimle, W. Muir, R. Kropp and B. Conlin. 1994. Mitigation potential of habitat replacement: concrete artificial reef in delaware bay-preliminary results. *Bulletin of Marine Science*, 55 (2-3): 783-795
- Nelson ML, Craig SF. 2011. Role of the sea anemone *Metridium senile* in structuring a developing subtidal fouling community. *Mar Ecol Prog Ser* 421:139-149. <https://doi.org/10.3354/meps08838>
- Martin, Juan & Garese, Agustín & Sar, Alicia & Acuña, Fabián. 2015. Fouling community dominated by *Metridium senile* (Cnidaria, Anthozoa, Actiniaria) in Bahía San Julián (Southern Patagonia, Argentina). *Scientia Marina*. 79. 10.3989/scimar.004082.21A.
- Molinet C, Barahona N, Díaz M, Díaz P, Millanao MO, Araya P, Subiabre D, Niklitschek E (2016) Using drift video-transects and maximum likelihood geostatistics for quantifying and monitoring exploited subpopulations of *Loxechinus albus* at a mesoscale. *Mar Coast Fish* 8:70–80
- Molinet, C., Häussermann, V., Astorga, M. et al. Population expansion of the invasive sea anemone *Metridium senile* in the spatial mesoscale of a sea urchin bed in north-western Patagonia. *Biol Invasions* (2022). <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02965-6>
- Purcell, J. E. 1977. The diet of large and small individuals of *Metridium senile*. *Bull. S. Cal. Acad. Sci.* 76, 168-172.
- Riis A, Dolmer P (2003) The distribution of the sea anemone *Metridium senile* (L.) related to dredging for blue mussels (*Mytilus edulis* L.) and flow habitat. *Ophelia* 57:43–52
- Sebens, K. 1985. The Ecology of the Rocky Subtidal Zone. *American Scientist - AMER SCI.* 73. 548-557. Silva et al. 1998.
- Sepúlveda, R.D., Camus, P.A., Moreno, C.A., 2016. Diversity of faunal assemblages associated with ribbed mussel beds along the South American coast: relative roles of biogeography and bioengineering. *Marine Ecology* 37, 943-956. Southgate, T. and A. Myers. 1985. Mussel fouling on the Celtic Sea Kinsale Field gas platforms, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 20, Issue 6, 1985, Pages 651-659, ISSN 0272- 7714, [https://doi.org/10.1016/0272-7714\(85\)90023-X](https://doi.org/10.1016/0272-7714(85)90023-X).



## VIII. IDENTIFICACION DEL EQUIPO DE TRABAJO

### a) Jefe de Proyecto

Nombre	: Carlos Alberto Molinet Flores
RUT N°	: 8.196.188-3
Domicilio	: Los Pinos s/n. Balneario Pelluco
Comuna	: Puerto Montt
Región	: Región de Los Lagos
Teléfono Red Fija	: 65 2277 126
Email	: cmolinet@uach.cl

### b) Personal Técnico Participante

PROFESIONAL	RUT	TITULO/GRADO	FUNCIÓN
Carlos Molinet Flores	8.196.188-3	Biólogo Marino/Dr. En Ciencias	Jefe de proyecto, recolección de muestras análisis de datos, elaboración de informes.
Manuel Díaz Gómez	13.969.279-9	Ingeniero Naval	Recolección de muestras, análisis de datos, elaboración de informes.
Jorge Henríquez Moreira	13.736.033-0	Biólogo Marino	Recolección de muestras, análisis de datos, elaboración de informes.
Thamara Matamala Ascencio	15.711.623-1	Bióloga Marina	Procesamiento de imágenes



9.18. Anexo 4.7. Autorización de Pesca de Investigación

**Verificación del Documento:**

- Id del Documento: 16178
- Código de verificación: 39107513623
- Verificar validez en <https://tramites.subpesca.cl/wf-tramites/public/documentos/validar>

MINISTERIO DE ECONOMÍA  
FOMENTO Y TURISMO  
**SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA**  
MEMO PINV 330/2022 Interacción de metridium senile y las  
especies *Loxechinus albus* y *Aeolidia papillosa*, bajo  
condiciones de laboratorio

AUTORIZA A UNIVERSIDAD AUSTRAL  
DE CHILE PARA REALIZAR PESCA DE  
INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAÍSO.

R. EX. N° **E-2022-680**

FECHA: **17/11/2022**

**VISTO:** Lo solicitado por la Universidad Austral de Chile, mediante E-PINV-2022-330, de fecha 06 de septiembre de 2022; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, en Informe Técnico (P.INV.) N° E-2022-330, de fecha 20 de septiembre de 2022; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto **"INTERACCIÓN DE LA ANÉMOMA DE MAR METRIDIDIUM SENILE Y LAS ESPECIES LOXECHINUS ALBUS (ERIZO) Y AEOLIDEA PAPILLOSA (BABOSA DE MAR), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO"**, elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría; la Ley N° 19.880; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, el D.F.L. N° 5 de 1983; los D.S. N° 291 de 1987 y D.S. N° 461 de 1995; y el Decreto Exento N° 439 de 2000, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

**CONSIDERANDO:**

1.- Que, la Universidad Austral de Chile ingresó mediante carta citada en Visto, una solicitud para desarrollar una pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"INTERACCIÓN DE LA ANÉMOMA DE MAR METRIDIDIUM SENILE Y LAS ESPECIES LOXECHINUS ALBUS (ERIZO) Y AEOLIDEA PAPILLOSA (BABOSA DE MAR), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO"**.

2.- Que, mediante Informe Técnico, citado en Visto, la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, informa que las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2° N° 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, por cuanto es una actividad extractiva que no tiene fines comerciales, y es de interés desde la perspectiva del análisis de la interacción de la especie de anemona de mar *Metridium senile* con el recurso erizo (*Loxechinus albus*) y con potenciales depredadores, como es el caso de la babosa de mar (*Aeolidia papillosa*).



3.- Que, dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el D.S. N° 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación.

4.- Que, de acuerdo con lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y el D.S. N° 461 de 1995, citado en Visto, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

**RESUELVO:**

1.- Autorízase a la Universidad Austral de Chile, R.U.T. N° 81.380.500-6, con domicilio en Los Pinos S/N, Balneario de Pelluco, comuna de Puerto Montt, Región de Los Lagos, para efectuar una pesca de investigación, de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado "**INTERACCIÓN DE LA ANÉMOMA DE MAR METRIDIDIUM SENILE Y LAS ESPECIES LOXECHINUS ALBUS (ERIZO) Y AEOLIDEA PAPILLOSA (BABOSA DE MAR), BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO**", elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría y el informe técnico citado en Visto, los que se consideran parte integrante de la presente resolución.

2.- El objetivo de la pesca de investigación consiste en evaluar el comportamiento en condiciones de laboratorio de *M. senile* y su relación con las especies competidoras, *Loxechinus albus*, y *Aeolidea papillosa*.

3.- La pesca de investigación se efectuará durante un período de 300 días contados desde la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el Artículo N° 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, a ejecutarse en la localidad de Carelmapu, comuna de Maullín, región de Los Lagos, de acuerdo con las siguientes coordenadas:

Punta Picuta, Región de Los Lagos					
Latitud (S)			Longitud (W)		
41	45	31	73	42	14

4.- En cumplimiento de los objetivos de la presente pesca de investigación, se autoriza a la peticionaria la extracción con retención permanente de un total de 200 ejemplares del recurso erizo (*Loxechinus albus*), de 500 ejemplares de anemona de mar (*Metridium senile*) y de 50 ejemplares de babosa de mar (*Aeolidia papillosa*), de todo el rango de tallas, para su traslado al laboratorio de la Universidad Austral de Chile, sede Puerto Montt.

El arte de pesca a utilizar corresponderá a buceo semiautónomo

5.- Para efectos de la pesca de investigación que se autoriza por la presente resolución, la peticionaria se exceptúa del cumplimiento de las siguientes medidas de administración, de acuerdo a lo estipulado en el inciso tercero del artículo 100 de la Ley General de Pesca:

- Veda biológica establecida mediante el D.S. N° 291 de 1987, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.





- Veda biológica establecida mediante el Decreto Exento N° 439 de 2000, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

6.- En caso de requerir realizar las actividades autorizadas dentro de los límites de un Área de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERB) o de un Espacio Costero Marino para Pueblo Originario (ECMPO), la peticionaria deberá estar autorizada por la Organización de Pescadores o Comunidad Indígena que esté a cargo legalmente del AMERB o ECMPO respectivo, mientras que si se requiere realizar las actividades dentro de los límites de una Reserva Marina o un Área Costera Marina Protegida de Múltiples Usos, la peticionaria deberá estar autorizada expresamente por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, o el Ministerio del Medio Ambiente, si corresponde.

El ingreso a un Área Marina Protegida y los aspectos técnicos para efectuar las actividades que por la presente pesca de investigación se autorizan, deberá ser asimismo informado y coordinado con el administrador del área con 10 días hábiles de anticipación.

7.- El ejecutor deberá notificar al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, en adelante e indistintamente Sernapesca, con un mínimo de 48 horas de anticipación, respecto de la o las fechas en que se ejecutarán las actividades autorizadas por la presente resolución de Pesca de Investigación, según las siguientes condiciones:

- o La notificación deberá ser realizada mediante el envío de un correo electrónico y una carta certificada dirigidas al Director Regional de Pesca y Acuicultura de la región o regiones donde se ejecutará la Pesca de Investigación. La información respecto de la dirección de envío, correos y contacto para efectos de enviar la notificación están consignadas en el sitio web <http://www.sernapesca.cl/nuestras-oficinas>.
- o Adicionalmente, esta notificación deberá incluir el nombre del Proyecto y/o la RCA que involucra la actividad, el número de resolución de pesca de investigación, la programación de las actividades en terreno detalladas por día de trabajo incluyendo la información de las estaciones de trabajo y sus coordenadas geográficas en UTM. Así mismo, deberá señalar los nombres de los profesionales y técnicos que conforman el equipo de trabajo, así como sus datos de contacto.
- o La notificación de las actividades a Sernapesca y la entrega de la información señalada es obligatoria. El Incumplimiento de estas disposiciones se sancionará de conformidad con la Ley de Pesca y Acuicultura.

8.- La solicitante deberá elaborar un informe resumido de las actividades realizadas, que contenga a lo menos información de la obtención de muestras, de los materiales y métodos ocupados. Asimismo, se deberá entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados por especie cuando proceda o una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización.

Además, se deberá disponer los resultados en un archivo electrónico en formato *shape* el cual deberá estar en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos) referida al *Dátum WGS-84* considerando como atributo la categoría antes mencionada.





Lo anterior deberá ser entregado a la subsecretaría de Pesca y Acuicultura, dentro del plazo de 30 días corridos, contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado, el cual deberá ser entregado a través del sistema de tramitación electrónico en el ítem de resultados.

El incumplimiento de la obligación antes señalada se considerará como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

9.- Designese a la Jefa de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, como funcionaria encargada de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior.

10.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto o instrumento de negociación o situación de privilegio alguno.

11.- La peticionaria designa como persona responsable de la presente pesca de investigación a don Hans Georg Richter Becerra, R.U.T. N° 10.776.024-5, del mismo domicilio de la solicitante.

Asimismo, el jefe de proyecto y el personal técnico participante del estudio corresponde a las personas que se indica, en las calidades que en cada caso se señalan:

Nombre	RUT	Profesión	Función
Carlos Alberto Molinet Flores	8.196.188-3	Biólogo marino	Jefe de proyecto
Manuel Díaz Gómez	13.969.279-9	Ingeniero naval	Operaciones, recolección de muestras, análisis de datos y elaboración de informes
Jorge Henriquez Moreira	13.736.033-0	Biólogo Marino	Recolección de muestras, análisis de datos y elaboración de informes

12.- La peticionaria deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente resolución, y a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. N° 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo con lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura, ya citada.

13.- La presente resolución es sin perjuicio de las que correspondan conferir a otras autoridades, de acuerdo con las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

14.- El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

15.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley N° 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación. Lo anterior, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

16.- La presente resolución deberá ser publicada en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado.

17.- Transcribese copia de esta resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y a la División Jurídica de esta Subsecretaría.

**ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CARTA CERTIFICADA, PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DE LA INTERESADA Y A TEXTO ÍNTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA Y ARCHÍVESE.**



  
JULIO SALAS GUTIERREZ  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura



9.19. Anexo 4.8. Autorización de Repoblamiento AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa



MODIFICA RESOLUCIÓN EXENTA QUE INDICA  
AUTORIZA REPOBLAMIENTO EN ÁREA DE  
MANEJO QUE SEÑALA.

VALPARAÍSO, 27 ABR 2023

RESOL EXENTA Nº 1014

**VISTO:** La solicitud presentada por el S.T.I. Pescadores Artesanales "Astimar", Astilleros, comuna de Maullín, mediante el ingreso C.I. Nº 2406 de 23 de marzo de 2023, visada por Universidad Austral de Chile; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, mediante Memorándum Técnico AMERB Nº 005/2023, de fecha 10 de abril de 2023; las Leyes Nº 19.880, Nº 20.437 y Nº 20.657; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, el D.F.L. Nº 5 de 1983, el D.S. Nº 355 de 1995 y el Decreto Exento Nº 677 de 2003, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; las Resoluciones Exentas Nº 916 y Nº 1685, ambas de 2004, Nº 1807 de 2005, Nº 1909 de 2006, Nº 1961 de 2007, Nº 1252 de 2008, Nº 2073 de 2009, Nº 723 de 2012, Nº 2253 y Nº 3535, ambas de 2013, Nº 1685 de 2014, Nº 121 y Nº 1978, ambas de 2015, Nº 2276 y Nº 2936, ambas de 2016, Nº 3062 de 2017, Nº 2822 de 2018, Nº 2159 de 2019, y Nº E-2022-267 de 2022, todas de esta Subsecretaría; y la Resolución Exenta Nº 33 de 2019, de la Dirección Zonal de Pesca de la Región de Los Lagos.

**CONSIDERANDO:**

1.- Que, el S.T.I. Pescadores Artesanales "Astimar", Astilleros, comuna de Maullín, mediante ingreso citado en visto, ha solicitado autorización para la realización de actividades de repoblamiento en el área de manejo y explotación de recursos bentónicos denominada *Lenqui - Punta Santa Teresa, Región de Los Lagos*.

2.- Que, mediante el Memorándum Técnico AMERB Nº 005/2023, la División de Administración Pesquera recomienda acceder a la solicitud presentada por la organización.

3.- Que, resulta necesario modificar la resolución exenta que aprobó el proyecto de manejo y explotación del área señalada, en el sentido de incorporar al listado de especies principales al recurso cholga.



RESUELVO:

1.- Modificase el numeral 1.- de la Resolución Exenta N° 1685 de 2004, modificada por las Resoluciones Exentas N° 1909 de 2006, N° 1685 de 2014, N° 2822 de 2018, N° 2708 de 2019, y N° E-2022-667 de 2022, todas de esta Subsecretaría, que aprobó el proyecto de manejo y explotación de recursos bentónicos para el área, *Lenqui-Punta Santa Teresa, Región de Los Lagos*, individualizada en el artículo 1° N° 9 del Decreto Exento N° 677 de 2003, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, en el sentido de reemplazar su inciso segundo, por el siguiente:

\*El plan de manejo que se aprueba por la presente resolución se autoriza, comprenderá como especies principales los siguientes recursos: a) almeja *Venus antiqua*, b) cholga *Aulacomya atra*, y b) erizo *Loxechinus albus*.\*

2.- Autorízase al S.T.I. Pescadores Artesanales "Astimar", Astilleros, comuna de Maullín, R.U.T. N° 72.471.600-8, inscrita en el Registro Pesquero Artesanal bajo el N° 1857, de fecha 02 de mayo de 2003, con domicilio postal en O´Higgins 402, Región de Los Lagos, y casilla electrónica [federacionmaullin@gmail.com](mailto:federacionmaullin@gmail.com), para efectuar actividades de repoblamiento del recurso cholga *Aulacomya atra*, en el área de manejo denominada *Punta Santa Teresa, Región de Los Lagos*, ya individualizada.

3.- El repoblamiento se efectuará mediante la siembra de un total de 75 cuelgas de 40 kilogramos cada una, con semillas del recurso cholga, fijado en ellas, procedentes del centro de cultivo autorizado a nombre del titular don Justo Lorenzo García Campos, N° Pert. 97105043 y código de centro N° 102658.

4.- El repoblamiento podrá ser realizado en varios eventos durante el plazo de un año contado desde la fecha de la presente resolución, cuya vigencia quedará bajo condición de contar, la organización, con sus informes de seguimientos al día, lo cual podrá ser causa para dejar sin efecto esta autorización, dentro de un polígono ubicado al interior de los límites del área de manejo ya individualizada, en las coordenadas geográficas Dátum WGS-84, que se indican a continuación:

Vértice	Latitud (S)	Longitud (W)
A	41° 45' 55.9"	73° 35' 14.5"
B	41° 45' 55.9"	73° 35' 12.8"
C	41° 45' 58.5"	73° 35' 12.8"
D	41° 45' 58.4"	73° 35' 14.5"

5.- La ejecución del repoblamiento y su monitoreo deberá efectuarse de conformidad con las observaciones formuladas en el Informe Técnico AMERB N° 005/2023, citado en Visto, el cual se considerará parte integrante de la presente resolución.

La ejecución deberá además efectuarse con la asesoría de una institución técnica calificada.

6.- El solicitante deberá informar al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, a lo menos con 72 horas de anticipación, la fecha en que se efectuará la actividad de repoblamiento, incluyendo las labores de transporte de los ejemplares.



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

Asimismo, el transporte y traslado deberá sujetarse al cumplimiento de las obligaciones establecidas en el D.S. N° 319 de 2001, y sus modificaciones posteriores, todas del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

7.- Los resultados de las actividades de repoblamiento y su monitoreo (documentos y base de datos), deberán quedar a disposición de la organización titular, los cuales deberán ser informados en los próximos informes de seguimiento que deberán entregarse a esta Subsecretaría.

8.- Designase a la jefa de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, como funcionaria encargada de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior, y de las demás establecidas en la presente resolución y que sean de competencia de esta Subsecretaría.

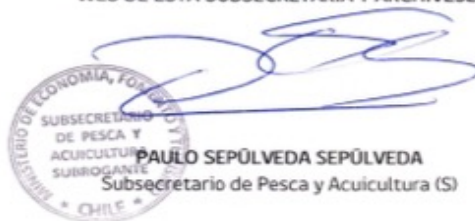
9.- La fiscalización e inspección de las actividades autorizadas por la presente resolución corresponderá al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, de conformidad con lo establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus normas reglamentarias.

10.- La presente resolución es sin perjuicio de las que corresponda conferir a otras autoridades, de conformidad con las disposiciones legales o reglamentarias vigentes o que se establezcan.

11.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley N° 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de cinco días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

12.- Transcribese copia de la presente resolución y del Informe Técnico AMERB N° 005/2023, citado en Visto, al interesado, al consultor a la casilla electrónica [cmolinet@uach.cl](mailto:cmolinet@uach.cl), al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, a su Dirección de la Región de Los Lagos, al Departamento de Concesiones Marítimas de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante Marina Mercante, y a la División Jurídica de esta Subsecretaría.

**ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CARTA CERTIFICADA AL INTERESADO, PUBLÍQUESE EN EL SITIO WEB DE ESTA SUBSECRETARÍA Y ARCHÍVESE.**




**PAULO SEPÚLVEDA SEPÚLVEDA**  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura (S)





9.20. Anexo 4.9. Convenio de colaboración Seguimiento de repoblamiento en AMERB Lenqui-Punta Santa Teresa

  
Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

**CONVENIO DE COLABORACION**  
**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

Y

**SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES PESCADORES**  
**ARTESANALES "ASTI-MAR" ASTILLEROS, COMUNA DE MAULLIN**

En Puerto Montt, a 2 de septiembre de 2023, entre la **UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**, en adelante La Universidad, RUT: 81.380.500-6, representada legalmente por su rector Dr. Hans Richter Becerra, RUT 10.776.024-5, ambos domiciliados en Independencia 641 Valdivia; el **SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES PESCADORES ARTESANALES "ASTI-MAR" ASTILLEROS, COMUNA DE MAULLIN**, en adelante el Sindicato, inscrita bajo el Registro Sindical Único N°10010326 representada legalmente por su Presidente, don Raúl Orlando González Villegas, RUT 9.531.336-1, ambos domiciliados en O'Higgins s/n, Carelmapu Maullin, Región de Los Lagos, quienes convienen y pactan el siguiente convenio de colaboración.

**CONSIDERANDO:**

- a) Que La Universidad se encuentra desarrollando el Proyecto FIPA 2021-36 denominado "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en la comuna de Maullín, Región de Los Lagos", en contrato con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, y que tiene una duración de 14 meses (2021-2023).
- b) El objetivo general del proyecto es identificar y establecer medidas de manejo de la actinia del género *Metridium* que habita en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos.
- c) Que los pescadores artesanales miembros del Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales "Asti-Mar" Astilleros Comuna de Maullín están interesados en realizar actividades de repoblamiento en su AMERB debido a los impactos directos que la anémona invasora ha causado sobre su actividad económica, la pesca artesanal.
- d) Que los recursos económicos disponibles para la ejecución del proyecto de investigación restringen la cobertura deseada por los pescadores.

En atención a lo precedentemente expuesto, ambas partes acuerdan:

**PRIMERO: OBJETIVO DEL CONVENIO**

Establecer un convenio de colaboración entre La Universidad y El Sindicato, cuyo objetivo es mantener el monitoreo de la actividad de repoblamiento de cholga descrita en anexo 1, en la investigación que



realiza la Universidad Austral de Chile relativa a la ecología y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en la Región de Los Lagos, especialmente referido al transporte de investigadores y la obtención de muestras en las diferentes campañas de muestreo en el AMERBs Lenqui – Punta Santa Teresa, como se detalla en tabla anexa al convenio.

### **SEGUNDO: OBLIGACIONES**

Para el adecuado desarrollo de los objetivos del proyecto antes referido, los comparecientes asumirán los siguientes compromisos:

#### **LA UNIVERSIDAD**

- 1) Realizar los trámites tendientes a la obtención de permisos para la recolección de las muestras biológicas ante la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- 2) Diseñar los protocolos para la recolección de muestras y registro de información en las diferentes campañas de monitoreo.
- 3) Aportar un monto total de \$1.250.000 pesos, para contribuir con la ejecución de 5 campañas de muestreo en el área de manejo de recursos bentónicos Lenqui – Punta Santa Teresa (de acuerdo al cronograma descrito en anexo 1), por un monto de \$250.000 pesos por cada una.
- 4) Analizar la data recolectada, y presentar los resultados a los pescadores artesanales miembros del Sindicato de trabajadores Independientes Pescadores Artesanales “Asti-Mar” Astilleros Comuna de Maullín y de la localidad de Carelmapu comuna de Maullín, una vez que estos sean aprobados por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

#### **EL SINDICATO**

- 1) Aportar las embarcaciones para transportar a los investigadores de la Universidad hacia las zonas de muestreo del área de manejo de recursos bentónicos Lenqui – Punta Santa Teresa, incluyendo al menos 1 buzo por embarcación.
- 2) Otorgar las facilidades a los investigadores de la Universidad para el registro de información y la recolección de muestras durante las campañas de monitoreo.
- 3) No perturbar los experimentos instalados y mantener informados a los socios del STI de los trabajos que se realizan en el AMERB Lenqui - Punta Santa Teresa.
- 4) Realizar un total de 5 campañas de muestreo, de acuerdo con cronograma, a las unidades experimentales instaladas al interior del área de manejo de recursos bentónicos Lenqui – Punta Santa Teresa. Si se solicitaren más muestreos estos deberán ser financiados por la Universidad.

### **TERCERO: COORDINADORES**

Para todos los efectos relacionados con este Convenio la Universidad Austral de Chile actuará representado por el Director del Proyecto, Sr. Carlos Molinet Flores, o por el profesional que ésta designe para representarla. El sindicato por su parte actuará a través de su Presidente Sr. Raúl González Villegas.





#### **CUARTO: VIGENCIA**

El presente convenio comenzará a regir a partir de la fecha de su suscripción y se extenderá hasta abril de 2025, pudiendo su vigencia ampliarse si ambas partes así lo deciden de mutuo acuerdo, lo que deberá constar por escrito, como asimismo y especialmente el término anticipado por cualquier motivo que interrumpa o alteren las unidades experimentales instaladas en el AMERB Lenqui - Punta Santa Teresa.

#### **QUINTO: DOMICILIO**

Las partes acuerdan que, en caso de existir dudas o diferencias en cuanto al sentido, alcance e interpretación de las normas del presente convenio, se promoverá el diálogo y la comunicación como principal método de resolución de controversias. Ahora bien, en el evento de no ser posible una solución al tenor de lo previamente señalado, las partes acuerdan fijar su domicilio en la ciudad de Puerto Montt sometiéndose a la jurisdicción de sus tribunales de justicia.

#### **SEXTO: EJEMPLARES**

En expresa conformidad con lo precedentemente estipulado, se firma el presente Convenio en 2 ejemplares de igual tenor y fecha, quedando 1 en poder de la Universidad, 1 en poder del Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales "ASTI-MAR" Astilleros Comuna de Maullín.

#### **SEPTIMO: LEY 21.369 SOBRE ACOSO SEXUAL, LA VIOLENCIA Y LA DISCRIMINACIÓN DE GÉNERO EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR.**

Las partes en orden a dar cumplimiento a la Ley N°21.369 que Regula el Acoso Sexual, la Violencia y la Discriminación de Género en el ámbito de la Educación Superior incorporan al presente convenio, las siguientes disposiciones:

1. En el diseño, planificación y ejecución de las actividades y o acciones que comprenda el presente convenio, y sus eventuales acuerdos complementarios, las partes se comprometen a respetar y promover el principio de igualdad y no discriminación arbitraria, y, en general, a respetar y promover los derechos fundamentales de todas las personas involucradas directa o indirectamente con el presente convenio. En este sentido, las partes acuerdan respetar y promover comportamientos acordes con las disposiciones legales vigentes en Chile, evitando todo tipo de hechos de carácter irregular, malos tratos, hostigamiento o acoso entre los trabajadores/as y estudiantes de ambas partes del convenio. En la medida que las actividades organizadas lo permitan, las partes deberán generar relaciones de respeto al interior de las dependencias de la Universidad, procurando un ambiente grato y sana convivencia entre trabajadores/as y estudiantes, para lo cual deberá promoverse la utilización de un lenguaje y comportamiento correcto, esto es, no discriminatorio y respetuoso, particularmente evitando comportamientos que constituyan acoso, violencia o discriminación de género.
2. Las partes deberán adoptar todas las medidas que se estimen pertinentes destinadas a promover el respeto y trato digno, para lo cual se establece que frente a conductas irregulares la



institución respectiva deberá informar de manera inmediata a la contraparte, con el fin de establecer medidas pertinentes.

3. Las partes declaran conocer y aceptar las políticas y reglamentos que la Universidad ha implementado en el marco de la Ley N°21.369 que Regula el Acoso Sexual, la Violencia y la Discriminación de Género en el ámbito de la Educación Superior, los que se entienden directamente incorporados a este contrato, y se obligan a su respeto en el marco de las obligaciones que emanan del presente acuerdo. Especialmente, declara conocer y aceptar la Política de Igualdad de Género, Diversidades y Disidencias Sexuales y de Género de la Universidad Austral de Chile, dictada mediante DR N°29/2022, la Política de prevención y sanción del Acoso, Violencia y Discriminación en la Comunidad Universitaria, dictada mediante DR N° 076/2015; el Reglamento de intervención en situaciones de acoso, violencia y discriminación en la Comunidad Universitaria, aplicable a los(as) integrantes de la comunidad universitaria que tienen vínculos contractuales con la Universidad, dictado mediante D.R. N°07/2018; y el Reglamento de procedimiento para el acompañamiento, investigación y sanción de conductas de acoso, violencia y discriminación entre los estudiantes, dictado mediante D.R. N°028/2016, todos disponibles en <https://www.uach.cl/organizacion/prorrectoria/utiles/reglamentos-y-documentos-importantes>.

#### **OCTAVO: MODELO DE PREVENCIÓN DE DELITO.**

La Universidad Austral de Chile cuenta con un Modelo de Prevención de Delitos, con el objetivo de dar cumplimiento a las disposiciones de la Ley 20.393. Como parte de este Modelo, ha desarrollado procedimientos y reglamento de Prevención de Delitos, aplicable a Proveedores de la institución y sus filiales. Al aceptar este convenio se entenderá que las partes toman conocimiento de lo anterior, asumiendo el compromiso de adoptar las medidas necesarias para prevenir cualquier conducta contraria a la mencionada Ley.

En el contexto anterior, las partes, y éstas por sus directivos, gerentes, ejecutivos, directores y empleados, y cualquiera otra persona por la cual las partes sean responsables o cualquier persona actuando en representación de las partes, estarán obligadas a no incurrir en ningún acto en infracción de alguna disposición legal anti corrupción en cualquiera de sus formas, en especial, respecto de las establecidas en la Ley 20.393 que establece la responsabilidad penal de las personas jurídicas en los delitos de lavado de activos, financiamiento del terrorismo, receptación y delitos de cohecho, que diga o no relación con el contrato, incluyendo la entrega, aceptación u ofrecimiento de cualquier clase de regalo o beneficio, comisiones, retribuciones, regalos, dádivas, beneficios o ventajas económicas, sea mediante pagos directos o indirectos, en dinero o valores, tanto a empleados o directivos de otras entidades (ámbito privado), como a funcionarios públicos, partidos políticos, candidatos a cargos de elección popular u organización internacional (ámbito público), con el propósito de obtener, retener o





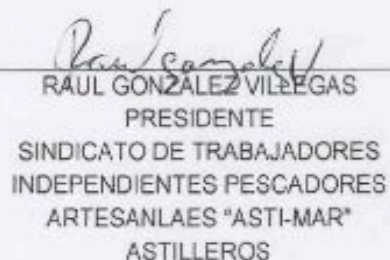
dirigir negocios o asegurar alguna ventaja, para sí mismo o para un tercero. Las partes expresamente establecen que para el cumplimiento de las obligaciones que impone el contrato o que se relacionen con ellas, no han efectuado ni efectuarán ningún pago o retribución, regalo, beneficio o ventaja económica prohibidos por las leyes, como tampoco han incurrido ni incurrirán en conductas sancionadas en la mencionada Ley 20.393. Las partes se obligan a cumplir en estricto rigor la Ley 20.393 de responsabilidad penal de la persona jurídica y las futuras actualizaciones que pudiere tener en el tiempo, además de las disposiciones precedentes.

Las partes declaran y garantizan cumplir con la normativa establecida en leyes 20.393 y 21.121, en sus modificaciones y ampliaciones, que establecen la Responsabilidad Penal de las Personas Jurídicas en los delitos de lavado de activos, financiamiento del terrorismo, cohecho de funcionario público nacional o extranjero, receptación, negociación incompatible, administración desleal, corrupción entre privados y apropiación indebida. Junto con lo anterior, las partes se comprometen a cumplir con sus respectivos Modelos de Prevención de Delitos vigentes, en caso de que lo tuvieren, o la normativa interna que regule esta materia, y a denunciar los hechos o actividades sospechosas que lleguen a su conocimiento a través de los canales oficiales de denuncias.

#### **NOVENO: PERSONERÍAS.**

La personería del señor Rector don Hans G. Richter Becerra, consta del Acta de Sesión Extraordinaria N° 03/2021 del Consejo Superior Universitario de fecha 18 de junio de dos mil veintiuno, reducida a Escritura Pública con fecha veinticinco de junio del mismo año en la notaría de don Claudio Aravena Bustos, Notario Público Interino de las comunas de Valdivia y Corral, Repertorio N° 2751 – 2021. La personería de don Raúl González Villegas para representar al Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales "Asti-Mar" Astilleros Comuna de Maullín consta en Certificado N°1001/2022/1711 emitido con fecha 29 de agosto de 2022 por la Dirección del Trabajo.

  
HANS RICHTER BECERRA  
REPRESENTANTE LEGAL  
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

  
RAÚL GONZÁLEZ VILLEGAS  
PRESIDENTE  
SINDICATO DE TRABAJADORES  
INDEPENDIENTES PESCADORES  
ARTESANLAES "ASTI-MAR"  
ASTILLEROS





9.21. Anexo 5.1. Lista de Asistencia Taller Inicial en Carelmapu.

PROYECTO FIPA 2021 – 36 “ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA, GESTIÓN Y MANEJO DE LA ANÉMONA DE MAR DEL GENERO METRIDIDIUM EN LAS LOCALIDADES DE MAULLÍN Y CARELMAPU EN LA REGION DE LOS LAGOS”

Nombre	Organización	Firma	Fono	Mail
Nabih Soza C.	Municipal		975183655	nabih.soza@munimauillin.cl
Raúl Soza V.	Cooperativa		985809779	Raúl Soza V @ CPTAL. COM.
Patricio Andueza S.	S. Celeste		87255790	- - -
Sergio Inestrosa B.	Sindicato Muestreros de Fines		988809539	- - -
Cecilio Navarro O.	Municipalidad		979351037	Carrolo medio biente@carrolo medios.cl
Francisco Sanhueza J.	I. Municipalidad Maullín		982222369	Francisco Sanhueza @munimauillin.cl
Cesar Acuña Vargas	Técnico Superior Codelco		966192544	Cadamo @ email.com
Martino Delgado T.	DZP		32 2502980	martinodelgado@dzp.gov.cl
Eustobio Soza U.	S.T.F Carita Capitán		76689321	soza@stfcarita.cl
Raúl Soza V.	Subperca		958492261	soza@subperca.cl
Abraham Soza U.	Subperca			soza@subperca.cl
Lucas Henríquez	UACH		977695350	lucas.henriquez@uach.cl



9.22. Anexo 5.2. Encuesta de Rescate de Saberes Locales.

Encuesta dirigida a buzos y buzas de Carelmapu  
Historia de la Anémona” *Metridium senile*”

Nombre		Apellido	
--------	--	----------	--

Indicatos al que pertenec	<input type="checkbox"/>	COOPERATIVA DE PESCADORES DE CARELMAPU LTDA
	<input type="checkbox"/>	STI PESCADORES ARTESANALES “ASTI-MAR” ASTILLEROS
	<input type="checkbox"/>	STI PESCADORES ARTESANALES Y BUZOS DE CALETA CARELMAPU
	<input type="checkbox"/>	STI PESCADORES ARTESANALES, BUZOS, ASISTENTES Y RAMOS SIMILARES “EL PACIFICO”
	<input type="checkbox"/>	STI BUZOS ASISTENTES Y PESCADORES MAR BRAVA
	<input type="checkbox"/>	STI PESCADORES ARTESANALES, MARISCADORES, BUZOS MARISCADORES, “NAVEGANDO JUNTOS”
	<input type="checkbox"/>	OTRO, Indique:

Lugares en los que bucea	

¿Desde que año bucea?	
-----------------------	--

**Recuerda como era el fondo marino en la década de los ochenta y noventa**

¿Qué otras especies había?


¿Qué especies han aumentado su distribución?


¿Qué especies han disminuido su distribución?




**Con respecto a Metridium:**

¿En que año observo por primera vez la anemona, y e que sector?

año		lugar	
-----	--	-------	--

¿Recuerda algun evento especifico donde haya notado su presencia?

_____
_____
_____

¿Por que cree usted que ha aumentado la anemona?

_____
_____
_____

¿Qué problemas le esta ocasionando?

_____
_____
_____

¿Cómo cree que se podría reducir la expansión de la enemona?

_____
_____
_____

¿Ha visto esta babosa de mar?  
Aeolidia papillosa (8 - 12 cm)

SI

NO





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

9.23. Anexo 5.3. Lista de asistencia Taller de divulgación Liceo de Carelmapu.

PROYECTO FIPA 2021 - 36 "ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA, GESTIÓN Y MANEJO DE LA ANÉMONA DE MAR DEL GENERO METRIDIDIUM EN LAS LOCALIDADES DE MAULLÍN Y CARELMAPU EN LA REGION DE LOS LAGOS"

Nombre	Organización	Firma	Fono	Mail
Dagoberto Subielgo	IFOP	[Firma]	976689001	dagoberto.subielgo@ifop.cl
Vivian Pogo E.	IFOP	[Firma]	99779901	vivian.pogo@ifop.cl
Paucella Alaniz	BZO Despectivo	[Firma]	98100770	paucella.alaniz@bzo.cl
Andrés Díaz	Cooperativa Hermanos	[Firma]	90824107	[Firma]
Paul Sanja V	Cooperativa	[Firma]	98180279	PaulSanjaV@gmail.com
Esteban Soto O.	S.T. Santa Rosalva	[Firma]	976689321	estebansoto@psol.cl
Francisco Santibáñez	Municipalidad de Maullín	[Firma]	9222363	Francisco.Santibanez@maullin.cl
HARLY DIVISOR G.	COMERCIAL	[Firma]	951086650	harlydg@ymail.com
ANITA ORTIZ	UACH	[Firma]	92293163	
Caro Acuña Vago	Terrescon	[Firma]	96692144	CaroAcuñaVago@gmail.com
José Medina	C.T. Encarna Vago	[Firma]	953004106	josemedina@ctencarna.cl

PROYECTO FIPA 2021 - 36 "ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA, GESTIÓN Y MANEJO DE LA ANÉMONA DE MAR DEL GENERO METRIDIDIUM EN LAS LOCALIDADES DE MAULLÍN Y CARELMAPU EN LA REGION DE LOS LAGOS"

Nombre	Organización	Firma	Fono	Mail
JORGE VEGA	SE MAR DEBIA	[Firma]	96908000	
Caro Acuña Vago	Terrescon	[Firma]	96692144	CaroAcuñaVago@gmail.com
Paul Sanja V	Cooperativa	[Firma]	98180279	PaulSanjaV@gmail.com
Esteban Soto	S.T. Santa Rosalva	[Firma]		estebansoto@psol.cl



9.24. Anexo 5.4. Lista de asistencia Taller de divulgación Escuela Pensilvania en la localidad de Carelmapu.



LISTA DE ASISTENCIA - CENTINELAS DEL LAFKEN



Actividad: Taller Expositivos in situ

Fecha: 22/10/2023

Nº	Nombre	Rut	Firma
1	Suzanne Eugenia Vilbavuel	22.045.466-8	
	Karen Guerrero Gallardo	22.027.494-2	
	Marta Velásquez Vargas	22.145.045-5	
	Meira Alvarado Osoza	22.091.954-4	
	Josaela Soto Labrigual	22.096.972-K	
	Emanuel Hernanpe Davila	21.760.550-6	
	Sofía Cobi Berger	22.023.568-8	
	Amanda Garrido Zapardúa	22.091.896-6	
	Yennifer Ulloa V.	22.064.281-8	
	Valeria Hernández G.	22.141.204-4	





LISTA DE ASISTENCIA - CENTINELAS DEL LAIFKEN



Actividad: Tallen Exceles Innovación

Fecha: 22/03/2023

Nº	Nombre	Rut	Firma
1	Tania Guerrero Ballemande	21.280.999-1	Tania G
	Exce Benjamin Poma	21.980.498-9	Exce B Poma
	Felice Olga Okatzo	22.127.499-3	Felice
	Benjamin Terna Alvarez	21.893.903-1	Benjamin
	Nicol Salts Ulloa	21.806.699-9	Nicol S.
	Ignacio Ogilben Subiabre	21.886.681-0	Ignacio Ogilben
	Benjamin Zavaldo Muñoz	22.129.050-K	Benjamin Z.
	Hector Allonca Quere	21.918.950-K	Hector A.
	Miguelo Alvarez Soto	21.109.902-1	Miguelo
	Victor Ojeda Soto	22.019.353-2	Victor



9.25. Anexo 5.5. Guion Video 2.

PROYECTO FIPA 2021 – 36 “ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA, GESTIÓN Y MANEJO DE LA ANÉMOMA DE MAR DEL GENERO METRIDIDIUM EN LAS LOCALIDADES DE MAULLÍN Y CARELMAPU EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS

- **Guilón video 2 “Medidas de mitigación y manejo”**

Durante la ejecución del PROYECTO FIPA 2021–36, se han realizado algunos experimentos para poder conocer de mejor manera el comportamiento de la anémoma invasora *Metridium senile* y así proponer medidas para mitigar los efectos de su expansión sobre, por ejemplo, las áreas de distribución de poblaciones del erizo *Loxechinus albus*.

**1. Experimentos en Laboratorio**

**1.1 Efecto de *Metridium* sobre la alimentación del erizo:** En laboratorio se observó que en presencia de *Metridium* el erizo consume 62.7% menos de algas, por lo que, se esperaría que los erizos, crezcan menos, tengan menos gónadas y eventualmente mueran.

**1.2 Efecto de babosas de mar sobre *Metridium*:** No se observó efecto de depredación de las dos babosas más frecuentes que se registraron en canal Chacao (*Tritonia challengeriana* y *Phidiana Lottini*) sobre *Metridium*. Es necesario evaluar con la babosa *Aeolidia*, pero hasta ahora no se ha registrado ejemplares en el área de estudio

**2. Experimentos de campo**

El repoblamiento con Mitilidos que busca la heterogeneización del sustrato homogeneizado por *Metridium*, se realizó en junio de 2023 en el Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos Lenqui Punta Santa Teresa, que administra el Sindicato de Pescadores Artesanales ASTIMAR de Astilleros, comuna de Maullín.

Hasta agosto de 2023 (seguimiento 2) los resultados preliminares muestran un incremento cualitativo en la diversidad de especies, observando erizos, caracoles, jaibas, locos etc., que no se observan en los controles. Este experimento se monitoreará hasta al menos marzo de 2024 (en común acuerdo con los pescadores).

Aunque, se espera, que *M. senile* compita con los mitilidos (por su capacidad de desplazamiento) también se espera que entre los mitilidos puedan asentarse otras especies, como por ejemplo, erizos.



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

9.26. Anexo 5.6 Asistencia taller Ancud

ASISTENCIA						
INFORMACIÓN DE LA ACTIVIDAD						
ACTIVIDAD	Taller Expositivo Proyecto FIP 2021-36					
FECHA	17 Agosto 2023			HORA	16 <sup>00</sup> hrs.	
UBICACIÓN / LUGAR	Sala Consejo Municipal Ancud.					
NOMBRE	CI	ORGANIZACIÓN / INSTITUCIÓN	TELEFONO	DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO	Firma	
Pedro Avila Cortez	12.598.603-R	Sti. V. de Fuente	9.35240654	apovalos53@lmail.com	[Firma]	
Carla Conza U.	2.9539760	Club de Leones	9.77313392	Carla.2701@quid.cl	[Firma]	
Sore L. V. V.	10.1394314	Sti. P. A. T. U. A.	9.64619695		[Firma]	
Fernando Rojas	9554471-R	Sti. P. A. T. U. A.	9.47448693		[Firma]	
Marcelo T. A.	6549199-7	Comp. Pesca	9.98330980		[Firma]	
Vivian Pogo	8.619.638-7	IFOP - Anaf	9.97799011	vivian.pogo@ifop.cl	[Firma]	
Dagoberto Subelvar M.	8.029.268-8	IFOP - Anaf	9.76098924	dagoberto.subelvar@ifop.cl	[Firma]	
Ruben Garcia Balle	5.765.235-F	Comp. Pesca de Ancud	9.40245030	oruga1840@gmail.com	[Firma]	
Elizabeth Guerrero	10.613700-5	Sti. C. El Trabajo de Carabineros	9.92377328	elizabeth.guerrero@carabineros.cl	[Firma]	
Fernando Astorga	14.436242K	Burgo	9.9447473		[Firma]	
VALCARRASO ANTONIO	8.929244	Sti. San Pedro		Fernando.conza@quid.cl	[Firma]	
Alvaro Impuergo C.	9.8504176	Sti. P. A. T. U. A.	9.70231232	marcelo.conza@quid.cl	[Firma]	
RAMON OJEDA P.	13.1688218	Sti. P. A. T. U. A.	9.8966445	tronsato50@gmail.com	[Firma]	
Anna Cristina Uribe	7.493431-2	Sti. P. A. T. U. A.	8.5251630		[Firma]	
Teresa Caffraro C.	12.579951-5	Deputado	9.93003756	teresa.caffraro@mun.ancud.cl	[Firma]	
Abraham Urzua M.	14.235.518-3	Capitanía Puerto Ancud	9.42847012	AVASQUIEM@stia.cl	[Firma]	
Franco Ojeda Muñoz	7.950.040-2	Of. Pesca Municipal	9.5753202	franco.1958@gmail.com	[Firma]	
Thomara Matamoros Pizarro	15.711623-1	Unión del Quilón	9.58673434	thomaramela@gmail.com	[Firma]	
Raul Riquelme E.	8.832280-1	Of. Pesca Municipal Ancud	9.82944907	raul.riquelme@mun.ancud.cl	[Firma]	





9.27. Anexo 5.7. Anexo asistencia taller Mitigación y Manejo *Metridium* senile, Carelmapu

Principales resultados de la especie en estudio y las medidas de mitigación y manejo de *Metridium* senile en la región de Los Lagos

PROYECTO FIPA 2021 – 36 “ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA, GESTIÓN Y MANEJO DE LA ANÉMONA DE MAR DEL GENERO METRIDIDIUM EN LAS LOCALIDADES DE MAULLÍN Y CARELMAPU EN LA REGION DE LOS LAGOS”

Nombre	Organización	Firma	Fono	Mail
Sindus Díaz A	coop. Vista Hermosa		956309187	copevisoor@gmail.co
Juan González V	ASTI MAR		974526225	
Juan Vergara G.	STI Coloto	Juan Vergara	911913416	
Berné Vera	ASTI-MAR	Berné Vera	59731090	
JUAN CARLOS	CARELMAPU		93152727	
Alfredo Amador	STI Condum		969080053	
SERGE VIERA	SI MAR BRAVA	Serge Viera	969030060	
GUINTIN SOTO	St. LO CONDUM			
Rosál Senón V.	Cooperativa		985840979	
Carol Soto Almonacid	Senapesca		983158376	csoto@senapesca.cl
Romina Estrella Salazar	Senapesca		952196145	Romina@senapesca.cl
Francisco Santibáñez S.	Of. Pesca Municipal Maullín		982222368	francisco.santibanez@munimaullin.cl
Custodio Senón	S.T. I Colección Condum			custodiosenon@senapesca.cl



Principales resultados de la especie en estudio y las medidas de mitigación y manejo de *Metridium senile* en la región de Los Lagos

PROYECTO FIPA 2021 – 36 “ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA, GESTIÓN Y MANEJO DE LA ANÉMONA DE MAR DEL GENERO METRIDIDIUM EN LAS LOCALIDADES DE MAULLÍN Y CARELMAPU EN LA REGION DE LOS LAGOS”

Nombre	Organización	Firma	Fono	Mail
Pedro Saavedra González	Asociación de Acuicultores de Los Lagos		962278709	
Cesar Asencio Vargas	Terranova Puzoso Cochilco		966192544	COVAR30@gmail.com
Soledad Hernández B.	IFOP		952192597	soledad.hernandez@ifop.cl
MANUEL DÍAZ G	UACH		972931567	MANUELDIAZ@UACH.CL
Miguel Jotić C.	ARMADA DE CHILE		95780543	MJOTIC@DIRECTEMMA.CL
Jorge Córdoba M.C.	ARMADA DE CHILE		9981785	JCORDOVA@BGTM.CL
Ricardo Cortés Blauá	ARMADA DE CHILE		991369621	ricartes@dgta.cl
Sergio Juvareze G	Instituto de Acuicultura		988809539	Sergio.juvareze@uach.cl
Beguin Ma	El pescador		66506746	
Thamara Matilde	UACH		95867384	

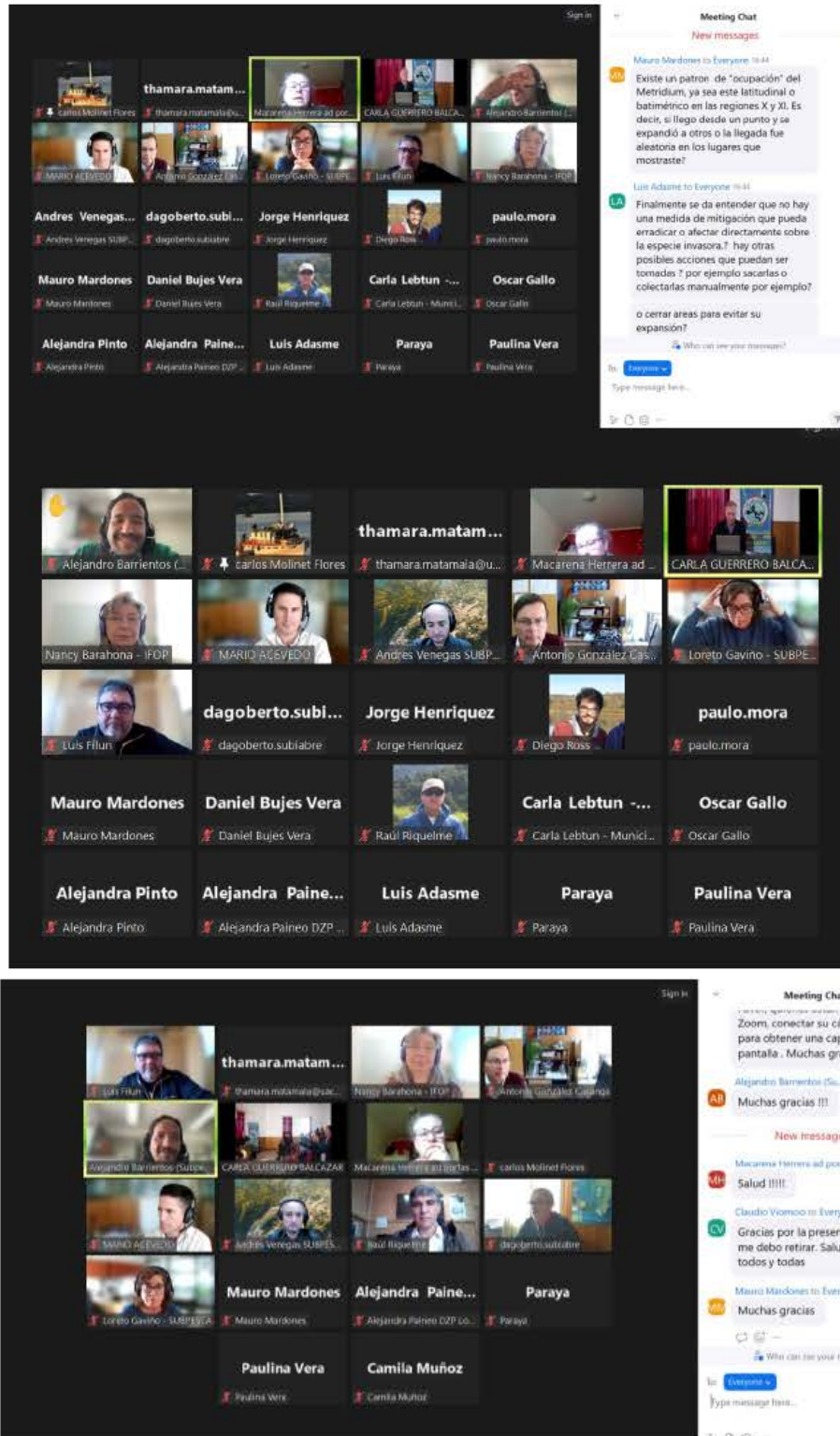




Principales resultados de la especie en estudio y las medidas de mitigación y manejo de *Metridium senile* en la región de Los Lagos

PROYECTO FIPA 2021 – 36 “ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA, GESTIÓN Y MANEJO DE LA ANÉMONA DE MAR DEL GENERO METRIDIDIUM EN LAS LOCALIDADES DE MAULLIN Y CARELMAPU EN LA REGION DE LOS LAGOS”

Nombre	Nombre
Alejandra Paineo	Mario Mardones
Alejandra Pinto	Nancy Barahona
Alejandro Barrientos	Oscar Gallo
Andres Venegas	Paulo Mora
Antonio Gonzales Casanga	Paulina Vera
Carla Lebtun	Raul Riquelme
Dagoberto Subiabre	Claudio Vicencio
Daniel Bujes	Paulo Araya
Diego Ross	Jorge Henriquez
Luis Adasme	
Luis Filum	
Macarena Herrera	
Mario Acevedo	





Universidad Austral de Chile  
Instituto de Acuicultura

9.28. Anexo 5.8. Constancia participación oficinas de pesca.



**Constancia de participación.**

Yo, **Raúl Riquelme**, en mi calidad de Encargado Departamento de Pesca Artesanal y Acuicultura, Dirección de Turismo y Fomento Productivo de la Municipalidad de Ancud, doy fe que nuestra oficina participó en distintas instancias de divulgación del Proyecto FIPA 2021- 36: “Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos”, dirigido por el Dr. Carlos Molinet, específicamente entrega de dípticos, charlas a la oficina de pesca o comunidad.

**Puerto Montt, Octubre 2023**





**Constancia de participación.**

Yo, **Francisco Santibáñez Santibáñez**, en mi calidad de Encargado Oficina de Pesca y Acuicultura Dirección de Desarrollo Comunitario Municipalidad de Maullín, doy fe que nuestra oficina participó en distintas instancias de divulgación del Proyecto FIPA 2021- 36: "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos", dirigido por el Dr. Carlos Molinet, específicamente entrega de dípticos, charlas a la oficina de pesca o comunidad.

**Puerto Montt, Octubre 2023**



Francisco Javier Santibáñez Santibáñez



Constancia de participación.

Yo, Carla Lebtun, en mi calidad de Encargada Oficina Pesca, Ilustre Municipalidad Quemchi, doy fe que nuestra oficina participó en distintas instancias de divulgación del Proyecto FIPA 2021- 36: "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos", dirigido por el Dr. Carlos Molinet, específicamente entrega de dípticos, charlas a la oficina de pesca o comunidad.



Puerto Montt, Octubre 2023

Carla Lebtun Vidal.





- 9.29. Anexo 5.9. Presentación en Reunión Anual Conjunta que organizaron la Sociedad de Genética de Chile (SOCHIGEN) y la Sociedad Chilena de Evolución (SOCEVOL)

Identificación genética de la anémona invasora *Metridium senile* en la Patagonia chilena

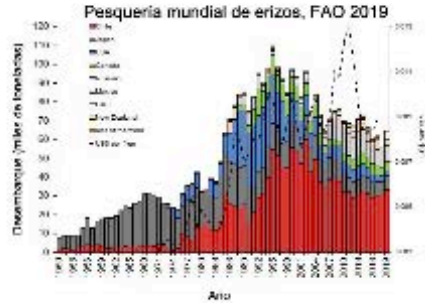
Astorga Marcela P., Buchner J., Vargas J., Molinet C., Glon H., Häusserman V.

- Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Sede Puerto Montt, Chile
- Department of Evolution, Ecology, and Organismal Biology, The Ohio State University, Ohio, USA
- Universidad San Sebastián, Puerto Montt, Chile.

Universidad Austral de Chile  
Sede Puerto Montt

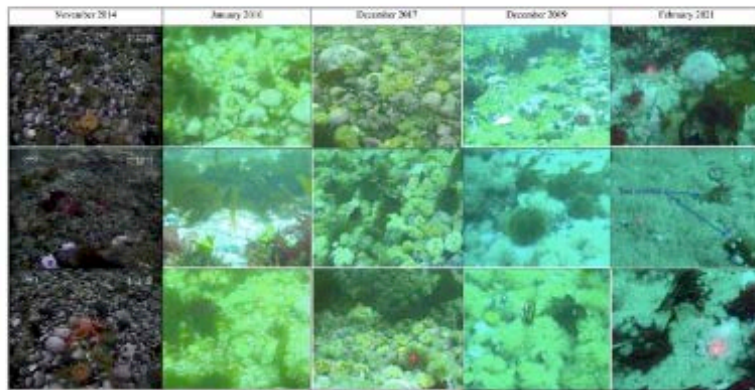
## Como surge esta pregunta

Existencia del programa de monitoreo del Erizo en la Región de Los Lagos



Chile, mayor desembarque de erizos del mundo

- Erizo de Mar
- *Loxechinus albus*
- Alta relevancia como recurso para las comunidades de pescadores artesanales
- Recurso sobreexplotado



Registro de seguimiento mediante filmación submarina

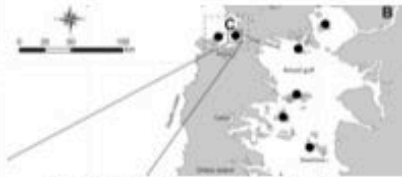
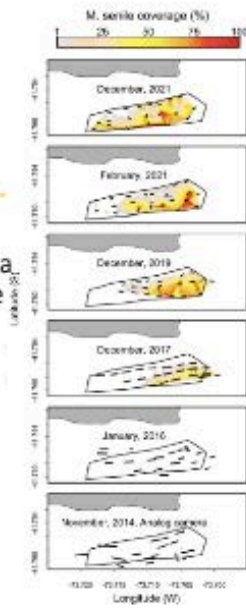
950 Analog Sea-Drop

6000 HD Sea-DropGo-Pro Hero7



Registro de la Cobertura  
de esta anémona sobre  
bancos de erizos

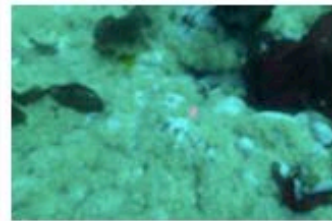
2014-2021



Monitoreo en la Región de Los Lagos

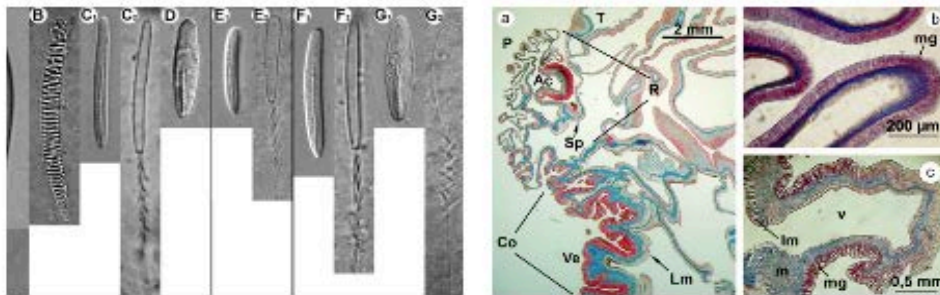
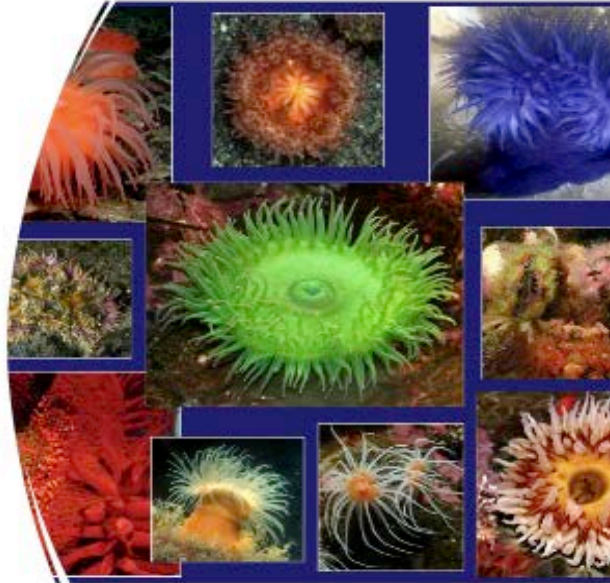
Datos de muestreo  
"Programa de monitoreo  
del recurso erizo"

- Ocupación del espacio  
¿desplazamiento  
erizos? ¿movilidad?



## Anemonas

- Cnidaria
  - Anthozoa
    - Hexacoralia
      - Actinaria
- Reproducción sexual y asexual por fisión longitudinal: zonas de clones



### Identificación de especies de anemonas

- Métodos – Morfología – Histología
  - Posición, forma y tamaño de ciertos músculos
  - Tipos y tamaños de cnidocistos



## Solicitud de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Proyecto FIPA 2021-36

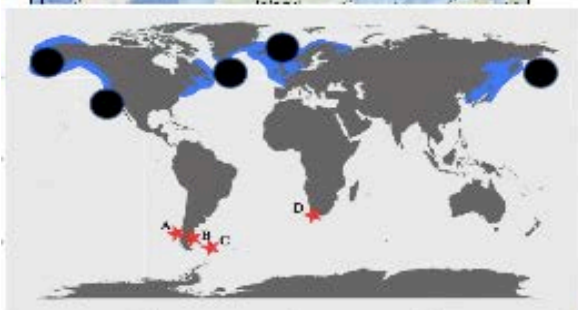
- Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos

### Objetivo general

- Identificar y establecer medidas de manejo de la actinia que habita en las localidades de Maullín y Carelmapu en la Región de Los Lagos y que a partir de 2017 interfiere con las pesquerías bentónicas de la zona.

### Objetivo específico

- Identificar a nivel de especie a la anémona invasora presente en las localidades de la Región de Los Lagos



Glon, 2021

## Metodología

- Muestreo en grupos separados en
- Canal de Chacao
- Punta Picuta
- Las Guaitecas

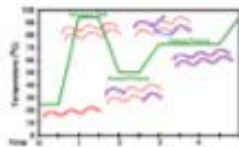
### Muestras del Hemisferio Norte

Alaska  
California  
Maine  
Irlanda  
Japón





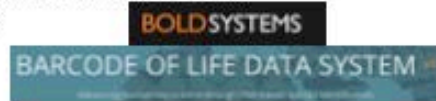
## Análisis genético para su identificación



Secuenciación de genes mitocondriales y nucleares  
Citocromo Oxidasa I (COI) (Folmer et al., 1994)  
Citocromo oxidasa III (COX3) (Glon et al., 2021)  
ITS-1-5.8S-ITS2 (ITS) (Glon et al., 2021)

Basado en sistema de DNA Barcoding

Plataforma



Plataforma BlastN

GenBank en el NCBI



Mega



DnaSp



Resultados

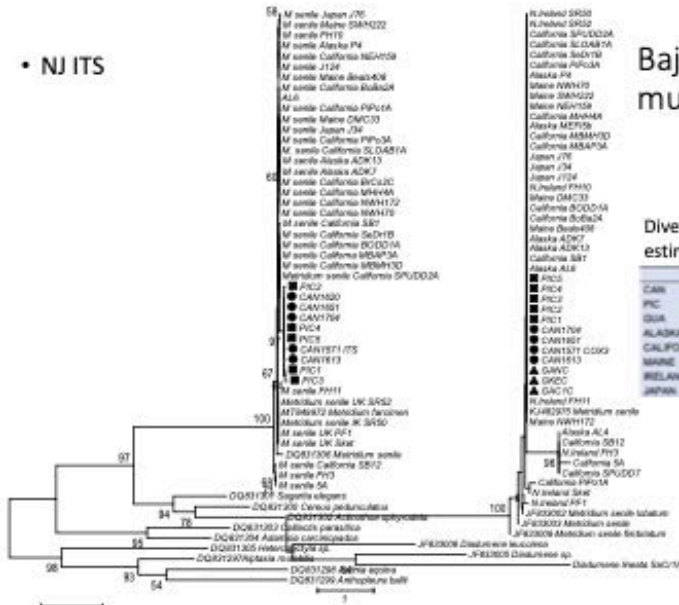




### Confirmación de la presencia de la especie *Metridium senile*

- Anemona de zonas templadas del hemisferio norte (Pacífico y Atlántico)
- Invasora por efecto antrópico (aguas de lastre, adhesión a barcos, traslado de individuos)
- Biofouling en individuos que son trasladados y en instalaciones marinas
- Intermareal hasta 100 mts pero solo crece en fondos rocosos o en superficies de sustratos duros
- Reproducción sexual y asexual, formando grandes y densos grupos clonales

#### • NJ ITS



### Baja diversidad de las muestras

Divergencia genética entre localidades estimada por  $F_{st}$  para COX3 e ITS

	CAR	ME	CA	ALASKA	CALIFORNIA	MAINE	IRELAND
CAR	0	0	0	0	0.138	0	0
ME	0.002	0	0	0	0.138	0	0
CA	0	0	0	0	0.138	0	0
ALASKA	0.012	0.013	0	0	-0.115	0	-0.181
CALIFORNIA	0.011	0.012	0	0.002	0	0.138	-0.088
MAINE	0.011	0.012	0	0.001	0.001	0	0
IRELAND	0.012	0.013	0.003	0.003	0.003	0.002	0
JAPAN	0.012	0.013	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002

#### NJ COX3



Confirmación de la especie

Pero.....

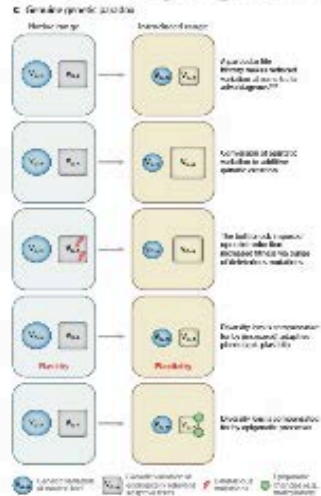
Cual es su posible origen de invasión

por que tan baja diversidad genética de las muestras

Se ajusta a la paradoja genética de las invasiones??



## Paradoja genética de las invasiones (Allendorf & Lundquist 2003)



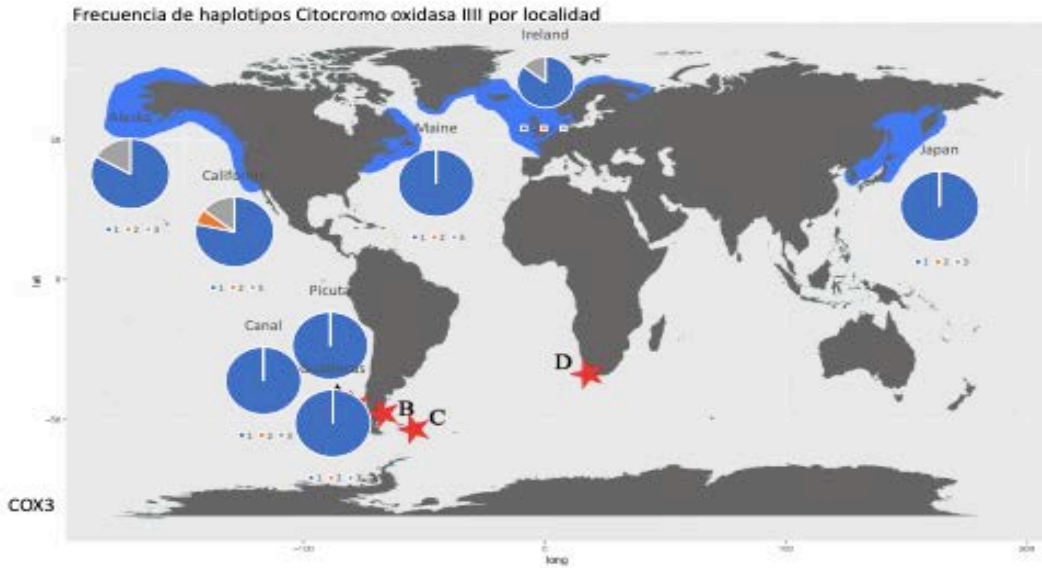
Poblaciones con baja diversidad genética, producto del proceso de introducción, son capaces de desarrollarse, expandirse y adaptarse

1ª Variación genética más baja que la población de origen nativa al comienzo de la invasión (es decir, pasó por un cuello de botella genético).

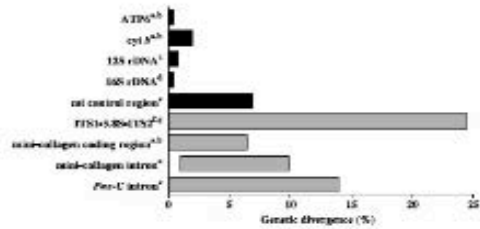
2ª Alta abundancia en el lugar de invasión

3ª Adaptación a nuevas características abióticas y bióticas de su nuevo hábitat.

Estoup et al. 2016



## Baja tasa mutacional



## 100 veces mas baja que el resto de los invertebrados

Table 1 *COI* distances, pairwise % Porifera, Anthozoa, Hydrozoa, and means and standard errors

Taxon	Uncorrected distance
(a) Intraspecific distances	
Porifera	0.60 ± 0.10
Anthozoa	0.20 ± 0.03
Hydrozoa	3.84 ± 0.47
Scyphozoa	3.80 ± 0.39

### Slow mitochondrial DNA sequence evolution in the Anthozoa (Cnidaria)

T. L. SHEARER, M. I. H. VAN OFFEN, J. S. L. ROMANO & G. WÖRHEIDER  
Molecular Ecology (2002) 11, 2475–2487

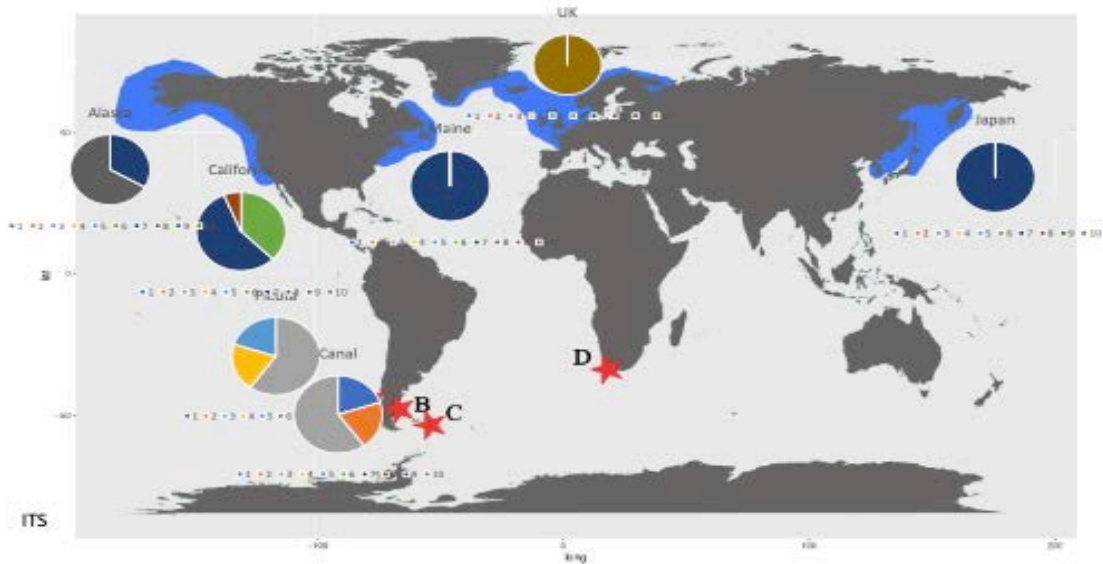
### Slow Mitochondrial *COI* Sequence Evolution at the Base of the Metazoan Tree and Its Implications for DNA Barcoding

Danwei Huang, Rudolf Meier, Peter A. Todd, Luke Ming Chen

J Mol Evol (2008) 66:167–174  
DOI 10.1007/s00239-008-9069-5

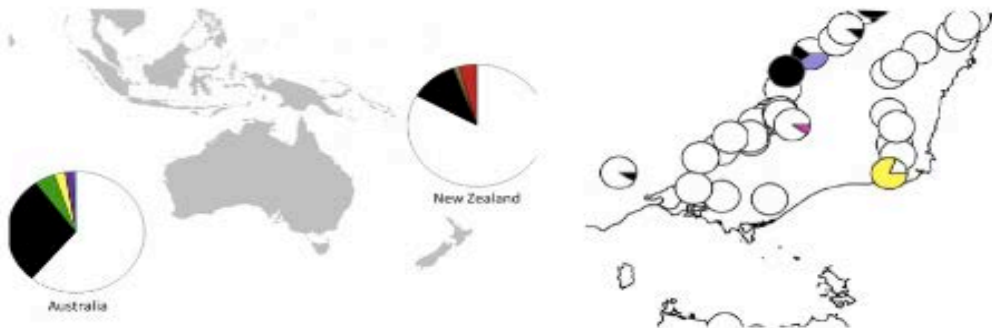
mismatch repair enzyme (mtMutS) (Bilewicz & Degnan, 2011)





## El éxito de los genotipos clonales

- Invasión con éxito, sin variación genética (Mergeay et al. 2006). Rol de la plasticidad fenotípica para responder a la baja diversidad genética
- Presencia de superclones, genotipos que dominan poblaciones en grandes áreas. (Caron et al. 2014)





# Por lo tanto....

Trabajo en proceso !!!

D. SC\_50

- Por responder aún
  - Posible origen de la invasión
  - Se ajusta al modelo de la paradoja genética o al modelo de los superclones

- Desarrollo de nuevos marcadores SNP por sequence capture

Sequence Capture



- Análisis genético para búsqueda de larvas en el plancton para evidenciar reproducción sexual



• Gracias !!!

• Al equipo

• Proyecto FIPA 2021-36 de Subpesca





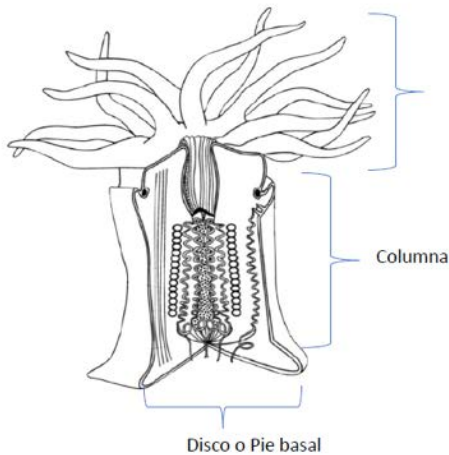
9.30. Anexo 5.10. Presentación XLII Ciencias del Mar 2023. Dr. Carlos Molinet



Registro y expansión de *Metridium senile* en subpoblaciones explotadas de erizo *Loxechinus albus*:  
El caso de canal Chacao



**CNIDARIOS: ANEMONAS**



Las anémonas son invertebrados marinos (Cnidaria: Anthozoa: Actiniaria). Tienen un cuerpo compuesto por un disco adhesivo o pie basal, una columna y una serie de tentáculos que rodean a una boca central.





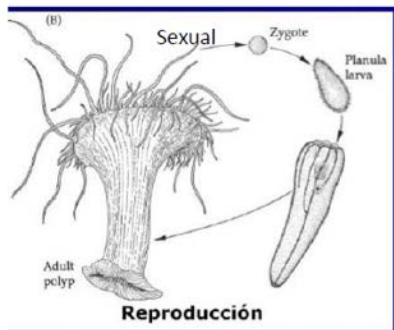
*Metridium senile* es una anémona nativa del hemisferio norte, catalogada como especie invasora en la costa chilena. Se ha descrito su alta agresividad siendo responsable de la ocupación de grandes extensiones de sustrato bentónico, amenazando especies de importancia comercial como los erizos de mar.

- Son agresivos colonizadores tardíos y desplazan a colonizadores primarios
- Su tamaño se asocia al flujo del sitio (más flujo, más pequeñas) (Anthony 1997).
- Soportan amplio rango de salinidad (14-37 ppm) y temperatura (-1 a 20° C)
- Tentáculos con cnidocistos (células urticantes, para cazar sus presas)



## Reproducción

La reproducción en *M. senile* puede ocurrir por medios sexuales o por reproducción asexual a través de laceración del pie, la última de las cuales puede ocurrir prolificamente cuando las condiciones (temperatura, salinidad, sustrato) están dentro del rango preferido. En la costa Chilena, las condiciones son adecuadas.



Estado larval 1-6 meses, dispersión de 10 o más kilómetros



Su ciclo vital dura más de 10 años





# Teoría sobre el impacto de M. senile en recursos de importancia comercial como el erizo *L. albus*



**Monitoreo IFOP:** Dinámica de expansión/contracción. La dinámica de contracción de subpoblaciones o parches de erizo está modulada por el efectos de enfermedades, eventos catastróficos, mortalidad natural, la pesca. Mientras que la dinámica de expansión está principalmente modulada por reclutamiento e inmigración.



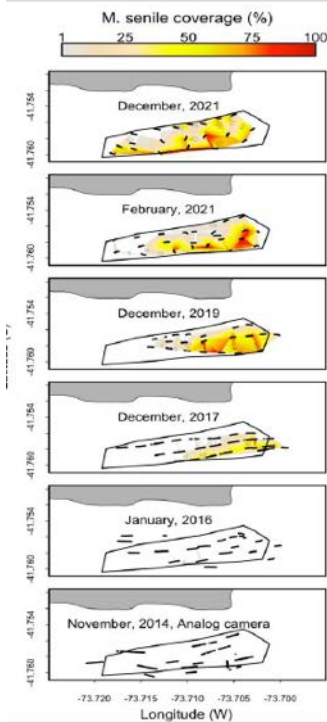
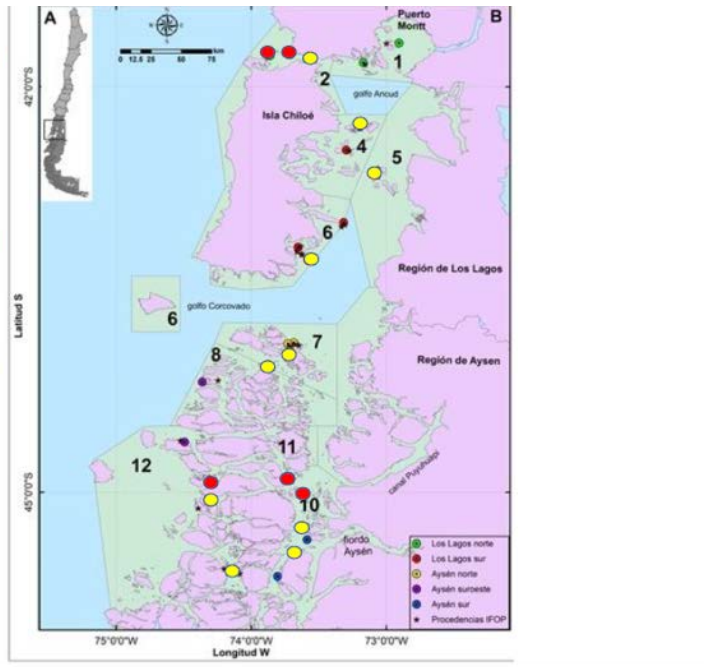


Metridium senile en la Red de estaciones fijas de Erizo: Monitoreo Recursos Bentónicos IFOP

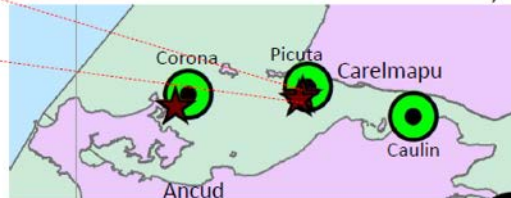
- Muy abundante en Canal Chacao.
- Pescadores de Carelmapu llaman la atención sobre su presencia y que habrían desplazado a especies como erizo y loco.
- 2021 registrada 15 de 23 estaciones
- 2022 Registrada en 19 de 22 estaciones

- Presencia enero 2022
- Abundante varios transectos 2022

Häussermann et al. 2022  
Molinet et al. 2023

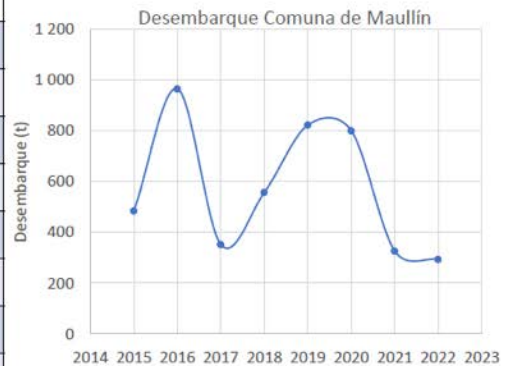


Cobertura de Metridium sp.,  
Noviembre 2014- Febrero 2021, Picuta



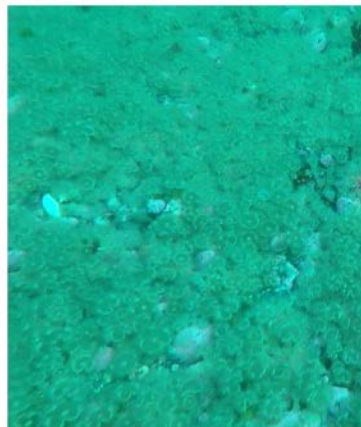
Indicadores de la población de erizos estudiada,  
Punta Picuta, Carelmapu

Date	Area muestreada	Presencia de erizos (frecuencia relativa)	densidad (erizos/10m2)	Abundancia
Nov. 2014	54	0.20	19	1,047,377
Jan. 2016	54	0.29	8	402,991
Oct. 2016	54	0.19	8	438,632
Dec. 2017	54	0.31	19	1,049,553
Nov. 2018	54	0.17	13	680,207
Dec. 2019	54	0.43	30	1,469,112
Feb. 2021	54	0.26	6.2	332,198
Dec. 2021	54	0.15	1	75,576
Dec. 2022	54	<0.01	<0.01	750



## Posibles daños para la pesca bentónica, además de los efectos sobre la biodiversidad bentónica

- Depredación sobre larvas, restricción de nuevos reclutamientos

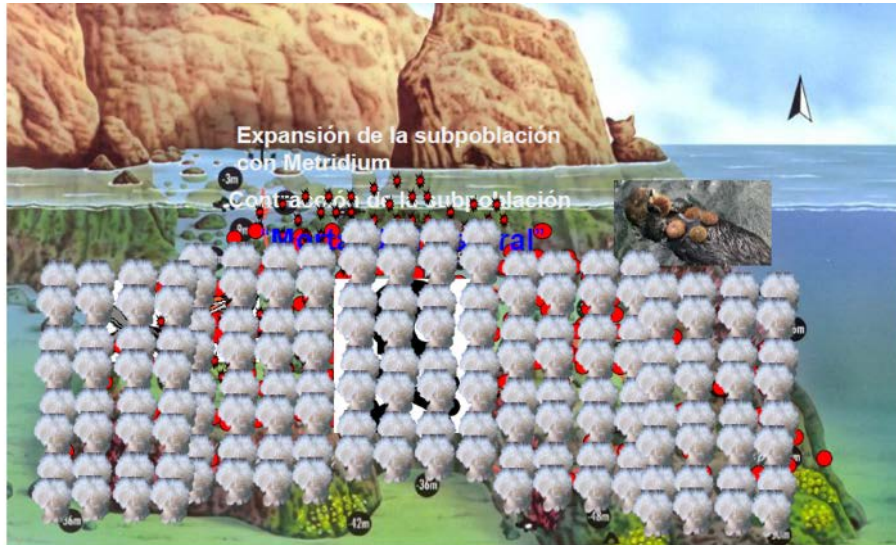


Considerando que el erizo posee una larva que permanece en el plancton por alrededor de 30 días...



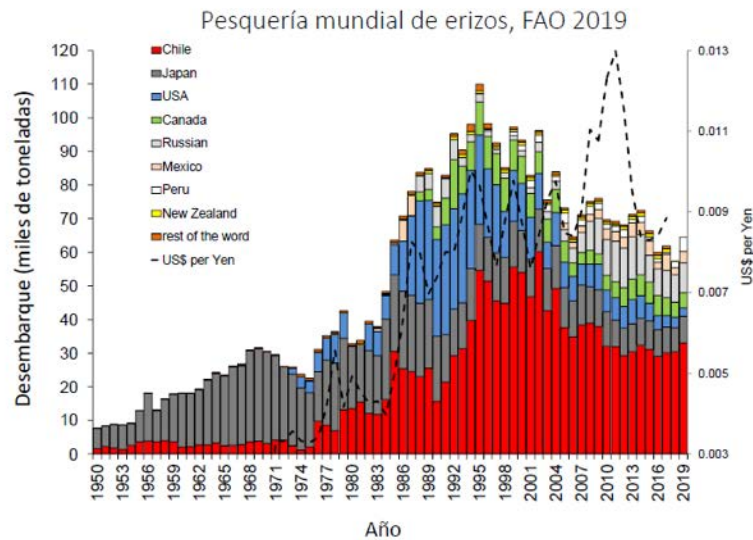
Tomado de Bustos y Olave (2001).

NUTRITION OF SEA ANEMONES  
The disc is elevated. The currents extend along the column to the oral disc, and to the top of the tentacles. In the presence of food the tentacles bend toward the throat, where particles are also carried along by the counter-currents at the oral disc (Fig. 3A). This ciliary disposition may be restricted to strictly microplanktonic sea anemones specialized in the gathering of particulate organic matter in sandy or muddy environments.  
In the genera *Metridium*, *Merrillium*, and *Rugosia*, cilia are also developed on the column and do not induce currents on its surface. On the epidermis of the tentacles, the currents are similar to those described previously, but those on the oral disc are inverted (Fig. 3B). On the throat the direction of current depends on the microanatomical zone and on the physiological state of the individual. In the epimeroglyphs, the currents are permanently directed toward the condensation. On the other zones of the throat they are directed outward, but they are reversed in the presence of food, or if the individual is starved. This ciliary disposition



La dinámica de contracción de subpoblaciones o parches de erizo está modulada por el efectos de enfermedades, eventos catastróficos, mortalidad natural, la pesca. Mientras que la dinámica de expansión está principalmente modulada por reclutamiento e inmigración.

## Chile: Principal desembarque de erizos del mundo





¿Es posible Mitigar?

- Lo estamos estudiando...esta historia continua
  
- Muchas gracias por su atención





9.31. Anexo 5.11. Nota periodística Repoblamiento cholga

**Proponen medida para mitigar avance de anémona invasora que afecta a fondos marinos de localidades de Los Lagos**

*El estudio es parte del Proyecto "Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género Metridium en las localidades de Maullín y Carelmapu".*

Las especies invasoras son una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en el planeta, generando también importantes efectos negativos sobre sectores productivos, la infraestructura y la salud de las personas.

De acuerdo a lo informado por el Ministerio de Medio Ambiente, la posibilidad de que una invasión biológica sea exitosa depende de tres grupos de condiciones. En primer lugar, de las características propias de la especie exótica (invasividad de la especie); en segundo lugar, del estado o susceptibilidad del ecosistema receptor (invasibilidad del sitio); y, por último, de la intensidad o cantidad de individuos exóticos que están llegando, es decir, de lo que se conoce como presión de propágulos.

En el caso de la anémona *Metridium senile*, que es nativa del Hemisferio Norte, ha sido catalogada como especie invasora en la costa chilena dada su alta agresividad.

Es más, dicha especie es responsable de la ocupación de grandes extensiones de sustrato bentónico, lo cual a su vez es una amenaza para especies de importancia comercial como los erizos de mar.

En Carelmapu, localidad pesquera de la región de Los Lagos que es una de las áreas de estudio del Programa de Investigación Pesquera de la Universidad Austral de Chile Sede Puerto Montt, ha aumentado su cobertura desde un 5% en 2016 a un 50% aproximadamente en 2021.

Su alta jerarquía competitiva está basada en su rápida proliferación por fragmentación de su disco basal (reproducción asexual) y por su agresividad, ya que se ha reportado que usa sus tentáculos especializados que incluso pueden dañar a otras anémonas.

Se ha observado, también, que *M. senile* 'sofoca' a la mayoría de los nuevos reclutas deslizándose sobre ellos con su disco pedal, matando a todos los demás ocupantes y generando así aumento del espacio libre que luego es ocupado por ella.

Ante esta realidad, en conjunto con las comunidades pesqueras asociadas al Proyecto FIPA N°2021-36: «Estudio de la ecología, gestión y manejo de la anémona de mar del género *Metridium* en las localidades de Maullín y Carelmapu en la región de Los Lagos», se propuso -como una posible medida de mitigación- evaluar la opción de repoblar con cholgas y otros mitilidos para generar sustrato alternativo.

**¿Por qué se decidió mitigar repoblando con mitilidos?**

Los mitilidos o "choritos" son moluscos bivalvos conocidos como ingenieros ecosistémicos, ya que se agregan en el fondo o bentos marinos para otorgar sustrato y protección a otras





especies; y como colonizadores primarios de sustratos duros y filamentosos en estuarios y áreas costeras.

El sur de Chile tiene una rica diversidad de mitilidos que son importantes formadores de hábitat, lo cual hace que sean una opción real para la restauración de bancos explotados. Por ejemplo, se ha reportado que asociados a bancos de *Aulacomya atra* "cholga" se han registrado más de 100 especies distintas.

Ante esta alternativa, el Sindicato de Pescadores Artesanales ASTIMAR de Astilleros, comuna de Maullín, solicitó a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura la autorización de experimento de repoblamiento en el área de manejo de recursos bentónicos denominada "Lenqui Punta Santa Teresa", en la región de Los Lagos, siguiendo la normativa referida a la Ley de Pesca y Acuicultura y sus respectivos reglamentos.

Tras la revisión formal y luego de su aprobación, tanto el equipo del Programa de Investigación Pesquera UACH como los pescadores de ASTIMAR procedieron a la implementación de tres cuadrantes de 5x5M cubiertos con mitilidos (*A. atra* de preferencia), los cuales fueron adquiridos en centros de cultivo y fueron trasladados a la zona de Astilleros en sus respectivas cuerdas de cultivo.

Allí se realizaron filmaciones submarinas, las cuales se repetirán para ir monitoreando el experimento.

De momento se espera que *M. senile* compita con los mitilidos, ya que por su capacidad de desplazamiento podría colonizar el sustrato de las conchas de mitilidos. Además, considerando que los mitilidos forman un sustrato complejo, se espera que a lo largo del periodo de muestreo otras especies puedan colonizar el "nuevo sustrato", incluyendo el asentamiento de nuevas especies bentónicas.

Durante el proyecto se evaluará continuar con el seguimiento de esta experiencia al menos dos veces al año por los siguientes 36 meses, en caso de que los mitilidos persistan.

#### Referencias

- Borthagary, A.I. & A. Carranza 2007. Mussels as ecosystem engineers: Their contribution to species richness in a rocky littoral community. *Acta Oecol.* 31: 243-250.
- Buschbaum, C., S. Dittmann, J. Hong, I. Hwang, M. Strasser, M. Thiel, N. Valdivia, S. Yoon & K. Reise. 2009. Mytilid mussels: global habitat engineering in coastal sediments. *Helgoland Mar. Res.* 63: 47-58.
- Carranza A., Defeo O., Beck M., Castilla J.C. (2009) Linking fisheries management and conservation in bioengineering species: the case of South American mussels (Mytilidae). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19, 349–366.
- Nelson ML, Craig SF. 2011. Role of the sea anemone *Metridium senile* in structuring a developing subtidal fouling community. *Mar Ecol Prog Ser* 421:139-149. <https://doi.org/10.3354/meps08838>
- Purcell, J. E. 1977. The diet of large and small individuals of *Metridium senile*. *Bull. S. Cal. Acad. Sci.* 76, 168-172.