

Evaluación poblacional del ostión del sur *Austrochlamys natans* (Philippi, 1845) (bivalvia: pectinidae), en la bahía Parry, área marina costera protegida de múltiples usos, seno Almirantazgo y recomendaciones para su conservación

ERIK DAZA¹, EDUARDO ALMONACID², CRISTIAN VARGAS³,
CARLOS MONTENEGRO⁴, CRISTIAN CANALES⁵, PABLO GALLARDO⁶

1. <https://orcid.org/0009-0002-7829-5374>
2. <https://orcid.org/0009-0007-5171-0079>
3. <https://orcid.org/0009-0004-6941-1198>
4. <https://orcid.org/0000-0001-9896-3558>
5. <https://orcid.org/0000-0002-4249-274X>
6. <https://orcid.org/0000-0002-8368-9055>

OPEN ACCESS

Recibido:

21/08/2023

Revisado:

22/11/2023

Aceptado:

04/12/2023

Publicado en línea:

31/12/2023

Editor en Jefe:

Dr. Américo Montiel San Martín

ISSN 0718-686X



RESUMEN

Austrochlamys natans es un molusco de importancia comercial, que desde 1970 ha formado parte de los desembarques pesqueros artesanales en Magallanes. Producto de la intensa explotación efectuada en la década de los 90, la autoridad pesquera estableció una veda permanente a partir del año 2001, no existiendo, hasta ahora, antecedentes recientes sobre su estado. Durante 2021, se realizó una evaluación poblacional en la bahía Parry, zona histórica de extracción ubicada en el Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos, seno Almirantazgo, donde esta especie es objeto de conservación. Se ejecutaron dos campañas de evaluación directa, realizándose estimaciones de densidad, abundancia, biomasa, estructura poblacional y determinación del estatus poblacional utilizando un modelo de análisis de pseudo-cohortes basado en la longitud. La información fue contrastada con estudios anteriores identificándose tres bancos naturales, con una superficie de 150.646 m² y densidades que oscilaron entre 102 y 209 individuos/m². Los bancos estaban conformados en más de un 99%, por individuos adultos en edad reproductiva. La talla y densidad promedio, aumentó de 72,8 a 75,5 cm de alto valvar y de 49 a 150 individuos/m² entre el 2009 y 2021 respectivamente, justificado por una baja en la presión de pesca y el efecto combinado de la veda y la creación del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos. La condición del stock fue de una población ligeramente sobreexplotada (37% biomasa virginal), se recomienda mantener los actuales niveles de esfuerzo de pesca para sostener una explotación sustentable. Además, se propuso la creación de una zona núcleo, para realizar investigaciones sobre asentamiento y conectividad entre los bancos identificados.

Palabras clave. Evaluación poblacional, *Austrochlamys natans*, objeto de conservación, área marina costera protegida de múltiples usos, seno Almirantazgo, explotación sustentable.

Population assessment of the southern scallop *Austrochlamys natans* (Philippi, 1845) (bivalvia: pectinidae), in Parry bay, a marine protected coastal area of multiple-use, Admiralty sound and recommendations for its conservation.

Contribución de cada autor:

EDV: Diseño del estudio, trabajo de campo, análisis de la información, elaboración de tablas y figuras, elaboración de mapas, redacción del texto, edición del texto, revisión del manuscrito.

EAR: Trabajo de campo, análisis de la información, redacción y revisión y edición del manuscrito.

CVÁ: Trabajo de Campo, sistematización de datos, elaboración de mapas, revisión de manuscrito.

CM: Diseño del estudio, trabajo de campo, revisión de manuscrito.

CC: Análisis de la información, redacción del texto, revisión de manuscrito.

PG: Redacción del texto, revisión de manuscrito.

Declaración de financiamiento.

Este trabajo ha sido financiado por el Instituto de Fomento Pesquero y Walton Family Foundation.

Conflicto de intereses.

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

ABSTRACT

Austrochlamys natans is a mollusk of commercial importance, which since 1970 has been part of the artisanal fish landings in Magallanes. As a result of the intense exploitation carried out in the 90s, the fishing authority established a permanent ban as of 2001, and there is, until now, no recent precedent on its status. During 2021, a population assessment was carried out in Parry Bay, a historic extraction area located in the Marine Coastal Protected Area of Multiple Uses, Almirantazgo Sound, where this species is subject to conservation. Two direct evaluation campaigns were carried out, making estimates of density, abundance, biomass, population structure and determination of population status using a length-based pseudo-cohort analysis model. The information was contrasted with previous studies, identifying three natural banks, with an area of 150,646 m² and densities ranging between 102 and 209 individuals/m². More than 99% of the shoals were made up of adult specimens of reproductive age. The average size and density increased from 72.8 to 75.5 cm of high valve and from 49 to 150 individuals/m² between 2009 and 2021 respectively, justified by a decrease in fishing pressure and the combined effect of the closure and the creation of the Marine Coastal Protected Area of Multiple Uses. The condition of the stock was a slightly overexploited population (37% virgin biomass) and it was recommended to maintain the current levels of fishing effort to sustain sustainable exploitation. In addition, the creation of a core area was proposed, to carry out research on settlement and connectivity between the identified banks.

Key words. Population assessment, *Austrochlamys natans*, Conservation target, Marine Protected Coastal Area Multiple Uses, Almirantazgo Sound, sustainable exploitation.

INTRODUCCIÓN

El ostión del sur (*Austrochlamys natans*, Philippi 1845), es un molusco de importancia comercial cuya distribución geográfica se extiende desde el Archipiélago de Chiloé (42°S) al Cabo de Hornos (55°S) (Olguín & Jerez, 2003). Habita principalmente en el submareal de fiordos con glaciares, desde los 2 a los 15 metros de profundidad, en sustratos tipo fango, roca, e incluso sobre otros moluscos (Guzmán *et al.* 2010). Forma agregaciones donde es común encontrar de manera segregada bancos de individuos juveniles (< 42,1 mm alto valvar (AV)) y adultos (> 42,1 mm AV) (Guzmán *et al.* 1999; Guzmán *et al.* 2010).

Algo que caracteriza al ostión del sur, como a otras especies bentónicas, es que en la mayoría de los casos los individuos adultos poseen escasa o nula movilidad, y que en su ciclo de vida incluyen una fase de dispersión larval que al momento de asentarse generan agregaciones conformando "Metapoblaciones", donde existen bancos¹ centrales denominados "Fuente o Madre", que funcionan como proveedores y bancos "Satélites o Sumideros", que están sujetos a la dinámica de extinción y re-colonización local (Roughgarden & Iwasa, 1986; Hanski & Gaggiotti, 2004; Sale *et al.* 2006).

A nivel local, la explotación de esta especie tiene un registro de más de 50 años y su extracción ha conformado parte de los desembarques pesqueros artesanales de la región de Magallanes desde el año 1971 (Santa Cruz *et al.* 1979). En un principio la pesquería estuvo asociada al ostión patagónico *Zygochlamys patagonica* (King, 1831), sin embargo, estudios realizados en la década de los noventa, permitieron aclarar que el ostión del sur es la especie que ha sostenido la pesquería históricamente (Guzmán *et al.* 1999; Cornejo *et al.* 2005; Guzmán *et al.* 2007).

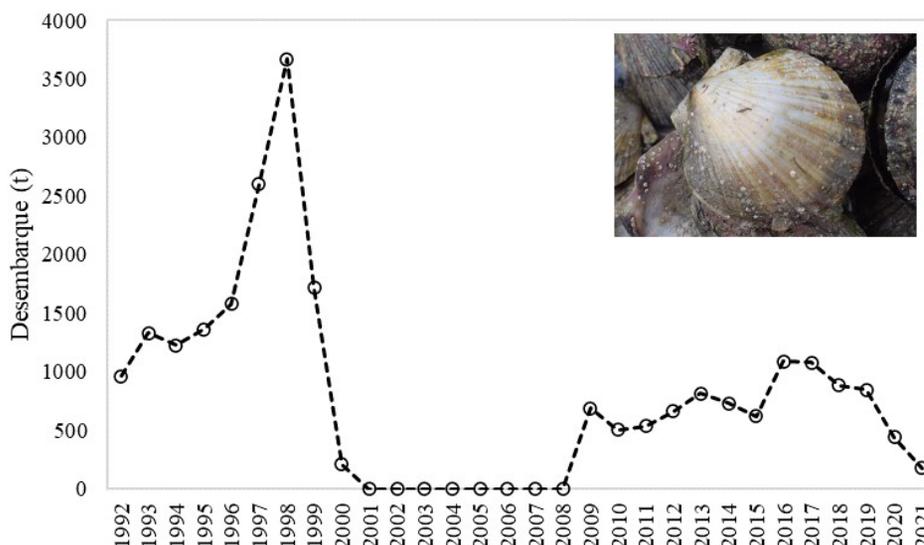
En el año 1992, el desembarque de *A. natans* fue de 864 toneladas, incrementando paulatinamente hasta alcanzar un máximo histórico de 3.670 toneladas el año 1998. Posteriormente, comenzó una notoria disminución del desembarque, alcanzando 1.715 toneladas el año 1999, y 209 toneladas el año 2000, mostrando los primeros signos de sobreexplotación (Fig.1).

El decremento en los desembarques, se debió principalmente a una disminución de la abundancia en las poblaciones de *A. natans* ubicadas en fiordos del área centro (bahías Brookes, Ainsworth y Parry) y sur de la región (fiordos ubicados en el brazo noroeste del canal Beagle) a causa de la presión de pesca ejercida en la década de 1990 (Guzmán *et al.* 2004), caracterizada por un aumento en el número de buzos mariscadores (Cornejo *et al.* 2005). Durante ese periodo, las medidas de administración establecidas por la autoridad consideraron una talla mínima de extracción de 75 mm de AV (D.S. MINECOM N°146/86), y una veda biológica entre el 01 de septiembre al 31 de enero (D.S. MINECOM N°383/81).

A partir del año 2001, considerando los antecedentes de sobreexplotación que presentaba *A. natans*, se dispuso de una veda extractiva para toda la región de Magallanes, por un período de 3 años, la que fue prorrogada hasta el año 2005 (D.S. MINECOM No 296).

¹ Se entiende por banco, aquella agregación de recursos que ocupan en forma continua un área del submareal, preferentemente entre 0 y 20 m de profundidad, cuyos límites están definidos por una interrupción marcada en la presencia de individuos de la especie, la que puede estar determinada por discontinuidades abruptas en el relieve o por la falta de sustrato apto y de interés para el pescador (Barahona *et al.* 2003).

Fig. 1.
Desembarque
de ostión del sur
(*A. natans*) entre los
años 1992 y 2021
en la Región de
Magallanes.
Fuente:
Sernapesca, 2021.



El alto grado de ilegalidad y la incapacidad para ejercer una adecuada fiscalización, provocó que, a partir del año 2006, se definiera una veda extractiva sobre las dos especies de ostión existentes en Magallanes (D.S. MINECOM No1.633). Posteriormente, dado el interés del sector artesanal por reiniciar la actividad extractiva y considerando la importancia social y económica que esta pesquería genera en los meses estivales, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura desde el 2009 estableció una ventana extractiva de un mes por año (febrero a marzo, D.EX. No9 MINECOM) provocando que, entre los años 2009 a 2021, los desembarques no superaran las 1.000 toneladas (Fig.1).

En muchos países donde los Pectinidos destacan entre los principales recursos pesqueros y acuícolas, se han implementado rigurosas medidas de gestión pesquera cuando han ocurrido disminuciones abruptas de abundancia en bancos naturales (Boucher & Fifas, 1995; Paulet et al. 1997; Avendaño & Cantillán, 2016).

Algunos ejemplos en el mundo de la aplicación de medidas de conservación son el cierre a fines de 1994 de 3 áreas en Georges Bank al Sur de Nueva Inglaterra, cuando fue sobreexplotado el pectinido *Placopecten magallanicus* (Gmelin, 1791). Esta medida provocó un aumento de 14 veces la biomasa de esta especie, permitiendo nuevamente abrir su extracción mediante rotación de áreas mejorando el reclutamiento y conservación (Murawski et al. 2000). Otro ejemplo fue en la zona costera de la bahía Gilbert en Canadá, donde en el año 2005 se creó la primera Área Marina Protegida (AMP) destinada a conservar la población residente de bacalao del Atlántico. En esta AMP, mediante un co-manejo entre el organismo rector y la comunidad, se permitió en zonas específicas de la pesca comercial y de subsistencia del pectinido *Chlamys islandica* (Müller, 1776), para lo cual periódicamente se monitorea el estado de la población (Wroblewski et al. 2009).

En Chile se creó la primera Reserva Marina el año 1997 denominada "La Rinconada" en Antofagasta, con el objetivo de proteger al ostión del norte *Argopecten purpuratus* (Lamarck,

1819), especie que fue sometida a una intensa explotación en la década de los 80, causando una disminución alarmante de los stocks naturales que provocaron el cierre de su pesquería en 1988 (Stotz & Mendo, 2001).

Los impactos y beneficios de las AMP han sido reconocidos ampliamente, actualmente se consideran una gran herramienta de gestión para hacer frente a las pesquerías colapsadas (Avendaño & Cantillán, 2016; Vega, 2019), los hábitats destruidos, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático, además de brindarles múltiples beneficios a las personas cuyas vidas y tradiciones están vinculadas a estos maritorios (Fariás *et al.* 2020).

En términos de conservación y uso sustentable de los ecosistemas marinos, Chile en los últimos años ha asumido un liderazgo en la creación de AMP, traducido en un aumento en la protección de su zona económica exclusiva con la creación de 9 Parques Marinos, 5 Reservas Marinas, 13 Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos y 10 Santuarios de la Naturaleza marinos y costeros (Foro para la Conservación del Mar Patagónico y áreas de influencia, 2019; Fariás *et al.* 2020).

En la región de Magallanes entre los años 2003 y 2023 se han creado 5 AMP, los Parques Marinos Francisco Coloane, Islas Diego Ramírez y Paso Drake, el Santuario de la Naturaleza bahía Lomas y las Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU) Francisco Coloane y seno Almirantazgo.

Particularmente en esta última AMCP-MU, se encuentra la bahía Parry, área histórica de extracción de *A. natans* donde esta especie es objeto de conservación, sin embargo, en los últimos 9 años no existen estudios que permitan conocer el estado poblacional del ostión en esta área y tampoco existe una estrategia de explotación consensuada entre la autoridad y los usuarios de esta pesquería.

Actualmente el ostión del sur no está clasificado en ninguna categoría de conservación y tampoco es mencionado en el listado de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y el Ministerio de Medio Ambiente de Chile (MMA). En el contexto expuesto, el presente estudio tuvo por objetivo determinar el *status* poblacional de *A. natans* en la bahía Parry y proponer recomendaciones para su conservación en esta AMP.

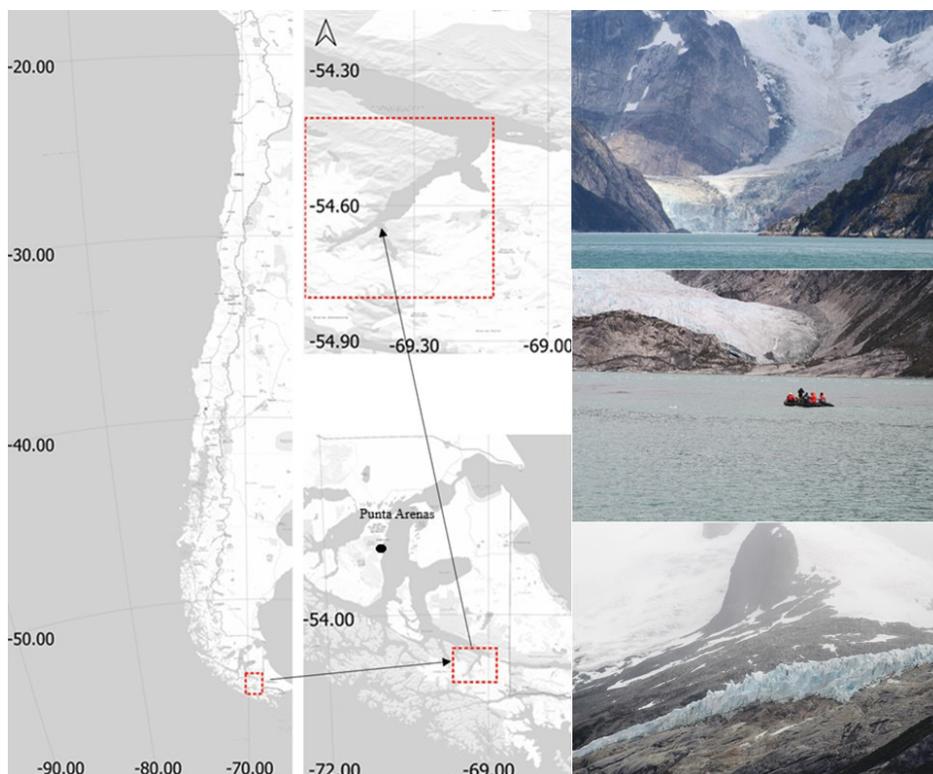
MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

El área de estudio correspondió a la bahía Parry situada en el AMCP-MU, seno Almirantazgo (Fig. 2). La bahía Parry posee una superficie aproximada de 200 km² y se caracteriza por la presencia de fiordos formados por el avance y retroceso de glaciares durante el cuaternario, posee una alta pluviosidad y constantes descargas de hielo que al llegar al mar generan grandes cuencas denominadas ambientes proglaciares (Vila *et al.* 2015).

Está ubicada a aproximadamente 16 horas de navegación desde Porvenir (Tierra del Fuego) en dirección sur-suroeste, en la porción terminal del seno Almirantazgo. De acuerdo a su

Fig.2.
Ubicación geográfica
de la bahía Parry,
AMCP-MU seno
Almirantazgo, Región
de Magallanes.



clasificación geológica, esta bahía se enmarca dentro de dos tipos de estuarios principalmente. Uno de tipo FJARD y u otro de tipo FJORD, donde ambos provienen de un proceso geológico similar, que es la derivación de un valle glacial (Schipmann, 1997).

El estuario de tipo FJORD se caracteriza por presentar principalmente glaciares y orillas de riscos de montaña. En cambio, el estuario de tipo FJARD se caracteriza por presentar gran cantidad de témpanos a la deriva y cerca de la boca del estuario con barras de arena y grava (Schipmann, 1997).

Esta bahía se caracteriza además por presentar procesos geológicos principales (Roca Madre) identificados como rocas faneríticas, que son interrumpidos por caídas de rocas (derrumbes) de textura graníticas principalmente, playas de arena, bancos de fango o barro influenciados por ríos glaciares y barrancas o desfiladeros (Schipmann, 1997).

En la bahía Parry los cambios de la densidad de agua se ajustan a las variaciones de la salinidad cuyos valores oscilan entre 26 y 30 PSU. La variable temperatura presenta una estructura típica del sistema de fiordos y canales fueguinos con valores que oscilan entre 5° y 9° C en la capa subsuperficial. Por otra parte, en la bahía Parry existen dos vientos predominantes: Suroeste y Noroeste, siendo el primero más estable a lo largo del año, mientras que el segundo se presenta más habitualmente en las estaciones de primavera y verano (Cornejo *et al.* 2002).

Identificación y caracterización de los bancos de ostión del sur.

El área de estudio fue visitada en enero de 2021, antes del inicio del periodo de pesca (que va del 5 de febrero al 15 de marzo) y posteriormente a comienzos de diciembre de 2021, cuando legalmente no había actividad pesquera.

Para las actividades de identificación y evaluación de los bancos, se trabajó con un buzo mariscador con experiencia en la extracción de ostión del sur, mediante el sistema semiautónomo de aireación (sistema hookah). Se utilizó una embarcación artesanal como pontón, provista de un bote auxiliar de PVC de 6 m de eslora, el que se usó para acceder a los bancos de manera más eficiente, debido a la deriva de hielo.

Con el apoyo de una cámara submarina, se prospectó el contorno de la bahía identificando los bancos, desde la línea de costa hasta la máxima profundidad posible de observar individuos.

Los vértices y el contorno de cada banco fueron demarcados mediante el sistema de posicionamiento global (GPS). La estimación de la superficie de bancos naturales, se realizó con el soporte lógico QGIS 10.2, incluyendo además datos de distribución batimétrica, pendiente estimada y tipo de fondo observado al momento de la prospección.

Determinación de la densidad y abundancia en los bancos de ostión del sur.

Considerando que los bancos presentaban un patrón de distribución agregado, se utilizó un muestreo aleatorio simple para estimar su densidad y abundancia mediante la disposición aleatoria de una cuadrata de 1 m² sobre una grilla imaginaria inserta en el área efectivamente habitada por el ostión, la que fue previamente demarcada y georreferenciada. Este criterio ha dado buenos resultados en estudios anteriores, al disminuir la variabilidad, puesto que también disminuye la posibilidad de encontrar elevadamente cuadrantes con valor 0 (Guzmán *et al.* 1999; Cornejo *et al.* 2002; Guzmán *et al.* 2004; Cornejo *et al.* 2005; Guzmán *et al.* 2007; Guzmán *et al.* 2010; Almonacid *et al.* 2015).

El tamaño óptimo de la muestra (número de cuadrantes) se estableció según la información de un muestreo piloto (Guzmán *et al.* 1999; Cornejo *et al.* 2002; Guzmán *et al.* 2004; Cornejo *et al.* 2005; Guzmán *et al.* 2007; Guzmán *et al.* 2010; Almonacid *et al.* 2015), usando el coeficiente de variabilidad de Karandinos (1976).

Así, la densidad media de *A. natans* en 1 m² (\hat{X}) fue estimada con la siguiente expresión:

$$\hat{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

donde, x_i = número de individuos en el cuadrante i y n = número de muestras.

Estimación de la estructura de tallas poblacional

Para estimar la estructura de tallas poblacional, se utilizaron los individuos obtenidos del muestreo aleatorio. Los individuos fueron medidos en su longitud máxima (alto valvar) con un pie de metro cuya precisión fue de 1 mm.

Para determinar si los bancos identificados correspondían a individuos adultos o juveniles, se calculó la proporción de individuos sobre y/o bajo la talla de madurez sexual (Guzmán *et al.* 1999).

En este trabajo se consideró un tamaño de muestra, de a lo menos 510 individuos para generar la estructura de talla de cada banco, con un nivel de significancia del 95%. Para determinar diferencias en las frecuencias de tallas entre los periodos estudiados (enero y diciembre), se utilizó un ANOVA de una vía.

Evaluación poblacional de ostión del sur.

Se realizó una evaluación poblacional del ostión del sur en bahía Parry, utilizando el modelo de Análisis de Pseudo-cohorte a la talla (LBPA por sus siglas en inglés) (Canales *et al.* 2021), donde se asume que las composiciones de tallas son informativas de la presión de pesca. El modelo de estimación estudia el equilibrio cuya dinámica es en edades y las observaciones en tallas, es de naturaleza similar al modelo "Length Based Spawning Potential Ratio" (LBSPR) de Hodryk *et al.* (2014), pero la diferencia radica en la posibilidad de integrar varios años de análisis tratados como muestras aleatorias de una determinada condición poblacional. El modelo LBPA provee estimaciones de la mortalidad por pesca del periodo de análisis, el porcentaje de biomasa desovante remanente (SPR) y niveles de referencia (PBR) de acuerdo con el nivel de reducción de la biomasa desovante objetivo.

El modelo supuso que la actividad pesquera es la única responsable de la ausencia de individuos de mayor tamaño, de manera que a mayor diferencia entre la longitud asintótica (talla promedio de los individuos más longevos en estado virginal) y la talla promedio registrada en las capturas, da como resultado que el nivel de mortalidad por pesca se incrementa. Este modelo es particularmente útil cuando se dispone de un muestreo intensivo de tallas de las capturas (desembarques).

El modelo LBPA depende fuertemente de los parámetros de historia de vida (Tabla 1). Los reclutamientos y las tasas de mortalidad por edad se suponen similares de un año a otro, y la población se considera en equilibrio. En estas condiciones, los estados de las edades sucesivas de la pseudo-cohorte son equivalentes a cualquiera de las cohortes de la población a lo largo del tiempo. El modelo LBPA, se ajustó a datos de composiciones de tallas de los desembarques solicitadas al Instituto de Fomento Pesquero en el marco del Programa de Monitoreo de recursos bentónicos entre los años 2016 y 2020, con el objeto de estimar el patrón de selectividad, la mortalidad por pesca de completa explotación (F) y la proporción de biomasa desovante virginal por recluta (SPR) (Canales *et al.* 2021).

Tabla 1
Parámetros biológicos del ostión del sur de la bahía Parry. Talla de reclutamiento poblacional para la fracción mayor a 60 mm de longitud (Lr), Coeficiente de variación de la talla a la edad (cv), Inclinación de la curva S/R (h).

Parámetro	Valor	cv
L_{∞} (mm)	101,00	Fijo
k	0,27	cv=0.1
M (1/año)	0,50	Fijo
Lr (mm)	57,69	cv=0.1
cv_edad	0,04	cv=0.1
h	1,00	Fijo

Las estimaciones de la biomasa y mortalidad por pesca, fueron contrastadas respecto de valores de referencia para el manejo de la pesquería. Se consideró como Punto Biológico de Referencia un proxy del Rendimiento Máximo Sostenido (RMS) definido por el escape del 40% de la biomasa explotable virginal (B0), y consecuentemente, el nivel de mortalidad por pesca máximo fue estimado como aquel que genera en el largo plazo el 40% de B0 (F40%) (Clark, 2002). Los valores fueron obtenidos de un modelo por recluta en condiciones de equilibrio sin condiciones de densodependencia ($h=1,00$), lo cual significó que el reclutamiento no se vería afectado por la disminución de la biomasa explotable dada la temprana talla de madurez que presentó este recurso (42 mm LV).

RESULTADOS

Identificación y delimitación de los bancos de ostión del sur.

El hábitat asociado a los bancos de ostión del sur estuvo caracterizado por 3 ambientes: una comunidad de algas dominada por *Macrocystis pyrifera* (5-20 m), presencia de mitílidos en una franja intermedia (5-9 m), y bajo los 9 m, una comunidad dominada por poliquetos tubícolas. Los bancos de ostión del sur se ubicaron en fondos constituidos por roca y fango, adheridos a estos sustratos mediante un biso. El rango de distribución batimétrica osciló entre los 2 y 9 m, observándose pendientes bajas de 30° y medias de 45°, aproximadamente (Tabla 2, Fig. 3).

Con apoyo de una cámara submarina y de buceo semiautónomo se prospectaron aproximadamente 153.000 m lineales, lo cual permitió identificar, delimitar y caracterizar 3 bancos naturales de ostión del sur, los que fueron denominados banco 1 (BP1), banco 2 (BP2) y banco 3 (BP3) (Fig. 4).

La superficie de los bancos no varió entre los periodos de prospección para los bancos BP1 (54.190 m²) y BP2 (29.419 m²), a diferencia del banco BP3 donde aumentó de 45.287 m² (enero de 2021) a 67.037 m² (diciembre de 2021). Esta variación se debió a que en el mes de diciembre las condiciones físicas de mar permitieron ampliar la superficie de prospección del banco, al haber una menor cantidad de hielo flotante. En los bancos BP1 y BP2, las condiciones fueron más estables y casi no se obstaculizó su acceso, debido a que su ubicación se encontraba relativamente más resguardada del hielo.

Periodo	N° Banco	Profundidad (m)	Superficie (m ²)	Tipo de Fondo	Pendiente
ene-21	1	2-8	54.190	Roca y Fango	Suave-Media
	2	3-9	29.419	Roca y Fango	Suave-Media
	3	3-9	45.287	Roca y Fango	Suave-Media
dic-21	1	2-8	54.190	Roca y Fango	Suave-Media
	2	3-9	29.419	Roca y Fango	Suave-Media
	3	3-9	67.037	Roca y Fango	Suave-Media

Tabla 2

Rango batimétrico (m), superficie estimada (m²), tipo de fondo y pendiente para cada banco de ostión del sur identificado en la bahía Parry durante enero y diciembre de 2021. Pendiente: suave $\leq 30^\circ$; media $\geq 30^\circ \leq 45^\circ$.



Fig. 3.
Hábitat, sustratos y
pendientes de bancos de
ostión del sur *A. natans*
identificados en la bahía
Parry, AMCP-MU seno
Almirantazgo,
Región de Magallanes.

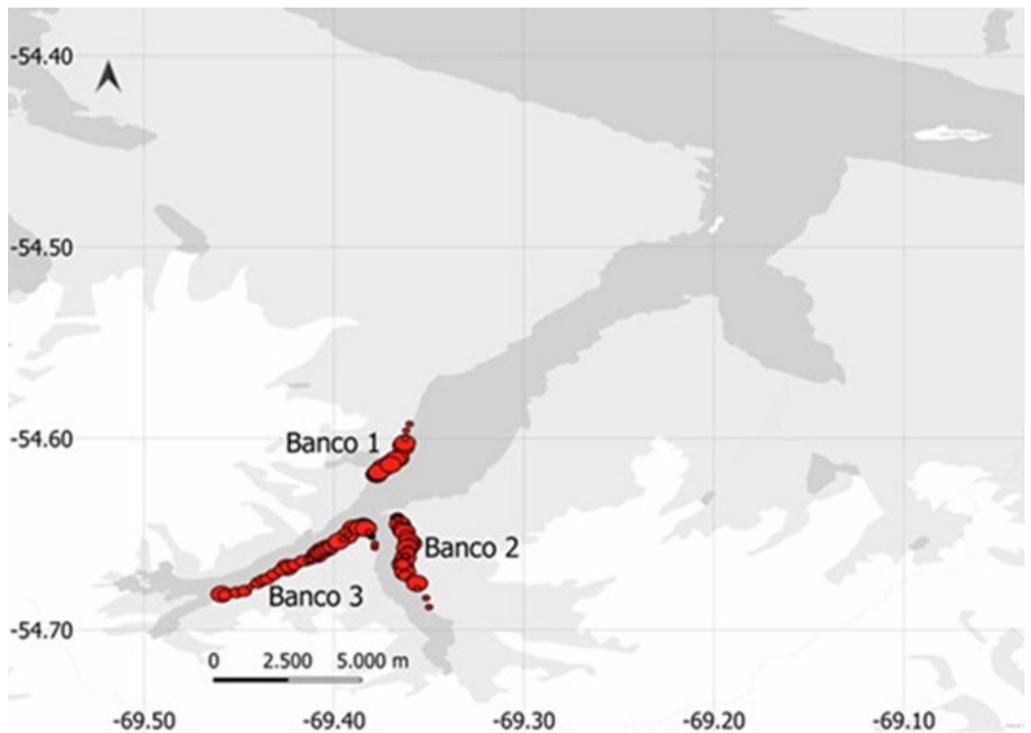


Fig. 4. Distribución
espacial de bancos
de ostión del sur (*A.*
natans) identificados
en la bahía Parry.

La posición y superficie de los bancos prospectados fue contrastada con la presentada por Almonacid *et al.* (2015). El banco BP1, se ubicó en un sector análogo al banco oeste, el banco BP2 se superpuso al banco este y el banco BP3 se posicionó en un lugar similar al banco sur citados por estos autores (Fig. 5). Además, se observó una disminución de la superficie total de los bancos de ostión del sur de 302.279 m² a 85.173 m² entre los años 2002 - 2015 y un aumento a 150.646 m² el año 2021 (Tabla 2).

En contraste, Cornejo *et al.* (2002), identificaron en la bahía Parry 7 bancos el año 2001, existiendo, además, un Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). De estos 7 bancos, Guzmán *et al.* (2010) corroboraron la localización de los bancos 4 y 6 (en este estudio fueron denominados banco BP1 y banco BP2). No se pudo confirmar la existencia de los bancos 3 y 7 (Tabla 3, Fig. 5).

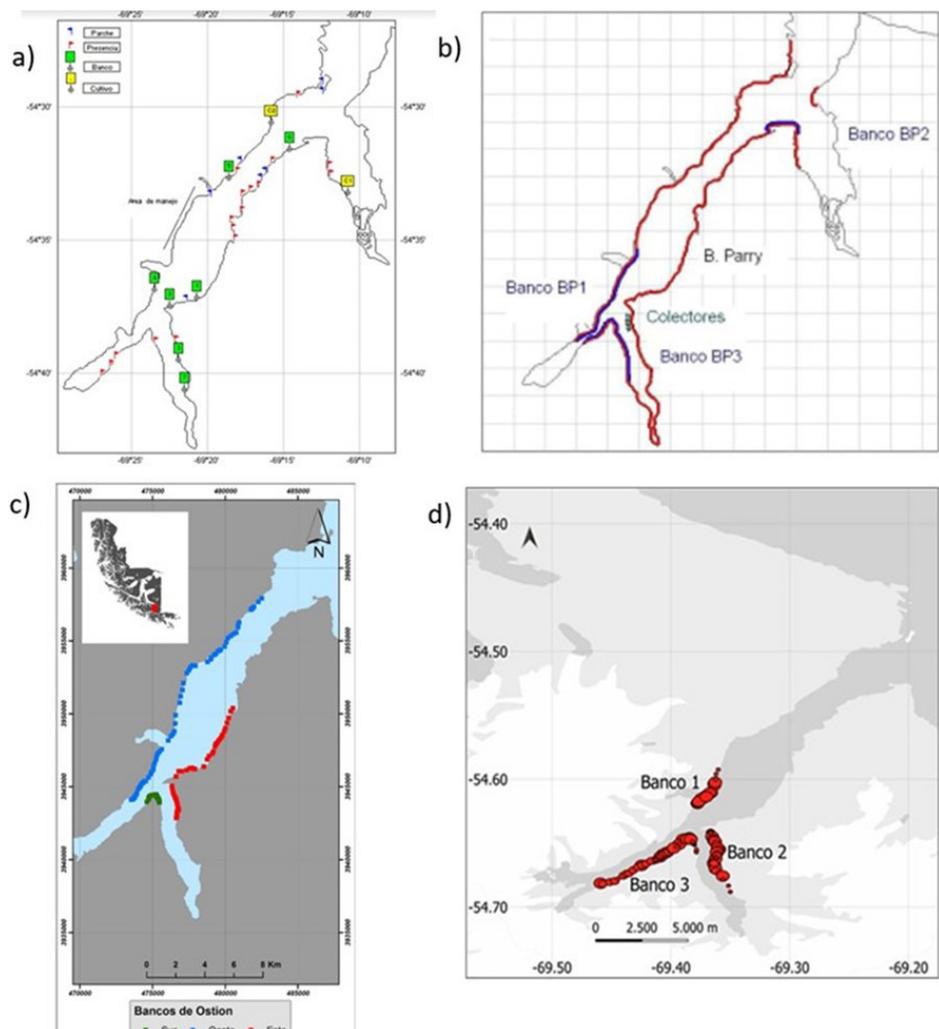


Fig. 5.
Bancos de ostión del sur identificados en estudios realizados en la bahía Parry, AMCP-MU seno Almirantazgo.
a) Estudio: Cornejo *et al.* 2002;
b) Estudio: Guzmán *et al.* 2010;
c) Estudio: Almonacid *et al.* 2015;
d) Investigación actual.

Tabla 3
Superficies estimadas
(m²) para bancos de
ostión del sur en la bahía
Parry, AMCP-MU seno
Almirantazgo.

Banco	Superficie (m ²)	Estudio
1	50.860	
2	20.980	
3	19.020	
5	39.495	
4	4.604	
6	38.680	
7	128.640	
Total	302.279	Cornejo <i>et al.</i> 2002
BP1	57.856	
BP2	15.870	
BP3	57.960	
Total	131.686	Guzmán <i>et al.</i> 2010
Oeste	51.972	
Este	28.395	
Sur	4.806	
Total	85.173	Almonacid <i>et al.</i> 2015
Banco 1	54.190	
Banco 2	29.419	
Banco 3	67.037	
Total	150.646	Investigación actual

Determinación de la densidad y abundancia en bancos de ostión del sur.

Las estimaciones de densidad media se muestran en la Tabla 4, mientras que se indica la distribución espacial y rango de densidad por cuadrante en los bancos de ostión del sur identificados en la bahía Parry (Fig. 6).

Los valores de densidad media oscilaron entre 135,0 individuos/m² (banco BP2) y 141 individuos/m² (banco BP3) en el mes de enero 2021, mientras que en el mes de diciembre de 2021 variaron entre 102 individuos/m² (banco BP2) y 219,2 individuos/m² (banco BP3) (Tabla 4).

Al comparar los resultados del presente trabajo con los presentados por Guzmán *et al.* (2010) y Almonacid *et al.* (2015), en lo relativo a los indicadores de densidad media (individuos \geq 60 cm AV) y talla media (cm AV), se observó un aumento en la abundancia que osciló de 49 a 150 (individuos/m²) en el caso de la densidad media y de 72,8 a 75,2 cm AV en el caso de la talla promedio (Fig. 7).

Preliminarmente, el aumento de estos indicadores, respondió a una baja en la presión de pesca debido al poco interés de extraer ostión del sur en los últimos años, gatillado por una disminución de los precios ofertados por las empresas de proceso de productos del mar a los

Tabla 4
Densidad media
estimada para bancos
de ostión del sur en la
bahía Parry AMCP-MU
seno Almirantazgo
Región de Magallanes.
Densidad Media (D),
límites de confianza al
95%, límite inferior (LI),
límite superior (LS),
desviación estándar
(d.e), error estándar
(e.e), tamaño de muestra
(n) y coeficiente de
variabilidad (C).

Periodo	Banco	D (ind/m ²)	LI	LS	d.e.	e.e.	n	C
ene-21	1	139,3	106,5	172,0	93,91	16,105	34	0,10
	2	135,0	107,0	162,9	76,21	13,688	31	0,10
	3	141,7	114,2	169,2	76,20	13,470	32	0,10
dic-21	1	167,8	136,5	199,1	86,85	15,353	32	0,10
	2	102,7	71,1	134,4	84,73	15,469	30	0,10
	3	219,2	189,3	249,1	79,94	14,595	30	0,10

Fig. 6.
Distribución espacial y
rango de densidad del
ostión del sur en la bahía
Parry, por banco y mes de
observación.

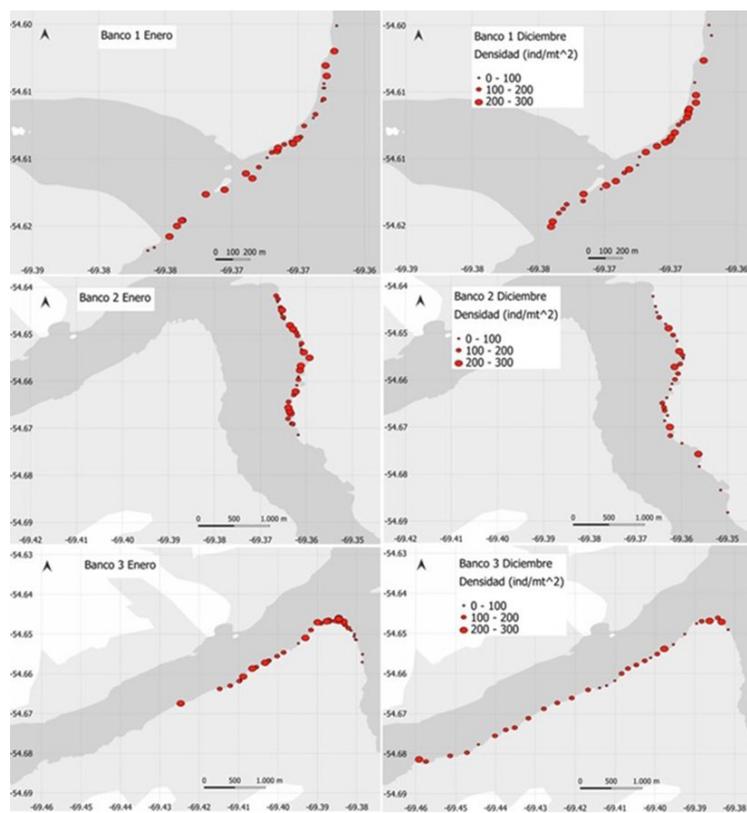


Fig. 7.
Comparación histórica
de indicadores de
densidad (n° individuos/
m²) y talla promedio
(AV cm) obtenidos en
evaluaciones directas
realizadas en bahía
Parry AMCP-MU seno
Almirantazgo.

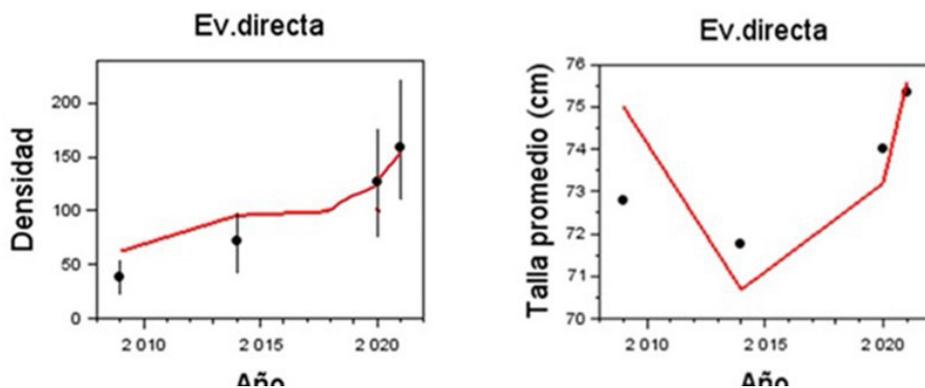


Tabla 5

Niveles de abundancia correspondiente a bancos de ostión del sur en la bahía Parry AMCP-MU seno Almirantazgo Región de Magallanes. Abundancia (A), límites de confianza al 95%, límite inferior (LI), límite superior (LS), desviación estándar (d.e.), error estándar (e.e.).

Periodo	Banco	A	LI	LS	d.e.	e.e.
ene-21	1	7.546.754	5.771.147	9.322.362	5.088.919,2	872.742,44
	2	3.970.616	3.148.221	4.793.011	2.242.060,9	402.686,02
	3	6.416.602	5.172.433	7.660.770	3.450.862,1	610.031,99
dic-21	1	9.092.066	7.395.181	10.788.951	4.706.531,0	832.005,00
	2	3.022.312	2.091.556	3.953.068	2.492.611,1	455.086,45
	3	14.694.510	12.693.401	16.695.620	5.359.069,3	978.427,71

pescadores artesanales de Magallanes (\$400 pesos por docena el año 2021), lo que se reflejó un descenso de los desembarques, particularmente entre los años 2020 y 2021 (443 y 178 toneladas desembarcadas, respectivamente). Todo esto, afectado por el escaso consumo condicionado global producido por la pandemia del covid-19.

Aparte, la abundancia en el banco BP1, aumentó de 7.546.754 individuos en enero a 9.092.066 individuos en diciembre, mientras que para el banco BP2, se observó una disminución de 3.970.616 individuos en enero a 3.022.312 individuos en diciembre (Tabla 5). Esto, probablemente se debió a que el banco BP1 experimentó una menor presión pesquera durante la temporada extractiva 2021. Así también, la estrategia de explotación de los pescadores se centró en aquellos bancos que presentaron mayores rendimientos a comienzo de cada temporada, sin considerar que los mismos bancos están siendo explotados ilegalmente todo el año.

El banco BP3 presentó las mayores dificultades de acceso y se observó la fluctuación más amplia de abundancia, variando de 6.416.602 individuos en enero a 14.694.510 individuos en diciembre (Tabla 5). Esto se debió a que en este mes se pudo prospectar una mayor superficie debido a la ausencia de hielo a la deriva, fenómeno que fue extraordinario, ya que la dirección del viento (dirección suroeste) permitió el acceso una vez se produjo el vaciamiento de los hielos en el banco.

No obstante, en general, a igual escala de resolución geográfica, el tamaño de los bancos osciló drásticamente entre periodos de evaluación.

Estructura de tallas poblacional

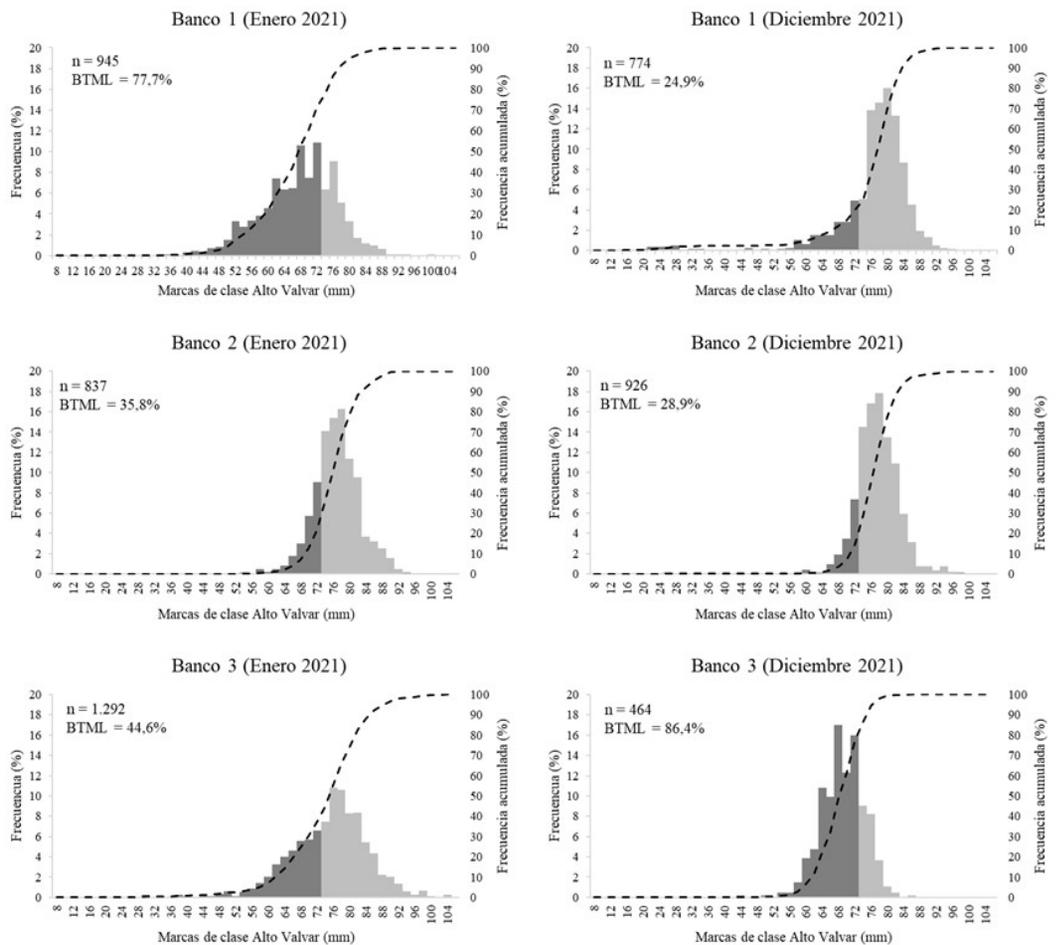
La Tabla 6 entrega los estadígrafos correspondientes a los tamaños de los individuos de los bancos de ostión identificados en la bahía Parry.

Se determinó que la población de ostión del sur en la bahía Parry, se encontraba conformada por bancos de individuos adultos, donde en promedio el 99,2% estaba sobre la talla de primera madures sexual (Fig. 8).

Durante el mes de enero de 2021, las tallas medias variaron de 67,1 mm AV en el banco BP1 a 76,4 mm AV en el banco BP2, mientras que en el mes de diciembre oscilaron entre 73,0 mm AV en el banco BP3 a 77,1 mm AV en el banco BP2. El valor más alto de individuos bajo la talla

Tabla 6
 Estadígrafos correspondientes a estructura de tallas de bancos de ostión del sur en la bahía Parry AMCP-MU seno Almirantazgo Región de Magallanes. Tamaño de muestra (n), error estándar (e.e.), proporción bajo la talla mínima legal (BTML), proporción bajo la talla primera madurez sexual (BTPM), proporción sobre la talla primera madurez sexual (STPM).

Periodo	Banco	n	Media (mm)	e.e.	Min.	Máx.	Moda	Asimetría	e.e.	Curtosis	e.e.	BTML (%)	STPM (%)	BTPM (%)
ene-21	1	945	67,1	0,30	29	99	72	-0,41	0,08	0,42	0,15	77,7	98,9	1,10
	2	837	76,4	0,19	54	93	77	-0,12	0,08	0,81	0,16	35,8	100,0	0
	3	1.292	74,3	0,28	22	104	75	-0,83	0,06	2,59	0,13	44,6	98,9	1,10
dic-21	1	774	76,1	0,36	16	96	78	-3,06	0,08	12,93	0,17	24,9	97,8	2,20
	2	926	77,1	0,17	26	98	77	-0,73	0,08	10,53	0,16	28,9	99,9	0,10
	3	1.401	73,0	0,20	7	98	72	-1,86	0,06	11,01	0,13	86,4	100,0	0



mínima legal fue en el banco BP3 (86,4%) en diciembre de 2021. Pese a que las tallas medias de los bancos BP1 y BP2 aumentaron entre enero y diciembre, en el banco BP3 se halló una gran frecuencia de individuos bajo la talla mínima legal durante el mes de diciembre en la sección cercana al cabezal del fiordo (Fig. 8). Esto explica que no existan variaciones en las tallas medias de los individuos muestreados en los tres bancos (ANOVA de una vía).

Evaluación poblacional de ostión del sur.

Se aplicó el modelo basado en el análisis de las composiciones de talla de los desembarques de ostión del sur entre los años 2016 a 2020. De acuerdo a esto se determinó que en las capturas había al menos 10 grupos de edades distribuidos en la forma de campana de Gauss en torno a la talla modal (Fig. 9). En este estudio se asumió que la desviación estándar de cada componente normal, es proporcional a la talla modal. De acuerdo a esto, los análisis mostraron un correcto ajuste a las composiciones de tallas de las capturas (2016-2020) tanto en la frecuencia de tallas, como del diagrama de dispersión-correlación (Tabla 7, Fig. 10).

De esta manera, se entregó una comparación entre la composición de tallas de los desembarques actual (2016-2020), *versus* la composición de tallas teórica virginal o sin pesca (Fig. 11a), destacándose que la condición promedio se ubicaría ligeramente por debajo de la composición de tallas objetivo destacando la notable diferencia entre las frecuencias de tallas

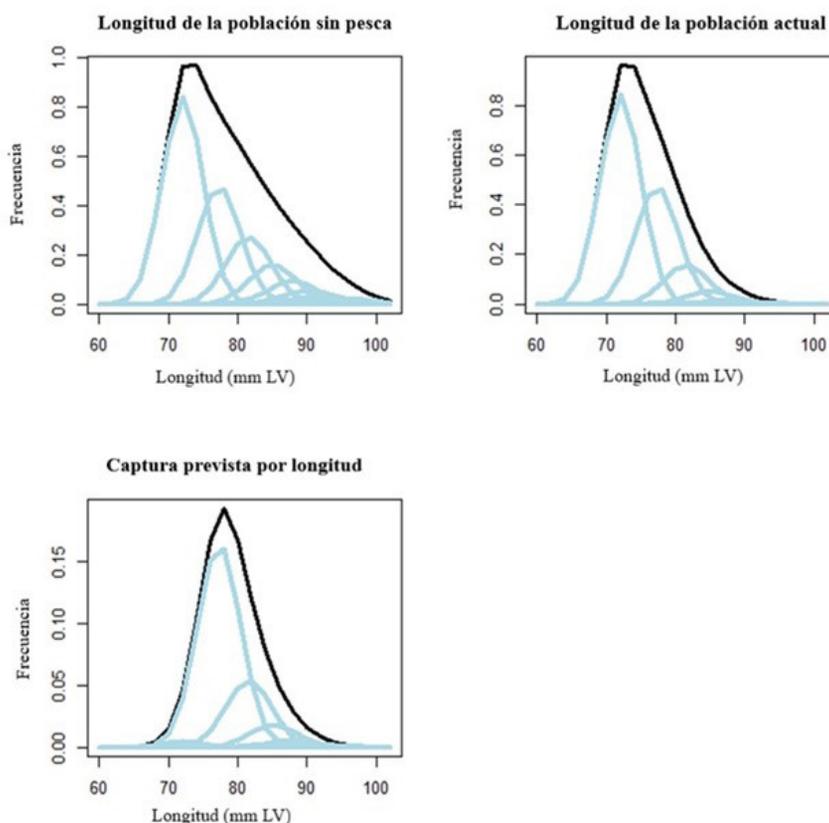


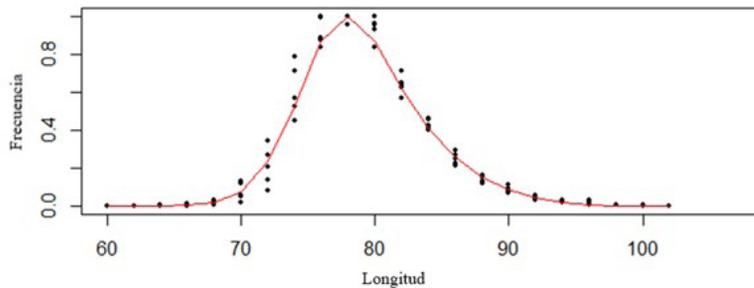
Fig. 9. Composición de edades (curvas normales celestes) a la talla poblacional (sin pesca y actual) y de las capturas del ostión del sur de los años 2016 - 2020 en la bahía Parry.

Tabla 7

Parámetros del modelo LBPA ajustado a los datos de composiciones de longitudes de los desembarques (capturas) de ostión del sur entre los años 2016-2020. Mortalidad por pesca (F), Mortalidad por pesca de referencia al 40%B0 (Ftar), índice de sobrepesca (F/Ftar), proporción de biomasa virginal ($SPR=B/B0$), longitud al 50% de selectividad (L50), inclinación de selectividad (d) y longitud de reclutamiento (Lr).

Parámetros Estimados	
Mortalidad por pesca (F)	0,51
Longitud selectividad al 50% (L50)	73,67
Pendiente selectividad (d)	1,00
Coefficiente variación longitud a la edad (cv)	0,04
Talla de reclutamiento (Lr)	66,23
Variables Derivadas	
Biomasa virginal por recluta (BPR0) (g)	42,99
Actual BPR (g)	15,78
Objetivo BPR (g)	17,20
Proporción biomasa virginal (SPR)	0,37
Objetivo SPR (SPRtar)	0,40
Mortalidad por pesca objetivo (Ftar)	0,48
Índice de sobrepesca (F/Ftar)	1,08
Rendimiento por recluta actual (YPRcur) (g)	12,35
Rendimiento por recluta objetivo (YPRtar) (g)	11,95
Steepness (h)	1,00

Ajuste del Modelo



Ajuste del Modelo

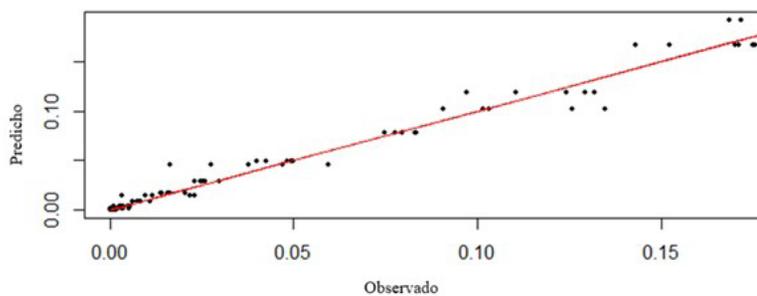


Fig. 10. Ajuste del modelo LBPA a frecuencia de tallas de los desembarques ostión del sur (2016-2020) y diagrama de dispersión-correlación.

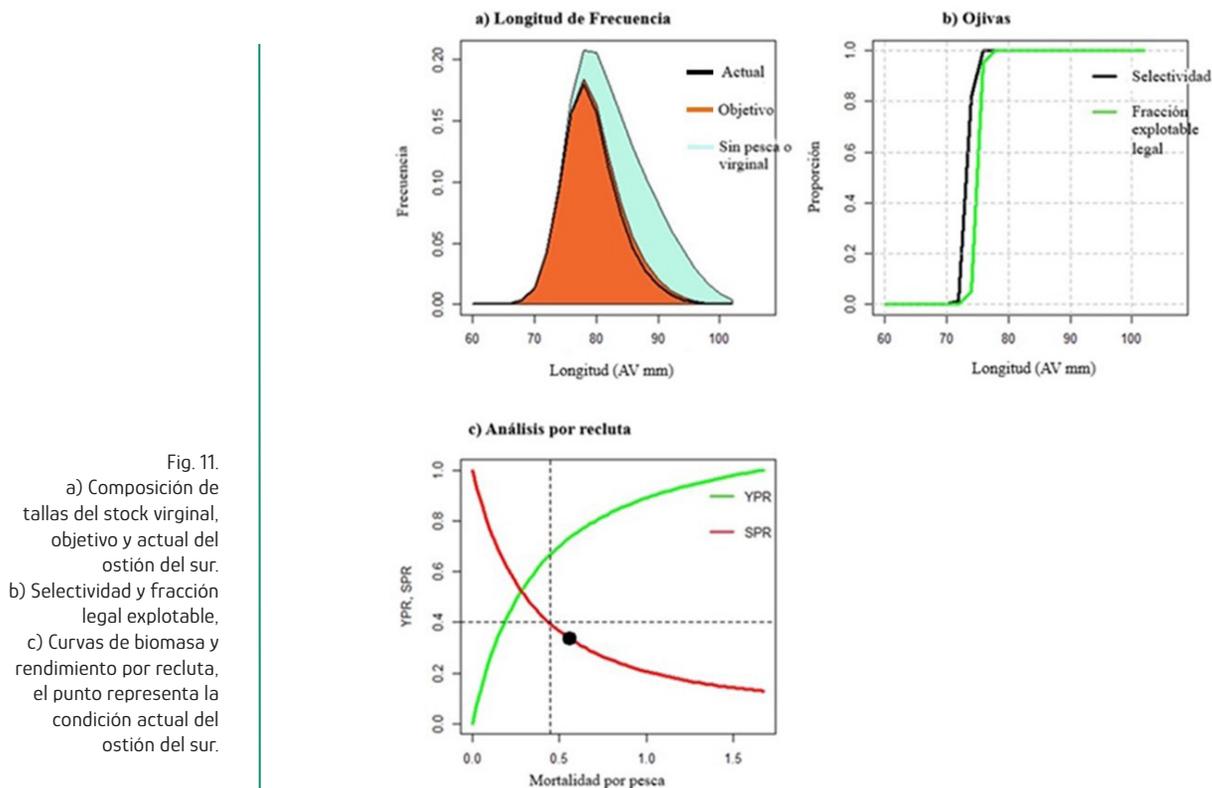


Fig. 11.

a) Composición de tallas del stock virginal, objetivo y actual del ostión del sur.
 b) Selectividad y fracción legal explotable.
 c) Curvas de biomasa y rendimiento por recluta, el punto representa la condición actual del ostión del sur.

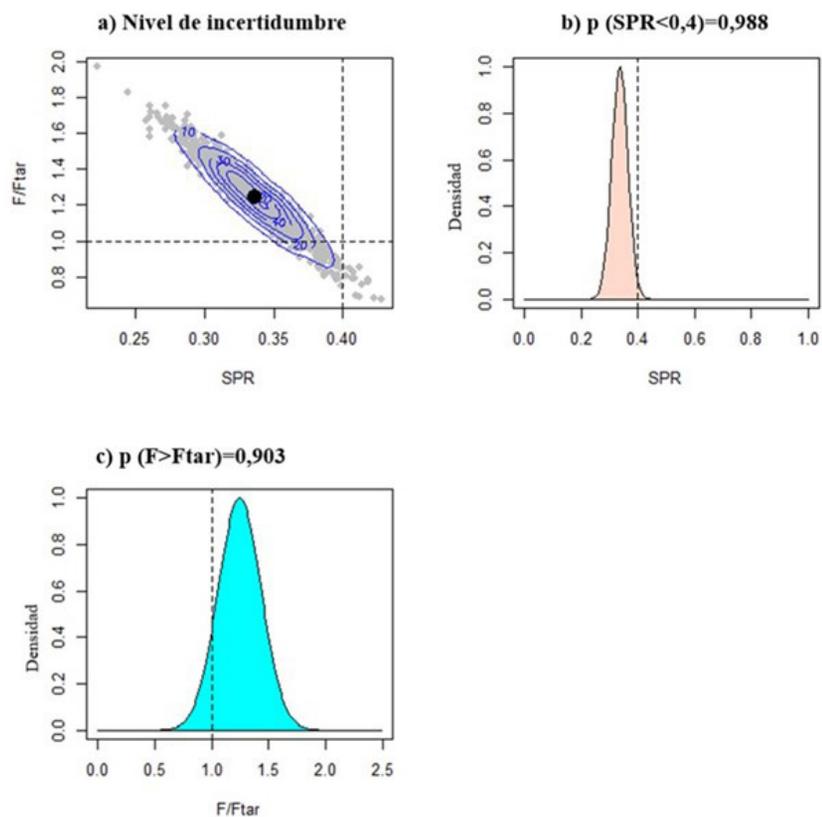


Fig. 12.

Análisis del nivel de incertidumbre (a), riesgo de sobreexplotación (b) y sobrepesca (c) para ostión del sur según modelo LBPA.

de las condiciones actuales y un escenario virginal, representadas principalmente por la ausencia de individuos grandes o mega-reproductores mayores a 95 mm de AV.

La talla promedio del reclutamiento se estimó en torno a 66 mm AV, medida que se encuentra por debajo de la talla de selectividad (73 mm AV), y esta última por debajo de la talla legal de captura (75 mm AV) (Tabla 7, Fig. 11b). Lo anterior, significó que la pesca vulnera individuos por debajo de la talla mínima legal de captura, y esta situación se traduce en que la población promedio se encontraría por debajo del objetivo y en torno al 37% de Fta (SPR), lo que se debería a niveles de mortalidad por pesca ligeramente por sobre el objetivo (Tabla 7, Fig. 11c).

El análisis de incertidumbre mostró un alto nivel de correlación entre SPR y el índice de sobrepesca (F/F_{tar}) (Fig. 12a), destacándose además que el riesgo de sobrexplotación ($SPR < 0.4$) es de un 98%, mientras que el de sobrepesca ($F > F_{tar}$) alcanzó un 90% (Fig. 12b y 12c). Finalmente, el nivel de sobrepesca promedio $F/F_{tar} = 1,08$ se tradujo en que el esfuerzo de pesca actual excedería en un 8% el valor máximo recomendable.

DISCUSIÓN.

En Chile actualmente existen distintas estrategias de manejo para la conservación de pesquerías bentónicas, entre las cuales se encuentran los planes de manejo locales o regionales, que incluyen como medidas: cuotas, vedas y restricción de acceso (Gelcich *et al.* 2015; Vega *et al.* 2019); áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, que se basan en la asignación de derecho de uso territorial y el co-manejo pesquero usuario-Estado (Gelcich *et al.* 2012) y también las AMP, señalándose que son una oportunidad para proponer, validar o mejorar las medidas y acciones de los planes de manejo desarrollados para la conservación de los recursos bentónicos, así como para continuar con el proceso de comprensión del funcionamiento de los ecosistemas marinos (Vega *et al.* 2019).

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, las AMP, han sido definidas como “cualquier área de terreno intermareal o submareal, junto con su agua subyacente, flora, fauna, características históricas y culturales asociadas, que ha sido reservada por ley u otros medios efectivos para proteger una parte o la totalidad del entorno con fines de conservación”. Los procesos de creación de AMP en Chile en los últimos años se incrementaron de manera significativa, sin embargo la evolución de cada uno de estos se fue desarrollando de forma heterogénea en una serie de variables que incluyeron el tipo de AMP, los niveles de información disponibles para su creación (*e.g.*, estudios de líneas base), los tiempos de duración de estos procesos, la representación ecológica del AMP y conflictos en su nominación particularmente con la pesca (Foro para la Conservación del Mar Patagónico y áreas de influencia, 2019). Por otra parte, existen importantes desafíos para lograr que los procesos de creación y posterior gestión de las AMP contribuyan de manera efectiva a los objetivos para los cuales fueron creadas. Para esto, es importante considerar un manejo efectivo, financiamiento, gobernanza, evaluación del desempeño y monitoreo de los objetos de conservación (OdC), entre otros (Tecklin *et al.* 2021). Cabe señalar que los OdC son elementos claves para la biodiversidad, pudiendo ser nominados especies, hábitats, ecosistemas o valores histórico culturales que son identificados como el foco de las actividades de conservación.

El AMCP-MU del seno Almirantazgo fue creada el año 2018 por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), sustentada en estudios que la identificaron como un área de alto valor para la conservación de la biodiversidad marino-costera de la ecorregión de canales y fiordos de Chile austral (Vila *et al.* 2015). El decreto de creación de esta AMCP-MU, indica que el MMA previo pronunciamiento del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, aprobará en un plazo de dieciocho meses un plan de administración, el que contendrá las acciones para hacer efectiva la conservación del área, además de los responsables de su ejecución. En julio del 2023 el Consejo de Ministros aprobó el plan para seno Almirantazgo, en este documento se señala que esta AMCP-MU no solo representa una zona de alto valor biológico y ecológico, sino que también resulta relevante desde el punto de vista de las actividades que allí se realizan, es por esto, que el uso de los recursos naturales es considerado desde el punto de vista de la conservación, y también como medio de sustento de muchas actividades económicas en el área como la pesca artesanal de ostión del sur (Ministerio Medio Ambiente, 2023).

En la Tabla 8 se indican los atributos ecológicos claves (AEC) propuestos en el plan de administración para los OdC en AMCP-MU seno Almirantazgo, con el objetivo de efectuar actividades de monitoreo, establecer su estado y evaluar el éxito de las actividades de manejo. Como AEC para el ostión del sur, se definieron la densidad poblacional, reproducción, composición físico-química del hábitat, sedimento. Por otra parte, se consideraron como principales indicadores de los AEC, la distribución y abundancia de los bancos, número de individuos en edad reproductiva, características del hábitat y cantidad de sedimento que aporta el glaciar. Respecto al estado actual y deseado de la población, se indica que al momento de realizar este análisis no existe información suficiente para clasificar los indicadores, por lo tanto, los resultados obtenidos en la presente investigación son un aporte fundamental para actualizar la información respecto a ubicación y superficie de bancos, niveles de densidad, abundancia y estado actual de la población en bahía Parry.

Identificación y delimitación de los bancos de ostión del sur

Durante las campañas de prospección realizadas en el presente estudio, se identificaron y georreferenciaron 3 bancos naturales de ostión del sur, que permitirán actualizar su ubicación geográfica, lo anterior es relevante para efecto de las acciones futuras de manejo que se pretendan desarrollar con esta especie en esta AMP. Orensanz *et al.* (2001), señalan que estudiar la estructura espacial de las agregaciones o bancos de recursos bentónicos definiendo su área y límites, es fundamental para el análisis y manejo de la pesquería. En términos generales, se asume que los bancos de ostión del sur en la bahía Parry constituyen una única unidad poblacional, cuya distribución espacial ha sido fragmentada principalmente por la presión de pesca. Sin embargo, no existe información que permita definir el grado de conectividad entre ellos.

Figueroa *et al.* (2018), realizaron simulaciones para dar respuesta a una serie de interrogantes relacionadas con la conectividad espacial entre bancos de la almeja (*Tawera gayi*), los efectos de la disminución en la conectividad y el grado de incidencia de algunos de ellos. Los resultados obtenidos indicaron que, al disminuir la disponibilidad de larvas por pérdida de la fracción reproductiva, se reduce la probabilidad de colonización, afectando además la posibilidad de dispersión y la incidencia entre bancos cambiando la dinámica de la metapoblación, por consiguiente, es fundamental considerar la conectividad espacial en el manejo pesquero.

Categorías	AEC	Indicador	Estado actual	Estado deseado
Hábitats proglaciares marinos ubicados en las bahías Parry, Ainsworth y Brookes.				
Tamaño	Balance de masa.	% de retroceso y/o avance y adelgazamiento del glaciar.	La información disponible no es suficiente para clasificar el indicador.	No definido debido a la falta de información.
Condición.	Aporte de sedimento.	Cantidad de sedimento que aporta el glaciar.		
Colonia reproductiva y área de alimentación de albatros de ceja negra.				
Tamaño.	Tamaño poblacional reproductivo.	N° de parejas y nidos reproductivos.	La población se mantiene con un determinado N° de individuos.	De acuerdo a la tendencia y al actual trabajo en mitigar la amenaza, debiese pasar a un estado "Bueno".
Condición.	Reproducción.	Éxito reproductivo (relación entre N° de nidos ocupados con huevos y el N° de individuos que alcanzan la edad de volantón en marzo-abril).	No hay éxito reproductivo en al menos 5 años.	Con la información disponible y las acciones que se están implementando actualmente, se espera que mejore esta condición a "Regular".
		N° de nidos ocupados con huevos.	Considerando que el N° de nidos ha sido variable en el tiempo (6 a 7 años de monitoreo).	Se espera que el N° de nidos ocupados se mantenga en el tiempo.
	Alimento disponible.	Distancia que recorren los albatros desde la colonia en busca de alimento en periodos críticos.	La información disponible no es suficiente para clasificar en indicador.	No definido, debido a la falta de información.
Zonas de descanso, muda y reproducción del elefante marino del sur.				
Tamaño	Tamaño poblacional. Abundancia de crías.	N° de ejemplares y estructura de la población (crías, juveniles, subadultos y adultos. N° de crías nacidas por temporada.	La información disponible no es suficiente para clasificar el indicador considerando a la colonia de la bahía Ainsworth.	No definido, debido a la falta de información.
	Distribución.	Distribución.		
Bancos naturales de ostión del sur de los fiordos Parry y Ainsworth.				
Tamaño.	Densidad poblacional.	Distribución y abundancia de los bancos.	La información disponible no es suficiente para clasificar en indicador.	No definido, debido a la falta de información.
Condición.	Reproducción.	N° de individuos en edad reproductiva.		
Contexto del paisaje.	Composición físico-química del hábitat.	Características del hábitat (temperatura, niveles de O ₂ , salinidad, metales, etc.).		
	Sedimento.	Cantidad de sedimento que aporta el glaciar (rango de tolerancia de los bancos).		
Bosques de huíro.				
Tamaño.	Densidad poblacional.	N° de individuos por m ² .	La información disponible no es suficiente para clasificar en indicador.	No definido, debido a la falta de información.
	Biomasa.	Kilos por m ² .		
Composición.	Integridad estructural.	Estructura de tallas de los individuos		
	Fauna asociada al bosque.	Diversidad o riqueza de la fauna asociada.		

Tabla 8
Análisis de Viabilidad de los OdC del AMCP-MU, seno Almirantazgo, con sus respectivas categorías de los AEC y la descripción del atributo respecto a su estado actual y deseado. Extraído: Plan de Administración Ministerio Medio Ambiente, 2023.

Aburto & Stotz (2013), postulan que antes de la implementación de estrategias que apunten a mejorar la gestión de los recursos pesqueros bentónicos, es necesario conocer la escala espacial dentro de la cual se conectan los diferentes bancos o poblaciones locales.

Badii & Abreu (2006), señalan que el concepto de metapoblación captura la esencia de la fragmentación y por ende forma la espina dorsal de la conservación ambiental, por tanto, el comprender la noción de la fragmentación de manera objetiva y científica requiere la definición y la medición de diferentes aspectos de la metapoblación para lo cual es fundamental la identificación de los bancos. En el corto plazo es prioritario ejecutar estudios que permitan comprender la conectividad espacial de los bancos de ostión del sur en la bahía Parry y los fiordos adyacentes.

Estimaciones de densidad, abundancia y estructura poblacional

Existen diferentes tipos de indicadores que se utilizan para caracterizar una agregación de organismos bentónicos que sustentan una pesquería, entre estos se encuentra la densidad (abundancia numérica o biomasa de cada recurso por unidad de superficie), cobertura (proporción de superficie del sustrato cubierto por el recurso), abundancia (biomasa, número total de individuos), composición etaria o de tamaños (proporción de edades o tamaños; o número de individuos por edad o intervalo de tamaño), proporción sexual (relación macho: hembra) (Guzmán *et al.* 2010). El levantamiento de estos indicadores en una escala temporal y espacial apropiada, es prioritario para obtener un diagnóstico del estado poblacional. Para el caso del ostión del sur en bahía Parry, los últimos estudios que recopilaron gran parte de estos indicadores en terreno se ejecutaron los años 2009 y 2014. Cabe señalar que entre los impactos que provoca la extracción pesquera se encuentra la disminución de la abundancia y la talla de los individuos que componen las poblaciones de los recursos objetivos (Thiel *et al.* 2007)

Al realizar una comparación histórica de los resultados obtenidos en evaluaciones directas realizadas por Guzmán *et al.* (2010), Almonacid *et al.* (2015) y la presente investigación, en lo relativo a los indicadores de densidad y talla media, se observa un aumento que oscila de 49 a 150 (individuos/m²) y de 72,8 a 75,2 cm AV respectivamente. Preliminarmente el aumento de estos indicadores, responde a una baja en la presión de pesca debido al poco interés de extraer ostión del sur en los últimos años, gatillado por una disminución de los precios ofertados por las plantas de proceso a los pescadores artesanales en la región, lo que se ha reflejado en un descenso de los desembarques, particularmente entre los años 2020 y 2021 (443 y 178 toneladas desembarcadas respectivamente). Sin embargo, también podría existir un efecto combinado de los 20 años de veda extractiva y del proceso participativo que incluyó al sector pesquero artesanal para declarar a seno Almirantazgo como una AMP y el ostión del sur como OdC.

Guarda & Vila (2020), señalan que la conservación marina es un desafío complejo y su éxito está generalmente determinado por factores sociales, consecuentemente, antes de promover la creación de un AMP, resulta necesario contemplar cuál es la visión de los diferentes actores sociales sobre las mismas, sus percepciones, intereses y expectativas, para minimizar conflictos y lograr el apoyo y la aceptación necesarios para su implementación y manejo efectivo. Estos investigadores, evaluaron la percepción de pescadores artesanales de la región de Magallanes sobre la conservación de la biodiversidad, las AMP y el proyecto de creación de una nueva AMCP-MU en seno Almirantazgo. El 43% de los entrevistados percibió a las AMP como zonas cerradas, destinadas a proteger especies y en donde las actividades humanas representan una amenaza

para estas, mientras que un 23% indicó que no se trata de zonas necesariamente cerradas y que permiten la realización de ciertas actividades económicas como la conservación de los objetos de conservación. Respecto a la creación de una AMCP-MU en el seno Almirantazgo, el 68% de ellos mencionó que no debiera generar restricciones para el desarrollo de sus actividades, como así tampoco para las de otros actores.

La figura de AMCP-MU en seno Almirantazgo, entrega una oportunidad para realizar un manejo participativo con la pesca artesanal, donde se debe considerar que los bancos de ostión del sur están constituidos en más de un 99% por individuos adultos ($\geq 42,1$ mm AV).

Otro aspecto al que se debe prestar atención, es que los procesos de dispersión larval y el asentamiento se relacionan fuertemente con la distribución y abundancia de especies bentónicas (Roughgarden *et al.* 1988; Levin, 2006; Hernández *et al.* 2011) y dan cuenta de la conectividad de unidades sub-poblacionales (Pineda & Sponaugle, 2007). El entendimiento cabal de estos procesos se ha levantado últimamente como un requisito esencial para el desarrollo de estrategias de manejo adecuadas en poblaciones estructuradas espacialmente, sobre todo en los aspectos relacionados con el diseño de una escala espacial apropiada para el manejo pesquero y a la identificación de subáreas que debieran ser protegidas de la explotación (Tuck & Possingham, 2000; Hernández *et al.* 2011).

Algunos estudios muestran que en los pectínidos, existe una correlación entre el tamaño de la población desovante y el número de larvas asentadas (Orenzan *et al.* 1991; Narvarte *et al.* 2001). Por otra parte, Mason (1983), afirma que los patrones de asentamiento de las semillas de pectínidos dependerían de la distribución de sitios adecuados, mientras que Sinclair *et al.* (1985) y Avendaño & Cantillán (2016), señalan que la existencia permanente de bancos de estos organismos en un mismo lugar, es producto de la capacidad de auto colonizarse, debido a su ubicación en áreas oceanográficas con la cualidad de retener sus larvas en el sitio. Actualmente no se conoce en qué lugares ocurre el asentamiento de individuos juveniles de ostión del sur en la bahía Parry. En este contexto, pareciera que los bosques de macroalgas, especialmente *Macrocystis pyrifera*, constituyen zonas ambientalmente ideales para el asentamiento, alimentación y reproducción de muchos invertebrados, peces, macroalgas, aves e inclusive mamíferos marinos (Ríos *et al.* 2007; Pérez *et al.* 2014; Díaz *et al.* 2015).

Durante las actividades de evaluación directa desarrolladas en la presente investigación, particularmente en el banco BP 3, se observó gran abundancia de *M. pyrifera* a lo largo de la costa. Como dato complementario, al analizar las frondas fuera del agua, se observaron individuos juveniles de ostión del sur de tallas aproximadas a 30 mm de AV, esto ya había sido documentado en el estudio de Guzmán *et al.* (2010), con la particularidad que no reportaron la ubicación geográfica de los lugares donde se localizaron estos hallazgos. El banco BP 3, es el que actualmente posee la mayor cantidad de individuos de ostión del sur bajo la talla mínima legal de extracción en la bahía Parry (86,4 % en diciembre 2021), también es el que tiene el acceso más complejo por la presencia permanente de hielo por lo que juega un papel fundamental en el abastecimiento de semillas.

Por otra parte, Krumhansl *et al.* (2016), señalan que el conocimiento acerca de las poblaciones de macroalgas en la ecorregión del seno Almirantazgo, tanto como sus impactos, es todavía deficiente. Es necesario realizar investigaciones específicas y proteger el proceso de

asentamiento del ostión del sur, integrando el rol que desempeñan los bosques de *M. pyrifera*, para lo cual es importante considerar un área de “área núcleo” en la bahía Parry donde actualmente se encuentra ubicado el banco BP3 que permita desarrollar investigaciones sin intervención antrópica.

Evaluación poblacional del ostión del sur en bahía Parry y recomendaciones para su conservación

Para poder realizar un manejo efectivo de una pesquería independiente de la estrategia a utilizar, es fundamental conocer su estado de explotación (Estatus). La evaluación de stock en el área pesquera tiene como objetivo obtener información tan cercana a la realidad como sea posible sobre la situación demográfica de una población de una especie localizada en un área geográfica específica.

La aplicación de modelos de evaluación de stock en moluscos bivalvos es bastante menor en comparación con la gama de evaluaciones desarrolladas en el caso del análisis de la dinámica poblacional en peces (Hilborn, 1990; Fournier *et al.* 1998; Brodziak & Piner, 2010). La mayor parte de los análisis poblacionales en moluscos se han centrado principalmente en estudios relacionados con la descripción de los procesos biológicos que regulan la sustentabilidad de las poblaciones (Barón *et al.* 2004; Hernández *et al.* 2011), más que en enfoques productivos. En términos de la dinámica poblacional de especies bentónicas, algunos autores sugieren la existencia de fuertes mecanismos de compensación frente a la sobreexplotación (Defeo, 1996), llegando a establecer que el éxito de la recuperación de stocks de recursos bentónicos sobreexplotados pudiera depender más de los procesos de agregación que regulan las densidades locales de la fracción desovante remanente, que del tamaño total del stock (Orensanz & Jamieson, 1998; Hernández *et al.* 2011).

En el caso de especies semisedentarias como el ostión del sur, ciertas características intrínsecas poblacionales imponen restricciones adicionales a la aplicación de modelos convencionales de evaluación de stocks, la dinámica poblacional es altamente sensible a las condiciones ambientales locales, lo que puede generar gradientes espaciales en escalas reducidas que pueden afectar las tasas de crecimiento (Hernández *et al.* 2011). Cabe señalar que el principal estudio en aspectos reproductivos, estimaciones de crecimiento individual, mortalidad y talla crítica en ostión del sur fue realizado el año 1999 por el Instituto de Fomento Pesquero, considerando como áreas de muestreo sectores de la zona norte (el estero Peel), centro (las bahías Parry y Brookes) y sur (el seno Ventisquero) de la región (Guzmán *et al.* 1999), lo que sugiere la necesidad de ejecutar estudios actualizados sobre estos aspectos considerando los sectores geográficos donde se distribuyen.

Durante la presente investigación se realizó una evaluación del stock del ostión del sur en bahía Parry, utilizando el modelo LBPA, basado en el análisis de las composiciones de tallas de los desembarques y parámetros de historia de vida. Los resultados obtenidos indican que la condición del stock es de una población ligeramente sobreexplotada (37%B0), con un nivel de esfuerzo de pesca (mortalidad por pesca) superior al valor referencial en un 8%. El modelo LBPA, permite determinar la condición de un recurso con bajo nivel de sesgo y por ende ser empleado para propósitos de manejo, ya sea ajustando el esfuerzo o las capturas en base a las variaciones del indicador SPR (Canales *et al.* 2021).

Como estrategia de explotación futura, se recomienda mantener el actual periodo de veda y número de usuarios (esfuerzo de pesca), a la vez de evitar que los desembarques excedan de 350 toneladas anuales. Aplicando estas recomendaciones se aseguraría que en el mediano y largo plazo la biomasa se mantenga ligeramente por sobre la biomasa de referencia y se minimice cualquier riesgo de sobreexplotación. Otro aspecto importante para el manejo de esta especie, es considerar que en la región de Magallanes existen floraciones algales nocivas (FANs), que limitan la extracción de recursos pesqueros como el ostión del sur, ya que son animales filtradores que se alimentan de microalgas nocivas como *Alexandrium catenella* (Guzmán *et al.* 2010; Daza *et al.* 2011).

Se sugiere diseñar un programa de investigación que a lo menos considere en los próximos 5 años: actualizar el conocimiento en torno a parámetros biológicos del ostión del sur en la bahía Parry (e.g., crecimiento, aspectos reproductivos), determinar el grado de conectividad entre bancos, caracterizar el proceso de asentamiento y/o reclutamiento utilizando el BP 3 como modelo de estudio (área núcleo), realizar evaluaciones directas y determinación del status utilizando un método similar a la presente investigación, junto con un monitoreo de toxinas marinas y el fortalecimiento de acciones de fiscalización en torno al cumplimiento de la normativa vigente (Fig. 13).

El desarrollo de esta propuesta se vincula directamente con el diseño de medidas de administración pesquera contempladas en la Ley General de Pesca y Acuicultura. En este contexto, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y el Comité de Manejo de Recursos Bentónicos de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, pueden acordar y adoptar medidas o acciones dirigidas a mejorar la sustentabilidad de la extracción de ostión del sur, con ello se lograría el propósito de dar cumplimiento a la normativa pesquera, y también al mandato de conservación de la biodiversidad que exige el AMCP-MU seno Almirantazgo.

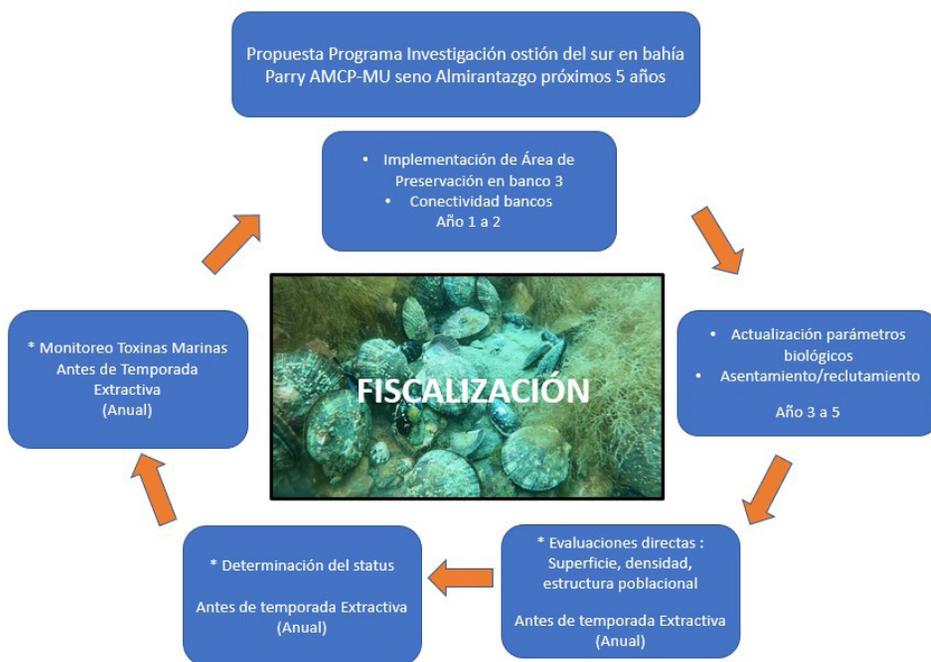


Fig. 13. Propuesta de programa de Investigación para el manejo y conservación del ostión del sur en la bahía Parry, AMCP-MU seno Almirantazgo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la tripulación de la embarcación MaryPaz II por su colaboración en las actividades de muestreo. Asimismo, reconocen y valoran el permanente apoyo del Instituto de Fomento Pesquero. También, agradecen a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura por otorgar los permisos y coordinar los espacios para difundir los resultados. Finalmente, a la Walton Family Fundation, por otorgar el financiamiento del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Aburto, J., & Stotz, W. (2013). Learning about TURFs natural variability: Failure of surf clam management in Chile. *Oceana and Coastal Management*, 71, 88 - 98.
- Almonacid, E., Vargas, C., Cavieres, J., & Olave, C. (2015). Informe Final Seguimiento biológico pesquero como insumo para el manejo de recursos bentónicos, región de Magallanes y Antártica Chilena, 99 pp + Anexos.
- Avendaño, M., & Cantillán, M., (2016). Evaluación del desempeño de la primera reserva marina de Chile, La Rinconada, en el ámbito de la conservación de su especie focal, el ostión del norte *Argopecten purpuratus*. *Revista de biología marina y oceanografía*, 51(2), 407-420.
- Badii, H., & Abreu, L. (2006). Metapoblación, conservación y sustentabilidad. *Intentional Journal of Good Conscience*, 1 (1): 37 - 51.
- Barahona, N., J. Orensanz, A. Parma, G. Jerez, C. Romero, H. Miranda, A. Zuleta, V. Cataste & P. Gálvez. (2003). Bases Biológicas para rotación de áreas en el recurso erizo. Proyecto FIP 2000-18. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso.
- Barón, P., Real, L., Ciocco, N., & Re, M. (2004). Morphometry, growth and reproduction of an Atlantic population of the razor clam *Ensis macha* (Molina, 1782). *Scientia Marina*, 68: 211-217.
- Boucher, J., & Fifas, S. (1995). Dynamique de la population de coquille St-Jacques (*Pecten maximus*) de la rade de Brest, hier était-il différent d'aujourd'hui?. *Actes de colloques, 3 ièmes. Rencontres Scientifiques Internationales*, Programme Rade de Brest, 2: 2-12.
- Brodziak, J., & Piner, K. (2010). Model averaging and probable status of North Pacific striped marlin, *Tetrapturus audax*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 67: 793-805.
- Caley, M., Carr, M., Hixon, M., Hughes, T., Jones, G., & Menge, B. (1996). Recruitment and the local dynamics of open marine populations. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27: 477-500.
- Clark, W. 2002. F35% Revisited Ten Years Later. *North American Journal of Fisheries Management*, 22:251-257.
- Cornejo, S., González, M., Sánchez, J., Mejías, P., & Guzmán, L. (2002). Diagnóstico, administración y conservación ostión del sur en Bahía Parry. Informe Final FNDR XII Región, Chile, 55 pp.
- Cornejo, S., Daza, E., & Guzmán, L. (2005). Diagnóstico del recurso ostión del sur. Informe Final FIP N° 2003-14, 50 pp.
- Daza, E., Vargas, C., Castillo, V., Ariz, L., & Leal, Elson. (2011). Evaluación biológica pesquera de los principales bancos de huego (*Ensis macha*) en las provincias de Magallanes y Última Esperanza, XII región, y proposición de un plan de administración para el recurso. Informe Final, proyecto FIP 2008-50. Fondo de Investigación Pesquera- Instituto de Fomento Pesquero 129 pp + Tablas y Figuras.
- Defeo, O. (1996). Recruitment variability in invertebrates, with emphasis in exposed sandy beach populations: a review. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 615-630.
- Díaz, F., Pereda, S., & Buschmann, A. (2015). Coexistence in a subtidal habitat in southern Chile: the effects of giant kelp *Macrocystis pyrifera* overgrowth on the slipper limpet *Crepidatella fecunda*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 95(1): 25 - 33.
- Fariás, A., Gelvez, X., & Tecklin, D. (2020). Análisis de la Cobertura Marina de las Áreas Silvestres Protegidas en Patagonia Chilena. Documento Técnico Programa Austral Patagonia, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA), Universidad Austral de Chile. 26 pp.

- Figueroa, Luis., Bravo, Javiera., Silva, Rodrigo., & Padilla, T. (2018). Dinámica metapoblacional, ocupación espacial y migración en bivalvos de importancia comercial: el caso de la almeja *Tawera gayi* (Bivalvia: Veneridae) en el Mar Interior de Chiloé. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 46(1), 7-21.
- Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de influencia (2019). Informe técnico sobre el desarrollo de directrices para la creación y gestión efectiva de áreas Marinas Protegidas en Chile.
- Fournier, D., Hampton, J., & Sibert, J. (1998). MULTIFAN-CL: a length-based, age-structured model for fisheries stock assessment with application to South Pacific albacore, *Thunnus alalunga*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 2105-2116.
- Gelcich, S., Fernández, M., Godoy, N., Canepa, A., Prado, L., & Castilla, J. (2012). Territorial user rights for fisheries as ancillary instruments for marine coastal conservation in Chile. *Conservation Biology*, 26: 1005-1015.
- Gelcich, S., Pinto, A., Rivera, J., Jerez, G., & Burotto, L. (2015). Exploring opportunities to include local and traditional knowledge in the recently created "Marine Management Plans" policy of Chile. In: Fischer, J, J Jorgensen, H Josupeit, D Kalikoski & CM Lucas (eds). Fishers' knowledge and the ecosystem approach to fisheries: Applications, experiences and lessons in Latin America. FAO. *Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. 591: 247-262.
- Guarda, B., & Vila, A. (2020). Estudio de percepción de pescadores artesanales sobre aspectos de conservación marina y áreas marinas protegidas en la región de Magallanes. En *Anales del Instituto de la Patagonia*, 48 (3), 7-21.
- Gubbay, S. (2005). Marine protected areas and zoning in a system of marine spatial planning. *A discusión paper for WWF- UK*.
- Guzmán, L., Brown, D., González, M., Cornejo, S., & Almonacid, E. (1999). Investigación biológica pesquera en ostiones en la XII Región. Informe Final, proyecto FIP 97-27. Fondo de Investigación Pesquera-Instituto de Fomento Pesquero, 114 pp + Tablas y Figuras.
- Guzmán, L., Cornejo, S., & Daza, E. (2004). Diagnóstico del recurso Ostión del Sur. Informe Final, proyecto FIP 2003-14. Fondo de Investigación Pesquera-Instituto de Fomento Pesquero, 50 pp + Tablas y figuras.
- Guzmán, L., Daza, E., Vargas, C., González, J., Lara, E., Toledo, S., & Araya, P. (2007). Diagnóstico del ostión del sur *Chlamys vitrea* en la provincia de Última Esperanza, Región de Magallanes. IFOP-SUBPESCA. Informe final, 79 pp.
- Guzmán, L., Daza, E., Vargas, C., Leal, E., Vargas, C., Castillo, V., Bazán, B., Bucarey, D., & Lara, E. (2010). Evaluación de bancos de ostión del Sur (*Chlamys vitrea*), en Seno Almirantazgo y Canal Beagle, Región de Magallanes y Antártica Chilena. Informe Final, proyecto FIP 2008-28. Fondo de Investigación Pesquera-Instituto de Fomento Pesquero, 253 pp. + Tablas y Figuras.
- Hanski, I., & Gaggiotti, O. (2004). Metapopulation biology: past, present, and future. Academic Press. In *Ecology, genetics and evolution of metapopulations*, pp. 3-22.
- Harrold, C., Lisin, S., Light, K., & Tudor, S. (1991). Isolating settlement from recruitment of sea urchins. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 147: 81-94.
- Hernández, A., Cubillos, L., & Quiñones, R. (2011). Evaluación talla estructurada de los stocks de *Ensis macha* y *Tagelus dombeii* en el Golfo de Arauco, Chile. *Revista de biología marina y oceanografía*, 46(2), 157-176.
- Hilborn, R. (1990). Estimating parameters of full age-structured models from catch and abundance data. *Bulletin International North Pacific Fisheries Commission*, 50: 207-213.
- Hordyk, A., Ono, K., Valencia, S., Loneragan, N., & Prince, J. (2014). A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 217-231.
- Karandinos, M. (1976). Optimum sample size and comments on some published formulae. *Bulletin of the ESA*, 22(4), 417-421.
- Krumhansl, K., Okamoto, D., Rassweiler, A., Novak, M., Bolton, J., Cavanaugh, K., & Byrnes, J. (2016). Global patterns of kelp forest change over the past half-century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(48): 13785-13790.
- Levin, L. (2006). Recent progress in understanding larval dispersal: New directions and digressions. *Integrative and Comparative Biology*, 46(3): 282-297.

- Mason, J. (1983). Scallop and queen fisheries in the British Isles, Fishing, News Books, London ed.147 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2023). Plan de manejo del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Seno Almirantazgo, Período 2023-2030. Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de Magallanes y la Antártica Chilena, Comité Operativo del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Seno Almirantazgo, Gobernación Provincial de Tierra del Fuego y Wildlife Conservation Society, 193 pp.
- Murawski, S., Brown, R., Lai, H., Rago, P., & Hendrickson, L. (2000). Large-scale closed areas as a fishery-management tool in temperate marine systems: the Georges Bank experience. *Bulletin of Marine Science*, 66(3), 775-798.
- Narvarte, M., Félix-Pico, E., & Ysla-Chee, L. (2001). Asentamiento larvario de pectínidos, en colectores artificiales. En: Maeda-Martínez AN (ed). Los moluscos pectínidos de Iberoamérica. Ed. Limusa, México: Ciencia y acuicultura, pp. 173-192.
- Olguín, A., & Jerez, G. (2003). Chile. Especies Bentónicas de Importancia Comercial. Serie - Chile: Recursos Pesqueros N° 1, 2003, IFOP, 30 pp.
- Orensanz, J., Parma, A., & Iribarne, O. (1991). Population dynamics and management of natural stocks. In: Shumway SE (ed). *Scallops: Biology, ecology, and aquaculture*, pp. 625- 713.
- Orensanz, J., & Jamieson, G. (1998). The assessment and management of spatially structured stocks: an overview of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. En: Jamieson G & A Campbell (eds). Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 125: 441-459.
- Orensanz, J., Parma, A., Turk, T., & Valero, J. (2001). Dynamics, Assessment and Management of Exploited Natural Populations. In Shumway, S.E. (ed). *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*, 199 pp:
- Paulet, Y., Bekhadra, F., Devauchelle, N., Donval, A., & Dorange, G. (1997). Cycles Saisonniers, Reproduction et Qualité des Ovocytes Chez *Pecten maximus* en Rade de Brests. *Annales de l'Institut Océanographique*, 73 (1): 101-112.
- Pérez, A., Carrasco, S., & Ospina, A. (2014). Length-weight relationships for 25 kelp forest-associated fishes of northern and central Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(1): 141-145.
- Pineda, J., Hare, J., & Sponaugle, S. (2007). Larval Transport and Dispersal in the Coastal Ocean And Consequences for Population Connectivity. *Oceanography*, 20 (3), 22 - 39.
- Ríos, C., Arntz, W., Gerdes, D., Mutschke, E., & Montiel, A. (2007). Spatial and temporal variability of the benthic assemblages associated to the holdfasts of the kelp *Macrocystis pyrifera* in the Straits of Magellan, Chile. *Polar Biology*, 31(1): 89-100.
- Rosenfeld, S., Aldea, C., López, Z., Maturana, C., Ojeda, J., Bahamonde, F., & Gérard, K. (2021). Unveiling the unknown phylogenetic position of the scallop *Austrochlamys natans* and its implications for marine stewardship in the Magallanes Province. *Scientific reports*, 11(1), 1-11.
- Roughgarden, J., & Iwasa, Y. (1986). Dynamics of a metapopulation with space-limited subpopulations. *Theoretical population biology*, 29(2), 235-261.
- Roughgarden, J., Gaines, S., & Possingham, H. (1988). Recruitment dynamics in complex life cycles. *Science*, 241(4872): 1460-1466.
- Sale, P., Hanski, I., & Kritzer, J. (2006). The merging of metapopulation theory and marine ecology: establishing the historical context. *Marine Metapopulations*, (1967), 3 - 28.
- Santa Cruz S., L. González, J. Hernández & G. Montero. 1979. "Estudio, Manejo y Propagación de Ostiones, XII Región. Informe Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). 34 pp.
- Schippmann, R. 1997. "Áreas de Manejo Para Recursos Bentónicos, en la Región de Magallanes." Informe de Asistencia Técnica, Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC). 34 pp + Anexos.
- Sernapesca. (2021). Anuario estadístico de pesca. www.sernapesca.cl.
- Sinclair, M., Mohn, R., Probert, G., & Roddick, D. (1985). Considerations for the effective management of Atlantic scallops. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1382: 1-97.
- Stotz, W., & Mendo, J. (2001). Pesquería, repoblamiento y manejo de bancos naturales de pectínidos en Iberoamérica: su interacción con la acuicultura. En: Maeda_Martínez AN (ed) Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y acuicultura, Editorial Limusa, México, pp. 357 -374.

- Stuardo, C. (2018). Acoplamiento entre abundancia larval en el plancton y el asentamiento submareal e intermareal de invertebrados bentónicos en bahía de Totoralillo Norte, Región de Coquimbo. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias con mención en Oceanografía, Universidad de Concepción, 49 pp.
- Tecklin, D., Fariás, A., Peña, M., Gélvez, X., Castilla, J., Sepúlveda, M., Vidli, F., & Hucke - Gaete, R. (2021). Protección costero marina en la Patagonia chilena: situación presente, avances y desafíos. En: Castilla, J.C., Armesto, J., Martínez - Harms, M.J. (Eds.) (2021) Conservación en la Patagonia chilena, Evaluación del conocimiento, oportunidades y desafíos. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile. 259 – 289 pp.
- Thiel, M., Macaya, E., Acuña, E., Arntz, E., Bastias, H., Brokordt, K., & Vega, J. (2007). The Humboldt Current System of Northern and Central Chile. *Oceanographic Processes, Ecological Interactions and Socioeconomic Feedback. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 45, 195-344.
- Tuck, G., & Possingham, H. (2000). Marine protected areas for spatially structured exploited stocks. *Marine Ecology Progress Series*, 192: 89-101.
- Vega, J., Valdebenito, M., Caillaux, L., & Bravo, J. (2019). Abundancia y estructura poblacional de dos recursos pesqueros bentónicos fuera y dentro del área de una concesión marítima portuaria en Caldera, Región de Atacama, Chile. *Revista de biología marina y oceanografía*, 54(2), 232-237.
- Vila, A., Falabella, V., Gálvez, M., Fariás, A., Droguett, D., & Saavedra, B. (2015). Identify high -value areas to strengthen marine conservation in the channels and fjords of the southern Chile ecoregion. *Oryx*, 50 (0): 308 - 316.
- Wroblewski, J., Bell, T., Copeland, A., Edinger, E., Feng, C., Saxby, J., & Simms, J. (2009). Toward a sustainable Iceland scallop fishery in Gilbert Bay, a marine protected area in the eastern Canada coastal zone. *Journal of Cleaner Production*, 17(3), 424-430.

Apéndice: Afiliación declara por cada uno de los autores

Número afiliación	Nombre de la institución y/u organización Afiliación
1, 2, 3, 4	Instituto de Fomento Pesquero, Punta Arenas, Chile. ✉ erik.daza@ifop.cl
5	Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica Valparaíso, Valparaíso, Chile
6	Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Universidad de Magallanes, Chile.

Autor	Afiliación
Erik Daza	1
Eduardo Almonacid	2
Cristian Vargas	3
Carlos Montenegro	4
Cristian Canales	5
Pablo Gallardo	6