

FIPA 2022-21
MONITOREO BIOLÓGICO PESQUERO DE LAS
PESQUERÍAS Y DEL ECOSISTEMA
ASOCIADO AL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN
FERNÁNDEZ, FASE II

OFERENTE

Universidad de Concepción

Requirente

Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura - FIPA

INFORME FINAL CORREGIDO
Año 2024





PROYECTO FINANCIADO POR EL FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y DE ACUICULTURA (FIPA)

Programa Anual de Investigación, año 2022.

PROYECTO FIPA N° 2022-21: MONITOREO BIOLÓGICO PESQUERO DE LAS PESQUERÍAS Y DEL ECOSISTEMA ASOCIADO AL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ, FASE II

Informe Final corregido

Requirente : Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Ejecutor : Universidad de Concepción
Jefe de proyecto : Billy Ernst Elizalde

www.fipa.cl





FICHA PROYECTO

- Requiente : Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
- Mandante : Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura
- Supervisión : Consejo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (CIPA)
- Contraparte Técnica : Subpesca – División Administración Pesquera
- Ejecutor : Universidad de Concepción, Barrio Universitario s/n, Concepción, Biobío, Chile.
- Jefe(a) de proyecto : Billy Ernst Elizalde, biernst@udec.cl.
- Autores :
 - Billy Ernst Elizalde
 - Carolina Parada
 - Julio Chamorro Solís
 - Josefa Pino Aguilera
 - Braulio Tapia Álvarez
 - Constanza Amaya
 - Valentina Núñez
 - Juan Carreño
 - Valentina Valeria
- Colaboradores : Jennifer Angulo, Gricel Recabarren, Alessandra Contreras, José López, Alejandro Rodríguez, Vicente Donoso, Juan Chamorro, Pedro Tobar, Gabriela González, Florencia Trezza, Jhoseline Santander.



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe corresponde al reporte de los resultados de la ejecución del programa de monitoreo de las pesquerías de crustáceos y del ecosistema del archipiélago Juan Fernández e Islas Desventuradas. El monitoreo se focalizó en los recursos langosta de Juan Fernández, cangrejo dorado y breca de Juan Fernández. Para los otros peces objetivo, vidriola, bacalao de Juan Fernández no fue posible realizar el levantamiento de datos propuesto en su totalidad. La extensión temporal del levantamiento de información a partir de las pesquerías mencionadas corresponde a julio de 2022 hasta marzo de 2023. Las actividades reportadas contemplan el monitoreo de la actividad pesquera considerando escalas espaciales y temporales, y un programa de seguimiento biológico para abordar la estimación de la proporción sexual, la estructura de tallas y la condición reproductiva de los crustáceos. La información aportada por el control de tráfico marítimo junto a las estimaciones de captura promedio por salida obtenidas desde las bitácoras de pesca, permiten estimar las capturas y esfuerzos totales por subsistema de estudio. De acuerdo con ello, durante octubre-marzo de la temporada 2022/23, la captura total de langostas retenidas se estimó en 83143 individuos (CV= 2.7%), un 0.4% superior a la temporada 2021/2022 en el mismo periodo de comparación. A nivel de subsistema, el 29 % de esta captura provino de las islas Robinson Crusoe-Santa Clara (RC-SC), el 39 % de la isla Alejandro Selkirk (AS) y el 32 % de Islas Desventuradas (ID). Por su parte, la captura total retenida en peso se estimó en 66 t (CV= 2.9%), cifra que en términos comparativos es casi un 26 % superior al reporte de SERNAPESCA (desembarque preliminar de la temporada 49 t).

En ambos subsistemas del AJF la línea de tendencia de la talla media de la langosta retenida muestra una pendiente positiva sutil, más evidente en RC-SC. La CPUE media de langostas retenidas fue baja en ambos subsistemas, manteniendo una tendencia a la baja de los últimos 5 años. Los rendimientos de pesca de langostas no retenidas también muestran niveles bajos característicos de los últimos 8 años, situación que amerita una discusión en el comité de manejo, para elucubrar sobre posibles medidas de manejo que deban abordarse si se mantiene esta tendencia en temporadas futuras.

En la pesquería de cangrejo dorado el esfuerzo en número de trampas desplegadas y revisadas y embarcaciones que realizan la actividad extractiva también está muy por debajo de lo observado en la pesquería de langosta. El seguimiento con muestreadores científicos en las salidas de pesca de cangrejo dorado indica que las capturas siguen siendo sostenidas por machos, reportando una baja proporción de hembras.

Los indicadores ambientales de fondo, en el hábitat de la langosta, muestran que la temperatura se mantuvo entre los 13° y 14°C la mayor parte del tiempo, con intrusiones de agua más fría (<13°C) al inicio y al final del periodo de estudio, mientras que se observó un comportamiento altamente homogéneo para la salinidad. Respecto al oxígeno, se observó una alta oxigenación de la columna de agua en el periodo analizado, con valores que oscilan entre los 8.5 y 9.5 mg/L.

Durante esta temporada se mantiene una alta presencia de erizos en las trampas de langostas, reflejando una fuerte presencia en los fondos rocosos en torno al subsistema RC-SC. En el presente trabajo se desarrolló una modelación biofísica de los estadios tempranos del erizo de Juan Fernández. Este estudio resaltó el gran potencial advectivo de cada subsistema, la baja conectividad entre ellos y la presencia de un mecanismo de circulación en torno a las islas, que probablemente ha favorecido la gran expansión y explosión demográfica de esta especie en el ecosistema rocoso de la plataforma

insular de RC-SC. Adicionalmente, los muestreos exploratorios con una red neustónica permitió identificar y proponer mejoras en el procedimiento de muestreo para hacer un seguimiento de las larvas meroplánctónicas, incluyendo las del erizo de Juan Fernández.

Los análisis de rendimientos de pesca para breca en el subsistema RC-SC indican que estos se han mantenido estables en los últimos 8 años, igual que el estadístico de talla media de la captura. Los resultados presentados en este trabajo indican que un cambio en el tamaño de anzuelo de los espineles brequeros en el intervalo #7 - #9, no generan diferencias significativas en la talla media, no siendo este factor por sí solo un buen mecanismo para regular la selectividad de este aparejo.

EXECUTIVE SUMMARY

This report presents the results of the monitoring program for crustacean fisheries and their associated ecosystem of the Juan Fernández archipelago and the Desventuradas Islands. The monitoring focuses on the primary resources, such as Juan Fernández lobster, golden crab, and main fishes (Juan Fernández morwong, amberjack, Juan Fernández cod, and Juan Fernández mackerel). The temporal extension of the project encompasses July 2022 through March 2023. Activities contemplate the monitoring of fishing activity considering spatial and temporal scales and a biological monitoring program to address the estimation of the sexual proportion, the structure of sizes, and the reproductive condition of the crustaceans. The traffic control data provided by the navy and the estimates of average catch per trip obtained from the fishing logbooks allow estimating total catch and effort by study subsystem. Accordingly, the estimated total catch (numbers) of retained lobsters during the October - March for the 2022/23 season amounts to 83143 lobsters (CV= 2.7%), a 0.4% increase with respect to the previous season using the same six month study period. At the subsystem level, 29% of the catch came from RCSC, 39% from AS and 32% from ID. The total estimated catch reached 66 t (CV= 2.9%). These estimates were compared against SERNAPESCA data, generating a difference of 16.8 t (26%, lower estimates for SERNAPESCA).

In both AJF subsystems the trend line of the mean size of the retained lobster shows a subtle positive slope, more evident in RC-SC. The average CPUE of retained lobsters was low in both subsystems, maintaining a downward trend in the last five years. The non-retained lobster catch rates also show low levels, characteristic of the previous eight years. This warrants a discussion in the management committee to elucidate possible management measures to address if this trend continues in future seasons.

In the golden crab fishery, the effort in the number of traps and vessels that carry out the extractive activity is also well below the numbers of the lobster fishery. Sampling with observers during the golden crab fishing trips indicates that the catches continue to be held by males, showing a low proportion of females.

Background environmental indicators in lobster habitat show that the temperature remained between 13° and 14°C most of the time, with intrusions of cooler water (<13°C) at the beginning and the end of the study period, while a highly homogeneous behavior was observed with respect to salinity. Regarding oxygen, high oxygenation of the water column was monitored, with values ranging between 8.5 and 9.5 mg/L.

During this season, sea urchins are strongly present in the lobster traps, reflecting a conspicuous presence in the rocky bottoms of the RC-SC insular platform. In the current work, biophysical modeling of the early stages of the Juan Fernández sea urchin was developed. This study highlighted the great advective potential of each subsystem, the low connectivity between them, and the presence of a circulation mechanism around the islands, which has probably favored the notorious expansion and demographic outbreak of this species in the rocky ecosystem. Additionally, exploratory sampling with a neuston network made it possible to identify and propose improvements in the sampling procedure to monitor meroplanktonic larvae, including those of the Juan Fernández sea urchin.

The analysis of catch rates of morwong in the RC-SC subsystem indicates that these have remained stable for the last eight years, as well as the average size of the catch. The results presented in this work suggest that a change in the hook size of morwong longlines in the range #7 - #9, does not generate significant differences in the mean size, this factor not being by itself a good mechanism to regulate the selectivity of this gear.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	iv
EXECUTIVE SUMMARY	vi
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
ACRÓNIMOS	xxi
UNIDADES DE MEDIDA	xxi
1 OBJETIVOS	22
1.1 Objetivo general	22
1.2 Objetivos específicos	22
2 ANTECEDENTES	23
2.1 Archipiélagos Juan Fernández e Islas Desventuradas	23
2.2 Pesquería de langosta de Juan Fernández	24
2.3 Pesquería del cangrejo dorado	25
2.4 Pesquería de breca y otras especies ícticas	26
2.5 Pescadores y sus organizaciones	26
2.6 Regulación de las pesquerías	27
2.7 Programas de monitoreo	29
2.8 Contexto pesquero en pandemia	29
3 METODOLOGÍA	30
3.1 Sistema de estudio	30
3.1.1 Consideraciones espaciales	32
3.2 Programas de monitoreo	32
3.2.1 Control de tráfico marítimo	33
3.2.2 Monitoreo pesquero	34
3.2.3 Monitoreo con muestreador científico	35
3.3 Objetivo 1	37
3.3.1 Langosta de Juan Fernández	40
3.3.2 Cangrejo Dorado	43
3.3.3 Breca de Juan Fernández	43
3.3.4 Aspectos técnicos de las embarcaciones y equipamiento a bordo	44
3.3.5 Contrastación de las capturas censales de langosta	45

3.4	Objetivo 2.....	46
3.4.1	Información biológica	46
3.4.2	Análisis de información en pesquerías de crustáceos.....	48
3.5	Objetivo 3.....	49
3.5.1	Registro de información.....	49
3.5.2	Análisis de información.....	49
3.6	Objetivo 4.....	50
3.6.1	Registro y análisis de información	50
3.7	Caracterización ambiental	51
3.7.1	Anclaje “Estación langosta I”	51
3.7.2	Muestreos con CTD	51
3.7.3	Modelación biofísica para erizo	53
3.7.4	Monitoreo larval prospectivo	57
4	RESULTADOS.....	60
4.1	Objetivo 1.....	60
4.1.1	Langosta de Juan Fernández	60
4.1.2	Cangrejo dorado	82
4.1.3	Breca de Juan Fernández y otras especies ícticas.....	84
4.1.4	Aspectos técnicos de las embarcaciones	88
4.1.5	Contrastación de estimaciones.....	92
4.1.6	Cadena de comercialización	96
4.2	Objetivo 2.....	97
4.2.1	Langosta de Juan Fernández.....	97
4.2.2	Cangrejo dorado	114
4.2.3	Peces	118
4.3	Objetivo 3.....	121
4.3.1	Trampas de crustáceos	121
4.3.2	Espinel vertical	127
4.4	Objetivo 4.....	130
4.5	Caracterización ambiental [contraoferta].....	131
4.5.1	Análisis anclaje “Estación langosta I” (enero 2022 -mayo 2023)	131
4.5.2	Análisis muestreos con CTD (julio 2022 – mayo 2023).....	134
4.5.3	Análisis modelación biofísica	140
4.5.4	Monitoreo larval prospectivo	148
5	DISCUSIÓN.....	151

5.1	Programa de monitoreo	151
5.2	Indicadores pesqueros	151
5.3	Indicadores biológicos	154
5.4	Fauna acompañante y captura incidental (aves, mamíferos y reptiles).....	156
5.5	Indicadores ambientales.....	158
5.6	Prospección zooneustónica	161
6	CONCLUSIONES	163
7	REFERENCIAS.....	164
ANEXOS.....		172

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Control de tráfico marítimo. Número total de salidas destinadas a la langosta y cangrejo por subsistema. Periodo julio 2022 a marzo 2023.	34
Tabla 2	Número de embarcaciones operando en la pesquería de langosta por subsistema. Temporada 2022/23.....	34
Tabla 3	Cobertura mensual de salidas de pesca de langosta registrados en las bitácoras de pescadores en cada subsistema. Temporada 2022/23.	35
Tabla 4	Número de salidas de pesca realizadas con muestreador científico a bordo de las embarcaciones, por subsistema y recurso. Periodo julio 2022 – marzo 2023.	36
Tabla 5	Cobertura del monitoreo biológico de las pesquerías de crustáceos en cada subsistema sobre el número total de salidas de pesca. Periodo julio 2022 - marzo 2023.	36
Tabla 6	Tamaños muestrales de capturas de langostas por sexo y subsistema según registros de muestreadores científicos. Periodo julio 2022 - marzo 2023. H: hembras, M: Machos, O: Ovigeras.	36
Tabla 7	Tamaños muestrales de capturas de cangrejo dorado por sexo según registros de muestreadores científicos. Periodo julio 2022 – marzo 2023.	37
Tabla 8	Mediciones morfométricas (cm) de los anzuelos utilizados en el experimento.	45
Tabla 9	Organización de las estaciones por grupo según sus ubicaciones.	52
Tabla 10	Configuración de simulaciones del modelo individuo basado (IBM) para <i>C. sylviae</i> en los sistemas de estudio AJF e ID para casos de estudio 2013, 2015 y 2018.	56
Tabla 11	Biodiversidad de larvas de recursos pesqueros de la isla Robinson Crusoe analizados.	57
Tabla 12	Información operacional de los lances con la red zooneustónica en los alrededores de la isla Robinson Crusoe.	58
Tabla 13	Captura (número de individuos retenidos), esfuerzo (número de trampas levantadas) y CPUE (número de individuos retenidos por trampa levantada) para langosta de Juan Fernández en el subsistema islas Robinson Crusoe – Santa Clara, por zona y mes durante la temporada 2022/23 (información no censal).	61
Tabla 14	Captura (número de individuos retenidos), Esfuerzo (número de trampas levantadas) y CPUE (número de individuos retenidos por trampa levantada) para langosta de Juan Fernández en el subsistema isla Alejandro Selkirk, por zona y mes durante la temporada 2022/23 (información no censal).	62
Tabla 15	Captura (número de individuos retenidos), Esfuerzo (número de trampas) y CPUE (número de individuos retenidos por trampa) para langosta de Juan Fernández en el subsistema archipiélago Islas Desventuradas, por zona y mes durante la temporada 2022/23 (información no censal).	62
Tabla 16	Esfuerzo de pesca y captura retenida de langosta de Juan Fernández por mes en los subsistemas AS, RC-SC e ID. Temporada 2022/23.	64
Tabla 17	Resultados de la estandarización de CPUE según modelos ajustados a las langostas capturadas retenidas y no retenidas por trampa en el subsistema RC-SC.	78
Tabla 18	Resultados de la estandarización de CPUE según modelos ajustados a las langostas capturadas retenidas y no retenidas por trampa en el subsistema AS.	78

Tabla 19	Esfuerzo de pesca y captura retenida de cangrejo dorado por mes en el subsistema RC-SC. Periodo julio 2022 a marzo de 2023.	83
Tabla 20	Captura (número de individuos), esfuerzo (número de trampas) y CPUE de cangrejo dorado retenido y no retenido en el subsistema RC-SC obtenidos desde muestreo biológico mensual (las capturas no son censales). Periodo julio de 2022 a marzo 2023.	83
Tabla 21	CPUE de cangrejo dorado retenido (sobre 110, 120 y 130 mm de AC respectivamente) en el subsistema RC-SC obtenidos desde muestreo biológico. Enero de 2022 a marzo de 2023.	84
Tabla 22	Coefficientes del análisis de varianza del GLM gamma de la talla de brechas respecto de tamaño de anzuelo utilizado en los espineles verticales del experimento en el subsistema RC-SC, 2022.	86
Tabla 23	Coefficientes del análisis de varianza del GLM binomial de la proporción de brechas respecto de tamaño de anzuelo utilizado en los espineles verticales del experimento en el subsistema RC-SC, 2022.	86
Tabla 24	Captura total anual (t) de especies ícticas capturadas y reportadas en el archipiélago Juan Fernández según registros de SERNAPESCA.	87
Tabla 25	Características de las embarcaciones de AJF.	88
Tabla 26	Proporción de sexual de ejemplares de langostas muestreados en cada subsistema, por zona y mes de estudio (hembras respecto del total). Temporada 2022/23.	102
Tabla 27	Longitud cefalotorácica media (mm) de ejemplares de langostas muestreados en cada subsistema, por zona y mes de estudio. Temporada 2022/23.	103
Tabla 28	Parámetros de la distribución modal por sexos para las capturas de langosta de Juan Fernández en los subsistemas RC-SC y AS durante las temporadas 2021/22 y 2022/23.	110
Tabla 29	Proporción de portación respecto al total de hembras de langosta de Juan Fernández muestreadas en cada subsistema, por zona y mes de estudio. Temporada 2022/23.	111
Tabla 30	Estimación del peso medio a la talla de langostas diferenciadas por sexo y sexos combinados (proyectos anteriores)	113
Tabla 31	Proporción sexual de cangrejo (hembras sobre el total), de portación (respecto del total de hembras) y ancho cefalotorácico medio (talla media en mm) de la captura total y retenida muestreadas en el subsistema RC-SC por zona y mes de estudio. Periodo julio de 2022 a marzo de 2023.	115
Tabla 32	Proporción sexual (hembras sobre el total) y talla media de la captura total de cangrejo dorado en RC-SC. Periodo julio de 2022 a marzo 2023.	115
Tabla 33	Número de individuos registrados por especie capturada en las trampas de langostas observadas e índice de ocurrencia de fauna acompañante S0%. Registros mensuales durante el periodo octubre 2022 a marzo 2023, por subsistema.	123
Tabla 34	Número de individuos registrados por especie capturada en las trampas de cangrejo dorado e índice de ocurrencia de fauna acompañante S0%. Registros mensuales durante el periodo julio de 2022 a marzo 2023, subsistema RC-SC.	126
Tabla 35	Composición de especies en las capturas con espinel vertical y brecha de Juan Fernández como especie objetivo en RC-SC, periodo 2012 a 2022.	128
Tabla 36	Registros de captura incidental observada por los muestreadores científicos durante el periodo 2015-2023. El número de salidas de pesca cubiertas incluye todas las salidas de registradas por muestreadores científicos en los tres subsistemas.	131

Tabla 37	Abundancia y biomasa de la comunidad zooneustónica recolectada en los alrededores de RC-SC durante el verano 2022/2023 expresada en función del tiempo total de arrastre y proyectada a 5 minutos de arrastre horizontal. Esta última proyección es para poder comparar ambas variables con otros estudios sobre el neuston de la costa de Chile desarrollado por LOBA. Trama de la red: 800 µm .	149
Tabla 38	Composición de la comunidad zooneustónica y abundancia (Individuos capturados por 30 minutos arrastre de la red) recolectada durante la temporada de verano 2022/2023 en la isla Robinson Crusoe y abundancia total por zona y muestreo. Trama de la red: 800 µm .	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación geográfica de los archipiélagos Juan Fernández e Islas Desventuradas.	24
Figura 2	Fotografías del sistema de estudio. A) Bahía Cumberland, subsistema RC-SC. B) “Las Casas”, subsistema AS. C) Sector “La Potala”, subsistema ID.	31
Figura 3	Indicación de la división en zonas estadísticas utilizadas en proyectos anteriores. Arriba subsistemas RC-SC (izquierda) y AS (derecha), abajo subsistema ID.	32
Figura 4	Medidas morfométricas registradas para langosta de Juan Fernández (izquierda) y cangrejo dorado (derecha) durante el monitoreo biológico a bordo de las embarcaciones.	47
Figura 5	Ubicación del anclaje y estaciones de muestreo con CTD realizadas durante el año 2022-2023. Los colores indican la división por grupo. G1 = puntos azules, G2 = puntos rojos, G3 = puntos amarillos, G4 = puntos morados, G5 = puntos verdes y G6 = puntos celestes.	52
Figura 6	Zonas de liberación de partículas. a) isla Alejandro Selkirk (AS), b) islas Robinson Crusoe - Santa Clara (RC-SC), c) archipiélago Islas Desventuradas. En azul isla San Félix (SF), en rojo isla San Ambrosio (SA).	55
Figura 7	Fotografías con la operación de arrastre horizontal de una red neustónica utilizada para recolectar estadios larvales y/o juveniles de invertebrados y peces de interés ecológico o comercial en la isla Robinson Crusoe durante el proyecto FIPA 2022-21. Redes aportadas por el Laboratorio de Oceanografía Biológica Austral, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.	57
Figura 8	Posicionamiento geográfico de las estaciones utilizadas para describir el rol de la capa neustónica como hábitat para especies de importancia comercial y/o ecológica.	59
Figura 9	Número de langostas retenidas y no retenidas capturadas por trampa levantada (CPUE) en las diferentes zonas de pesca del subsistema RC-SC desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.	66
Figura 10	CPUE (número de langostas retenidas por trampa) por zona delimitada en el subsistema RC-SC desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.	67
Figura 11	Número de langostas retenidas y no retenidas capturadas por trampa levantada (CPUE) en los diferentes meses de pesca en el subsistema RC-SC desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.	67
Figura 12	CPUE de langostas retenidas y no retenidas en las diferentes temporadas de pesca (desde la temporada 2006/07 hasta la temporada 2022/23) en el subsistema RC-SC. El eje X representa distintos intervalos de tiempo durante las temporadas utilizados para el cálculo de la CPUE.	68
Figura 13	Coeficiente de correlación entre la CPUE calculada a distintos intervalos de tiempo versus la CPUE calculada para la temporada completa, utilizando los datos desde octubre de la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23 para el subsistema RC-SC.	68
Figura 14	Serie de tiempo de CPUE de langostas retenidas (a) y no retenidas (b) por trampa levantada en el subsistema RC-SC. Los círculos rojos son los promedios mensuales de CPUE, la línea discontinua horizontal indica el promedio de las capturas durante toda la serie, en azul y gris se presentan las medias móviles, la línea negra continua corresponde a la tendencia de la serie. Periodo octubre 2006 a marzo de 2023.	69
Figura 15	Número de langostas retenidas y no retenidas capturadas por trampa levantada (CPUE) en las diferentes zonas de pesca del subsistema AS desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.	71

Figura 16	CPUE (número de langostas retenidas por trampa) por zonas delimitadas del subsistema AS desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.	71
Figura 17	Número de langostas retenidas y no retenidas capturadas por trampa levantada (CPUE) en los diferentes meses en el subsistema AS desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.	72
Figura 18	CPUE de langostas retenidas y no retenidas en las diferentes temporadas de pesca (desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23) en el subsistema AS. El eje X representa distintos intervalos de tiempo durante la temporada utilizados para el cálculo de la CPUE.	72
Figura 19	Coefficiente de correlación entre la CPUE calculada a distintos intervalos de tiempo versus la CPUE calculada para la temporada completa, utilizando los datos desde octubre de la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23 para el subsistema AS.	73
Figura 20	Serie de tiempo de CPUE de langostas retenidas (a) y no retenidas (b) por trampa levantada en el subsistema AS. Los círculos rojos son los promedios mensuales de CPUE, la línea discontinua horizontal indica el promedio de las capturas durante toda la serie, en azul y gris se presentan las medias móviles, la línea negra continua corresponde a la tendencia de la serie. Periodo octubre 2006 a marzo de 2023.	74
Figura 21	Número de langostas retenidas y no retenidas capturadas por trampa levantada (CPUE) en las diferentes zonas de pesca del subsistema ID desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.	75
Figura 22	Serie de tiempo del número de langostas retenidas y no retenidas capturadas por trampa levantada (CPUE) por temporada en el subsistema ID.	76
Figura 23	CPUE de langostas retenidas y no retenidas en las diferentes temporadas de pesca en el subsistema ID. El eje X representa distintos intervalos de tiempo durante la temporada utilizados para el cálculo de la CPUE.	76
Figura 24	Representación de los residuos asociados al modelo 8 (con efectos aleatorios). (a) QQ-plot de residuos observados y residuos predichos junto a (b) histograma de distribución de frecuencia de residuos simulados respecto de la diferencia entre los residuos observados y predichos (línea roja). Las características de la distribución de los residuos de esta figura fueron muy cercanas al diagnóstico de residuos derivados de modelos igualmente configurados para langostas no retenidas de RC-SC, y retenidas y no retenidas de AS.	79
Figura 25	Estandarización de la CPUE de langostas retenidas por trampa (a) y langostas No retenidas por trampa (b) en RC-SC. Temporadas 2006/07 a 2022/23.	80
Figura 26	Estandarización de la CPUE de langostas retenidas por trampa (a) y langostas no retenidas por trampa (b) en AS. Temporadas 2006/07 a 2022/23.	81
Figura 27	Serie de captura por unidad de esfuerzo entre el año 2012 y marzo de 2023 de breca de Juan Fernández. a) Subsistema RC-SC; b) Subsistema AS.	85
Figura 28	Tasas de captura de breca en el subsistema RC-SC lances con espinel brequero utilizando datos históricos y del presente proyecto. La serie se inicializa a comienzo de la temporada de la langosta en octubre hasta septiembre del siguiente año.	86
Figura 29	Desembarque mensual (t) de principales especies ícticas en AJF. Periodo julio de 2022 a marzo de 2023. Fuente: Sernapesca.	87
Figura 30	Captura por unidad de esfuerzo de bacalao de Juan Fernández en espineles verticales desplegados alrededor de RC-SC.	88

Figura 31	Duración de las salidas de pesca de langosta en a) ID, b) RC-SC, c) AS y d) tiempo de reposo de los espineles verticales utilizados en la captura de breca (línea roja marca referencia de 10 horas en las salidas de pesca y 30 minutos en tiempo de calado).	90
Figura 32	Distribución espacial de los lances con espinel vertical realizado alrededor de la isla Robinson Crusoe. A) lances experimentales, B) lances históricos.	91
Figura 33	a) Distribución de tamaños de las brechas capturadas (longitud de horquilla) y b) Proporción de brechas respecto de la captura total, por tamaño de anzuelo en los espineles verticales durante el trabajo experimental en el subsistema RC-SC.....	92
Figura 34	Reconstrucción de desembarques y comparación con las estimaciones obtenidas desde el programa de monitoreo de la pesquería de langosta.	93
Figura 35	Serie de tiempo de registros de esfuerzo total en número de trampas revisadas por salida con captura retenida y no retenida por temporada de pesca de langosta en cada subsistema.	94
Figura 36	Serie de tiempo del número de salidas de pesca de langosta por temporada en los subsistemas RC-SC, AS e ID.	94
Figura 37	Serie de tiempo del esfuerzo en número de trampas revisadas por temporada de pesca de langosta en los subsistemas AS y RC-SC.	95
Figura 38	Desembarques de Sernapesca y comparación con las estimaciones obtenidas desde el programa de monitoreo de la pesquería de cangrejo durante el periodo julio de 2022 a marzo 2023.	95
Figura 39	Desembarques de Sernapesca y comparación con las estimaciones obtenidas desde el programa de monitoreo de la pesquería de breca durante el periodo julio de 2022 a marzo 2023 a) RC-SC, b) AS. 96	
Figura 40	Esquema de la cadena de comercialización de langosta (<i>Jasus frontalis</i>) en AJF.	97
Figura 41	Serie de tiempo de la talla media de langostas retenidas por subsistema. Periodo 2008/09- mar 2022/23. La línea discontinua negra indica la talla mínima legal (115 mm).	104
Figura 42	Proporción de tallas de langosta de Juan Fernández por sexo (hembras a la izquierda y machos a la derecha) capturadas mensualmente a) octubre; b) noviembre; c) diciembre; d) enero; e) febrero; f) marzo y g) abril y h) mayo, durante las temporadas 2020/21 (negro), 2021/22 (gris) y 2022/23 (azul) en el subsistema RC-SC. La línea punteada indica la talla mínima legal de retención (115 mm de LC).	105
Figura 43	Proporción de tallas de langosta de Juan Fernández por sexo (hembras a la izquierda y machos a la derecha) capturadas mensualmente a) octubre; b) noviembre; c) diciembre; d) enero; e) febrero; f) marzo y g) abril, durante las temporadas 2020/21 (negro), 2021/22 (gris) y 2022/23 (azul) en el subsistema AS. La línea punteada indica la talla mínima legal de retención (115 mm de LC).	106
Figura 44	Estructura de tallas de langosta del subsistema RC-SC temporadas 2011/2012, 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20, 2020/21, 2021/22 y 2022/23. (a) Hembras octubre- diciembre; (b) Hembras enero-mayo; (c) Machos octubre- diciembre; (d) Machos enero-mayo.	107
Figura 45	Estructura de tallas de langosta del subsistema AS, temporadas 2011/2012, 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20, 2020/21, 2021/22 y 2022/23 (a) Hembras octubre- diciembre; (b) Hembras enero-mayo; (c) Machos octubre-diciembre; (d) Machos enero-mayo.	108
Figura 46	Estructura de tallas de langosta del subsistema ID, 2020/21, 2021/22 y 2022/23 (a) hembras y (b) machos.	108

Figura 47	Descomposición modal de la estructura de tallas de las capturas de langosta en RC-SC. (a) Hembras temporada 2021/22; (b) Machos temporada 2021/22; (c) Hembras temporada 2022/23; (d) Machos temporada 2022/23.	109
Figura 48	Descomposición modal de la estructura de tallas de las capturas de langosta en el subsistema AS. (a) Hembras temporada 2021/22; (b) Machos temporada 2021/22; (c) Hembras temporada 2022/23; (d) Machos temporada 2022/23.	109
Figura 49	Proporción de portación a la talla de langosta de Juan Fernández por mes durante el periodo octubre de 2022 a marzo de 2023. (a) Subsistema RC-SC; (b) subsistema AS.	111
Figura 50	Ajuste de modelo LOESS (regresión local) a la proporción de portación a la talla de langosta de Juan Fernández por mes en el subsistema RC-SC. Temporada 2022/23.	112
Figura 51	Ajuste de modelo LOESS (regresión local) a la proporción de portación a la talla de langosta de Juan Fernández por mes en el subsistema AS. Temporada 2022/23.	112
Figura 52	Proporción de portación mensual obtenida de la modelación de la proporción de portación de langosta de Juan Fernández para los subsistemas RC-SC y AS. Periodo octubre 2019 hasta marzo de 2023.	113
Figura 53	Frecuencia de distribución de tallas de cangrejo dorado del muestreo de las capturas en el subsistema RC-SC durante el período julio de 2022 a marzo de 2023.	116
Figura 54	Proporción de tallas de la captura retenida de cangrejo dorado en el subsistema RC-SC. Período julio de 2022 a marzo de 2023.	116
Figura 55	Serie de tiempo mensual de talla media de las capturas retenidas y total de cangrejo dorado. Periodo noviembre 2012 a marzo de 2023. La línea gris horizontal discontinua indica la talla comercial adoptada voluntariamente (130 mm de AC) y la línea roja corresponde a la tendencia de la captura retenida.	117
Figura 56	Relación talla-peso de cangrejo dorado por sexo. Registros tomados en laboratorio en la isla Robinson Crusoe durante el 2020. (Ernst <i>et al.</i> , 2021).	118
Figura 57	Proporción a la talla (LT) de las capturas de breca por año calendario (2016 a diciembre de 2022). (a) Subsistema RC-SC; (b) Subsistema AS.	119
Figura 58	Talla media (Longitud Total) de las capturas de las principales especies utilizadas como carnada entre los años 2012 y 2023 en AJF. a) Morena (anguila); b) breca de Juan Fernández; c) jurel de Juan Fernández; d) vidriola.	120
Figura 59	Proporción a la talla de capturas de breca por año calendario. La línea vertical discontinua indica la madurez del 50% (FIPA 2020-35).	120
Figura 60	Fauna acompañante expresada según la frecuencia de ejemplares por grupo taxonómico mayor, capturados durante la temporada 2022/23 en la pesquería de langosta. a) Subsistema ID; b) subsistema RC-SC; c) subsistema AS.	124
Figura 61	Proporción de número de especies capturadas y presencia en trampas utilizando trampas de langosta durante la temporada 2022/23 por subsistema a partir de las observaciones de los muestreadores científicos.	124
Figura 62	Distribución espacial de erizos en trampas de langosta alrededor de RC-SC, temporada 2022/23. Los círculos azules corresponden al número de erizos por trampa. El tamaño de los círculos es de acuerdo al intervalo de número de erizos por trampa revisada. Las líneas alrededor de las islas corresponden a la profundidad e indican intervalos de 50m, iniciando en el estrato de 0 – 50m (Registros desde el programa de monitoreo con muestreadores científicos a bordo).	125

- Figura 63 Fauna acompañante expresada según la frecuencia de ejemplares por especie capturados durante el periodo julio de 2022 a marzo 2023 en la pesquería de cangrejo dorado. 126
- Figura 64 Proporción de número de especies capturadas y presencia en trampas utilizando trampas de cangrejo dorado durante el periodo jul 2022 a marzo 2023 a partir de las observaciones de los muestreadores científicos. 127
- Figura 65 Proporción de breca en captura por lance en el subsistema RC-SC. Registros históricos del programa de monitoreo biológico. a) por mes (desde el comienzo de la temporada de la langosta en octubre hasta septiembre y b) anual. 128
- Figura 66 Composición de las capturas utilizando espinel vertical durante el año 2022 en RC-SC registradas por muestreadores científicos. 129
- Figura 67 Proporción de especies capturadas durante el año 2022 con espinel vertical según intencionalidad, vidriola (panel izquierdo) y breca (panel derecho) registradas por muestreadores científicos. 129
- Figura 68 Diagrama Hovmöller tiempo-profundidad de la (A) temperatura, (B) salinidad y (C) oxígeno disuelto para el anclaje instalado entre el 14 de enero del 2022 al 09 de mayo del 2023. 132
- Figura 69 Diagramas TSO para los datos obtenidos entre A) 40-65 metros, B) 75-90 metros, C) 100-120 metros y D) todos los datos obtenidos por el anclaje. El cuadrado rojo indica la salinidad y temperatura típica del Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y el azul los valores típicos de Agua Subantártica (ASAA).
133
- Figura 70 (A) Perfiles promedio de temperatura alrededor de la isla Robinson Crusoe para los meses de julio (azul), agosto (rojo), septiembre (amarillo), octubre (verde), noviembre (celeste) y diciembre (morado). Cada perfil representa el promedio de al menos 30 estaciones de muestreo. El área sombreada de los paneles (B) a (I) representa el mínimo y máximo registrado considerando todas las estaciones de muestreo para cada mes, mientras que la línea sólida representa el promedio.
135
- Figura 71 (A) Perfiles promedio de salinidad alrededor de la isla Robinson Crusoe para los meses de julio (azul), agosto (rojo), septiembre (amarillo), octubre (verde), noviembre (celeste) y diciembre (morado). Cada perfil representa el promedio de al menos 30 estaciones de muestreo. El área sombreada de los paneles (B) a (I) representa el mínimo y máximo registrado considerando todas las estaciones de muestreo para cada mes, mientras que la línea sólida representa el promedio.
136
- Figura 72 (A) Perfiles promedio de oxígeno disuelto alrededor de la isla Robinson Crusoe para los meses de julio (azul), agosto (rojo), septiembre (amarillo), octubre (verde), noviembre (celeste) y diciembre (morado). Cada perfil representa el promedio de al menos 30 estaciones de muestreo. El área sombreada de los paneles (B) a (G) representa el mínimo y máximo registrado considerando todas las estaciones de muestreo para cada mes, mientras que la línea sólida representa el promedio.
137
- Figura 73 Perfiles promedio estacionales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para los grupos G1 (azul), G2 (rojo), G3 (amarillo), G4 (verde), G5 (celeste) y G6 (morado). A, B y C corresponden a la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto durante el invierno (INV: julio y agosto). D, E y F corresponden a la primavera (PRIM: septiembre, octubre y noviembre). G, H e I corresponden al verano (VER: diciembre, enero y febrero). J, K y L corresponden al otoño (OTO: mayo 2023). ... 139
- Figura 74 Matriz de conectividad de experimentos de simulación IMB de larvas de *C. sylviae*. a) año 2013, b) año 2015, c) año 2018. En el eje x se representan las 6 zonas de liberación en el subsistema RC-SC, en el eje y se representan las zonas de reclutamiento para los subsistemas RC-SC (6 zonas),

	AS (6 zonas), SF (7 zonas) y SA (6 zonas). Los colores representan la concentración de larvas en cada lugar de interacción de las zonas de liberación con las zonas de reclutamiento.	141
Figura 75	Velocidades zonales (positivas: este; negativas: oeste) estacionales para el periodo de distribución larval de <i>C. sylviae</i> (AMJ, otoño; JAS, invierno; OND, primavera) promediadas hasta los 100 m considerando la zona de estudio (AJF-ID) para el año 2013. Datos obtenidos a partir del modelo Copernicus.	142
Figura 76	Velocidades zonales (positivas: este; negativas: oeste) estacionales para el periodo de distribución larval de <i>C. sylviae</i> (AMJ, otoño; JAS, invierno; OND, primavera) promediadas hasta los 100 m considerando la zona de estudio (AJF-ID) para el año 2015. Datos obtenidos a partir del modelo Copernicus.	143
Figura 77	Velocidades zonales (positivas: este; negativas: oeste) estacionales para el periodo de distribución larval de <i>C. sylviae</i> (AMJ, otoño; JAS, invierno; OND, primavera) promediadas hasta los 100 m considerando la zona de estudio (AJF-ID) para el año 2018. Datos obtenidos a partir del modelo Copernicus.	143
Figura 78	Velocidades meridionales (positivas: norte; negativas: sur) estacionales para el periodo de distribución larval de <i>C. sylviae</i> (AMJ, otoño; JAS, invierno; OND, primavera) promediadas hasta los 100 m considerando la zona de estudio (AJF-ID) para el año 2013. Datos obtenidos a partir del modelo Copernicus.	144
Figura 79	Velocidades meridionales (positivas: norte; negativas: sur) estacionales para el periodo de distribución larval de <i>C. sylviae</i> (AMJ, otoño; JAS, invierno; OND, primavera) promediadas hasta los 100 m considerando la zona de estudio (AJF-ID) para el año 2015. Datos obtenidos a partir del modelo Copernicus.	145
Figura 80	Velocidades meridionales (positivas: norte; negativas: sur) estacionales para el periodo de distribución larval de <i>C. sylviae</i> (AMJ, otoño; JAS, invierno; OND, primavera) promediadas hasta los 100 m considerando la zona de estudio (AJF-ID) para el año 2018. Datos obtenidos a partir del modelo Copernicus.	145
Figura 81	Conectividad media de larvas de <i>C. sylviae</i> . a) junio del año 2015 b) julio del año 2015 c) agosto del año 2015. La barra de colores representa la dimensión temporal del seguimiento de las partículas de las simulaciones, en colores oscuros (rojo) se representan los primeros días de seguimiento de partículas, los colores claros (amarillo-blanco) representan los últimos días de seguimiento.	147
Figura 82	Morfología de la especie zooneustónica más abundante durante el muestreo estival 2022/2023 en la isla Juan Fernández: a) aspecto general de la hidromedusa que parece pertenecer al género <i>Sarsia</i> , b) y c) la misma hidromedusa consumiendo huevo de una especie desconocida de pez. Se caracteriza por presentar un largo y musculoso manubrio. El diámetro de la umbrela de la medusa es de 20 mm. El huevo tiene un diámetro de 1 mm.	150
Figura 83	Vista lateral de un alevín de pez de la isla Juan Fernández recolectado en la capa neustónica durante la campaña estival 2022/2023. Longitud total: 2.2 mm.	150
Figura 84	Tasas de captura de langostas no retenidas para los subsistemas RC-SC y AS entre las temporadas 2010/11 a marzo 2022/23, por mes. Las líneas discontinuas corresponden a la tendencia de cada serie.	154

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO I. Implementación del programa de seguimiento de las pesquerías de crustáceos de los archipiélagos Juan Fernández e Islas Desventuradas.
- ANEXO II. Identificación de especies marinas consideradas fauna acompañante de las pesquerías de crustáceos y especies ETP que se distribuyen en los archipiélagos Juan Fernández e Islas Desventuradas
- ANEXO III. Plan de actividades y Reporte de gestión 2022-23.
- ANEXO IV. Acta reunión de coordinación inicial.

ACRÓNIMOS

Acrónimo	Definición
AC	Ancho cefalotorácico
AESS	Agua Ecuatorial Subsuperficial
AIC	Criterio de información de Akaike
AJF	Archipiélago Juan Fernández
AS	Subsistema isla Alejandro Selkirk
CPUE	Captura por unidad de esfuerzo
CTM	Control de tráfico marítimo
DA	Declaración Artesanal
Df	Grados de libertad
GLM	Modelo lineal generalizado
ID	Archipiélago Islas Desventuradas
LC	Longitud cefalotorácica
MSC	Marine Stewardship Council
RC-SC	Subsistema de islas Robinson Crusoe y Santa Clara
TSM	Temperatura superficial del mar
TSO	Diagrama Temperatura -salinidad-oxígeno

UNIDADES DE MEDIDA

Símbolo	Unidad
mm	Milímetros
PSU	Unidad práctica de salinidad
mg/L	Miligramos por litro
g	Gramo
m	Metro
mn	Milla náutica
t	Toneladas
µm	Micrómetro

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Generar información de las pesquerías de crustáceos y peces del archipiélago de Juan Fernández, así como del ecosistema asociado, desarrolladas en el mar territorial chileno, con el propósito de poner a disposición de la Administración Pesquera, los indicadores y antecedentes para el manejo adecuado y oportuno de las pesquerías que aquí se desarrollan.

1.2 Objetivos específicos

1.2.1. Estimar indicadores operacionales y pesqueros asociados al desarrollo de las actividades extractivas de crustáceos y peces capturados en el archipiélago de Juan Fernández, considerando variaciones espacio temporales de los mismos.

1.2.2. Determinar indicadores biológicos de las especies capturadas que den cuenta de la estructura del stock explotado en langosta de Juan Fernández, cangrejo dorado, breca de Juan Fernández, vidriola y bacalao de Juan Fernández.

1.2.3. Determinar la composición específica de las capturas en las operaciones de pesca dirigidas a langosta de Juan Fernández, cangrejo dorado y en operaciones de pesca dirigidas a peces.

1.2.4. Caracterizar la captura incidental (aves, mamíferos y reptiles), a través de la estimación de indicadores y el análisis de sus variaciones espacio-temporales.

2 ANTECEDENTES

2.1 Archipiélagos Juan Fernández e Islas Desventuradas

El archipiélago Juan Fernández es un conjunto de islas oceánicas (AJF; Arana, 1987) ubicado a 360 mn aproximadamente de la costa chilena, frente a Valparaíso. Está compuesto de tres islas, Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk, esta última ubicada a ~90 mn más al oeste (Figura 1). Las características oceánicas y su alto grado de endemismo (Rozbaczylo & Castilla, 1987; Pequeño & Sáez, 2000) hacen de estas islas un ecosistema muy diferente respecto al de la costa de Chile continental. Por su peculiaridad biogeográfica e importancia geológica, en 1935 el Estado de Chile las declaró parque nacional. Posteriormente, en 1977 la UNESCO las declaró reserva mundial de la biósfera (www.unesco.org). En enero de 2018 el Consejo de ministros para la Sustentabilidad (CMS) aprobó la creación de un parque marino en el archipiélago Juan Fernández y la ampliación del AMCP-MU (Área marina costera protegida de múltiples usos).

Además, a unos 780 kilómetros al norte del archipiélago Juan Fernández y a poco más de 850 kilómetros al oeste de la costa chilena frente a Chañaral (Región de Atacama, Figura 1), se encuentra un conjunto de pequeñas islas que emergen del cordón montañoso de Nazca y componen el archipiélago de las Islas Desventuradas (ID), cuyas islas principales son San Félix y San Ambrosio (Bahamonde, 1987). Sus aguas circundantes muestran similitudes faunísticas y florísticas considerables entre sí y con las del archipiélago Juan Fernández, presentando los índices de endemismo de especies más altos registrados en el mar, con un 72% de especies exclusivas de estas islas. Para asegurar su protección, en marzo de 2016 se promulgó la Declaración de Parque Marino “Nazca-Desventuradas” (D.S. (MMA) N° 5/2016) con una superficie protegida de 300035 km², cuya publicación oficial se realizó en agosto del mismo año.

Históricamente, los recursos pesqueros aledaños a ambos sistemas insulares han sido extraídos por la comunidad fernandeziana. La población habita de forma permanente solo el poblado de San Juan Bautista, emplazado en bahía Cumberland en la isla Robinson Crusoe, albergando a 926 habitantes (53.9% hombres y 46.1% mujeres, Censo 2017), cuyo desarrollo económico se sustenta en gran medida en torno a la extracción de crustáceos. La actividad pesquera es exclusivamente artesanal (Pladeco 2009, Juan Fernández) y la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) es la especie principal. Además, en las últimas décadas la pesquería de cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*) se ha presentado como alternativa para diversificar la actividad extractiva (Pladeco, 2015). Se extraen también algunas especies ícticas (e.g. breca, vidriola, bacalao) tanto para consumo humano directo, como para creación de artesanías y usos como carnada dentro del proceso de captura de crustáceos. El alto valor económico de la langosta y la falta de desarrollo de otros sectores, determinaron en el pasado que el esfuerzo pesquero se concentrara principalmente en la explotación de ambos crustáceos, sin embargo, en los últimos años el esfuerzo de pesca sobre el recurso cangrejo dorado ha disminuido significativamente, evidenciándose un aumento importante en la captura de especies ícticas (Ernst *et al.*, 2011; Ernst *et al.*, 2020).

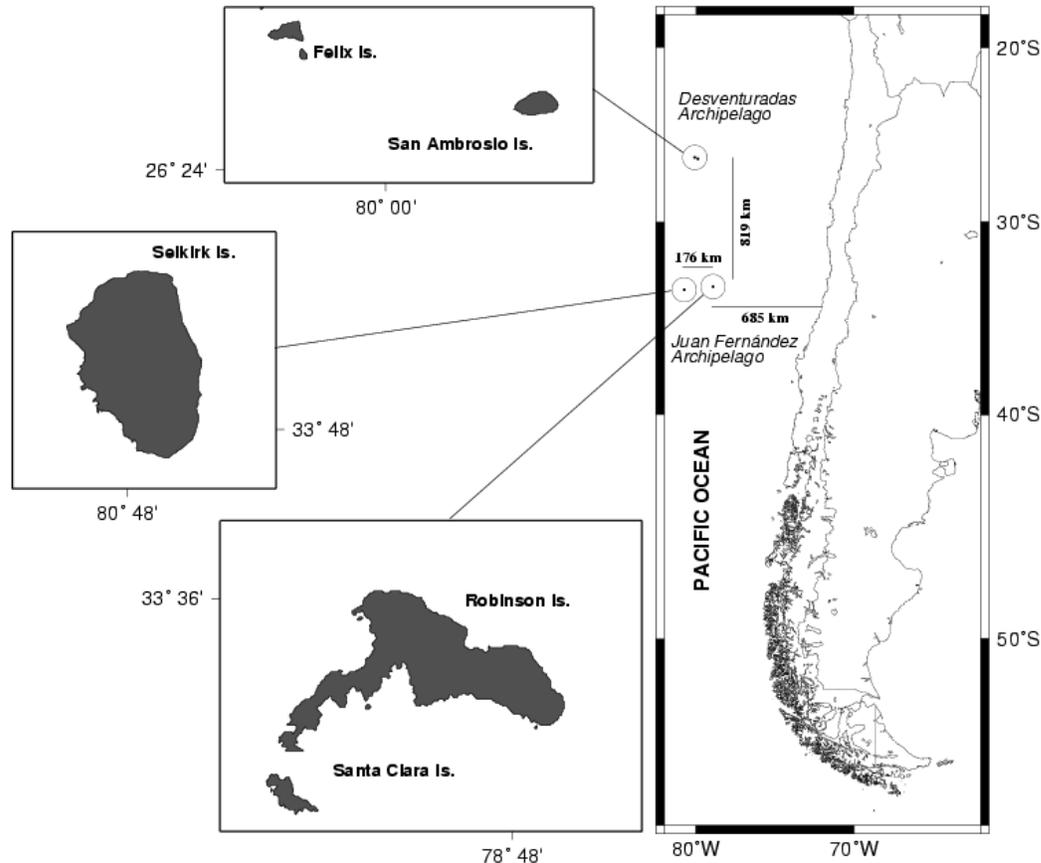


Figura 1 Ubicación geográfica de los archipiélagos Juan Fernández e Islas Desventuradas.

2.2 Pesquería de langosta de Juan Fernández

La pesquería de langosta de Juan Fernández es una de las más antiguas pesquerías de crustáceos de Chile y cuenta con registros de captura desde los años 1930s (Yáñez *et al.*, 1985). Las faenas extractivas se han realizado históricamente en tres áreas de pesca, a saber: Robinson Crusoe-Santa Clara (RC-SC); Alejandro Selkirk (AS); y San Félix-San Ambrosio (ID). La flota pesquera principal, entre 37 a 45 embarcaciones, opera en el litoral de Robinson Crusoe – Santa Clara. En Alejandro Selkirk opera una fracción del total de pescadores, 14 embarcaciones dependiendo de la temporada de pesca, que se trasladan temporalmente a la isla. En el archipiélago Islas Desventuradas las actividades pesqueras son esporádicas y son efectuadas por un pequeño grupo de pescadores de Juan Fernández (2 a 8 embarcaciones desde 2010, *Com. Pers. Asesoría Productiva STIPA JF*, Ernst *et al.*, 2015) que se desplaza e instala por cortos períodos de tiempo en la isla San Ambrosio, regresando posteriormente a la isla Robinson Crusoe (Arana, 1987).

Ernst *et al.* (2010a), Ernst & Orensanz (en Arana *et al.*, 2006b) y Ernst *et al.* (2013) resaltan las siguientes características fundamentales de esta pesquería: (a) el tamaño de las embarcaciones se ha mantenido relativamente constante desde los años 1950s, pero en los últimos años han ocurrido varios reemplazos, que han introducido cambios importantes en la flota; (b) la fuerza de pesca

expresada como número de botes se mantuvo constante en ambos subsistemas hasta el 2010, pero el reemplazo de embarcaciones ha aumentado el tamaño de la flota en años recientes; (c) existen unidades discretas, localidades identificables por coordenadas geográficas y conocidas bajo el nombre de “Marcas”, donde ocurre el proceso de pesca (Ernst *et al.*, 2010a; Ernst *et al.*, 2013). Cada pescador posee un cierto número de Marcas, las cuales han sido adquiridas con un bote, heredadas o descubiertas. Esto determina que la pesca en cada una de estas islas se desarrolle de forma ordenada y organizada, característica fundamental de su manejo tradicional. En general cada embarcación opera primariamente en un sector de cada subsistema; (d) la unidad fundamental de esfuerzo en esta pesquería es la trampa (Arana *et al.*, 2006b; Ernst *et al.*, 2010b). Su diseño exterior se ha mantenido constante por décadas, aunque sufrió una modificación interna desde una configuración tipo “I” a una “L”, a comienzos de los años 1980s y un aumento en número de trampas por bote a comienzo de los años 2000s mediante la introducción del huinche (Ernst *et al.*, 2010a). En las últimas temporadas algunos patrones han introducido anillos plásticos de escape a las trampas langosteras (Ernst *et al.*, 2013), sin embargo, su uso ha ido en disminución (Ernst *et al.*, 2019).

Respecto a las capturas y los rendimientos de pesca, han ocurrido algunos cambios notables en la década del 2000. Hasta esa fecha se habían reportado disminuciones sistemáticas y fluctuantes en las capturas desde la década de los 1970s, lo cual generó diagnósticos pesimistas sobre el estado de la pesquería (Arana *et al.*, 1997; Arana *et al.*, 2006b) y motivó incluso la proposición de cambios en la distribución espacial del esfuerzo mediante la introducción de áreas marinas protegidas (Eddy *et al.*, 2010). Sin embargo, a partir del año 2005 se evidencia un repunte en los desembarques y en las tasas de captura, alcanzando niveles históricos reportados a comienzo de la década de los 1970s (Ernst *et al.*, 2013). Después del alza en la captura de comienzos de la década del 2010 se ha evidenciado una fuerte disminución sistemática en las capturas no retenidas en RC-SC y AS (Ernst *et al.*, 2020)

2.3 Pesquería del cangrejo dorado

La pesquería de cangrejo dorado es una de las más recientes actividades desarrolladas en el archipiélago Juan Fernández. Su extracción con fines comerciales empieza después de los proyectos de pesca exploratoria realizados a mediados de los 1990s en AJF (Arana, 2000a; 2000b). Desde 1996 hasta la actualidad, esta pesquería ha sido desarrollada principalmente por 4 a 6 embarcaciones que han operado alrededor de la isla Robinson Crusoe. Si bien existe información anecdótica de presencia de cangrejo dorado en la isla Alejandro Selkirk y en Desventuradas, este no es extraído con propósitos comerciales.

La extracción de esta especie se realiza con aparejos similares a los utilizados para la extracción de langosta. Estos pueden ser dispuestos en forma individual o en tenas con un máximo de dos trampas por Marca (caladero). La actividad extractiva se realiza en zonas más alejadas de la costa, encontrándose algunos caladeros fuera de las 5 millas náuticas de reserva para la pesca artesanal, donde el calado es realizado en profundidades que varían entre los 300 a 1000 m.

Los desembarques de esta pesquería destacan por una fuerte presencia de machos. La información biológica y pesquera de este recurso ha sido escasa, correspondiendo principalmente a trabajos

realizados hace más de una década, al proyecto FIP 2004-48 (Arana *et al.*, 2006b), a los registros pesqueros de Sernapesca y al registro realizado a través de los programas de seguimiento de la pesquería. Así, los proyectos de monitoreo ejecutados desde 2011, han permitido actualizar los registros e indicadores pesqueros y obtener información biológica asociada a esta especie.

Existen acuerdos voluntarios provenientes de las empresas comercializadoras, que han aconsejado que los individuos tengan una talla mínima de desembarque (130 mm de ancho de cefalotórax), para un mejor rendimiento en la extracción de carne.

2.4 Pesquería de breca y otras especies ícticas

Existe una gran diversidad de especies ícticas presentes en las aguas de AJF (Pequeño & Sáez, 2000), y sólo algunas de ellas son extraídas para su comercialización, existiendo desembarques considerables de breca (*Nemadactylus gayi*), vidriola (*Seriola lalandi*), jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*), morena (*Gymnotorax porphyreus*) y bacalao (*Polyprión oxygeneios*). La extracción de peces en los archipiélagos Juan Fernández e Islas Desventuradas tienen dos fines principales, uno para consumo humano directo y otro como carnada asociada a la pesquería de langosta y/o cangrejo dorado. Este último destino está fuertemente determinado por la temporada de pesca, siguiendo principalmente la variabilidad en la demanda sujeta a la importante pesquería de langosta. Por ejemplo, la estimación de los volúmenes totales extraídos en la isla Alejandro Selkirk en una temporada alcanzan las 60 toneladas (Ernst *et al.*, 2010a). En este subsistema, la pesquería de especies ícticas estaría ocurriendo sólo entre octubre y mayo de cada año, mientras que en RC-SC, se extiende por todo el año, disminuyendo la demanda de peces durante la veda de la langosta (Ernst *et al.*, 2015). Particularmente, la breca de Juan Fernández es una de las especies ícticas más importantes del archipiélago Juan Fernández, sosteniendo la actividad pesquera durante la veda de la langosta.

De esta forma, la estimación rutinaria de las remociones de especies ícticas por la principal fuente de extracción (pesquería de carnada de crustáceos) es muy relevante para tener una noción del impacto antrópico sobre estas poblaciones y se ha estado desarrollando conforme se ejecutan los programas de seguimiento de las pesquerías de crustáceos.

2.5 Pescadores y sus organizaciones

Durante el inicio de la temporada 2020/21 estuvieron activas 59 embarcaciones, distribuidas 42 en Robinson Crusoe y 14 en Alejandro Selkirk y 3 en Desventuradas (Ernst *et al.*, 2021). Con el reemplazo de embarcaciones que empezó a experimentar fuertemente la flota de RC-SC después del tsunami 27F (2010), aumentó a 18 el número de embarcaciones inactivas. Adicionalmente, ha aumentado en el último año la flota de embarcaciones dedicadas a actividades de turismo, ya sea buceo o pesca deportiva, existiendo hoy en día una flota de nueve embarcaciones dedicadas al turismo, con permiso para capturar langostas, pero que ejercen un esfuerzo menor dentro del sistema, reunidos en la Agrupación gremial de turismo Robinson Crusoe.

La mayoría de los pescadores de Juan Fernández se encuentran agrupados en una de las tres organizaciones sociales de pescadores, existiendo una pequeña fracción que no se encuentra ligada a ninguna de ellas. Estas tres organizaciones son: (a) Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales del archipiélago Juan Fernández (STIPA JF), gremio fundado en el año 1987, con 76 pescadores activos asociados en la actualidad (73 hombres, 3 mujeres), tanto de la isla Alejandro Selkirk como de Robinson Crusoe y Desventuradas; (b) Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores de la Isla Alejandro Selkirk (STIPIAS), fundado en el año 2008, con 28 pescadores activos de la isla Alejandro Selkirk; y (c) Agrupación de Pescadores y Dueños de Embarcaciones del archipiélago Juan Fernández (APDEAJF), agrupación creada en el año 2007 con 22 Pescadores asociados.

2.6 Regulación de las pesquerías

La pesquería de langosta ha sido manejada a través de un sistema dual con componentes formales e informales. Los componentes formales consisten principalmente en regulaciones aplicadas a **pesquerías de estrategia tipo “SSS” (sexo, talla y temporada, Kruse, 1993)**; para esta pesquería las regulaciones formales corresponden a:

1. Talla mínima legal de 115 mm de longitud cefalotorácica medida desde la base de las antenas hasta el borde posterior del caparazón (D.S. (MIN FOM) N° 1584 de 1934).
2. Veda biológica que rige entre el 15 de mayo y el 30 de septiembre de cada año en todo el archipiélago Juan Fernández (D.S. (MINAGRI) N° 223 de 1963 y D.S. (MINECON) N° 311 de 2004). Este último decreto correspondiente a lo establecido para la pesquería en la isla Alejandro Selkirk.
3. Veda indefinida de hembras con huevos (D.S. (MIN FOM) N° 1584 de 1934).
4. Veda biológica que rige entre el 1° de junio y el 30 de septiembre de cada año, en las islas Desventuradas (D.S. (MINAGRI) N° 1241 de 1951).
5. Trampa como único arte de pesca permitido para capturar langosta en el archipiélago Juan Fernández e islas Desventuradas (Res. (SUBPESCA) N° 957 de 1992).
6. Suspensión transitoria de la inscripción en los registros pesqueros artesanales de la especie langosta de Juan Fernández en la V Región e Islas Oceánicas (Res. Ex. (SUBPESCA) N° 3356 de 2004) ratificada hasta 2019 (Res. Ex. (SUBPESCA) N° 4011 de 2009; Res Ex. (SUBPESCA) N° 3557 de 2014).

La regulación informal corresponde a un sistema no escrito de tenencia de lugares discretos de pesca, que habría contribuido durante décadas a fijar un límite en el nivel de esfuerzo de pesca (Ernst *et al.*, 2010a; Ernst *et al.*, 2013). **Cada pescador o familiar de él puede “poseer” un cierto número de lugares de pesca, los cuales son conocidos como “marcas” e identificadas desde el agua por hitos geográficos en tierra.** En estos lugares son desplegadas de forma individual las trampas utilizadas en la captura de langosta. El uso y la transferencia de los derechos sobre estas marcas es regulado por complejas pero claras reglas internas (Ernst *et al.*, 2010a; Ernst *et al.*, 2013; Steneck *et al.*, 2017).

La pesquería de cangrejo dorado es regulada formalmente a través de la suspensión de inscripción **desde 2015**, “*Suspende transitoriamente la inscripción en el Registro Artesanal de la pesquería de*

los recursos langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado en la V Región e Islas Oceánicas” (Res. Ex. N° 3757 de 2014). Existen también regulaciones de carácter informal propuestas por las empresas comercializadoras, quienes establecieron como medida comercial un tamaño mínimo de 130 mm de ancho cefalotorácico en el desembarque. Esta medida también se establece a fin de proteger a los machos inmaduros y prácticamente a la totalidad de las hembras, dado su menor tamaño relativo (Arana *et al.*, 2006a). La medida sugerida no se cumple a cabalidad y el tamaño de los individuos desembarcados responde a las demandas específicas del producto en cada viaje de pesca.

A excepción de la pesquería de breca (Res. Ex. N°: DN - 00672/2021 (Sernapesca) *Establece procedimiento para la inscripción de la pesquería de la breca de Juan Fernández, de conformidad a los requisitos establecidos por la Subsecretaría de pesca y acuicultura*), las pesquerías de peces no presentan regulaciones formales y los cambios en el esfuerzo sobre cada especie se ven fuertemente determinados por la estacionalidad de la pesquería de la langosta. Cabe destacar que es a través de esta resolución en que indirectamente se han comenzado a adoptar medidas formales para las especies ícticas de Juan Fernández, con la especie breca como cabeza de serie (Res. Ex. N° 2425 de 2020 que modifica Res. Ex. 3115 (año 2013) y 1453 (año 2020) que incorpora en la sección **“Parte novena” denominada Nómina de pesquerías artesanales de pequeña escala, la pesquería de breca de Juan Fernández (*Nemadactylus gayi*) con aparejos de pesca “línea de mano” y “espinel”, y sus especies asociadas**). Los principales aparejos utilizados son, i) trampa para las morenas (*Gymnotorax porphyreus*), ii) línea de mano, y iii) espineles para el resto de las especies ícticas. Es importante señalar que la red de enmalle está prácticamente excluida de los aparejos isleños a voluntad de los propios pescadores. Además, algunos isleños han comenzado a desarrollar emprendimientos relacionados con la pesca deportiva, para lo cual se utilizan principalmente cañas deportivas de pesca.

Los desembarques de las pesquerías de ambos archipiélagos son asociados a la caleta Robinson Crusoe o caleta Selkirk, a través del registro obligatorio en el formulario de Desembarque artesanal (DA) de Sernapesca. La presencia permanente del Servicio no ha sido continua; la oficina se estableció en septiembre de 1988 hasta 1993 en la isla Robinson Crusoe con un funcionario a cargo; reiniciando actividades en 2007 y desde 2011 contando con 2 funcionarios establecidos únicamente en Robinson Crusoe. Los registros en AS eran enviados por barco al funcionario a cargo para autorizar la comercialización de langostas, más en el presente son subidos a través de internet del que disponen en AS. Estos desembarques son asociados a la caleta Alejandro Selkirk.

Adicionalmente, en la actualidad y por mandato de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA 2013) sesiona en forma regular el comité de manejo de las pesquerías de crustáceos y sus especies asociadas, archipiélago Juan Fernández e Islas Desventuradas, compuesto por representantes de pescadores de los tres subsistemas además de representantes de plantas de proceso y de las instituciones nacionales (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Sernapesca y Armada).

La comunidad fernandeziana además de los mandatos y obligaciones establecidas en la LGPA, requieren de soporte técnico válido para el proceso de toma de decisiones, así como de la construcción de diagnósticos y *status* de los recursos y las pesquerías involucradas.

2.7 Programas de monitoreo

Desde el año 2011 la Subsecretaría de Pesca ha financiado proyectos de monitoreo de las principales pesquerías de Juan Fernández y desde 2014 el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) se ha hecho cargo de la continuidad del monitoreo a través del programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales. Con ello se ha podido recabar importante información biológica y pesquera de los recursos langosta de Juan Fernández, cangrejo dorado y especies ícticas (Ernst *et al.*, 2012; Ernst *et al.*, 2013; Ernst *et al.*, 2014, Ernst *et al.*, 2015, Ernst *et al.*, 2020). A partir del año 2021, el programa ha sido financiado por el FIPA, fondo al que corresponde el presente proyecto.

Estos proyectos han sido implementados sobre un programa de monitoreo desarrollado desde la temporada de la langosta 2006/07, en el cual se trabajó muy cercanamente con la comunidad de pescadores del archipiélago (Ernst *et al.*, 2010b). Adicionalmente, durante las temporadas 1996/97 y 2005/06 se desarrollaron proyectos FIP en el subsistema RC-SC (Arana *et al.*, 1997; Arana *et al.*, 2006b) y 2008/09 en el subsistema AS (Ernst *et al.*, 2010b).

Entre los mandatos y obligaciones establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura, se define el enfoque precautorio y ecosistémico como rectores de la gestión de las pesquerías, se fortalece el soporte técnico a las decisiones de manejo y se fomenta la participación de los usuarios en el **diseño del marco normativo. Dentro de esto último se faculta el establecimiento de “Planes de Manejo”, para lo cual se requiere disponer de información técnica validada, así como construir un diagnóstico y *status* de los recursos y las pesquerías involucradas.** En la actualidad se desarrolla de forma habitual el comité de manejo de las pesquerías de crustáceos y sus especies asociadas, archipiélago Juan Fernández e Islas Desventuradas, compuesto por representantes de pescadores de los tres subsistemas además de representantes de plantas de proceso y de las instituciones nacionales (Subsecretaría de pesca y acuicultura, Sernapesca y Armada). Por tanto, la continuidad de los programas de monitoreo se presenta como una sólida herramienta de información técnica actualizada de las pesquerías, posibilitando

2.8 Contexto pesquero en pandemia

Declarada la Pandemia de COVID-19, el decreto de cierre de frontera causó un fuerte impacto en la economía local de Juan Fernández durante la temporada 2019/20 debido a la acumulación de una gran cantidad de langostas que no podrían ser exportadas hacia el principal mercado donde se comercializan (China absorbe más del 80% de la producción) generando una caída drástica del precio unitario y la desaparición de algunos intermediarios. Ante este escenario la reacción de la comunidad pesquera se orientó hacia la búsqueda de nuevos mercados, otra logística de transporte y la generación de agrupaciones de pescadores para comercializar en bloque el producto. Esto conllevó la aparición de dos cooperativas de pescadores con mayor poder de negociación y ante la ausente demanda internacional el esfuerzo se volcó al mercado nacional, transportando las langostas por barco para su venta al detalle a precios más asequibles para consumidores. Esta acción permitió mantener los ingresos económicos de los pescadores del archipiélago Juan Fernández e Islas Desventuradas durante la temporada 2019/20.

Iniciada la temporada 2020/21 el mercado nacional pudo absorber la oferta de langostas. Sumado a la apertura del mercado chino, aumentaron las ventas en el país asiático, por lo que se generó un aumento en los precios del mercado nacional. La temporada 2021/22 inicia en condiciones normales de exportación de langostas las que se mantienen hacia la temporada 2022/23, sin embargo, están permeadas por la inestabilidad de la recepción de exportaciones en China (principal mercado) debido a los rebrotes de COVID.

3 METODOLOGÍA

3.1 Sistema de estudio

El presente estudio se desarrolló sobre las especies langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*), breca (*Nemadactylus gayi*) y otras especies ícticas, capturadas en torno a los archipiélagos Juan Fernández (AJF) e Islas Desventuradas (ID) (Figura 2).

La población humana habita de forma permanente el poblado de San Juan Bautista (isla Robinson Crusoe). Desde septiembre a mayo del año siguiente las principales actividades económicas de los habitantes se centran en la extracción de langosta.

Robinson Crusoe y Santa Clara son las islas oceánicas más costeras del AJF. El esfuerzo de pesca se ejerce en todo su alrededor, presentando sectores como la isla Santa Clara, en donde se concentra una fracción importante de la flota. Algunas de las embarcaciones que operan en esta zona presentan una dinámica de pesca diferente durante el régimen operacional normal, pasando incluso algunos días fuera de puerto, pernoctando las tripulaciones en las embarcaciones en lugares cercanos a la zona de pesca. Esto se realiza principalmente para reducir el costo operacional que significa el traslado de las embarcaciones hasta allí.

Alejando Selkirk es la isla más oceánica del AJF (~ 176 km al Oeste de Robinson Crusoe). En ella opera una fracción importante de su flota pesquera. Cada año, hacia fines de septiembre, se desplaza una flota de aproximadamente 14 embarcaciones con sus tripulaciones y familias desde bahía Cumberland, a bordo de una embarcación de un armador particular, subsidiado por el Estado y que cada mes, desde octubre a mayo, está encargado de abastecer a esta población. Este asentamiento temporal llamado poblado Las Casas en rada La Colonia cuenta con casas e instalaciones habitacionales de los pescadores, casas de CONAF, una rampa para varar las embarcaciones y otras instalaciones para el funcionamiento de la caleta. Las malas condiciones del mar en torno a la caleta determinan que las embarcaciones requieran ser varadas después de cada jornada de pesca, a pesar de que en las últimas temporadas algunas embarcaciones han permanecido fondeadas frente al poblado. La posibilidad de que un muestreador científico se traslade al poblado es alta, requiriendo de su disposición a realizar el viaje, de diligenciar cupo para el traslado vía embarcación y de la gestión con CONAF para la aprobación del viaje y la utilización de sus dependencias.

La pesquería en ID es esporádica y se desarrolla durante un tiempo variable dependiendo del interés de los pescadores y de la autorización de la Armada de Chile para el levantamiento de base en la isla San Ambrosio durante el inicio de cada temporada de pesca. Sus desembarques son asociados en las estadísticas de Semapesca a caleta Robinson o Selkirk, indicando su procedencia a través del registro de zona en el DA. La factibilidad de contar con un muestreador científico en ID es difícil debido a la complejidad logística (cuenta con instalaciones precarias y una conectividad muy remota con el continente y/o el archipiélago Juan Fernández) y requiere del apoyo de los pescadores y la autorización de la Armada.

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, es necesario mantener un sistema de monitoreo que comprenda muestreos biológicos con muestreadores científicos a bordo de embarcaciones durante la actividad normal de pesca en cada subsistema, el uso de bitácoras de pesca por parte de los pescadores, el levantamiento de información del ambiente, que permita identificar indicadores ambientales relevantes para la dinámica poblacional de los recursos y sus pesquerías y la realización de talleres según se requiera.

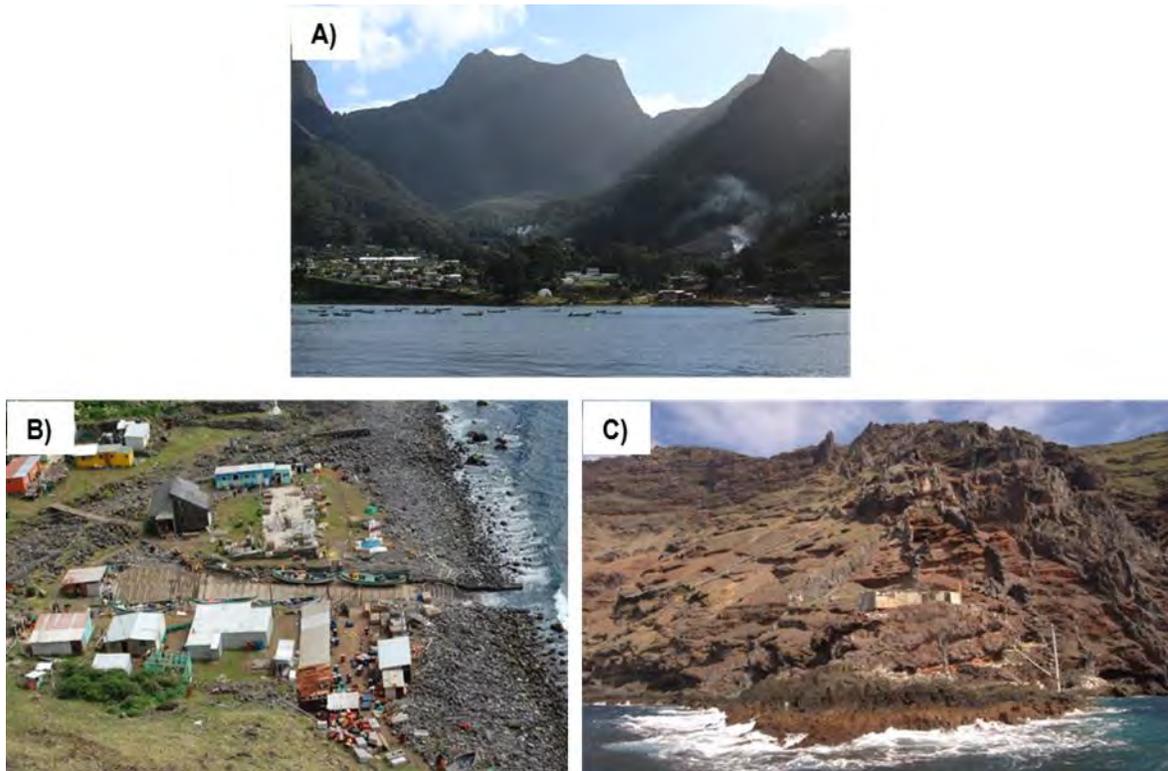


Figura 2 Fotografías del sistema de estudio. A) Bahía Cumberland, subsistema RC-SC. B) “Las Casas”, subsistema AS. C) Sector “La Potala”, subsistema ID.

3.1.1 Consideraciones espaciales

El programa de seguimiento biológico-pesquero se mantuvo con las consideraciones espaciales desarrolladas en proyectos anteriores, es decir con una resolución espacial a nivel de subsistema, islas Robinson Crusoe-Santa Clara (RC-SC), isla Alejandro Selkirk (AS) e Islas Desventuradas (ID).

Los subsistemas han sido divididos en zonas al interior de cada uno, considerando 11 zonas en RC-SC, 6 en AS (Figura 3) y 3 en ID. Las zonas determinadas para ID corresponden a los caladeros cercanos a la isla San Félix, otra zona entre las dos islas (aproximadamente 12 millas de separación) y una tercera zona alrededor de la isla San Ambrosio. Históricamente los indicadores pesqueros han sido analizados por subsistemas (e.g. CPUE) y las zonas han sido utilizadas en la estandarización de la CPUE (Ernst *et al.*, 2013).

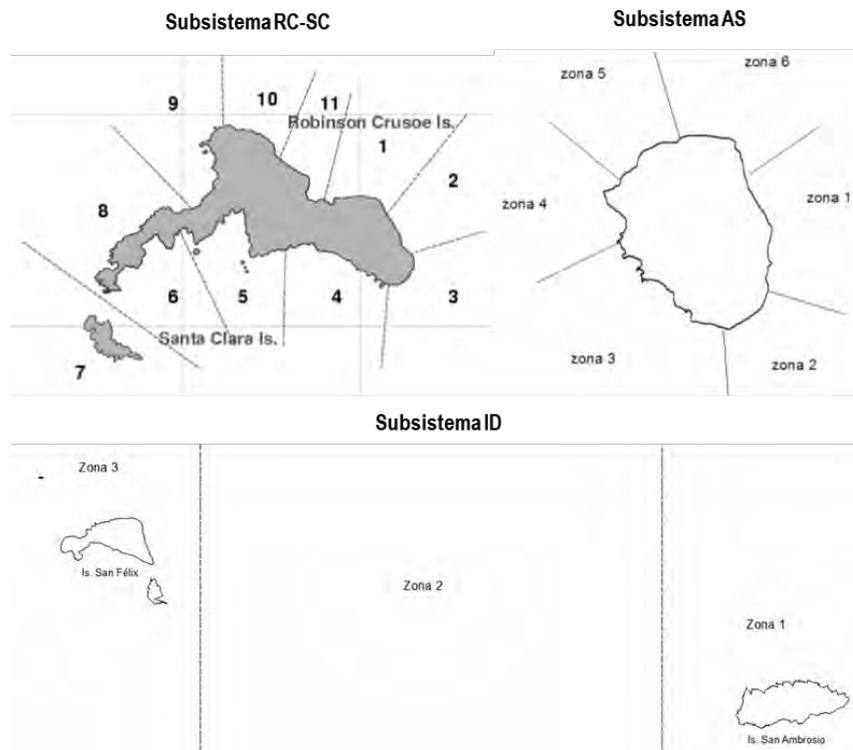


Figura 3 Indicación de la división en zonas estadísticas utilizadas en proyectos anteriores. Arriba subsistemas RC-SC (izquierda) y AS (derecha), abajo subsistema ID.

3.2 Programas de monitoreo

La continuidad del monitoreo biológico y pesquero de langosta se retomó en octubre de 2022, tanto en AS como RC-SC y se sostuvo hasta marzo de 2023. El monitoreo pesquero en Desventuradas comenzó en octubre de 2022, mientras que el biológico comenzó en enero de 2023 con el arribo del muestreador científico a la isla San Ambrosio. En tanto la investigación sobre la especie cangrejo dorado se continuó desde julio de 2022 en el subsistema RC-SC, ya que es únicamente allí donde opera su flota.

El monitoreo asociado a la pesquería de breca se desarrolla en los 3 subsistemas acoplado al levantamiento de información de las salidas de pesca de langosta. Por su parte, el monitoreo de las especies ícticas se realiza sobre las especies utilizadas principalmente como carnada en las pesquerías de crustáceos. Durante el período de veda de langosta se muestrearon salidas de pesca de peces (como vidriola, breca, bacalao, incluyendo pulpo) en RC-SC. En el ANEXO I se encuentra detallado el Programa de monitoreo.

3.2.1 Control de tráfico marítimo

El control de tráfico marítimo es un registro actualizado de los zarpes y recaladas requeridos por la autoridad marítima a la tripulación de las embarcaciones con fines principales de seguridad en el mar. En el sistema de estudio, esta información es recopilada por la Capitanía de Puerto de Juan Fernández, para las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, por el alcalde de mar en la isla Alejandro Selkirk y desde la temporada 2015/16, por el alcalde de mar en Islas Desventuradas. Además, los muestreadores en los subsistemas AS e ID generan una bitácora de salidas diarias de cada embarcación.

Durante el desarrollo de este proyecto se ha obtenido regularmente el control de tráfico marítimo completo de las embarcaciones que tienen actividad pesquera en Juan Fernández. En la actualidad el control de zarpes en RC-SC que informa la Capitanía de Puerto de Juan Fernández está disponible solo en archivos digitales, permitiendo minimizar posibles errores de digitación. Esta información ha sido cruzada con datos de zonas de pesca y duración de la salida de pesca, para determinar la actividad de cada embarcación de la flota (pesca de peces, langostas y cangrejos; ANEXO I). Desde finales de mayo de 2017, como acuerdo del comité de manejo de las pesquerías de crustáceos de AJF e ID, se implementa en RC-SC la exigencia de informar la especie objetivo del zarpe de todas las embarcaciones. Esta información se ha ido incorporando desde octubre de 2017 en los subsistemas AS e ID a través de los alcaldes de mar, aunque no da forma continua, por lo que el muestreador científico complementa esta información con sus registros diarios. La información ha sido cotejada con la proveniente de Sernapesca, respecto de todas las actividades por caleta. Así, este registro permite obtener el número efectivo de salidas de pesca de toda la flota (esfuerzo total expresado como salidas de pesca; Tabla 1) y el número de embarcaciones operando (Tabla 2). Con esta información se accede a expandir las capturas de las embarcaciones participantes en el programa de monitoreo para estimar la captura total de la flota.

Tabla 1
Control de tráfico marítimo. Número total de salidas destinadas a la langosta y cangrejo por subsistema. Periodo julio 2022 a marzo 2023.

Subsistema	Especie	Año 2022					Año 2023			
		Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
RC-SC	Langosta	Veda			299	295	263	303	227	302
	Cangrejo	3	9	9	16	20	14	15	11	17
AS	Langosta	Veda			121	170	157	190	113	120
ID	Langosta	Veda			16	63	39	29	50	40

Tabla 2
Número de embarcaciones operando en la pesquería de langosta por subsistema. Temporada 2022/23.

Subsistema	Temporada 2022/23					
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
RC-SC	36	36	33	34	34	34
AS	16	16	16	15	15	16
ID	4	4	4	4	4	3

3.2.2 Monitoreo pesquero

El registro de capturas en las bitácoras de pesca es información de alta relevancia, por lo que se requiere contar con el compromiso y confianza de los pescadores. El programa de monitoreo pesquero involucra el registro de la información de las capturas por salida de pesca y trampa levantada a través de bitácoras completadas por los pescadores a bordo de las embarcaciones. La información básica registrada consiste en: (a) número de embarcación, (b) fecha de embarque, (c) recurso objetivo, (d) peso y tipo de carnadas utilizadas en la salida de pesca, (e) número de trampas totales en el agua, (f) número de ejemplares retenidos y no retenidos capturados por trampa, (g) existencia de ventana de escape en la trampa (si o no), (i) sector donde se encuentra la trampa y (j) observaciones. La bitácora para el subsistema AS adicionalmente incluye un campo donde registrar el número de la marca (Tag) recuperada y talla de la langosta marcada (continuidad del Programa de marcaje y recaptura de las temporadas 2008/09 y 2011/12). En la Tabla 3 se indica el número de salidas registradas por los pescadores durante la temporada de langosta 2022/23 y su cobertura respecto al control de tráfico marítimo (CTM) durante el periodo considerado en el proyecto.

En la isla Alejandro Selkirk ha existido una merma importante en el número de registros aportados por los pescadores, situación que se repite desde hace varias temporadas pese al compromiso voluntario tras conversaciones al inicio de la temporada de pesca. Se realizó un acuerdo con un grupo de pescadores para aumentar la cobertura de las salidas, reflejado en el aumento de la cobertura desde noviembre respecto a años anteriores. Por otra parte, en ID, la baja e incluso nula cobertura de las bitácoras de pescadores durante la temporada, se debió a complejidades logísticas que se desarrollaron durante la temporada. No hubo posibilidad de recuperar las bitácoras que fueron completadas por pescadores en ID, siendo transportadas a Robinson Crusoe fuera del tiempo considerado para incluirlas en la base de datos.

Tabla 3
 Cobertura mensual de salidas de pesca de langosta registrados en las bitácoras de pescadores en cada subsistema. Temporada 2022/23.

Subsistema	Item	Temporada 2022/23					
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
RC-SC	N° de salidas	77	36	59	83	49	1
	N° de embarcaciones	18	20	16	23	21	1
	N° Total de salidas (CTM)	299	295	263	303	227	302
	Proporción salidas cubiertas	0.26	0.12	0.22	0.27	0.22	0.00
AS	N° de salidas	5	43	25	64	7	30
	N° de embarcaciones	5	12	9	12	7	9
	N° Total de salidas (CTM)	121	170	157	190	113	120
	Proporción salidas cubiertas	0.04	0.25	0.16	0.34	0.06	0.25
ID	N° de salidas	10	50	4			
	N° de embarcaciones	3	4	1			
	N° Total de salidas (CTM)	16	63	39	29	50	40
	Proporción salidas cubiertas	0.63	0.79	0.10			

3.2.3 Monitoreo con muestreador científico

Las mediciones biológico/pesqueras de cangrejo, langosta y peces fueron realizadas por los muestreadores científicos a bordo de las embarcaciones artesanales durante faenas normales de pesca. La duración de las salidas de pesca de cangrejo y langosta fueron normalmente mayores que aquellos destinados únicamente a la captura de peces, siendo los de langosta los más extensos.

En el subsistema AS se contó con un (1) muestreador científico para desarrollar las actividades de muestreo biológico durante el período de estudio (temporada 2022/23). En ID se contó con 1 muestreador científico desde enero de 2023. En RC-SC, en cambio, se requirió de por lo menos 3 muestreadores (dado el mayor número de botes operando en RC-SC). Los muestreadores fueron rotando en las distintas embarcaciones que operan en cada subsistema, para cubrir distintas zonas y embarcaciones participantes en el programa.

Una vez a bordo de la embarcación, los muestreadores científicos registran la información biológica por trampa levantada, muestreando toda la captura de las trampas revisadas (langostas retenidas y no retenidas). Solo al terminar de muestrear una trampa pasan a la siguiente. Adicionalmente, se registró la información del número de langostas retenidas y no retenidas de todas las trampas levantadas en cada salida. Las actividades se ciñeron al protocolo de muestreo establecido desde temporadas anteriores.

La talla de langosta corresponde a la longitud cefalotorácica (LC) desde la base de las antenas hasta el final del cefalotórax; la talla de cangrejo dorado se mide considerando el ancho cefalotorácico (AC) que corresponde a la distancia máxima entre las 5ta espinas laterales y en peces se registró la longitud total (LT) y en aquellos cuya aleta caudal es furcada también se midió la longitud horquilla (LH). En la Tabla 4 se indica el número de salidas de pesca realizadas por muestreadores científicos durante el periodo julio de 2022 a marzo 2023.

En la Tabla 5 se muestra la cobertura del programa de monitoreos biológico, en RC-SC la cobertura mensual de salidas de pesca fluctuó entre 7 y 18% alcanzando un promedio de 11% y en AS varió entre 4 y 9 % con promedio 6.8 %. En cuanto a las salidas de cangrejo, la cobertura del programa de monitoreo es considerablemente mayor, dado el menor esfuerzo de pesca realizado en esta pesquería. En las Tabla 6 y Tabla 7 se indican los tamaños muestrales alcanzados como número de individuos registrados por sexo en la pesquería de langosta y cangrejo respectivamente.

Tabla 4

Número de salidas de pesca realizadas con muestreador científico a bordo de las embarcaciones, por subsistema y recurso. Periodo julio 2022 – marzo 2023.

Objetivo	Subsistema	Año 2022						Año 2023		
		Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Langosta	RC-SC				22	26	24	54	36	28
	AS		Veda		5	13	10	15	7	11
	ID							6	6	13
Peces	RC-SC	43	43	20	14	16	13	12	13	3
Cangrejo	RC-SC	2	4	1	10	17	8	12	9	15

Tabla 5

Cobertura del monitoreo biológico de las pesquerías de crustáceos en cada subsistema sobre el número total de salidas de pesca. Periodo julio 2022 - marzo 2023.

Objetivo	Subsistema	Año 2022						Año 2023		
		Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Langosta	RC-SC		Veda		0.07	0.09	0.09	0.18	0.16	0.09
	AS				0.04	0.08	0.06	0.08	0.06	0.09
	ID				0.00	0.00	0.00	0.21	0.12	0.33
Cangrejo	RC-SC	0.67	0.44	0.11	0.63	0.85	0.57	0.80	0.82	0.88

Tabla 6

Tamaños muestrales de capturas de langostas por sexo y subsistema según registros de muestreadores científicos. Periodo julio 2022 - marzo 2023. H: hembras, M: Machos, O: Ovígeras.

Subsistema	Sexo	Temporada 2022/23						
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
RC-SC	H	346	524	733	4102	1693	1033	
	M	1030	1584	1439	3982	1559	1033	
	O	173	219	121	206	23	25	
	Total	1549	2327	2293	8290	3275	2091	
AS	H	817	2669	2181	7006	3081	2311	
	M	133	777	444	671	303	342	
	O	120	264	114	150	66	49	
	Total	1070	3710	2739	7827	3450	2702	
ID	H	-	-	-	126	417	789	
	M	-	-	-	536	503	794	
	O	-	-	-	22	22	33	
	Total	0	0	0	684	942	1616	

Tabla 7
Tamaños muestrales de capturas de cangrejo dorado por sexo según registros de muestreadores científicos. Periodo julio 2022 – marzo 2023.

Sexo	Año 2022						Año 2023		
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Hembras	3	22	0	1	1	0	2	8	1
Machos	336	1332	434	1181	1955	701	830	665	1229
Ovígeras	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Total	339	1354	434	1182	1956	701	833	673	1230

3.3 Objetivo 1

Estimar indicadores operacionales y pesqueros asociados al desarrollo de las actividades extractivas de crustáceos y peces capturados en el archipiélago de Juan Fernández, considerando variaciones espacio temporales de los mismos.

Indicadores pesqueros

Se mantuvo un seguimiento continuo de la flota operativa en cada subsistema y la especie objetivo desembarcada por caleta, cruzando la información solicitada a Capitanía de Puerto, las bases de datos del monitoreo biológico y pesquero, además de los registros entregados por Semapesca (oficina de Robinson Crusoe). De esta forma se obtuvo el número de embarcaciones activas en cada pesquería y por subsistema.

Diseño de muestreo

En el presente programa, el diseño de muestreo consideró un enfoque tri-etápico, donde la unidad primaria es el bote que participa de la pesquería, la unidad secundaria corresponde a la salida de pesca y la unidad terciaria es el aparejo levantado (e.g. trampa, espinel). A pesar de que los datos se obtienen por área estadística, los estadísticos principales se calculan considerando una estratificación temporal (meses) y espacial (subsistema). Bajo este esquema de trabajo el número de langostas en una trampa (y) puede ser descrito en función de las desviaciones respecto del número medio de langostas por trampa en cada etapa (Cochran, 1977).

$$y = \mu + e_l + e_d + e_p$$

Ecuación 1

donde μ es el número total de langostas por trampa levantada en la pesquería, e_l representa la diferencia de la captura media por bote (l) y la media total (μ), e_d es la diferencia entre la captura media de la salida (d) y la media por bote, y e_p representa la desviación entre trampas (p , dada una salida y bote). Por otra parte, la varianza del número promedio de langostas por trampa (\bar{y}) se expresa a través de:

$$\text{Var}(\bar{\bar{y}}) = (1 - f_1) \frac{\sigma_L^2}{n} + (1 - f_2) \frac{\sigma_D^2}{nm} + (1 - f_3) \frac{\sigma_P^2}{nmk}$$

Ecuación 2

donde σ_L^2 , σ_D^2 y σ_P^2 son los componentes de varianza del bote, la salida de pesca y la trampa respectivamente.

El estimador del número promedio de langostas por trampa para la pesquería (en los estratos espaciales y temporales) se expresa como:

$$\bar{\bar{y}} = \frac{\sum_{l=1}^n K_l \bar{y}_l}{\sum_{l=1}^n K_l}$$

Ecuación 3

donde, \bar{y}_l es el número promedio de langostas por trampa del bote (l) durante la temporada y se obtiene por:

$$\bar{y}_l = \frac{\sum_{d=1}^{m_l} K_{l,d} \bar{y}_{l,d}}{\sum_{d=1}^{m_l} K_{l,d}}$$

Ecuación 4

donde, $\bar{y}_{l,d}$ es el número de langostas capturadas por trampa del bote (l) en la salida de pesca (d) y se estima por:

$$\bar{y}_{l,d} = \frac{\sum_{p=1}^{k_{l,d}} y_{l,d,p}}{k_{l,d}}$$

donde,

$y_{l,d,p}$: Número de langostas del bote l en la trampa p en la salida de pesca d (con registro de información).

$k_{l,d}$: Número de trampas con registro de información en el bote l en la salida de pesca d .

$K_{l,d}$: Número de trampas levantadas por el bote l en la salida de pesca d .

K_l : Número total de trampas caladas por el bote l durante la temporada.

m_l : Número de días en que el bote l registró información.

n : Número total de embarcaciones que participaron en el programa de levantamiento de información.

De esta forma, el número total de langostas capturadas \hat{y}_{tot} es:

$$\hat{y}_{tot} = K_{tot} \bar{\bar{y}}$$

Ecuación 5

K_{tot} : Número total de trampas levantadas por la pesquería durante esa temporada.

$$\begin{aligned} \text{Var}(\hat{y}_{tot}) &= \frac{N^2}{n} (1 - f_1) \sum_{l=1}^n \frac{K_l^2 (\bar{y}_l - \bar{\bar{y}})^2}{n-1} \\ &+ \frac{N}{n} \sum_{l=1}^n \frac{K_l^2 (1 - f_{2,l}) s_{2,l}^2}{m_l} \\ &+ \frac{N}{n} \sum_{l=1}^n \frac{K_l^2 f_{2,l}}{m_l^2} \sum_{d=1}^{k_{l,d}} \frac{(K_{l,d} / \bar{K}_l)^2 (1 - f_{3,l,d}) s_{3,l,d}^2}{k_{l,d}} \end{aligned}$$

Ecuación 6

Donde las varianzas muestrales de las unidades secundarias y terciarias son (Mcgarvey & Pennington, 2001):

$$\begin{aligned} s_{2,l}^2 &= \sum_{d=1}^{m_l} \frac{(K_{l,d} / \bar{K}_l)^2 (\bar{y}_{l,d} - \bar{\bar{y}})^2}{m_l - 1} \\ s_{3,l,d}^2 &= \sum_{p=1}^{k_{l,d}} \frac{(y_{l,d,p} - \bar{y}_{l,d})^2}{k_{l,d} - 1} \end{aligned}$$

Ecuación 7

f_1 : Proporción de botes colectando datos

$f_{2,l}$: Proporción de días colectando datos por el bote l

$f_{3,l,d}$: Proporción de trampas revisada por el bote l en la salida de pesca d

El esfuerzo de pesca expresado como número de viajes por mes y subsistema es observado en forma censal ($N_{m,s}$), en cambio el número de trampas levantadas por mes y subsistema ($K_{m,s}$) se obtiene a través del siguiente estimador:

$$K_{m,s} = N_{m,s} \bar{\bar{K}}_{m,s}$$

$$\text{VAR}(K_{m,s}) = N_{m,s}^2 \text{VAR}(\bar{\bar{K}}_{m,s})$$

Ecuación 8

Donde $\bar{K}_{m,s}$ es el número promedio de trampas levantadas por viaje.

La captura total en peso (Y_{Tot}) por mes y subsistema se obtiene a través del siguiente estimador:

$$\begin{aligned} Y_{Tot} &= K_{Tot} \bar{w}_{m,s} \\ VAR(Y_{Tot}) &= VAR(K_{Tot} \bar{w}_{m,s}) \\ VAR(Y_{Tot}) &= VAR(K_{Tot}) \bar{w}_{m,s}^2 + VAR(\bar{w}_{m,s}) K_{Tot}^2 \end{aligned}$$

Ecuación 9

3.3.1 Langosta de Juan Fernández

En el presente proyecto, al igual que en proyectos anteriores de monitoreo de la langosta, la captura por unidad de esfuerzo se obtuvo a partir del programa de seguimiento de la pesquería a través de bitácoras de pesca. La unidad básica de esfuerzo corresponde a la trampa levantada.

Se contó con la participación de una fracción importante de la flota, mediante la cual se levantó información sobre captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo por zona y subsistema, desde una perspectiva espacial. La subdivisión espacial responde a la forma en que tradicionalmente operan las embarcaciones en torno a los subsistemas RC-SC, AS y al menor número de embarcaciones en ID.

Desde un punto de vista temporal se colectó información por salida de pesca, pero se analizó con una resolución mensual (estrato temporal).

a) Esfuerzo total

El esfuerzo expresado como salidas de pesca por subsistema proviene del control de tráfico marítimo (censal). Este es reportado por mes de acuerdo a la extensión del proyecto. Mientras que el esfuerzo expresado como número de trampas levantadas en la temporada fue estimado a partir del número promedio de trampas levantadas por salida de los botes que participan en el programa de bitácoras de pesca y el número total de salidas de pesca proveniente del control de tráfico marítimo.

b) Estimación de captura total retenida

La estimación de la captura total retenida por mes y subsistema se obtuvo a partir de los estimadores expuestos en la sección de *Diseño de muestreo*. Esta información se obtuvo de las embarcaciones que participaron en el programa de bitácoras de pesca para la parte muestral, y el control de tráfico marítimo para lo censal.

Para expresar la captura total en unidades de biomasa se multiplicaron las estimaciones de número total de langostas por el peso promedio (derivado de la talla media de los estratos temporal y espacial y la relación talla-peso disponible para la langosta). Ambos elementos aportan varianza,

por lo que se utiliza el método Delta (Seber, 1982) para calcular la varianza del producto de dos variables aleatorias. Las fuentes de varianza son la estimación global de captura en número, la talla media, y ambos parámetros de la relación talla-peso.

c) Estandarización de la CPUE

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) puede ser un índice adecuado para evaluar los cambios en abundancia que experimenta una población (Bataille & Quinn, 2004), además puede constituir un buen indicador de la abundancia relativa bajo ciertos supuestos (Gulland, 1964; Large, 1992; Ruarte & Perrotta, 2007). Este programa permite obtener estimaciones nominales de CPUE por mes expresadas como número de langostas por salida de pesca y en número de langostas por trampa levantada.

Los índices de abundancia relativa basados en CPUE pueden ser mejorados mediante estandarización (Maunder & Punt, 2004; Ortiz & Arocha, 2004), con el objeto de remover el impacto de factores externos. En el caso particular de la pesquería de langosta, cambios espaciales en la distribución del esfuerzo se ven mermados por el ordenamiento interno en el manejo pesquero referido a los lugares de pesca asociados a cada pescador/bote. Por otro lado, desde el año 2004 con el cierre temporal de registro de nuevas embarcaciones, se ha contenido la incorporación de nuevos actores a la pesquería. Adicionalmente, las mínimas modificaciones tecnológicas que ha experimentado el aparejo de pesca en los últimos 30 años refuerzan la idea de que la CPUE para la langosta de Juan Fernández puede constituir un buen estimador de la abundancia relativa.

Diversos autores reconocen la necesidad de estandarizar los índices derivados de la captura y la opción utilizada con más frecuencia es mediante la implementación de modelos lineales generalizados (Punt *et al.*, 2000), dado que permiten integrar en forma simple los diferentes factores e interacciones que influyen sobre la variación de la captura por unidad de esfuerzo (Hernández & Perrotta, 2006). Para el caso de esta pesquería la estadística de captura por unidad de esfuerzo será estimada considerando el **índice “trampas levantadas” como unidad de esfuerzo debido a su** alto nivel de resolución, registrando además factores como bote, zona de pesca y fecha de operación.

Para conocer el nivel de relación entre los factores que principalmente afectarían la CPUE, se implementó un modelo lineal generalizado (GLM) donde se consideraron las variables categóricas: a) espacial (zona de pesca), b) operacional (bote), y las variables temporales c) temporada y d) mes. Dado que el número de ejemplares por trampa es una variable aleatoria correspondiente a un conteo, la distribución de probabilidades más utilizada es del tipo *Poisson*. La distribución de probabilidades *Poisson* ha sido sistemáticamente empleada en la estandarización de la CPUE a lo largo de las temporadas (desde la temporada 2006/07 hasta la temporada 2021/22), condicionando el análisis a registros de captura mayores a cero (>0), donde aspectos de la pesquería como la intención de pesca y los rendimientos de capturas iguales a cero no estarían siendo considerados (Tascheri, 2009). En las capturas muy frecuentemente se observan lances iguales a cero (*e.g.*, entre las temporadas 2006/07 y 2021/22 las capturas de langostas comerciales iguales a cero han representado un 61% y 36% en RC-SC y AS, respectivamente), por ello, la estandarización de la CPUE junto a la dispersión asociada a los registros iguales a cero capturas fue testada a través de

GLMs con distribuciones de tipo *Poisson*, *Poisson inflada en cero*, *binomial negativa* y *binomial negativa inflada en cero*. Por medio del criterio de información de Akaike (AIC) se identificó que los GLMs con distribución de probabilidades del tipo *binomial negativa inflada en cero* (*zero inflated negative binomial; ZINB*) fueron los más adecuados para la estandarización de la CPUE. Así, modelos con distribución binomial negativa posibilitan relacionar la variable respuesta Y con variables explicativas X a través de una función *link* logaritmo, teniendo un modelo de forma:

$$\log(Y) = X\beta + \epsilon$$

Ecuación 10

siendo β el coeficiente de la función y ϵ la distribución del error de la variable dependiente perteneciente a la familia de dispersión exponencial. La distribución binomial negativa inflada en cero cuenta con un parámetro para la media λ , de escala ρ (varianza) y otro de forma ϕ , que representa la dispersión del error incorporado a la varianza (en este caso truncada en cero $y = 0$) entonces se tiene que:

$$Y \sim nbinom(\lambda, \rho, \phi)$$

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

Ecuación 11

donde λ es el número esperado de ejemplares (langostas) con distribución *Poisson*, cuyo parámetro es una variable aleatoria con distribución *Gamma*.

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

$$g(\lambda) = \frac{\alpha^\beta}{\tau(\beta)} \lambda^{\beta-1} e^{-\alpha\lambda}$$

$$\lambda \geq 0, \alpha > 0, \beta > 0$$

$$\alpha = \frac{p}{1-p} \text{ y } \beta = r$$

Ecuación 12

Siendo p la probabilidad del éxito en cada prueba, las cuales son indefinidas hasta obtener r resultados favorables. En el modelo general que incluye todos los factores, se espera que el número de individuos sea determinado por la temporada de pesca, el mes, la zona y el bote:

$$\log(\lambda) = \log(1) + \beta_0 + \beta_1 u + \beta_2 v + \beta_3 w + \beta_4 z$$

Ecuación 13

donde $\log(1)$ se vuelve nulo debido a que el conteo se hace sobre cada trampa. Los valores u , v , w y z representan temporada, mes, zona y bote respectivamente, cada uno con sus coeficientes, y β_0 es un intercepto general.

Los parámetros de los modelos lineales fueron estimados mediante la función *glmmTMB* de la plataforma de programación estadística R (Vernazi, 2004; R Development Core Team, 2011), a fin de contar con un mayor número de familias de distribución de probabilidades disponibles, entre ellas infladas en cero, además de explorar interacciones y efectos aleatorios en las covariables.

Una vez parametrizados todos los modelos, la comparación de ellos se realizó mediante el criterio de información de Akaike (AIC). Las variables dependientes utilizadas en los modelos fueron el número de langostas retenidas y no retenidas por trampa levantada y no por salida de pesca. De esta manera, considerar la trampa como única medida de esfuerzo en el desarrollo de la CPUE ha permitido contar con un índice más preciso ya que el número de trampas cambia a lo largo de la temporada. Esta metodología ha sido aplicada satisfactoriamente en reportes y publicaciones científicas anteriores (Ernst *et al.*, 2010a; 2010b).

Como producto de la estandarización de la captura por unidad de esfuerzo (por trampa) para langostas retenidas y no retenidas se obtuvo un índice anual estandarizado por subsistema.

3.3.2 Cangrejo Dorado

A diferencia de la pesquería de la langosta, el cangrejo dorado se captura comercialmente solo en RC-SC y su distribución espacial está principalmente circunscrita a las zonas 1-5 y 9-11 proyectadas hacia los lugares más externos de la plataforma (300-1000 metros de profundidad).

La construcción de un estadístico de captura por trampa para la pesquería del cangrejo dorado se torna problemático a partir del monitoreo pesquero, dado que no existe una talla de referencia (*e.g.* talla mínima de retención), que permita contar en forma consistente a través del tiempo y de las embarcaciones con el número de cangrejos retenidos por trampa. La CPUE es estimada al igual que para langosta, pero a partir de las salidas de pesca de los muestreadores científicos (cangrejos capturados por trampa levantada) y evaluada en forma mensual. Para la estimación de captura total en número y peso se aplicó la misma aproximación que la utilizada para langosta, pero utilizando los datos provenientes del muestreo biológico.

3.3.3 Breca de Juan Fernández

En base a la información biológica/pesquera recolectada a partir de las salidas de pesca de los muestreadores científicos se construyó un índice de captura por unidad de esfuerzo. Estas tasas de capturas corresponden al número de breca por anzuelo utilizado en los espineles (la gran mayoría de los pescadores utilizan espineles verticales). En RC-SC originalmente se habían establecido tres

estratos (asociado a capturas en salidas de pesca de langostas, de cangrejo y finalmente para consumo humano directo), pero finalmente por la disponibilidad de información se trabajó solo con aquellas salidas de pesca vinculadas a la pesquería de la langosta.

La estimación de captura y captura por unidad de esfuerzo se obtuvo en forma equivalente a lo realizado para langosta, pero utilizando los datos del monitoreo biológico y reemplazando trampas por espineles verticales en los estimadores. En los otros dos subsistemas las estimaciones de captura total y captura por unidad de esfuerzo provienen exclusivamente de la pesquería de carnada en salidas de pesca de langosta de Juan Fernández. En estos subsistemas, debido al aislamiento geográfico y al menor número de habitantes, las salidas de pesca orientados exclusivamente a capturar breca para consumo humano directo o venta son menores con relación a RC-SC. Además, por las restricciones logísticas los observadores orientan sus salidas exclusivamente a las salidas de pesca de langosta.

3.3.4 Aspectos técnicos de las embarcaciones y equipamiento a bordo

En el presente proyecto se actualizó la información de las características de las embarcaciones que componen la flota pesquera de Juan Fernández, como también las características técnicas del equipamiento a bordo (*e.g.* motores fuera de borda, equipos de navegación y detección). La información fue obtenida a partir de los registros asociados a las matrículas de las embarcaciones en la Capitanía de Puerto de Juan Fernández y Sernapesca, y complementada con entrevistas a los patrones y armadores al inicio de la temporada de la pesquería de la langosta obteniendo información actualizada de todas las embarcaciones (septiembre – octubre 2022).

3.3.4.1 Caracterización de espineles verticales

En el marco de las reuniones del comité de manejo de las pesquerías de crustáceos del archipiélago Juan Fernández nace el interés por desarrollar un estudio experimental sobre espineles verticales tradicionalmente utilizados en AJF e ID, a fin de caracterizar aspectos operacionales y sus efectos en la composición de la captura obtenida. Se evaluó el efecto del tamaño del anzuelo del espinel sobre la talla y en la proporción de captura de breca.

Para ello, se fabricaron espineles verticales que conservaron las características del aparejo utilizado en AJF, siendo todos iguales, excepto por el tamaño del anzuelo. En este experimento, se utilizaron 4 tamaños de anzuelos marca MUSTAD del tipo J. La nomenclatura de los anzuelos (6, 7, 8 y 9) es inversa a su tamaño, es decir que el anzuelo más pequeño es el número 9 y el número 6 el de mayor tamaño (Rueda *et al.*, 2015), sus características morfométricas son presentadas en la (Tabla 8). Solo se utilizó un tamaño de anzuelo a la vez por espinel calado.

Se realizaron 42 salidas de pesca entre los meses de abril a septiembre del año 2022 a bordo de la embarcación “**Brisas del Mar**” (Matrícula # 253 y patrón don José González), representando un total de 749 lances. Un observador científico contabilizó y determinó las especies en cada lance y realizó muestreos biológicos de la talla de todos los ejemplares capturados a bordo de la embarcación. Con la ayuda de un ictiómetro de ± 1 cm de precisión se procedió a medir la longitud de horquilla (LH) y la longitud total (LT) de cada ejemplar. Esta información biológica, al igual que la de los lances fue

registrada en bitácoras de material hidrofóbico, especialmente diseñadas para este trabajo (Anexo 1. D). Los lugares de muestreo corresponden a sitios de pesca utilizados regularmente por los pescadores y ubicados sobre la plataforma insular del subsistema RC-SC. Estos fueron georeferenciados a través de un GPS Garmin ETREX 10, registrando los puntos donde se realizó cada lance (Figura 32 A). Por cada lance también se registró la hora de calado y de virado, tamaño de anzuelo y profundidad. La carnada utilizada estuvo conformada por jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*), añadiendo ocasionalmente pulpo (*Octopus* sp). Si bien en un inicio se había solicitado al patrón seguir una configuración experimental balanceada de tamaños de anzuelo y profundidades de pesca, el acuerdo final fue que el pescador elegiría preferencias de anzuelo y profundidad de acuerdo con su criterio y experiencia. Esta fuente de información es llamada de aquí en adelante “Dato Experimental”.

Se utilizaron modelos lineales generalizados (GLM), ya que no requieren de supuestos de normalidad y homocedasticidad para analizar los datos. Las distribuciones de probabilidades consideradas fueron de tipo gama para efectos de modelar la variable dependiente tamaño, y de tipo binomial para la proporción de la captura de breca por lance. Todos estos análisis estadísticos se realizaron en el software R.

Tabla 8
Mediciones morfométricas (cm) de los anzuelos utilizados en el experimento.

Medidas Morfométricas	Códigos de tamaños de anzuelos			
	6	7	8	9
Largo total (cm)	6.192	5.458	5.109	5.006
Abertura (cm)	1.349	1.44	1.563	1.437
Garganta (cm)	2.069	1.905	1.726	1.768



3.3.5 Contrastación de las capturas censales de langosta

De acuerdo con la estructuración espacial de las subpoblaciones de langostas y la forma en que se desarrolla su pesquería, el manejo adecuado de este recurso requiere contar con información actualizada e histórica de las remociones en cada uno de los subsistemas. Futuras evaluaciones requerirán de esta información y en la actualidad se realizan esfuerzos para disponer de los datos desagregada para cada subsistema, por temporada de pesca y con información actualizada de pesos medios para estimar la biomasa total removida.

Durante el año 2017 se solicitaron las bases de datos de desembarque a SERNAPESCA por bote y salida desde el año 2002 en adelante (fecha en la que estaría disponible la información). Además, se requirió el factor de conversión de número de langostas a biomasa. Durante el desarrollo de este proyecto se continuó alimentando la reconstrucción de desembarques con la información disponible de la temporada 2021/22, cruzando las bases de datos de Sernapesca y los registros obtenidos desde el monitoreo biológico-pesquero para asignar cada embarcación a uno de los 3 subsistemas

(RC-SC/AS/ID). Los desembarques diarios de cada embarcación fueron integrados por subsistema y mes. Se contrastaron las estimaciones de desembarques de langosta con los registros de Sernapesca.

Se contrastan también las capturas “**censales**” anuales de cangrejo dorado y de breca provenientes de SERNAPESCA con las que se estimaron durante el desarrollo de este proyecto.

3.4 Objetivo 2

Determinar indicadores biológicos de las especies capturadas que den cuenta de la estructura del stock explotado en langosta de Juan Fernández, cangrejo dorado, breca de Juan Fernández, vidriola y bacalao de Juan Fernández.

3.4.1 Información biológica

La información biológica recolectada directamente de la pesquería es importante para complementar la información que entregan los indicadores pesqueros (*i.e.* tasas de captura), y para el diagnóstico de la situación de la pesquería y el uso futuro de modelos de dinámica poblacional.

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó la información recolectada por muestreadores científicos de acuerdo con protocolos establecidos durante la ejecución de monitoreos de años anteriores, para estimar:

- a) Composición de tallas de langostas y cangrejo dorado por sexo en la captura y desembarque.
- b) Composición de tallas de las capturas de breca (sexos combinados). Durante la temporada 2013 se intentó desarrollar un protocolo para identificar a los ejemplares por sexo sin eviscerarlos, pero no fue posible. Aun revisando la gónada es muy difícil sexar para tallas pequeñas. Por otra parte, las muestras no pueden ser llevadas al laboratorio ya que se utilizan como carnada para trampas de langostas o cangrejo dorado.
- c) Talla media en las capturas y captura retenida para langostas, cangrejo, breca, bacalao y vidriola.
- d) Proporción sexual de langostas y cangrejo dorado en la captura y desembarques. La dificultad de sexar peces de tamaños pequeños/medianos, sobre todo fuera del período reproductivo ha afectado la posibilidad de identificar la proporción sexual de su captura. El presente informe, por lo tanto, no documenta aspectos sobre la proporción sexual de los recursos ícticos.
- e) Función de portación a la talla de langostas capturadas.
- f) Función de madurez a la talla para las hembras de langostas capturadas.
- g) Función de madurez a la talla para hembras de breca capturadas.
- h) Función de madurez a la talla para hembras y machos de cangrejo dorado.

Todo el muestreo biológico se relaciona con la fracción vulnerable a la pesquería. Las mediciones de talla de langostas corresponden a la longitud cefalotorácica (LC) medida desde la base de las

antenas hasta el borde posterior del cefalotórax (Ernst *et al.*, 2010b, Figura 4), dado que esta es la medida utilizada para fines de manejo. La medida morfométrica registrada para cangrejo dorado es el mayor ancho del cefalotórax (AC) entre la 5ta espina a cada lado (Figura 4), medida que también tiene una utilidad para el manejo (ancho mínimo sugerido de 130 mm). Las tallas fueron registradas con un pie de metro Mitutoyo, con 0.01 mm de precisión. Las mediciones de talla de peces se realizaron con ictiómetro registrando la longitud total y longitud horquilla (para especies con aleta caudal furcada).



Figura 4 Medidas morfométricas registradas para langosta de Juan Fernández (izquierda) y cangrejo dorado (derecha) durante el monitoreo biológico a bordo de las embarcaciones.

En crustáceos cada individuo registrado fue sexado. En el caso de las hembras de langostas, se identificó su madurez en base a la presencia de setas ovígeras en los pleópodos y su condición de portación, a través de la presencia de huevos en la cavidad abdominal. En el caso del cangrejo dorado, a través de los años, la presencia de hembras ha sido esporádica en las capturas y solo se registra la presencia/ausencia de masa ovígera. Esta es una pesquería ampliamente dominada por machos. La información reproductiva de las hembras para el presente proyecto estuvo condicionada a los registros que se obtuvieron durante el seguimiento realizado a la flota cangrejera.

La medición del peso individual de langostas y cangrejos a bordo de embarcaciones artesanales de Juan Fernández ha demostrado ser extremadamente compleja e incierta, por ende, la relación longitud-peso no se caracteriza en el presente trabajo. Se utilizaron las estimaciones obtenidas en las temporadas 2011/12, 2012/13, 2013/14 (Ernst *et al.*, 2013) y muestreos biológicos realizados durante el año 2020 para el estudio de madurez del cangrejo dorado.

En el caso de las langostas comerciales los registros de talla-peso han mostrado ser efectivos en cuanto arriban las langostas a los viveros que se encuentran en el continente. Para ello gestionó sin éxito, retomar el contacto directo con los intermediarios quienes a voluntad accedían al muestreo, permitiendo tomar lecturas de peso con balanzas digitales. El diseño de muestreo consideraba la medición al azar y sin reemplazo de langostas por subsistema, en 2 ocasiones: [1] enero-febrero, [2] marzo-abril, durante la temporada 2022/23.

El muestreo talla-peso de cangrejo dorado es difícil dado que los ejemplares llegan pre-procesados a tierra. Se buscó realizar muestreos de oportunidad en las plantas de procesamiento de ejemplares

desembarcados para obtener muestras biológicas y contribuir a las investigaciones que se realizan en paralelo para determinar la talla de madurez sexual, sin embargo no se tuvo éxito dadas las condiciones en que llegan los ejemplares.

3.4.2 Análisis de información en pesquerías de crustáceos

La estimación de la estructura de tallas en la captura de langosta y las otras especies comprometidas en este estudio también siguieron un diseño de muestreo tri-etápico, y con estratos espaciales (subsistemas) y temporales (meses). Dado que todos los ejemplares de un lance (trampa o espinel) son medidos, entonces los estimadores de captura por trampa presentados en secciones previas, **aplican también al particionar la captura en el muestreo biológico en “n” categorías de talla.**

Para ambas pesquerías de crustáceos, se procedió a hacer un análisis de descomposición modal (McDonald & Pitcher, 1979) identificando grupos modales por sexos presentes en las muestras con una resolución espacial por subsistema. Este ejercicio permite identificar un número probable de componentes modales en la captura. Se utilizó una prueba de razón de verosimilitudes (Hilborn & Mangel, 1997) para determinar el número más probable de grupos modales que se identifican en la muestra.

La información de condición de portación de huevos permitió calcular la proporción de portación a la talla, en el caso de las hembras de langostas. Se calculó la función de portación a la talla para cada mes de la temporada.

La condición de madurez a la talla para langosta de Juan Fernández ha sido determinada a través de la presencia de setas ovígeras. En las últimas temporadas este indicador ha generado información inconsistente respecto de una ojiva de madurez logística esperada. De esta forma se mantuvo en revisión la metodología de las setas para generar un protocolo más robusto. En base a las recomendaciones obtenidas a partir del proyecto FIPA 2020-35 se continuó con los muestreos que permitieran obtener de mejor forma la condición de madurez de las hembras.

Se estimó la función de madurez durante la temporada 2022/23 a partir de la información de madurez a la talla obtenida de la presencia de setas ovígeras en los pleópodos, incluyéndose además la información de temporadas anteriores (2011/12, 2012/13, 2013/14, 2014/15, 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20, 2020/21, 2021/22). La función de madurez fue modelada a través de una función logística y los parámetros estimados mediante una función de verosimilitud binomial, implementada en la plataforma estadística ADMB (Otter Research, 2001) para la estimación no lineal de los parámetros de interés.

Las estructuras de tallas y la función de portación se analizaron mensualmente en la pesquería de la langosta durante el desarrollo de la temporada 2022/23 por subsistema insular. En el caso de la pesquería de cangrejo dorado la estructura de tallas se analizará para el periodo julio de 2022 a marzo de 2023. Se comparará la función de portación entre subsistemas y entre temporadas para el caso de las langostas.

3.5 Objetivo 3

Determinar la composición específica de las capturas en las operaciones de pesca dirigidas a la langosta de Juan Fernández, cangrejo dorado y en operaciones de pesca dirigidas a peces.

3.5.1 Registro de información

Desde la ejecución de proyectos de monitoreo anteriores (Ernst et al., 2015; 2016; 2017; 2018; 2019; 2020, 2021) se cuenta con un listado de especies que componen la fauna acompañante¹ de las especies objetivo de las pesquerías. Con el apoyo de científicos especialistas en cada uno de los grupos taxonómicos se mantiene actualizada la guía de terreno para la identificación de cada especie, proveyendo de información escrita para su identificación, de tal forma que los muestreadores científicos adquieran las herramientas para reconocerlas y puedan generar información cuantitativa de su interacción con las pesquerías. El diseño de las bitácoras utilizadas por los muestreadores científicos considera el registro de fauna acompañante en aparejos de pesca de peces (espineles, líneas de mano) y de crustáceos (trampas).

Además, se continuó el trabajo en conjunto con los pescadores para la identificación de especies capturadas no documentadas. Se cuenta desde la temporada 2016/17 con su total disposición a colaborar, de forma que se dispone de los protocolos y la información adecuada para centralizar las muestras o fotografías que obtengan de sus salidas de pesca, a fin de contribuir al listado de especies identificadas para ambos sistemas insulares y avanzar hacia una mejor descripción y cuantificación.

3.5.2 Análisis de información

La información colectada por los muestreadores en las salidas de pesca efectuadas fue analizada a fin de contar con un listado de los ejemplares identificando hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Se consideró como indicador de fauna acompañante la frecuencia de ocurrencia en las trampas registradas (S_0) de acuerdo con lo presentado por Santos *et al.* (2002):

$$S_0 = \frac{n_i}{N} \cdot 100$$

Ecuación 14

donde, n_i es el número de trampas con captura de la especie i ; y N : Número total de trampas observadas.

La frecuencia de las especies es reportada utilizando los mismos criterios propuestos por los autores para clasificar en 4 clases el índice de ocurrencia de especies:

¹ Fauna acompañante: es la conformada por especies hidrobiológicas que ocupan temporal o permanentemente un espacio marítimo común con la especie objetivo, y que, por efecto tecnológico del arte o aparejo de pesca, se capturan cuando las naves pesqueras orientan su esfuerzo de pesca a la explotación de las especies objetivo (Ley General de Pesca y Acuicultura N° 20.6457)

- R: especie rara, $S_0 < 25\%$
- U: especie poco común, $25\% \leq S_0 < 50\%$
- C: especie común, $50 \leq S_0 < 75\%$
- V: especies muy comunes, $S_0 \geq 75\%$

El análisis consideró la importancia relativa en relación con la captura total de fauna acompañante y la captura de la especie objetivo de langostas (retenidas y no retenidas) y cangrejo dorado retenidos. En el caso de la pesquería de langosta, se evaluó por subsistema y para la temporada de pesca 2022/23, mientras que para cangrejo se reportan los registros anuales (incluyendo los datos del primer semestre de 2022). En el caso de peces, se caracteriza la composición mensual y anual (año 2022) de especies en las capturas realizadas con espineles verticales desplegados alrededor de RC-SC.

3.6 Objetivo 4

Caracterizar la captura incidental (aves, mamíferos y reptiles), a través de la estimación de indicadores y el análisis de sus variaciones espacio-temporales.

3.6.1 Registro y análisis de información

A diferencia de otros aparejos de pesca, la utilización de aquellos pasivos, como las trampas, permiten una escasa, por no bien considerar nula interacción con aves, mamíferos y reptiles marinos.

Desde la ejecución de proyectos de monitoreo anteriores (Ernst *et al.*, 2015; 2016; 2017) se cuenta con un listado de especies que componen la fauna acompañante de las especies objetivo y un listado de especies que se distribuyen en estas latitudes (Anexo II), identificando además a aquellas especies consideradas ETP (*Endangered, Threatened, Protected Species* - Especies en peligro, amenazadas y protegidas) que incluye aves marinas, mamíferos marinos, tortugas marinas, peces altamente migratorios y corales. Se realizó la actualización del estado de conservación de las especies identificadas.

El listado de especies se va enriqueciendo a partir de documentación científica disponible, apoyo de científicos especialistas en cada uno de los grupos taxonómicos y observaciones de los muestreadores científicos y pescadores. El diseño de las bitácoras utilizadas por los muestreadores científicos considera el registro de presencia tanto de fauna acompañante como captura incidental, en aparejos de pesca de crustáceos (trampas) y de peces (espineles, líneas de mano). Estos registros permiten la actualización del listado de especies que forman parte de la captura incidental en las operaciones de pesca de crustáceos y peces objetivo de estudio, detallando información espacial y temporal en caso de eventuales capturas, permitiendo además analizar las posibles causas que provocaron la captura incidental.

Se precisa en este reporte final, las salidas observadas por los muestreadores y el total de salidas realizadas según el control de tráfico marítimo en cada subsistema insular (Tabla 5). Se indica adicionalmente para los años 2015-marzo 2023 el número de ejemplares ETP capturados en las

pesquerías de crustáceos y de peces (carnada y consumo), utilizando la información muestral por salida con observador científico (268 salidas de pesca de crustáceos y 177 de peces).

3.7 Caracterización ambiental

La caracterización de la variabilidad espacio-temporal de las variables ambientales asociadas a la zona pelágica en zonas de distribución de langosta, en el archipiélago Juan Fernández (AJF), consideró la obtención de información desde las siguientes fuentes de datos:

3.7.1 Anclaje “Estación langosta I”

Se obtuvieron datos de salinidad, temperatura y oxígeno disuelto con un anclaje ubicado en el sector este de la isla Robinson Crusoe (Figura 5). Los datos de temperatura y salinidad fueron obtenidos por medio de tres sensores Datalogger CTD de Wisens, mientras que los datos de oxígeno disuelto y temperatura fueron obtenidos a través de tres sensores MiniDOT logger. Los instrumentos fueron ubicados a 50, 75 y 110 metros de profundidad y registraron mediciones con una frecuencia de 10 minutos. La información de los 3 CTD se encuentra disponible desde el 14 de enero del 2022 hasta el 04 de julio del 2022 y del 22 de septiembre del 2022 al 09 de mayo del 2023, mientras que la información de los 3 sensores MiniDOT están disponibles desde el 14 de enero del 2022 hasta el 06 de abril del 2022 y del 22 de septiembre del 2022 al 09 de mayo del 2023.

Procesamiento de datos: Los datos obtenidos del anclaje presentaron una alta variabilidad en las profundidades obtenidas con el sensor de presión, dada la alta variabilidad que se observa en las corrientes. Debido a lo anterior, se analizó la información considerando la profundidad en cada paso de tiempo, en vez de asumir una profundidad constante para la serie de tiempo de cada instrumento.

Se realizó un control de calidad a los datos donde se eliminaron todos aquellos fuera de un intervalo superior/inferior a 4 desviaciones estándar sobre/bajo el promedio. Estos datos fueron luego interpolados linealmente a una profundidad regular en cada paso de tiempo y luego temporalmente para cada una de estas profundidades. De esta forma se obtuvo una serie de tiempo continua a lo largo de la columna de agua (entre 60 y 110 metros). Los datos originales muestreados cada 10 minutos fueron promediados horariamente. A continuación fueron filtrados, con un filtro pasa baja de 30 horas, con el objetivo de eliminar las altas frecuencias relacionadas a las mareas y observar con mayor claridad las variaciones de períodos mayores.

3.7.2 Muestreos con CTD

Se realizaron mediciones para las variables de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad en 35 puntos alrededor de la isla Robinson Crusoe (Figura 5). Estos muestreos fueron realizados utilizando un perfilador oceánico CTD AML el cual cuenta con sensores de temperatura, conductividad, oxígeno y presión permitiendo obtener un perfil en profundidad de las variables previamente mencionadas. Las mediciones fueron realizadas una vez por mes, durante los meses de julio del 2022 a mayo del año 2023, específicamente el 22 de julio, el 24 de agosto, el 25 de septiembre, el 27 de octubre, 29 de noviembre, 23 de diciembre, 23 de enero, 28 de febrero y 10 de mayo. Por dificultades operativas, no se tienen datos para los meses de marzo y abril del 2023.

Procesamiento de datos: Se realizó un control de calidad, eliminando los datos asociados al periodo de estabilización de los sensores, como también datos escapados. Posteriormente, debido a irregularidades en la velocidad tanto de subida como de bajada del instrumento, se promediaron los **datos en intervalos regulares de 1 dbar (≈ 1 m) y se utilizaron estos promedios para el análisis. Los datos de conductividad en mS/cm fueron transformados a salinidad en Unidades prácticas de salinidad (PSU), utilizando la función de MATLAB `gsw_SP_from_C`, que implementa la ecuación termodinámica del agua de mar - 2010 (TEOS-10). Los datos de oxígeno disuelto fueron transformados de $\mu\text{mol/L}$ a mg/L utilizando un factor de conversión de 0.032. Por otro lado, para el análisis de datos se separaron las estaciones por grupo (Figura 5) de la forma en que se muestra en la Tabla 9.**

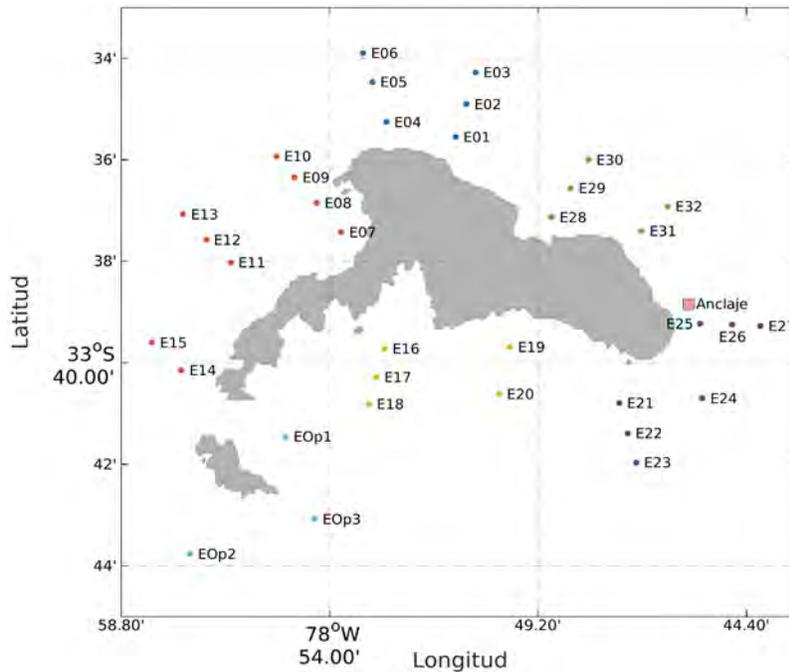


Figura 5 Ubicación del anclaje y estaciones de muestreo con CTD realizadas durante el año 2022-2023. Los colores indican la división por grupo. G1 = puntos azules, G2 = puntos rojos, G3 = puntos amarillos, G4 = puntos morados, G5 = puntos verdes y G6 = puntos celestes.

Tabla 9 Organización de las estaciones por grupo según sus ubicaciones.

Grupo	Estaciones
G1	E01 – E06
G2	E07 – E15
G3	E016 – E20
G4	E21 – E27
G5	E28 – E32
G6	EOp1 – EOp3

3.7.3 Modelación biofísica para erizo

Estudio de la expansión larval de *Centrostephanus sylviae* en la zona de Juan Fernández: se considera como condición inicial la distribución histórica (mapa de composición espacial con la distribución de erizos de toda la base de datos disponible (Objetivo 3). A partir de dicha distribución se evaluó el transporte, retención, conectividad y capacidad de expansión del erizo hasta el asentamiento alrededor de la isla Robinson-Santa Clara (RC-SC) y fuera de esta, empleando un modelo biofísico. Se trabajó con las fases de la historia de vida temprana de *C. sylviae*, puntualmente en el cambio de los estadios asociados a la profundidad en el que se asientan los individuos (~4 meses).

Modelo hidrodinámico

Se utilizaron las salidas de los modelos CGLOPHY030 y CGLOPHY024 acoplados a un modelo lagrangiano para comprender los patrones de distribución de partículas entre las zonas de estudio AJF e ID de acuerdo a la representación de la dinámica de circulación. GLOBAGLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_030 (CGLOPHY030) y CMEMSGLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (CGLOPHY024) son productos distribuidos por CMEMS (<http://marine.copernicus.eu/>).

CGLOPHY030 es un modelo de reanálisis global diario (Fernández & Lellouche, 2018), el cual proporciona la resolución y profundidades con una salida que se extiende entre los años 1993 al 2018. Por otra parte, GLOPHY024 es un modelo de previsión global diario (von Schuckmann *et al.* 2016) con una grilla regular de alta resolución de 1/12° (~8 km) y 50 niveles de profundidad (de 0 a 5500 m). Los productos anteriormente descritos se basan en el modelo hidrodinámico Nucleus for European Modelling of the Ocean (NEMO) (Gurvan *et al.* 2019), asimismo, la altimetría, datos satelitales de temperatura superficial del mar, temperatura vertical y salinidad, fue utilizada la versión 3.1 de NEMO. Se utilizaron las salidas de los años 2013, 2015 y 2018.

Modelo biofísico, parámetros e índices

Se implementó un modelo individuo basado (IBM) acoplado al modelo ROMS empleando el programa de simulación Ichthyop desarrollado por el Institute de Recherche pour le Développement (IRD) (Lett *et al.*, 2008). Esta herramienta permite desarrollar experimentos de simulación en el tiempo y espacio en base a las salidas de un modelo hidrodinámico como campos de velocidad, temperatura, salinidad entre otros (Lett *et al.*, 2008). Para *C. sylviae* se evaluaron los efectos de los procesos físicos/biológicos sobre el estadio planctónico (etapa larval) en las zonas de estudio del archipiélago Juan Fernández (AJF): Robinson Crusoe – Santa Clara (RC-SC), Alejandro Selkirk (AS), y las islas San Ambrosio (SA) y San Félix (SF) del archipiélago Islas Desventuradas (Figura 6).

Para la configuración del modelo IBM, se definieron las siguientes características biológicas de las larvas distribuidas en el plancton: i) fecha de liberación; ii) área de liberación; iii) lugar de asentamiento; y iv) cantidad de larvas asentadas.

Para evaluar la conectividad del ecosistema, se estableció el grado de asentamiento y retención larval de ambas especies dentro y entre el sistema de islas del AJF basados en los valores estadísticos resultantes de las simulaciones del modelo IBM.

Condiciones iniciales

Se utilizaron bases de datos reportadas por el programa de monitoreo biológico pesquero de las pesquerías y del ecosistema asociado al archipiélago Juan Fernández (Ernst *et al.*, 2019; Ernst *et al.*, 2022) con presencia de individuos de *C. sylviae* capturados en los caladeros de langostas entre los años 2012 hasta el 2018. Con la información anterior se definieron las áreas de liberación y reclutamiento de las partículas para cada uno de los experimentos. Se establecieron 6 áreas de liberación para RC-SC (RC_A, RC_B, RC_C, RC_D, RC_E, RC_F), 6 áreas de liberación para AS (AS_A, AS_B, AS_C, AS_D, AS_E, AS_F), 7 áreas de liberación para SF (SF_A, SF_B, SF_C, SF_D, SF_E, SF_F, SF_G) y 6 áreas de liberación para SA (SA_A, SA_B, SA_C, SA_D, SA_E, SA_F) en las cuales se agruparon los reportes de presencias de individuos anteriormente mencionados, las cuales fueron generadas mediante el software ArcGIS (Figura 6). Dentro de cada área se liberaron aleatoriamente 6000 partículas diariamente durante el periodo establecido como el *peak* de desove (92 días consecutivos en total) por lo que se simularon 552000 partículas por experimento considerando toda la extensión de los experimentos de simulación, a una profundidad entre 10-80 m.

La duración del periodo larval considerado para la evaluación de la conectividad entre las islas fue de 4 meses. Las simulaciones no incluyeron mortalidad larval o funciones de crecimiento dependientes de la temperatura (Tabla 10).

Para establecer la conectividad dentro y entre los sistemas de estudio se utilizaron casos de estudio (2013, 2015 y 2018) con el fin de poder evaluar potenciales cambios en presencia de individuos en el sistema AJF-ID, forzados con el modelo *Glorys*. Para todos los casos de estudio se realizaron simulaciones sin migración vertical (SMV).

Para establecer la fecha de liberación larval se utilizó la información reportada para el género de la especie descrita para las poblaciones residentes en Australia- Nueva Zelanda, la cual indica que el *peak* de liberación de gametos al medio (y posterior formación de la larva), ocurre en el invierno austral (junio, julio y agosto) (Byrne & Andrew, 2013).

Se calculó la matriz de conectividad de la especie, expresada en la probabilidad de que una larva sea transportada entre la zona de liberación y la zona de reclutamiento. La retención local fue calculada a partir del total de larvas asentadas en cualquiera de las 25 áreas de liberación consideradas en los experimentos de simulación para AJF e ID (Blanco *et al.*, 2019).

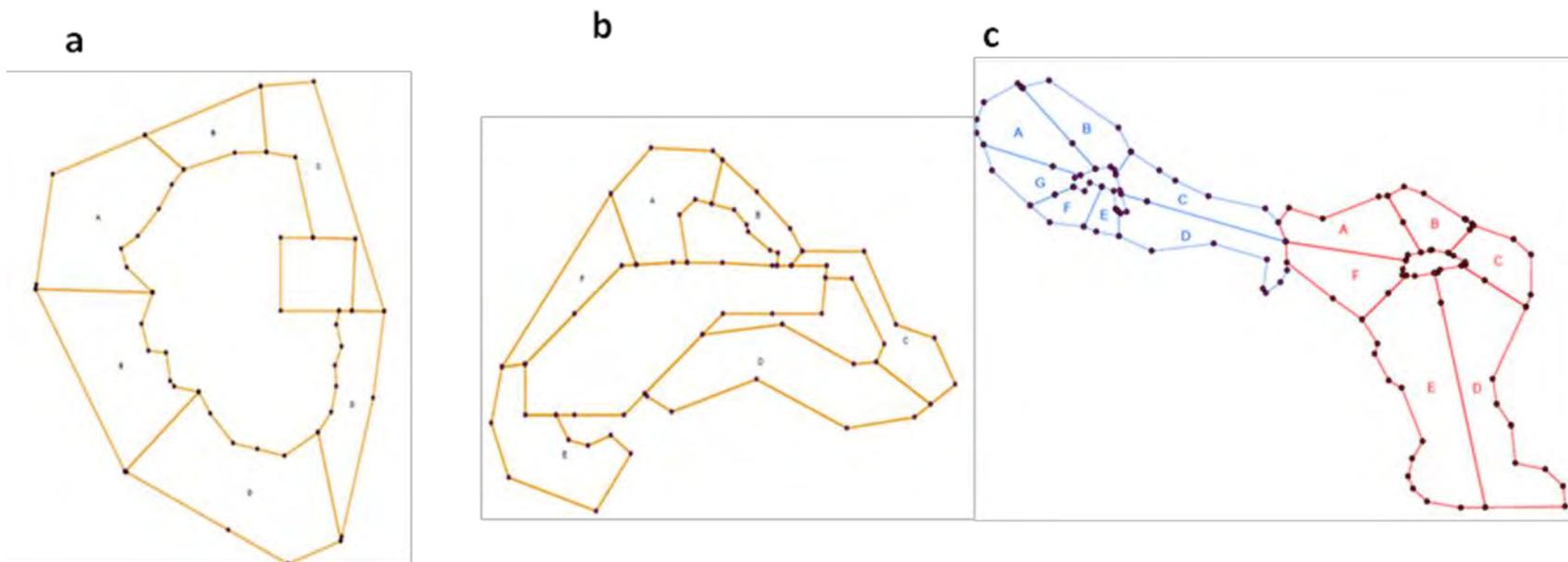


Figura 6 Zonas de liberación de partículas. a) isla Alejandro Selkirk (AS), b) islas Robinson Crusoe - Santa Clara (RC-SC), c) archipiélago Islas Desventuradas. En azul isla san Félix (SF), en rojo isla San Ambrosio (SA).

Tabla 10

Configuración de simulaciones del modelo individuo basado (IBM) para *C. sylviae* en los sistemas de estudio AJF e ID para casos de estudio 2013, 2015 y 2018.

Caso (año)	Modelo	Fecha inicio-término	Duración simulación	Nº de liberaciones (nº partículas diarias)	Comportamiento costero	Tipo advección	Profundidad liberación Límite batimétrico	Zona de liberación (<i>release</i>)	Zona de reclutamiento (<i>recruitment</i>)
2018	NEMO (CGLOPHY030 - CGLOPHY024)	2018/05/30 (01:00)- 2013/08/ 29 (01:00)	122 días	92 (6000 partículas por día)	Bouncing	Runge Kutta 4	0-80 (m) 200 (m)	RC (6)	RC (6) AS (6) SA (6) SF (7)
2015	NEMO (CGLOPHY030 - CGLOPHY024)	2015/05/30 (01:00)- 2013/08/ 29 (01:00)	122 días	92 (6000 partículas por día)	Bouncing	Runge Kutta 4	0-80 (m) 200 (m)	RC (6)	RC (6) AS (6) SA (6) SF (7)
2013	NEMO (CGLOPHY030 - CGLOPHY024)	2013/05/30 (01:00) - 2013/08/ 29 (01:00)	122 días	92 (6000 partículas por día)	Bouncing	Runge Kutta 4	0-80 (m) 200 (m)	RC (6)	RC (6) AS (6) SA (6) SF (7)
Año climatológico	NEMO (CGLOPHY030 - CGLOPHY024)	1993/05/30 (01:00) - 2013/08/ 29 (01:00)	122 días	92 (6000 partículas por día)	Bouncing	Runge Kutta 4	0-80 (m) 200 (m)	RC (6)	RC (6) AS (6) SA (6) SF (7)
2005 (climatología) salidas diarias	ROMS (L1)	2005/05/30 (01:00) - 2013/08/ 29: 01:00	122 días	92 (6000 partículas por día)	Bouncing	Runge Kutta 4	0-80 (m) 200 (m)	RC (6)	RC (6) AS (6) SA (6) SF (7)
2005 (climatología) salidas c/5 días	ROMS (L1)	2005/05/30 (01:00)- 2013/08/ 29 (01:00)	122 días	92 (6000 partículas por día)	Bouncing	Runge Kutta 4	0-80 (m) 200 (m)	RC (6)	RC (6) AS (6) SA (6) SF (7)

3.7.4 Monitoreo larval prospectivo

Se desarrolló un monitoreo larval prospectivo de las especies langosta de Juan Fernández, cangrejo dorado, breca de Juan Fernández, vidriola, bacalao de Juan Fernández y erizo alrededor de la isla Robinson Crusoe durante el segundo semestre del año 2022, para disponer de información que permitiera diversificar las acciones de investigación en futuros programas de seguimiento de las pesquerías insulares oceánicas de Chile.

Se analizó la presencia de las larvas de los recursos pesqueros de la isla Robinson Crusoe o especies potencialmente importantes de manera exploratoria, según se lista en la Tabla 11.

Las muestras de zooneuston fueron recolectadas a través de una red de tipo hiponeustónica de 1.5 m de ancho por 0.5 m de alto dotada 800 um de trama. La red fue arrastrada horizontalmente por 30 minutos aproximadamente con la ayuda de una embarcación artesanal de 8.5 m de eslora. La velocidad de la embarcación se trató de mantener constante a 2 nudos de velocidad. La Figura 7 muestra un detalle del aspecto de la red durante la operación de recolección de zooneuston.

Tabla 11
Biodiversidad de larvas de recursos pesqueros de la isla Robinson Crusoe analizados.

Nombre específico	Filum	Componente del ciclo de vida a analizar	Nombre común
<i>Jasus frontalis</i>	Artrópoda	Filosomas, Puerulus	Langosta
<i>Acantharctus delfini</i>	Artrópoda	Filosomas, Puerulus	Langosta rape rape
<i>Chaceon chilensis</i>	Artrópoda	Zoeas	Cangrejo dorado
<i>Concholepas concholepas</i>	Mollusca	Larvas tetralobuladas	Loco
<i>Centrostephanus sylviae</i> , <i>Aspidodiadema microtuberculatum</i>	Echinodermata	Larvas Pluteus	Erizo Juan Fernández
<i>Nemadactylus gayi</i>	Piscis	Larvas, Huevos	Breca
<i>Seriola lalandi</i>	Piscis	Larvas, Huevos	Vidriola
<i>Polyprion oxygeneios</i>	Piscis	Larvas y Huevos	Bacalao de JF
Copepoda	Artrópoda	Nauplius y Adultos	Copepodos
Medusas	Schizophzoa	Adultos	Medusas



Figura 7 Fotografías con la operación de arrastre horizontal de una red neustónica utilizada para recolectar estadios larvales y/o juveniles de invertebrados y peces de interés ecológico o comercial en la isla Robinson Crusoe durante el proyecto FIPA 2022-21. Redes aportadas por el Laboratorio de Oceanografía Biológica Austral, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.

Identificación del Zooneuston

Las muestras obtenidas fueron etiquetadas y fijadas con formalina tamponada al 5%. Posteriormente en el Laboratorio de Oceanografía Biológica Austral (LOBA), dependiente del Departamento de Ciencias y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes, se procedió al análisis de identificación taxonómica a nivel de Phylum, clase, determinación de abundancia y biomasa total, abundancia por especie, riqueza de especie por estación, fase del desarrollo larva o adulto (o mero y holoplancton, respectivamente) y tipo de exoesqueleto (quitinoso como en crustáceos, gelatinoso como en cnidarios y ctenóforos, celulósicos como en apendicularias y taliaceos, calcáreos como en foraminíferos, gasterópodos pelágicos y larvas de moluscos, o desnudos como en poliquetos y quetognatos).

De acuerdo a la escala establecida para clasificar el tipo de zooplancton recolectado en este estudio y el tamaño de la trama de la red, en la presente investigación se analizó el mesozooplancton (200 a 2000 μm de longitud), el cual se compone principalmente de taxa tales como foraminíferos, radiolarios, cnidarios, ctenóforos, poliquetos pelágicos, moluscos pelágicos, diversos taxa de crustáceos tales como copépodos y eufaúsidos, larvas de equinodermos, quetognatos y larvas de tunicados como adultos de tunicados pelágicos como apendicularia y thaliacea (Muller & Wheeler, 2012; Castellani & Edwards, 2017).

Las muestras de zooplancton e ictioplancton de especies de interés comercial fueron recolectadas en los alrededores de la isla Robinson Crusoe fueron analizadas en su totalidad dada la baja abundancia observada durante esta campaña. En el presente reporte se describe la comunidad zooneustónica recolectada en 4 muestras distribuidas en 3 estaciones oceanográficas entre diciembre 2022 y febrero 2023 (Tabla 12 y Figura 8).

Tabla 12
Información operacional de los lances con la red zooneustónica en los alrededores de la isla Robinson Crusoe.

Zona muestreo	Fecha	Hi	Hf	Tiempo (minutos)
Zona A	31-12-2022	10:01	10:30	29
Zona B	15-01-2023	11:17	11:48	31
Zona C	28-02-2023	11:47	12:17	30
Zona D	28-02-2023	10:53	11:23	30

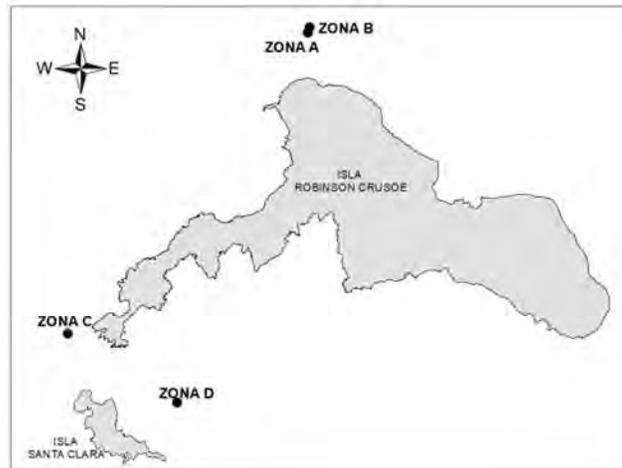


Figura 8 Posicionamiento geográfico de las estaciones utilizadas para describir el rol de la capa neustónica como hábitat para especies de importancia comercial y/o ecológica.

Procesamiento de las muestras zooneustónicas

Arribadas las muestras al continente, fueron transportadas por vía terrestre hasta la Universidad de **Magallanes, en Punta Arenas. En el laboratorio, cada muestra fue filtrada con un tamiz de 100 μm** , dejada secar por 5 minutos a temperatura ambiente (22°C). Posteriormente fue pesada para determinar la biomasa recolectada, y cada muestra fue observada bajo lupa estereoscópica para identificar los taxa a nivel de filum y categorías inferiores, además de contar el número de ejemplares por taxa. El concepto de biomasa utilizada en esta investigación es biomasa libre de fijador. No se realizó peso seco libre de cenizas para no destruir las muestras y permitir su uso futuro en nuevos programas de investigación sobre el zooplancton del archipiélago Juan Fernández (Palma, 1985).

Identificación del zooplancton

Para identificar el zooplancton se utilizó la siguiente bibliografía: Boltovskoy (1982), Palma & Kaiser (1993), Todd et al (1996) y McEdwards (1995), Young (2006) y Castellani & Edwards (2017). Además, Guglielmo & Ianora (1995) para la identificación de copépodos y Guglielmo & Ianora (1997) para realizar la identificación de anfípodos, eufáusidos, mísidos, ostrácodos y quetognatos más otros trabajos específicos para identificar hidromedusas o zooplancton gelatinoso de áreas templadas frías o sub Antárticas. Temáticas ecológicas actualizadas sobre el zooplancton fueron **analizados a través del libro titulado “Zooplankton ecology” editado por Teodosio & Barbosa (2021).**

4 RESULTADOS

El presente documento corresponde al reporte de la información obtenida a través de la ejecución del proyecto de monitoreo de las pesquerías de crustáceos en los subsistemas: i) islas Robinson Crusoe-Santa Clara (RC-SC), ii) isla Alejandro Selkirk (AS) y iii) archipiélago Islas Desventuradas (ID) durante el periodo julio de 2022 a marzo de 2023. Los resultados involucran la información biológico-pesquera de la temporada 2022/23 de la langosta de Juan Fernández (abarcando desde octubre de 2022 a marzo de 2023), registros de cangrejo dorado y peces (julio de 2022 a marzo 2023), levantamiento de indicadores ambientales, el muestreo prospectivo de zooneuston y la caracterización experimental e histórica de espineles verticales.

4.1 Objetivo 1

Estimar indicadores operacionales y pesqueros asociados al desarrollo de las actividades extractivas de crustáceos y peces capturados en el archipiélago de Juan Fernández, considerando variaciones espacio temporales de los mismos.

4.1.1 Langosta de Juan Fernández

Estimaciones puntuales

Las estimaciones puntuales de los indicadores pesqueros que aquí se presentan provienen de la base de datos de bitácoras de pesca de los pescadores que participan en el programa de seguimiento de la pesquería de langosta. La importancia de reportar la información no censal obtenida es debido a la forma en que se pueden tener indicadores espaciales más detallados, no solo a nivel de subsistema, sino también de las zonas presentadas previamente (Figura 3).

Subsistema islas Robinson Crusoe-Santa Clara (Tabla 13): Si bien la estadística que se colecta a través del programa de bitácoras de los pescadores no es censal, tiene una amplia cobertura (superior al 10% Tabla 3) respecto del esfuerzo total (número de salidas de pesca). El inicio de la temporada 2022/23 fue caracterizado por mayores rendimientos en octubre, presentando nuevamente incrementos en casi todas las zonas durante enero y febrero. El mayor esfuerzo se observa alrededor de Santa Clara y en el sector norte de la isla RC (zonas 8, 9 y 10). Las zonas con más altos rendimientos de langostas por trampa (CPUE) se observan en las zonas 5 (sur) y 10 (norte), siendo estables la mayoría de los meses, en contraposición a las zonas 1, 2 y 3 (noreste), que registraron menores rendimientos durante la temporada 2022/23.

Subsistema isla Alejandro Selkirk (Tabla 14): El inicio de la temporada 2022/23 evidencia mayores rendimientos en cuanto a langostas por trampa al norte y noroeste de las islas (zonas 4, 5 y 6), y aunque se observa una leve disminución en los rendimientos en noviembre, estos parecen decrecer de modo proporcional e incrementar nuevamente en diciembre alcanzando valores sobre la unidad, en todas las zonas durante enero.

Subsistema archipiélago Islas Desventuradas (Tabla 15): Durante los meses de octubre y noviembre de la temporada 2022/23 no se identificaron salidas con trampas caladas en la zona 3

(alrededor de la isla San Félix), mientras de octubre a diciembre solo la zona 1 registró trampas caladas, la zona 2 en cambio, presentó registros de trampas en octubre y noviembre únicamente. Para los siguientes meses enero – marzo 2023 no se pudo contar con registros debido a dificultades logísticas para recuperar las bitácoras de los pescadores. Aun así, los mayores rendimientos observados ocurrieron en octubre, y en ambos meses la CPUE es similar entre zonas. Sin embargo, hay una gran diferencia en cuanto al número de langostas capturadas y el esfuerzo desplegado entre zonas en los meses analizados, siendo ambos indicadores mayores en la zona 1, que se encuentra muy próxima al refugio de los pescadores “La Potala”.

Tabla 13

Captura (número de individuos retenidos), esfuerzo (número de trampas levantadas) y CPUE (número de individuos retenidos por trampa levantada) para langosta de Juan Fernández en el subsistema islas Robinson Crusoe – Santa Clara, por zona y mes durante la temporada 2022/23 (información no censal).

Indicador	Zona	Temporada 2022/23					
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Captura (Número de langostas)	1	43	7	17	21	11	
	2	15	3	21	18	8	
	3	112	11	40	103	76	
	4	97	23	32	153	44	
	5	87	13	21	80	59	
	6	3	13	16	81	25	
	7	283	131	288	564	142	3
	8	45	29	72	189	94	7
	9	75	41	74	153	83	
	10	231	175	231	250	106	
	11	62	24	35	35	35	
Esfuerzo (trampas levantadas)	1	158	25	99	45	28	
	2	60	23	41	41	23	
	3	259	53	165	223	95	
	4	164	48	73	256	97	
	5	79	20	38	99	56	
	6	20	37	24	100	41	
	7	562	310	476	604	227	10
	8	113	64	151	232	163	3
	9	220	106	161	204	122	
	10	433	251	269	384	218	
	11	177	60	73	104	57	
CPUE (# langostas por trampa)	1	0.27	0.28	0.17	0.47	0.39	
	2	0.25	0.13	0.51	0.44	0.35	
	3	0.43	0.21	0.24	0.46	0.80	
	4	0.59	0.48	0.44	0.60	0.45	
	5	1.10	0.65	0.55	0.81	1.05	
	6	0.15	0.35	0.67	0.81	0.61	
	7	0.50	0.42	0.61	0.93	0.63	0.30
	8	0.40	0.45	0.48	0.81	0.58	2.33
	9	0.34	0.39	0.46	0.75	0.68	
	10	0.53	0.70	0.86	0.65	0.49	
	11	0.35	0.40	0.48	0.34	0.61	

Tabla 14

Captura (número de individuos retenidos), Esfuerzo (número de trampas levantadas) y CPUE (número de individuos retenidos por trampa levantada) para langosta de Juan Fernández en el subsistema isla Alejandro Selkirk, por zona y mes durante la temporada 2022/23 (información no censal).

Indicador	Zona	Temporada 2022/23					
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Captura	1	14	128	35	113	9	52
	2	4	189	181	298	32	105
	3	66	451	412	1395	76	208
	4	36	172	257	848	51	68
	5	35	305	180	487	54	209
	6	11	110	30	57		36
Esfuerzo	1	28	199	46	101	13	56
	2	12	194	141	224	36	169
	3	98	624	419	1248	121	327
	4	28	194	235	653	64	107
	5	18	379	199	309	44	244
	6	6	147	46	38		47
CPUE	1	0.50	0.64	0.76	1.12	0.69	0.93
	2	0.33	0.97	1.28	1.33	0.89	0.62
	3	0.67	0.72	0.98	1.12	0.63	0.64
	4	1.29	0.89	1.09	1.30	0.80	0.64
	5	1.94	0.80	0.90	1.58	1.23	0.86
	6	1.83	0.75	0.65	1.50		0.77

Tabla 15

Captura (número de individuos retenidos), Esfuerzo (número de trampas) y CPUE (número de individuos retenidos por trampa) para langosta de Juan Fernández en el subsistema archipiélago Islas Desventuradas, por zona y mes durante la temporada 2022/23 (información no censal).

Indicador	Zona	Temporada 2022/23		
		Oct	Nov	Dic
Captura	1	2291	7028	147
	2	103	441	
	3			356
Esfuerzo	1	227	965	27
	2	10	57	
	3			54
CPUE	1	10.1	7.3	5.4
	2	10.3	7.7	
	3			6.6

Indicadores pesqueros estimados

Esfuerzo de Pesca

El esfuerzo de pesca reportado en la Tabla 16 da cuenta de las diferencias existentes entre los tres subsistemas. De acuerdo con los indicadores presentados, el mayor esfuerzo en salidas se realiza en el subsistema RC-SC donde se observan más del doble de salidas mensuales, respondiendo al mayor número de embarcaciones que operan en este subsistema. En cuanto al número de trampas revisadas por salida de pesca, es mayor en AS en 10 o más unidades sobre los otros dos subsistemas. En el subsistema ID el número de trampas levantadas por salida de pesca fluctúa entre 12 y 24 unidades a lo largo de la temporada, la menor cantidad de trampas levantadas por salida se explica porque trabajan con dos grupos de trampas caladas, revisándolas en días diferidos, es decir que considerando que el tiempo de reposo de las trampas es de 48 horas (trampas son revisadas día por medio en todos los subsistemas), la diferencia ocurre en ID dado que los pescadores van todos los días (a menos de que ocurran restricciones operacionales) a revisar trampas, alternando entre un grupo y el otro de trampas.

Captura total retenida

La Tabla 16 señala las capturas retenidas totales estimadas por subsistema durante la temporada 2022/23 de la pesquería de la langosta. El esfuerzo en número de salidas es definido, además del número de embarcaciones inscritas, por las condiciones de mar (cierre de puerto) durante el mes.

En cuanto a la captura por salida de pesca, los rendimientos más bajos se observan en el subsistema de las Islas RC-SC. En la Isla AS los rendimientos son más del doble que en las islas RC-SC, mientras que en el archipiélago ID alcanzan a ser más de 7 veces más altos que AS durante octubre.

La captura total estimada en número de langostas retenidas durante el periodo octubre – marzo de la temporada 2022/23 asciende a 24014, 32068 y 27062 en RC-SC, AS y en ID, respectivamente. De acuerdo con la estimación de la talla media de la captura retenida y asignando el peso medio mensual, se estimó que la captura total retenida en peso durante el periodo observado, alcanzando las 43.9 t donde RC-SC registró una biomasa un poco menor que AS, sumado a las 22.0 t estimadas de biomasa capturada en ID. La biomasa total estimada de langostas retenidas para el periodo reportado fue de 65.9 t (CV = 2.9%). Así, a nivel de subsistema, el 29 % de esta captura provino de las islas Robinson Crusoe-Santa Clara (RC-SC), el 39 % de la isla Alejandro Selkirk (AS) y el 32 % de Islas Desventuradas (ID).

Tabla 16

Esfuerzo de pesca y captura retenida de langosta de Juan Fernández por mes en los subsistemas AS, RC-SC e ID. Temporada 2022/23.

Estadístico	Subsistema	Temporada 2022/23						TOTAL 2022/23	CV
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar		
Esfuerzo de pesca total (# de salidas)	AS	121	170	157	190	113	120	871	
	RC-SC	299	295	263	303	227	302	1689	
	ID	16	63	39	29	50	40	237	
Trampas promedio revisadas por salida	AS	38.2	40.5	43.5	40.3	39.9	31.7		
	RC-SC	29.6	27.4	26.7	27.6	23.0	17.6		
	ID	23.7	20.6	20.3	12.5	11.8	13.5		
Esfuerzo de pesca total (# de trampas revisadas)	AS	4622	6891	6826	7656	4504	3808	34308	2.1%
	RC-SC	8857	8096	7012	8374	5221	5328	42889	2.3%
	ID	379	1298	790	363	592	538	3959	2.0%
Captura retenida promedio por salida (número)	AS	33.4	31.5	43.8	50.0	31.7	22.6		
	RC-SC	14.0	13.1	14.4	19.8	13.9	10.0		
	ID	239.4	149.4	125.8	81.7	66.8	80.2		
Captura retenida total (número)	AS	4041	5357	6877	9497	3584	2712	32068	2.2%
	RC-SC	4182	3860	3776	6013	3164	3020	24014	5.7%
	ID	3830	9411	4904	2368	3342	3206	27062	1.4%
Total archipiélago. Juan Fernández (número)		8224	9217	10652	15510	6748	5732	56082	2.8%
Total archipiélago. Juan Fernández + Islas Desventuradas(número)		12054	18628	15556	17878	10089	8938	83143	2.7%
Talla promedio (captura retenida) (mm)	AS	117.7	117.2	117.3	117.1	117.5	118.2		
	RC-SC	122.0	121.3	120.8	121.1	121.1	122.6		
	ID	120.8*	120.8*	120.8*	119.2	121.3	122.0		
Peso promedio (captura retenida) (g)	AS	757.7	747.4	750.5	746.0	753.7	765.2		
	RC-SC	834.3	820.9	812.8	818.1	818.2	844.9		
	ID	812.7	812.7	812.7	782.5	821.6	834.7		
Captura retenida total (t)	AS	3.1	4.0	5.2	7.1	2.7	2.1	24.1	
	RC-SC	3.5	3.2	3.1	4.9	2.6	2.6	19.8	
	ID	3.1	7.6	4.0	1.9	2.7	2.7	22.0	
Total archipiélago. Juan Fernández (Peso)								43.9	3.0%
Total archipiélago. Juan Fernández + Islas Desventuradas(Peso)								65.9	2.9%

* Los valores corresponden a estimaciones de temporadas anteriores.

Captura por unidad de esfuerzo

Subsistema RC-SC: En la Figura 9 se reportan las tasas de captura expresadas como número de langostas por trampa levantada por temporada y zona (11 zonas en RC-SC). Tanto para langostas retenidas como no retenidas, los rendimientos de las temporadas 2016/17 y 2017/18 por zona han sido estimados como los más bajos e incluso, durante la temporada 2017/18 en las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 son aún más bajos que la temporada anterior. La estimación de ambos indicadores obtenidas al inicio de la temporada 2022/23 muestran un aumento respecto a los mínimos históricos, en la captura retenida en las zonas 4 a la 11 similar a las capturas no retenidas que se observan sobre los mínimos históricos de la temporada 2017/18.

De la serie temporal de CPUE (langostas retenidas por trampa) por zonas presentada en la Figura 10 se observa que desde la temporada 2012/13, el indicador no superaba la unidad de langosta por trampa en ninguna zona, mientras que las zonas 6, 7 y 8 tienden a disminuir después del alza observada en la temporada 2020/21. Destaca el aumento en la zona 5 y su mayor índice respecto a las otras zonas durante la temporada 2022/23.

En cuanto a la CPUE nominal mensual de langostas retenidas, el inicio de la temporada 2022/23 muestra valores cercanos a 0.5 unidades de langostas retenidas por trampa, quedando sobre lo observado en la temporada anterior (Figura 11), manteniéndose sobre 0.5 y bajo la unidad hasta marzo. La CPUE no retenida presenta valores muy similares a los observados al inicio de la pasada temporada 2021/22, los que se encuentran entre los más bajos de la serie.

La Figura 12 reporta información de la CPUE acumulada por intervalos de tiempo a escala mensual considerando los registros de todas las temporadas disponibles (2006/07 hasta 2022/23). El período inicial de este indicador es un *proxy* de las capturas a lo largo de la temporada de pesca exhibiendo un alto grado de correlación (Figura 13) que además indica lo predictiva que puede llegar a ser la señal en el tiempo. De acuerdo con la Figura 13, la CPUE de langostas retenidas es similar los 4 primeros meses de la temporada, mostrando una pendiente positiva hacia los valores acumulados de febrero y finalmente estabilizándose a partir de marzo. La CPUE no retenida acumulada es más bien similar a lo largo de los meses durante las últimas temporadas analizadas (2016/17 - 2022/23). De acuerdo con el *proxy* que representa el indicador descrito, por lo tanto, se esperarían rendimientos de langostas retenidas cercanas a 0.5 unidades para la temporada 2022/23, mientras que, para langostas no retenidas se proyectan alrededor de 2 langostas por trampa levantada, caracterizándose ser una de las temporadas de menor rendimiento.

La Figura 14 muestra un desglose mensual, integrando la información espacial y estacional de la CPUE de langostas retenidas y no retenidas en el subsistema RC-SC. La línea punteada horizontal indica la media de la CPUE de la serie. Para efectos de la CPUE de langostas retenidas la señal de cada temporada es similar, comienza con bajos rendimientos, luego aumentan hasta alcanzar el máximo entre febrero y marzo, y finalmente disminuyen con el transcurrir de la temporada, sin embargo y como ha sido notado anteriormente, la temporada 2017/18 finaliza con un aumento en ambos indicadores (medias móviles) y aunque la temporada 2018/19 inicia con valores bajo el promedio de la serie, desde enero de 2019 hasta mayo se mantiene el rendimiento de langostas retenidas sobre la media de la serie, tendencia que no se observaba desde la temporada 2010/11 (Figura 14 a). La temporada 2021/22 comienza con valores bajo la media histórica, y aunque en

noviembre destaca un aumento mayor incluso a los rendimientos de la temporada 2020/21, este valor no logra sobrepasar la media. La serie tiene tendencia negativa, que se mantiene bajo la media desde la temporada 2015/16. Solo en marzo de 2022 la CPUE sobrepasa la media histórica, sin embargo, el comienzo de la temporada 2022/23 también presenta valores bajos, levemente menores a los observados en el mismo periodo durante las últimas 2 temporadas predecesoras, sin alcanzar la media histórica.

En cuanto a los rendimientos de langostas no retenidas (Figura 14 b) se mantiene la tendencia con pendiente negativa, evidenciando valores por debajo de la media histórica desde la temporada 2015/16, solo durante la temporada 2019/20 se sobrepasó la media, coincidiendo también con las langostas retenidas. Este indicador se expresa aún más deprimido al iniciar la temporada 2021/22, alcanzando el máximo en marzo, pero sin sobrepasar la media histórica de la serie, mientras que el inicio de la temporada 2022/23 muestra una leve mejoría respecto al año anterior.

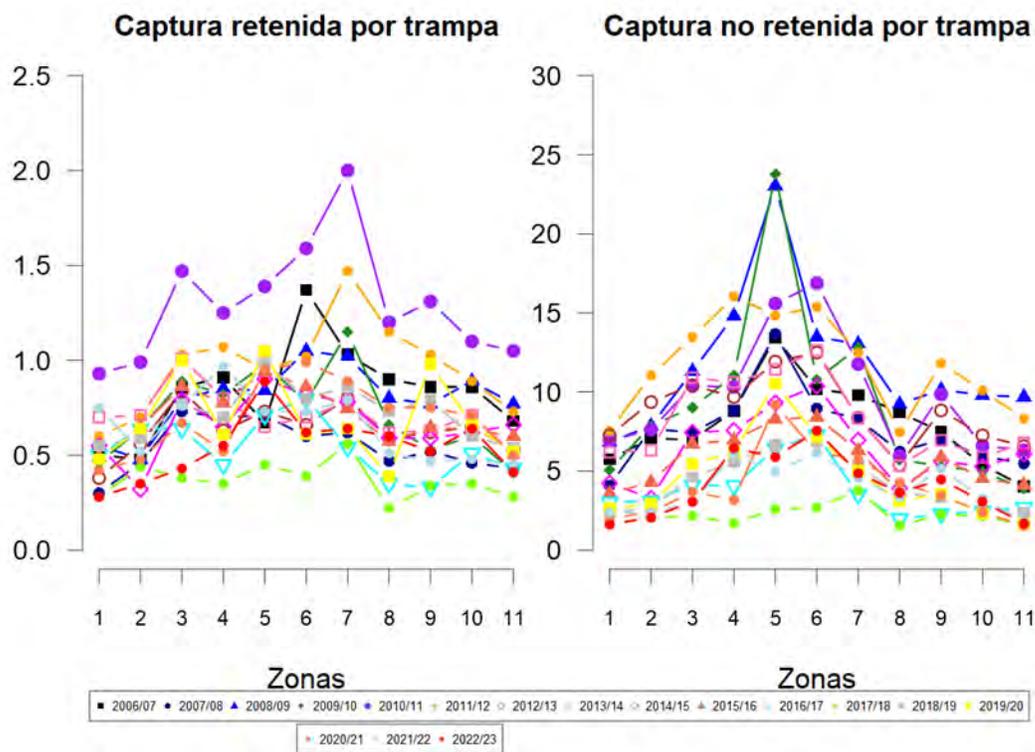


Figura 9 Número de langostas retenidas y no retenidas capturadas por trampa levantada (CPUE) en las diferentes zonas de pesca del subsistema RC-SC desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.

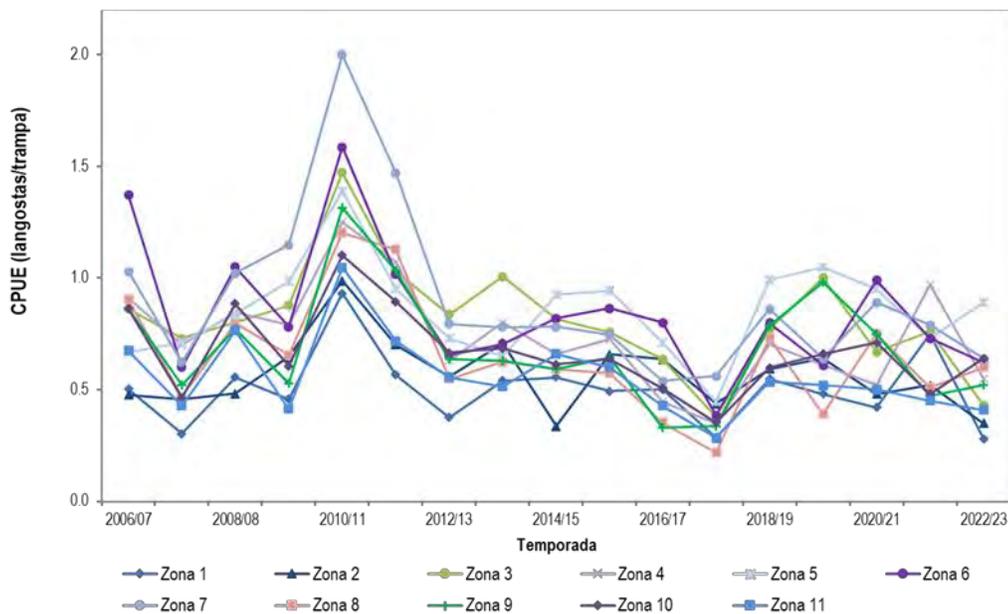


Figura 10 CPUE (número de langostas retenidas por trampa) por zona delimitada en el subsistema RC-SC desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.

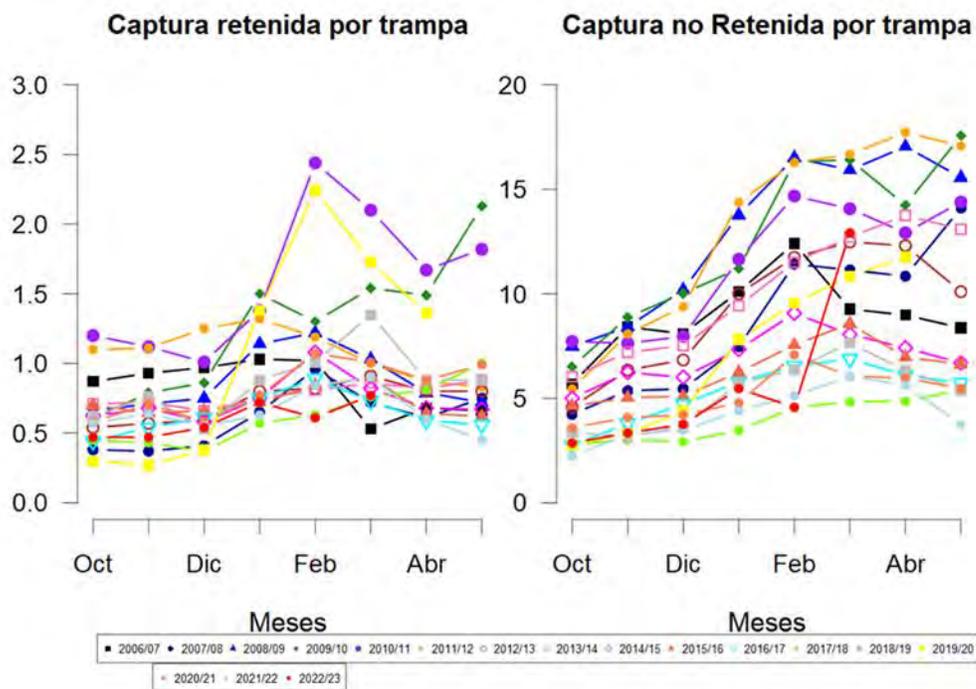


Figura 11 Número de langostas retenidas y no retenidas capturadas por trampa levantada (CPUE) en los diferentes meses de pesca en el subsistema RC-SC desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.

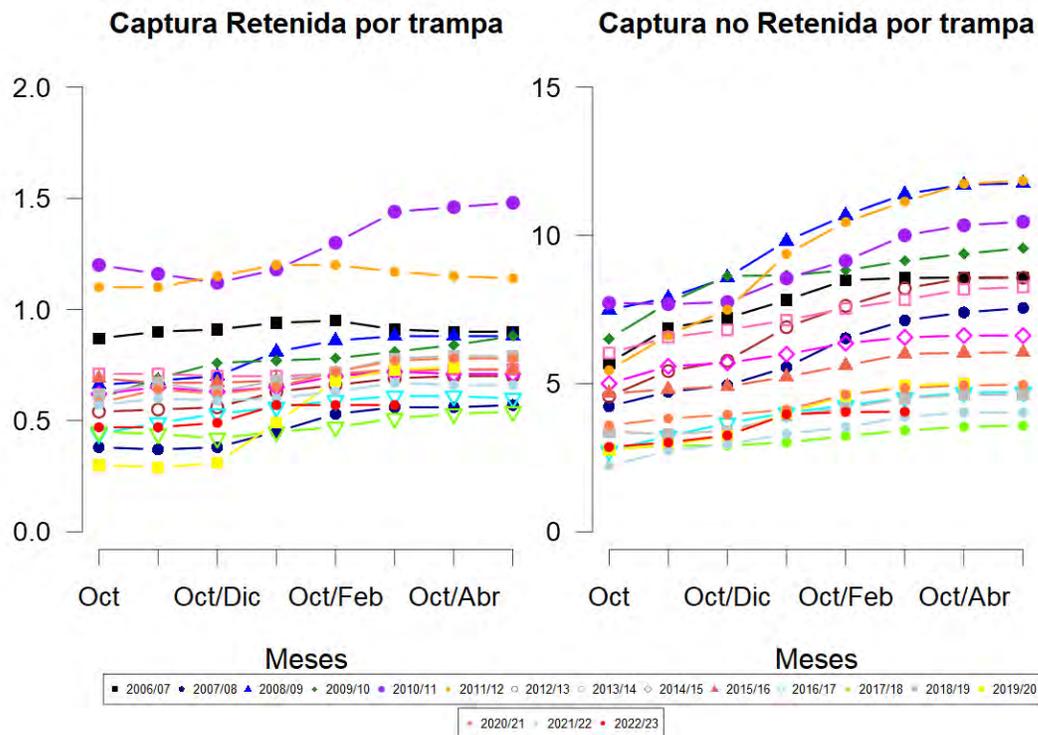


Figura 12 CPUE de langostas retenidas y no retenidas en las diferentes temporadas de pesca (desde la temporada 2006/07 hasta la temporada 2022/23) en el subsistema RC-SC. El eje X representa distintos intervalos de tiempo durante las temporadas utilizados para el cálculo de la CPUE.

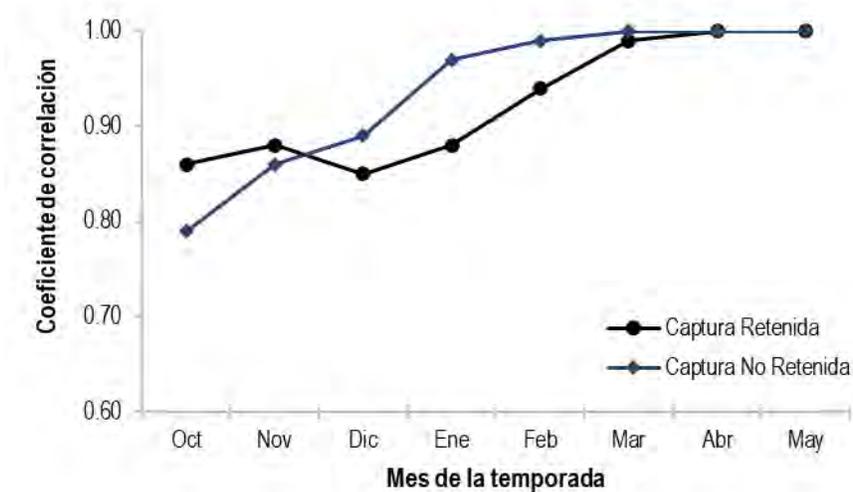


Figura 13 Coeficiente de correlación entre la CPUE calculada a distintos intervalos de tiempo versus la CPUE calculada para la temporada completa, utilizando los datos desde octubre de la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23 para el subsistema RC-SC.

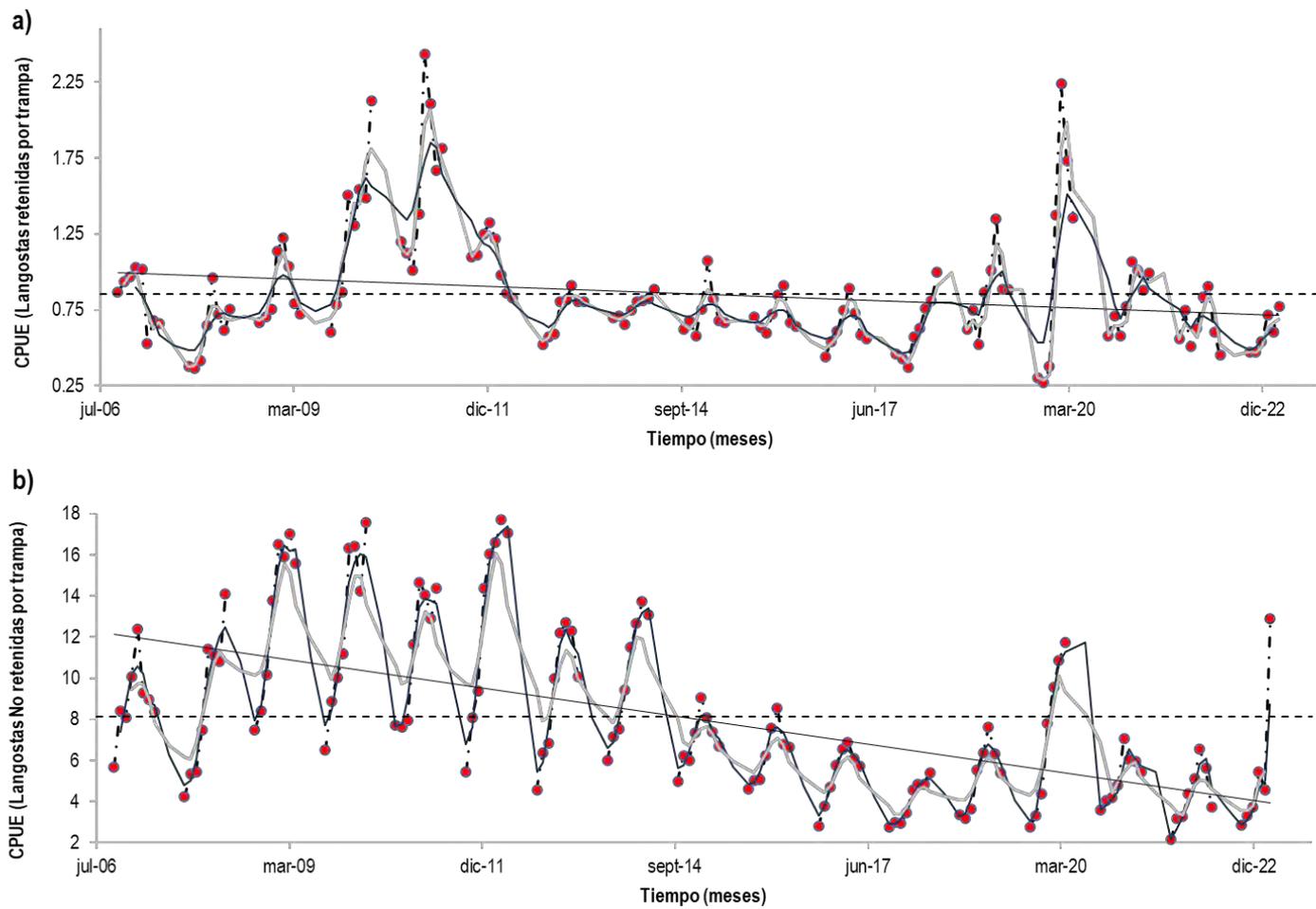


Figura 14 Serie de tiempo de CPUE de langostas retenidas (a) y no retenidas (b) por trampa levantada en el subsistema RC-SC. Los círculos rojos son los promedios mensuales de CPUE, la línea discontinua horizontal indica el promedio de las capturas durante toda la serie, en azul y gris se presentan las medias móviles, la línea negra continua corresponde a la tendencia de la serie. Periodo octubre 2006 a marzo de 2023.

Subsistema AS: La información actualizada para la temporada 2022/23 considerando el periodo octubre a marzo muestra que, en ambos indicadores de captura retenida y no retenida por trampa, los valores corresponden a los mínimos de la serie en todas las zonas, a excepción de las zonas 5 y 6 que con valores similar y levemente mayor respectivamente para langostas retenidas (Figura 15). En comparación con lo observado en RC-SC, pese a la disminución, los valores de los indicadores son mayores, sobrepasando 0.5 unidades de langostas retenidas por trampa y 5 langostas no retenidas por trampa.

Desde la comparación de la serie de CPUE por zona entre temporadas presentada en la Figura 16 se puede apreciar que luego de la notable disminución en todas las zonas (acentuado en la zona 6) durante la temporada 2017/18, la temporada 2018/19 presenta rendimientos aumentados en todas las zonas, que vuelven a disminuir durante 2019/20, aunque se mantienen sobre la unidad de langostas por trampa. Los rendimientos de la temporada 2021/22 respecto a 2020/21 están deprimidos en todas las zonas menos en la zona 3 que presenta un pequeño aumento. Durante la temporada 2022/23 los valores tienden a disminuir levemente, a excepción de la zona 6 que presenta un suave aumento.

Bajo un punto de vista estacional al analizar la Figura 17 se observa que los valores de la temporada 2022/23 son similares a lo observado en la temporada 2019/20 en cuanto a captura retenida por trampa, configurándose entre los más bajos de la serie. La captura no retenida observada durante la temporada 2022/23 corresponde a los valores más bajos de toda la serie hasta la temporada 2006/07, con excepción de los meses de diciembre y enero.

Al igual que en RC-SC, las CPUEs agrupadas entregarían un patrón del comportamiento del indicador desde el inicio de la temporada (Figura 18). De acuerdo con este *proxy* (Figura 19) se esperaría para la temporada 2022/23 rendimientos bajo la unidad de langostas retenidas por trampa, mientras que la predicción de las langostas no retenidas se estabiliza a contar de los datos acumulados hasta enero, alcanzando cerca de 12 langostas no retenidas por trampa.

La integración espacial y estacional de la CPUE de langostas retenidas y no retenidas en AS presentada en la Figura 20 muestra la fuerte caída de la CPUE durante la temporada 2017/18 y su recuperación con valores sobre el promedio histórico durante la mayor parte de la temporada 2018/19. Sin embargo, este comportamiento no se replica en las temporadas siguientes incluyendo la actual temporada 2022/23, mostrando nuevamente bajos valores. La CPUE de langostas retenidas solo supera la media durante la segunda parte de la temporada 2019/20, mientras que las siguientes temporadas se mantiene bajo la media. El indicador de langostas no retenidas se recupera los primeros meses de la temporada 2021/22, sin superar la media, lo que no se ha observado desde la temporada 2018/19, mientras que la temporada 2022/23 inicia con los valores más bajos observados en la serie histórica recuperándose hacia diciembre-enero, por debajo de la media histórica. La tendencia de ambos indicadores tiene pendiente negativa y está por debajo de la media de la serie desde la temporada 2015/16.

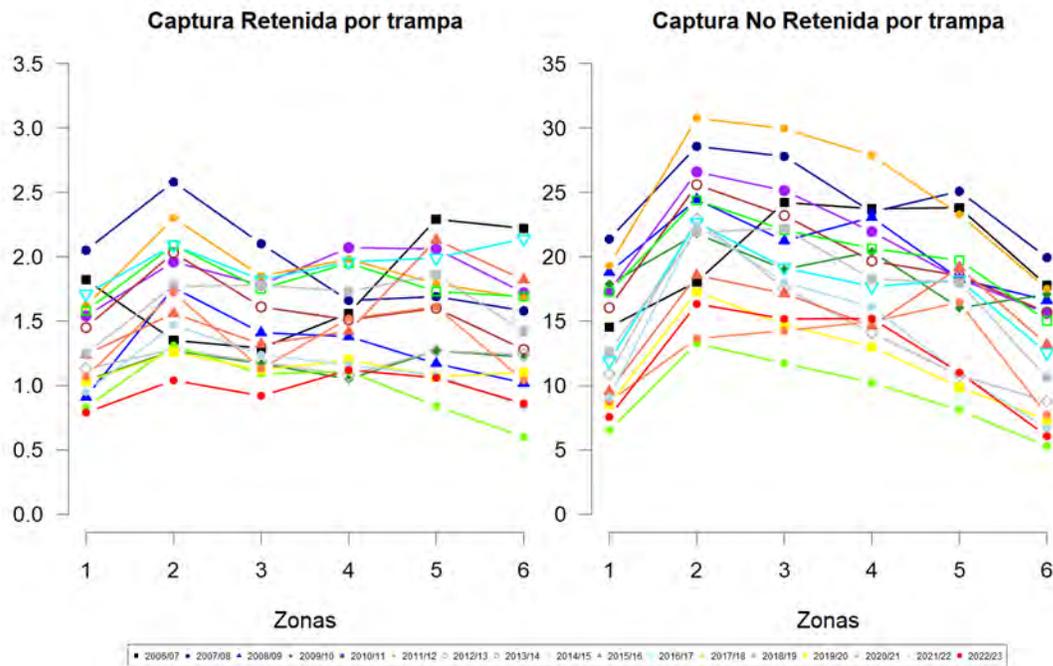


Figura 15 Número de langostas retenidas y no retenidas capturadas por trampa levantada (CPUE) en las diferentes zonas de pesca del subsistema AS desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.

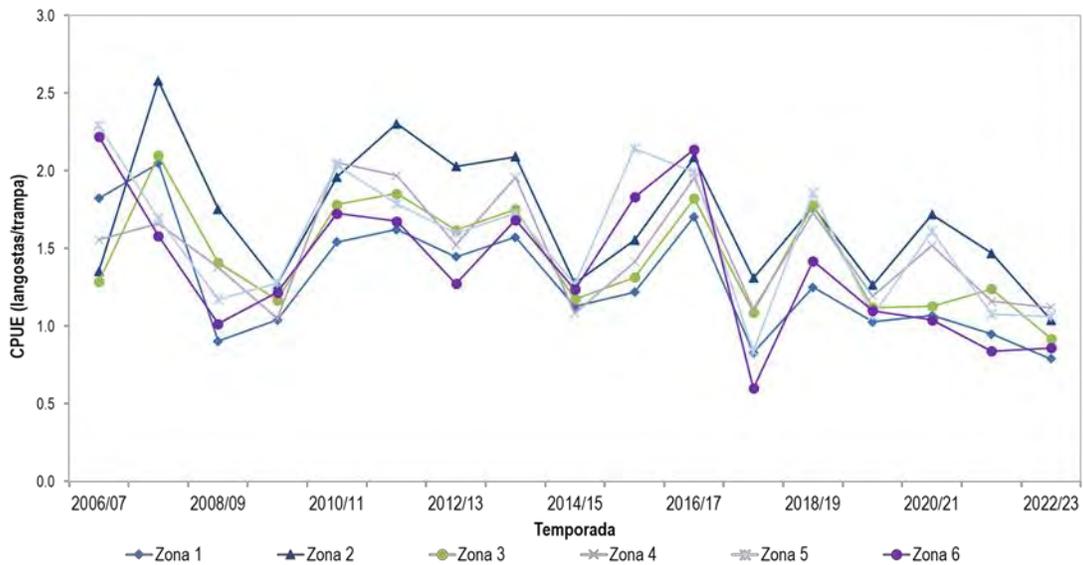


Figura 16 CPUE (número de langostas retenidas por trampa) por zonas delimitadas del subsistema AS desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.

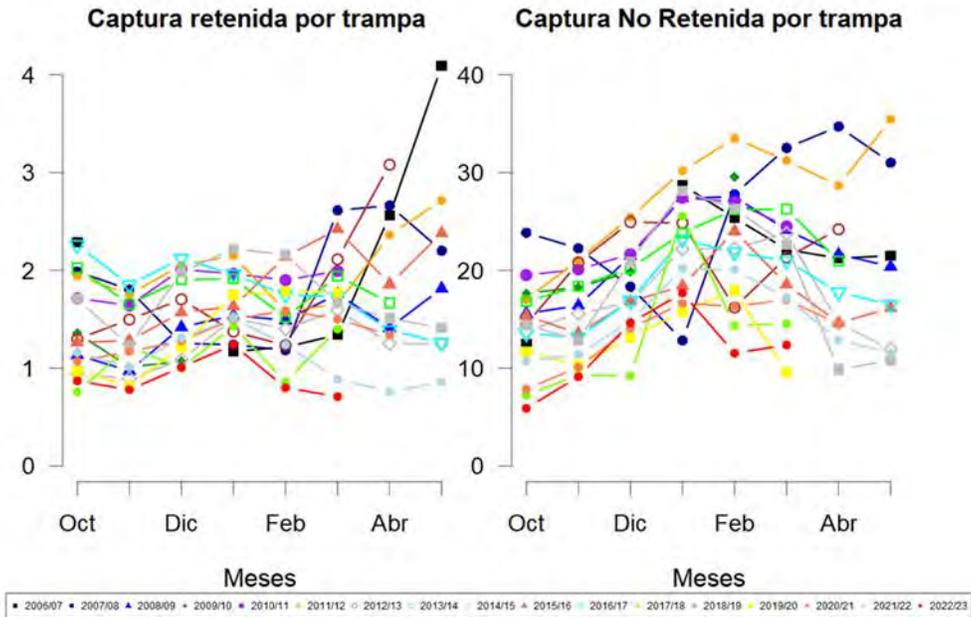


Figura 17 Número de langostas retenidas y no retenidas capturadas por trampa levantada (CPUE) en los diferentes meses en el subsistema AS desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.

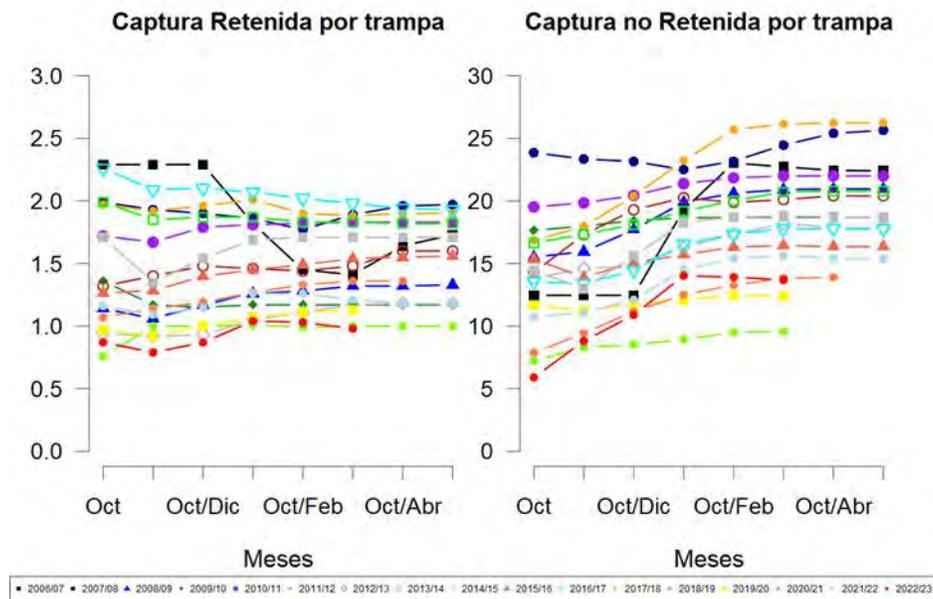


Figura 18 CPUE de langostas retenidas y no retenidas en las diferentes temporadas de pesca (desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23) en el subsistema AS. El eje X representa distintos intervalos de tiempo durante la temporada utilizados para el cálculo de la CPUE.



Figura 19 Coeficiente de correlación entre la CPUE calculada a distintos intervalos de tiempo versus la CPUE calculada para la temporada completa, utilizando los datos desde octubre de la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23 para el subsistema AS.

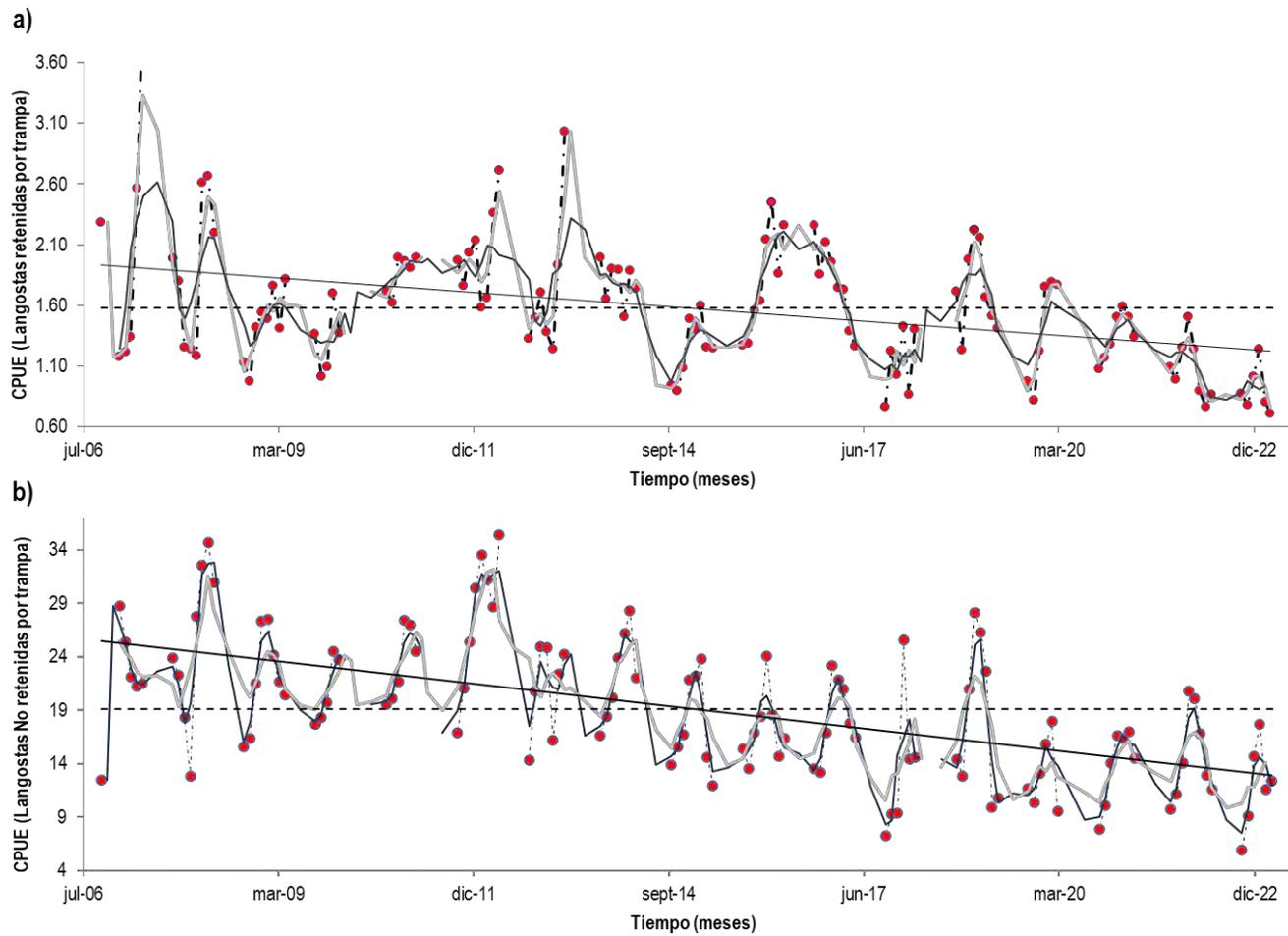


Figura 20 Serie de tiempo de CPUE de langostas retenidas (a) y no retenidas (b) por trampa levantada en el subsistema AS. Los círculos rojos son los promedios mensuales de CPUE, la línea discontinua horizontal indica el promedio de las capturas durante toda la serie, en azul y gris se presentan las medias móviles, la línea negra continua corresponde a la tendencia de la serie. Periodo octubre 2006 a marzo de 2023.

Subsistema ID: El desarrollo de la pesquería de la langosta en este subsistema es inconsistente entre temporadas y meses, aunque desde la temporada 2014/15 se había desarrollado por lo menos durante los primeros 3 meses (octubre – diciembre), durante la temporada 2018/19 los pescadores no se trasladaron hasta la isla San Ambrosio. La temporada 2019/20 inició de forma tardía los últimos días de octubre al igual que la temporada 2020/21 partió en noviembre, mientras que la temporada 2021/22 empezó a fines de octubre, extendiendo las actividades pesqueras hasta mayo. La temporada 2022/23 inició en octubre, extendiéndose hasta mayo, respondiendo a los rendimientos y la demanda de langostas.

La Figura 21 presenta la CPUE mensual. En la temporada 2019/20 se registraron los valores históricamente altos para las capturas retenidas, similar a lo observado en noviembre de 2022. Entretanto la captura no retenida es parecida entre temporadas, destacando la pasada temporada 2021/22 que presenta los valores más altos de la serie, mientras que, si bien la temporada 2022/23 inicia con menores valores de captura no retenida, se encuentra dentro de los más altos de la serie, alcanzando cerca de 20 langostas no retenidas por trampa. Lo anterior es aún más evidente en la integración espacio temporal de los rendimientos de la pesquería (Figura 22). De acuerdo con lo presentado, la CPUE retenida durante la temporada 2021/22 es la segunda más alta de la serie (después de 2019/20), alcanzando más de 6 langostas retenidas por trampa y es aún mayor al iniciar la temporada 2022/23, no replicándose en las langostas no retenidas que muestran una caída en su índice durante esta última temporada. Del análisis de la CPUE agrupada por intervalos de tiempo (Figura 23) se percibe para la temporada 2022/23 un alza importante en la captura retenida y rendimientos cercanos a 20 langostas no retenidas por trampa.

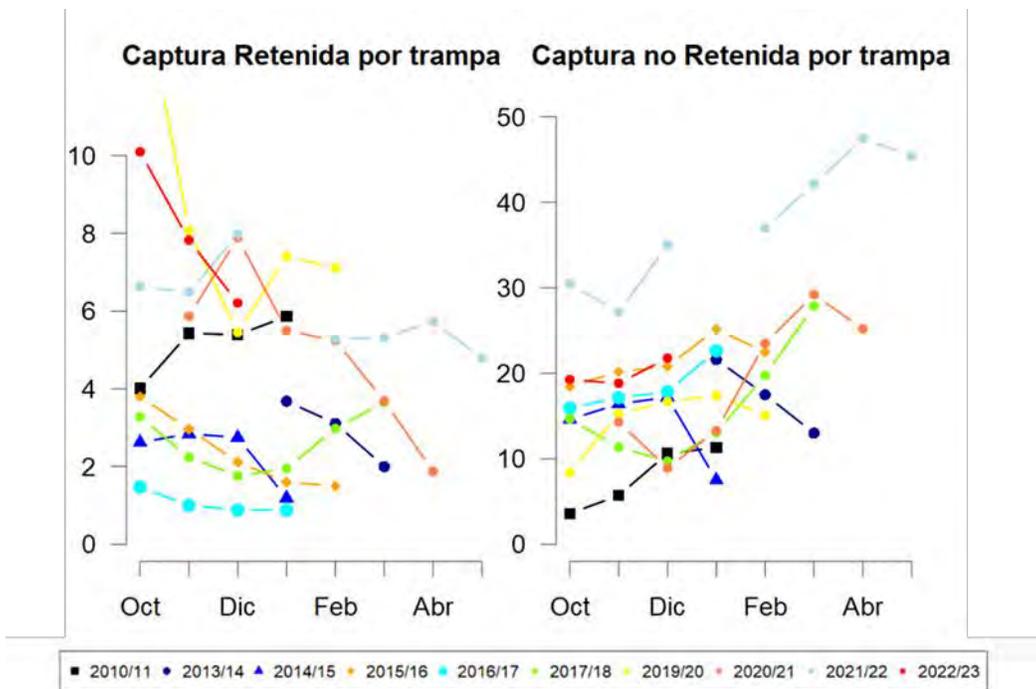


Figura 21 Número de langostas retenidas y no retenidas capturadas por trampa levantada (CPUE) en las diferentes zonas de pesca del subsistema ID desde la temporada 2006/07 hasta marzo de la temporada 2022/23.

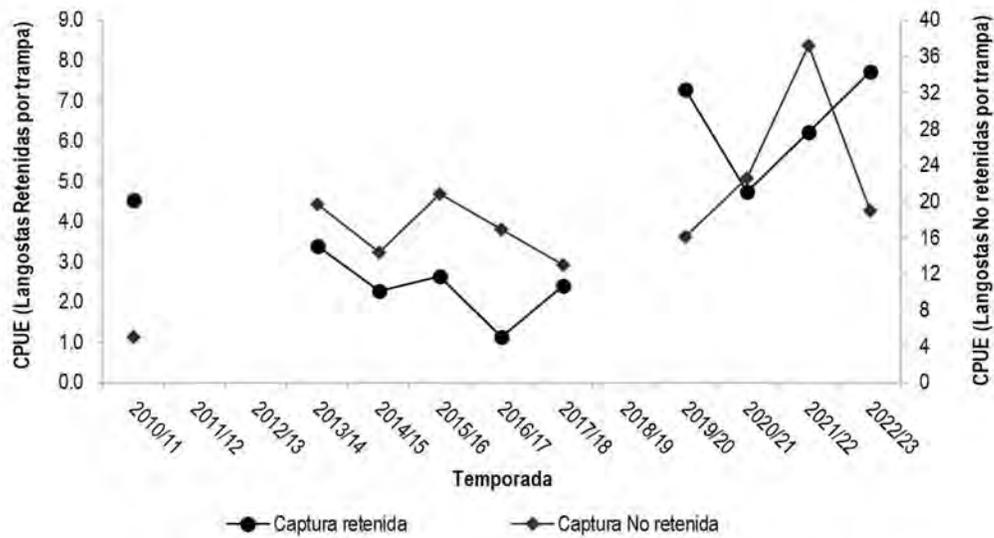


Figura 22 Serie de tiempo del número de langostas retenidas y no retenidas capturadas por trampa levantada (CPUE) por temporada en el subsistema ID.

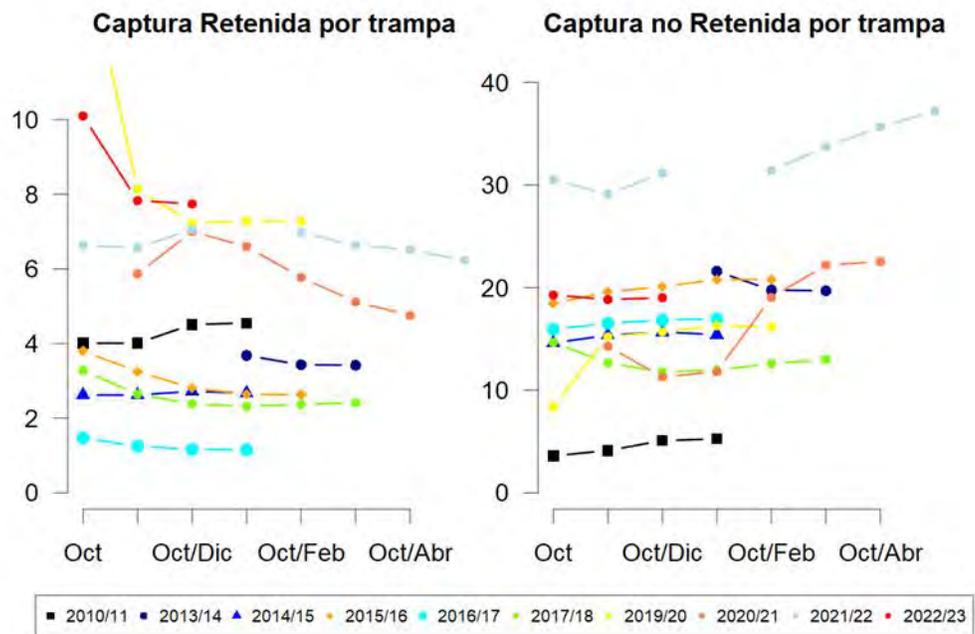


Figura 23 CPUE de langostas retenidas y no retenidas en las diferentes temporadas de pesca en el subsistema ID. El eje X representa distintos intervalos de tiempo durante la temporada utilizados para el cálculo de la CPUE.

Estandarización de la CPUE

El modelo que presenta mejor ajuste en la estandarización de la CPUE de langostas retenidas y no retenidas para los subsistemas RC-SC y AS fue el modelo 8, excepto en langostas retenidas del subsistema de AS, donde el mejor ajuste se observó en el modelo 5 el cual contó con un efecto de interacción entre las covariables zona y mes. Sin embargo, dado la falta de sustento estadístico a partir del análisis de residuales se continuó desarrollando el índice de abundancia relativa estandarizado con en el modelo 8. Si bien se exploraron modelos con efectos de interacción entre covariables su convergencia en su mayoría fue infructuosa, pudiendo ser explicado por información insuficiente de los datos para la estimación de parámetros de forma fiable en modelos que pudieron estar sobre parametrizados, o bien cuando se estimó la dispersión cerca de cero (parámetro zero inflated) se obtuvo un valor muy negativo. El modelo 8, al igual que los otros, utiliza una distribución de probabilidades binomial negativa inflada en cero, pero considera las variables categóricas temporal (temporada y mes) como efectos fijos, y espacial (zona) y operacional (bote) como efectos aleatorios anidados, donde el nivel jerárquico zona está por sobre botes dado que las embarcaciones operan en más de una zona. La configuración de este modelo ha posibilitado a su vez reducir considerablemente la sobre dispersión de los datos observados que cuentan con una alta cantidad de capturas iguales a 0, sugiriendo la verosimilitud binomial negativa inflada en cero más adecuada que una verosimilitud de tipo Poisson Tabla 17 y Tabla 18). La Figura 24 representa el desempeño de los residuos a través de un qqplot de residuos observados y predichos junto a un gráfico de distribución de frecuencia de residuales DHARMA, que constituye un diagnóstico de residuales para modelos jerárquicos mediante un enfoque basado en simulación a fin de crear residuos escalados (cuantiles) fácilmente interpretables para GLMMs (Hartig, 2022). Ambas representaciones gráficas residuales permiten verificar la distribución normal de los residuos asociados al modelo 8 con efectos aleatorios para langostas comerciales del subsistema RC-SC, siendo la distribución de los residuos muy similares para los otros modelos igualmente configurados (modelo 8) que se ajustaron a langostas no retenidas de RC-SC, y retenidas y no retenidas de AS.

La CPUE estandarizada de langostas retenidas y no retenidas en el subsistema RC-SC (Figura 25) presenta una caída sistemática desde la temporada 2013/14, alcanzando los más bajos rendimientos en la temporada 2017/18, incluso más bajos que hace 10 años atrás. Sin embargo, se advierte su recuperación desde la temporada 2018/19, alcanzando sobre 0.5 langostas retenidas y sobre 2 langostas no retenidas por trampa, este último, sigue siendo bajo comparado con la serie completa. Posterior a esa alza observada en la temporada 2018/19, las últimas cuatro temporadas han ido a la baja nuevamente para langostas retenidas. Similar ocurre con las langostas no retenidas, cuya CPUE también disminuyó las últimas dos temporadas, pero en esta ocasión mostrando una leve alza esta última temporada 2022/23.

En AS, la CPUE estandarizada de langostas retenidas (Figura 26) muestra fluctuaciones entre temporadas sin un patrón de crecimiento o decrecimiento acentuado, sino más bien un zig-zag entre ~0.8 y 1.8 langostas retenidas. La temporada 2016/17 está entre los mayores rendimientos de langostas retenidas por trampa, cayendo abruptamente en la temporada 2017/18 que alcanza los niveles más bajos de la serie, cercanos a ~0.8. La CPUE venía en aumento después del fuerte descenso observado durante 2014/15, pero está aún más reducida en la temporada 2017/18. La temporada 2018/19 muestra un aumento favorable, semejando el valor alcanzado durante 2015/16, pero vuelve a decaer en 2019/20, presentando una mejora en la temporada 2020/21 y decreciendo nuevamente en la temporada 2021/22, con valores similares a lo observado en 2019/20, mostrando

una baja nuevamente durante la temporada 2022/23, que además es el valor más bajo de la serie estandarizada. El patrón de la CPUE estandarizada de langostas no retenidas presenta una disminución desde la temporada 2013/14, cayendo fuertemente en la temporada 2017/18, que alcanza el mínimo histórico de la serie estandarizada (~6 langostas no retenidas por trampa). Si bien hay un aumento de la CPUE en 2018/19, vuelve a caer en la temporada 2019/20 y se estabiliza cercana a las 8-9 langostas no retenidas por trampa durante las últimas dos temporadas (2020/21 y 2021/22), recayendo nuevamente durante la temporada 2022/23 hasta 8 langostas. Estas últimas cuatro temporadas la estandarización muestra una fluctuación de la CPUE en el intervalo de 8 a 10 langostas no retenidas.

Tabla 17

Resultados de la estandarización de CPUE según modelos ajustados a las langostas capturadas retenidas y no retenidas por trampa en el subsistema RC-SC.

Descripción del modelo	df	Langostas retenidas AIC	Langostas no retenidas AIC
Modelo 0: Com ~ 1	3	1161263	2917757
Modelo 1: Com ~ Season	19	1150186	2855631
Modelo 2: Com ~ Season + Month	26	1142441	2806382
Modelo 3: Com ~ Season + Month + Zone	36	1137143	2777079
Modelo 4: Com ~ Season + Month + Zone + Boat	161	1128709	2737519
Modelo 5: Com ~ Season + Month + Zone + Boat + Month * Zone	231	No converge	2733419
Modelo 6: Com ~ Season + Month + Zone + Boat + Season * Month		No converge	
Modelo 7: Com ~ Season + Month + Zone + Boat + Zone * Boat		No converge	
Modelo 8: Com ~ Season + Month + (1 Zone/Boat)	54	1127654	2726523

Tabla 18

Resultados de la estandarización de CPUE según modelos ajustados a las langostas capturadas retenidas y no retenidas por trampa en el subsistema AS.

Descripción del modelo	df	Langostas retenidas AIC	Langostas no retenidas AIC
Modelo 0: Com ~ 1	3	569455	1304507
Modelo 1: Com ~ Season	19	562087	1287072
Modelo 2: Com ~ Season + Month	26	560812	1271962
Modelo 3: Com ~ Season + Month + Zone	31	559763	1264434
Modelo 4: Com ~ Season + Month + Zone + Boat	82	554586	1237590
Modelo 5: Com ~ Season + Month + Zone + Boat + Month * Zone	117	553671	1236080
Modelo 6: Com ~ Season + Month + Zone + Boat + Season * Month		No converge	
Modelo 7: Com ~ Season + Month + Zone + Boat + Zone * Boat		No converge	
Modelo 8: Com ~ Season + Month + (1 Zone/Boat)	49	553893	1234773

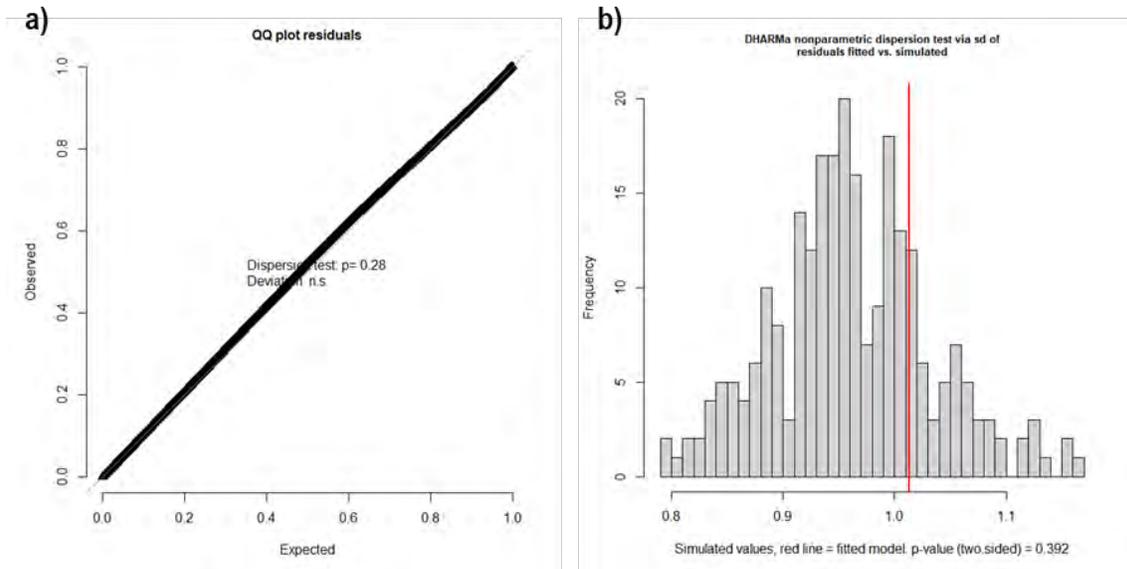


Figura 24 Representación de los residuos asociados al modelo 8 (con efectos aleatorios). (a) QQ-plot de residuos observados y residuos predichos junto a (b) histograma de distribución de frecuencia de residuos simulados respecto de la diferencia entre los residuos observados y predichos (línea roja). Las características de la distribución de los residuos de esta figura fueron muy cercanas al diagnóstico de residuos derivados de modelos igualmente configurados para langostas no retenidas de RC-SC, y retenidas y no retenidas de AS.

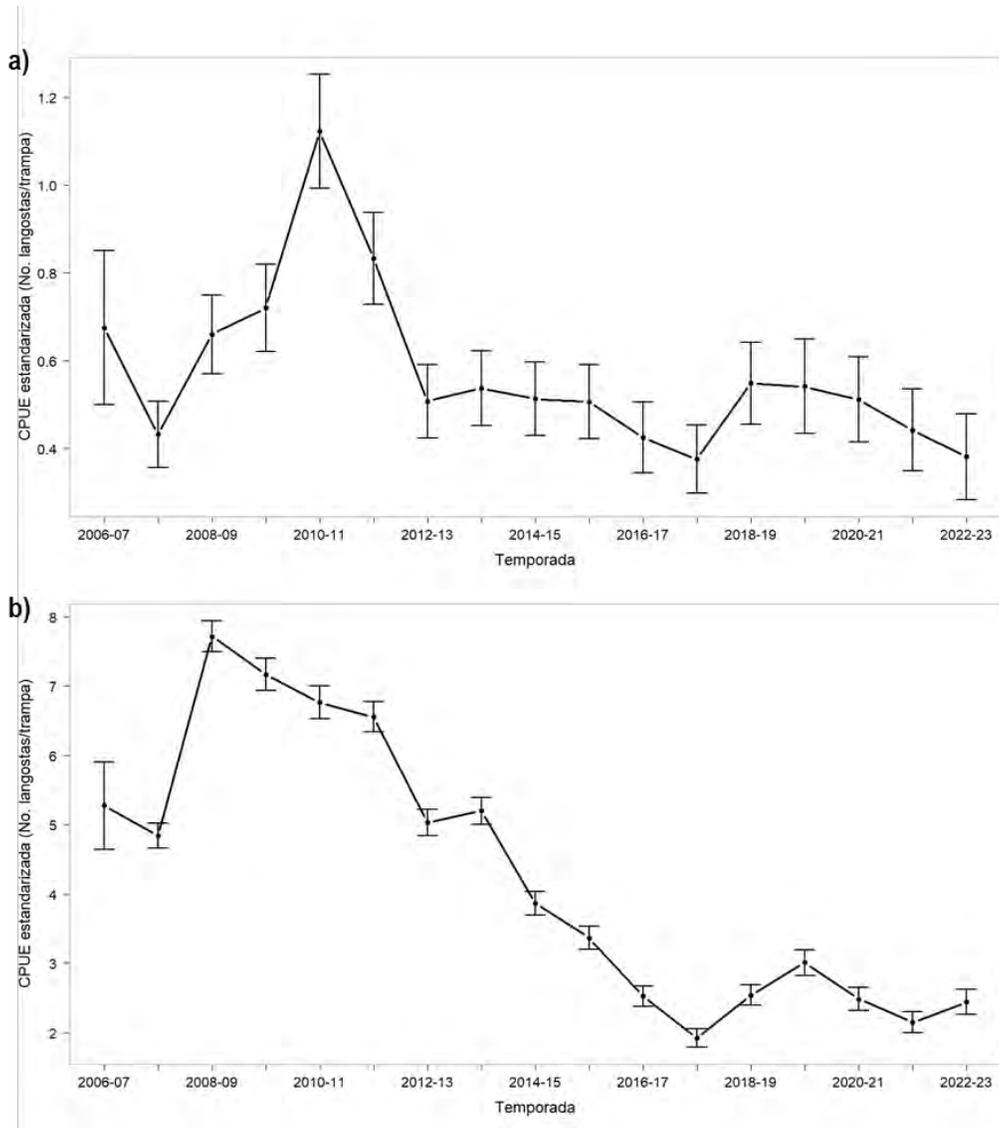


Figura 25 Estandarización de la CPUE de langostas retenidas por trampa (a) y langostas No retenidas por trampa (b) en RC-SC. Temporadas 2006/07 a 2022/23.

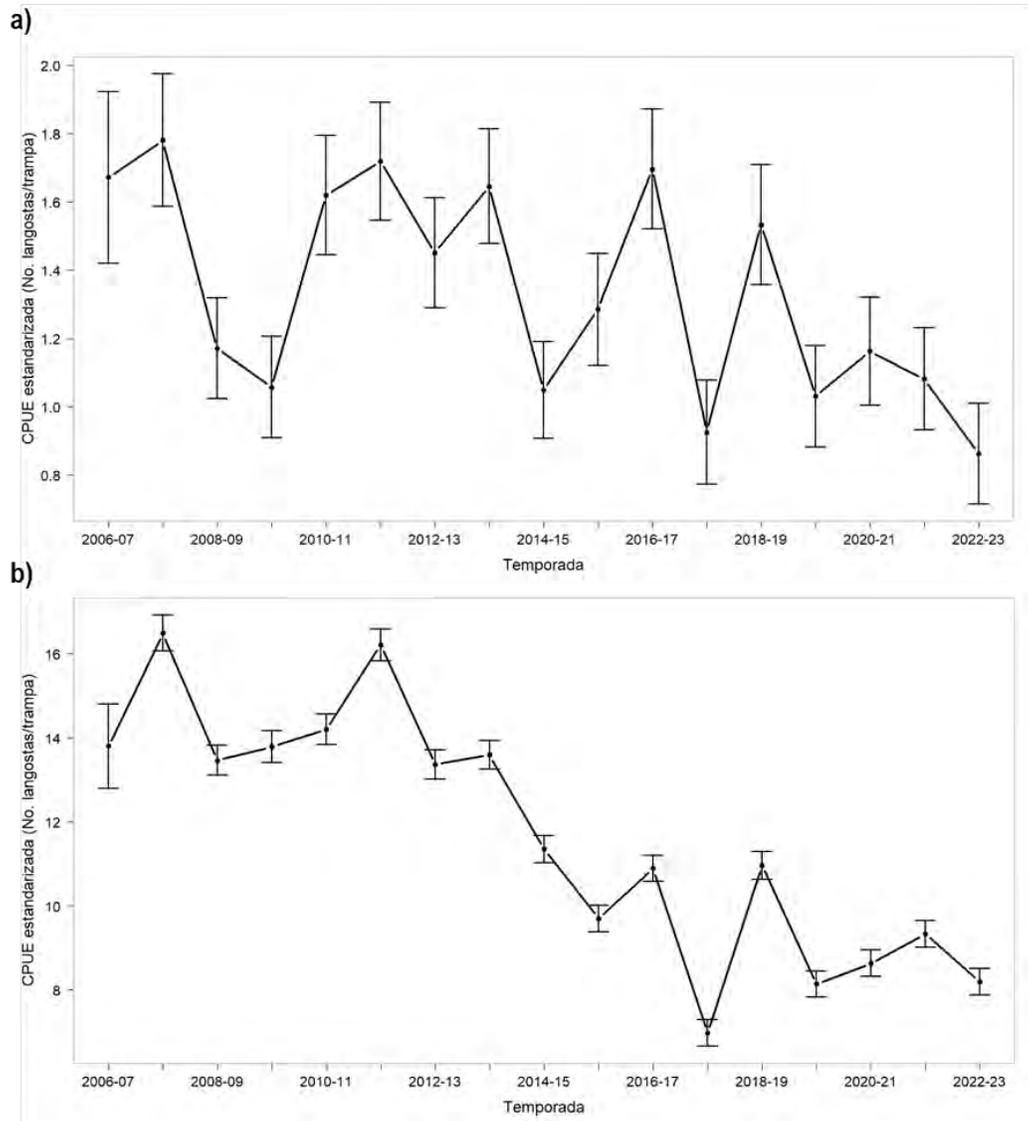


Figura 26 Estandarización de la CPUE de langostas retenidas por trampa (a) y langostas no retenidas por trampa (b) en AS. Temporadas 2006/07 a 2022/23.

4.1.2 Cangrejo dorado

Indicadores pesqueros estimados Captura, esfuerzo y tasa de captura

En la Tabla 19 se indican los registros de esfuerzo, captura y rendimientos durante el periodo julio de 2022 a marzo 2023. Dado que la captura retenida de cangrejo dorado no está sometida a una talla mínima de retención, el concepto de crustáceo retenido no tiene un significado absoluto como en el caso de la langosta de Juan Fernández. Si bien las capturas retenidas en la pesquería pueden ser estimadas a partir de la base de datos de bitácoras de los pescadores o del muestreo biológico, un índice comparable de tasas de captura (i.e. entre embarcaciones) debe ser producido a partir de las bitácoras de los muestreadores científicos, ya que implica el uso de la distribución de tamaños de la captura. Por ello, en el marco de este reporte se presentan las tasas de captura de ejemplares retenidos y no retenidos (Tabla 20). El número esperado de cangrejos sobre los 110, 120 y 130 mm de ancho de cefalotórax obtenidos desde el monitoreo biológico se presenta para la totalidad del año 2022 y periodo enero – marzo del 2023 (Tabla 21).

De acuerdo con el esfuerzo empleado a lo largo de la serie julio-diciembre 2022, y enero-marzo 2023, se observan entre 3 y 20 salidas de pesca de cangrejo dorado y entre 9 a 79 trampas empleadas, con un promedio de trampas revisadas por salida de 3 a 7 unidades (Tabla 19). Se detectó que, desde mediados de la primavera y el periodo estival hubo la mayor cantidad de salidas de pesca de cangrejo, exhibiendo un máximo de 20 salidas durante el mes de noviembre y un máximo de 79 trampas revisadas, sin embargo, fue durante el mes de agosto y septiembre cuando se revisó el mayor número de trampas por salida de pesca, 7 y 6 respectivamente. Durante el mes de julio se observó la menor cantidad de salidas de pesca (3), trampas empleadas (9) y número de trampas revisadas por viaje (3; Tabla 19).

En cuanto a la captura de cangrejos dorados, se observaron entre 266 y 2046 individuos totales retenidos y 61 a 227 cangrejos capturados por salida de pesca durante la serie julio-diciembre 2022, y enero-marzo 2023 (Tabla 19). La mayor cantidad de cangrejos retenidos totales coincidió con la captura de cangrejos por salida de pesca, ocurriendo a fin de invierno y comienzo de la primavera principalmente (agosto y septiembre). Sin embargo, se observa que, durante el periodo estival se capturan los individuos más grandes y durante el periodo invernal y comienzos de primavera los individuos más pequeños. El tamaño y peso medio de los individuos capturados fue entre 122 y 126.6 mm de AC y entre 573 a 641 g respectivamente. Dado que la captura total retenida a fin de invierno y comienzo de la primavera fue hasta 2-2.5 veces más grande que la desarrollada en el periodo estival, se detectó una biomasa total estimada (retenida) más alta durante los meses de agosto y septiembre que durante diciembre a marzo, sobrepasando incluso una tonelada de captura (entre 1.172 y 1.091 t; Tabla 19).

Los rendimientos en esta pesquería no se relacionan con el esfuerzo empleado al compararlo con la pesquería de langosta de Juan Fernández, en este caso es menor el número de embarcaciones, la cantidad de salidas de pesca que realizan mensualmente y el número de trampas empleadas. Así, la CPUE retenida es más alta que la CPUE de cangrejos no retenidos (caso contrario que la langosta), y el esfuerzo en número de trampas promedio revisadas por salida durante el periodo

observado estuvo entre 3 y 7 unidades, siendo el mayor número de trampas revisadas por salida durante el mes de noviembre (Tabla 19). En cuanto a la CPUE, si bien el mayor número de cangrejos capturados se observa en noviembre, la CPUE retenida es mayor en septiembre y la CPUE no retenida es mayor en diciembre (Tabla 20). Respecto a la talla de los cangrejos, la Tabla 21 da cuenta de que casi la totalidad de los cangrejos capturados por trampa están sobre 110 mm de AC y más de la mitad de los individuos mayores a 120 mm. En este último caso, la CPUE es superior a 10 cangrejos por trampa.

Durante los meses del año 2022 y comienzos de 2023 la talla media retenida está sobre 120 mm de AC, coincidiendo y en algunos meses superando la captura total (Figura 55).

Tabla 19
Esfuerzo de pesca y captura retenida de cangrejo dorado por mes en el subsistema RC.SC. Periodo julio 2022 a marzo de 2023.

Estadístico	2022						2023		
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Esfuerzo de pesca total (# de salidas)	3	9	9	16	20	14	15	11	17
Trampas promedio revisadas por salida	3.0	7.3	6.0	4.0	3.9	3.9	3.6	3.4	3.3
Esfuerzo de pesca total (# de trampas revisadas)	9	66	54	64	79	54	54	38	56
Captura retenida promedio por salida (número)	89	227	201	90	73	62	61	65	64
Captura retenida total (número)	266	2046	1809	1438	1460	870	913	717	1093
Talla promedio (captura retenida) (mm)	123.2	122.2	124.2	125.1	125.3	126.1	126.2	125.0	126.6
Peso promedio (captura retenida) (g)	588	573	603	618	621	634	634	615	641
Captura retenida total (t)	0.156	1.172	1.091	0.889	0.907	0.556	0.579	0.441	0.701

Tabla 20
Captura (número de individuos), esfuerzo (número de trampas) y CPUE de cangrejo dorado retenido y no retenido en el subsistema RC-SC obtenidos desde muestreo biológico mensual (las capturas no son censales). Periodo julio de 2022 a marzo 2023.

Mes	Captura			# Trampas	CPUE			CV
	Retenida	No Retenida	Total		Retenida	No Retenida	Total	
Jul	177	37	214	6	29.5	6.2	35.7	0.08
Ago	682	31	713	22	31.0	1.4	32.4	0.09
Sep	201	16	217	6	33.5	2.7	36.2	0.10
Oct	899	236	1135	40	22.5	5.9	28.4	0.06
Nov	1241	351	1592	67	18.5	5.2	23.8	0.05
Dic	497	210	707	31	16.0	6.8	22.8	0.06
Ene	730	195	925	43	17.0	4.5	21.5	0.12
Feb	587	88	675	31	18.9	2.8	21.8	0.07
Mar	964	155	1119	49	19.7	3.2	22.8	0.08

Tabla 21
 CPUE de cangrejo dorado retenido (sobre 110, 120 y 130 mm de AC respectivamente) en el subsistema RC-SC obtenidos desde muestreo biológico. Enero de 2022 a marzo de 2023.

Periodo	Proporción mayor a			Captura/trampa	Captura por trampa		
	110 mm	120 mm	130 mm		>=110 mm	>=120 mm	>=130 mm
Ene-Jun (2022)	0.93	0.56	0.20	21.5	20.0	12.0	4.2
Jul-Dic (2022)	0.98	0.65	0.18	22.0	21.5	14.3	4.0
Ene-Mar (2023)	0.99	0.75	0.22	18.7	18.6	14.1	4.2

4.1.3 Breca de Juan Fernández y otras especies ícticas

Continuando con lo descrito en años anteriores se reportan los resultados obtenidos para la totalidad del año 2022, incluyendo los 3 primeros meses del año 2023. Los registros del periodo enero a mayo se relacionan principalmente con aquellos individuos capturados durante una salida de pesca de langosta, pesquería que se desarrolla entre el 01 de octubre y 15 de mayo, mientras lo que queda del mes de mayo a septiembre se vincula con salidas de pesca de cangrejo dorado y/o con la pesquería íctica para consumo humano directo. La cobertura en la recopilación de datos operacionales, sin embargo, ha concentrado especial énfasis en la breca. Las altas tasas de captura y altos volúmenes a los que se ve sometido este recurso como consecuencia de la pesquería de carnadas de langosta y cangrejo dorado, además para el consumo humano, ha capturado más atención que otras especies ícticas a fin de documentar información relevante para su manejo según **requerimientos del “Comité de Manejo de Crustáceos y Especies Asociadas del Archipiélago Juan Fernández e Islas Desventuradas”**.

A partir de los datos levantados por los muestreadores científicos, se estimó la captura de breca por unidad de esfuerzo (Figura 27). De acuerdo a lo observado, la CPUE de breca tiene una leve pendiente negativa, indicando un descenso el año 2022 respecto al año anterior y un aumento en el periodo enero – marzo de 2023. Por su parte, la tendencia negativa en AS es mucho más notoria, aunque presenta un aumento desde el 2020. La CPUE en AS sería más baja que en RC-SC, aunque en ambos subsistemas se mantienen entre 0.2 y 0.3 breca por anzuelo durante los últimos años.

Desde el comienzo de la temporada de langosta (octubre) hacia febrero se aprecia un alza en las tasas de captura y luego comienza a declinar. A partir de abril las tasas comienzan a reducirse aún más, para llegar a su nivel más bajo en julio (Figura 28). Las tasas de captura a través de los años no muestran una tendencia sistemática a disminuir, presentando valores en los años 2021 y 2022 aún mayores que en el 2012.

Resultados de un GLM con distribución de probabilidades gamma fue ajustado al tamaño de la breca respecto del tamaño del anzuelo, lo que se reporta en la Tabla 22. El anzuelo no. 9 fue utilizado como referencia y los resultados sugieren que las tallas medias de breca a partir de este anzuelo difieren en forma significativa con las tallas medias estimadas por los anzuelos no. 6 y 8, no así con el anzuelo no. 7.

Se utilizó un GLM binomial para proporciones con el objetivo de analizar cambios en la proporción de breca capturadas según el tamaño de anzuelos utilizados en el espinel vertical. Los resultados indican que hay diferencias entre el nivel de referencia y los anzuelos 6 y 8, pero no el 7, que muestra un valor p de significancia de 0.278 (Tabla 23).

Se incluye la información de los desembarques de las especies ícticas de interés, desde 2011 hasta abril de 2023 (Tabla 24) y los registros mensuales por especie (Figura 29). La información aportada por Sernapesca incluye los distintos destinos de la captura, según lo declarado por los pescadores a través del DA (Declaración Artesanal). Con los años, el registro de las capturas de Juan Fernández se ha ido perfeccionando pues antes los nombres comunes coincidían con las declaraciones realizadas por pescadores en el continente. Según los datos de desembarque, las especies breca de Juan Fernández, anguila y jurel de Juan Fernández han ido en disminución con el pasar de los años, mientras que la vidriola ha fluctuado de forma incremental. Los desembarques de breca, jurel y anguila son mayores durante la temporada de pesca de langosta, particularmente para breca, el mayor valor se registra en octubre luego decae, mientras que los desembarques de anguila son bajos/nulos durante el periodo de veda de langosta, por su parte el jurel de Juan Fernández presenta desembarques similares durante el periodo octubre-marzo. Los desembarques de vidriola son más bajos durante agosto y septiembre. El bacalao presenta menor fluctuación entre meses, aunque nota mayores desembarques durante la veda de langosta.

Adicionalmente, en la Figura 30 se aprecia la CPUE de bacalao de Juan Fernández en RC-SC obtenida desde el programa de monitoreo biológico. Se observa que la tasa de captura de bacalao ha aumentado en desde el año 2016, pasando de 0.05 bacalao por anzuelo a 0.14, aumentando en un factor de 3.

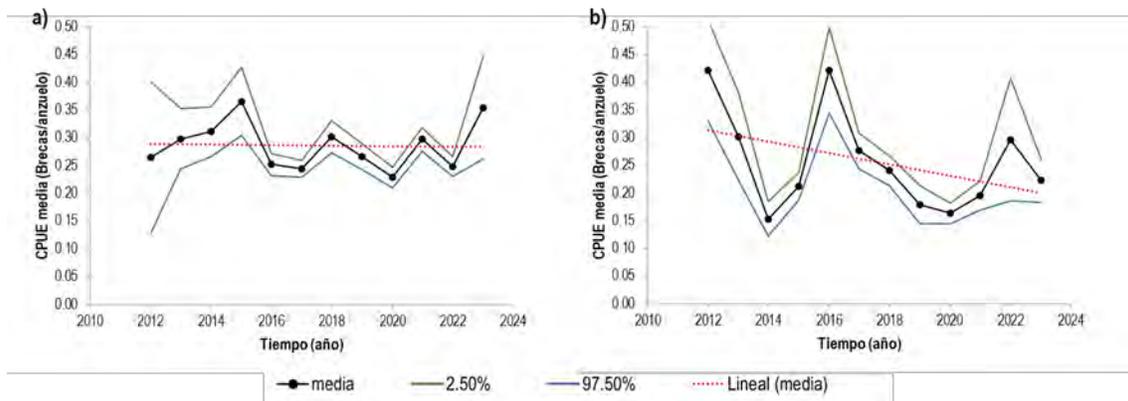


Figura 27 Serie de captura por unidad de esfuerzo entre el año 2012 y marzo de 2023 de breca de Juan Fernández. a) Subsistema RC-SC; b) Subsistema AS.

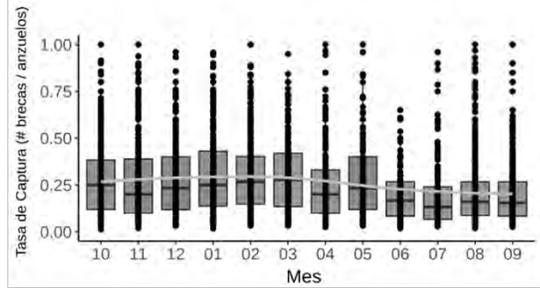


Figura 28 Tasas de captura de breca en el subsistema RC-SC lances con espinel brequero utilizando datos históricos y del presente proyecto. La serie se inicializa a comienzo de la temporada de la langosta en octubre hasta septiembre del siguiente año.

Tabla 22

Coefficientes del análisis de varianza del GLM gamma de la talla de breccas respecto de tamaño de anzuelo utilizado en los espineles verticales del experimento en el subsistema RC-SC, 2022.

Parámetro	Estimate	Std.	t	Pr(> t)
Intercepto	0.029	0.0004	75.172	2.00E-16
Anzuelo 8	-0.003	0.0009	-3.227	0.00133
Anzuelo 7	-0.002	0.0008	-2.317	0.02091
Anzuelo 6	-0.003	0.0006	-5.216	2.67E-07

Tabla 23

Coefficientes del análisis de varianza del GLM binomial de la proporción de breccas respecto de tamaño de anzuelo utilizado en los espineles verticales del experimento en el subsistema RC-SC, 2022.

Parámetro	Estimate	Std.	t	Pr(> t)
Intercepto	1.733	0.1580	10.972	2.00E-16
Anzuelo 8	-1.631	0.3362	-4.851	1.23E-06
Anzuelo 7	-0.343	0.3160	-1.084	0.2782
Anzuelo 6	-1.014	0.2943	-3.445	5.70E-04

Tabla 24

Captura total anual (t) de especies ícticas capturadas y reportadas en el archipiélago Juan Fernández según registros de SERNAPESCA.

Año	Breca de JF	Jurel de JF	Anguila	Vidriola	Bacalao de JF
2011	93.4	28.1	67.1	8.1	
2012	108.9	43.3	83.0	17.8	
2013	96.4	39.5	62.1	12.7	
2014	87.4	30.2	67.7	12.3	
2015	81.7	23.3	43.4	24.1	
2016	91.7	41.7	52.8	41.4	
2017	88.3	34.5	40.3	28.1	
2018	76.6	23.3	32.7	25.3	
2019	42.2	12.6	11.8	36.8	
2020	30.4	7.4	8.3	66.0	
2021	23.3	10.1	12.6	109.2	
2022	26.5	25.3	8.9	74.7	13.8
2023*	8.9	15.6	1.9	21.3	2.9

* Considera los registros del período enero – abril de 2023

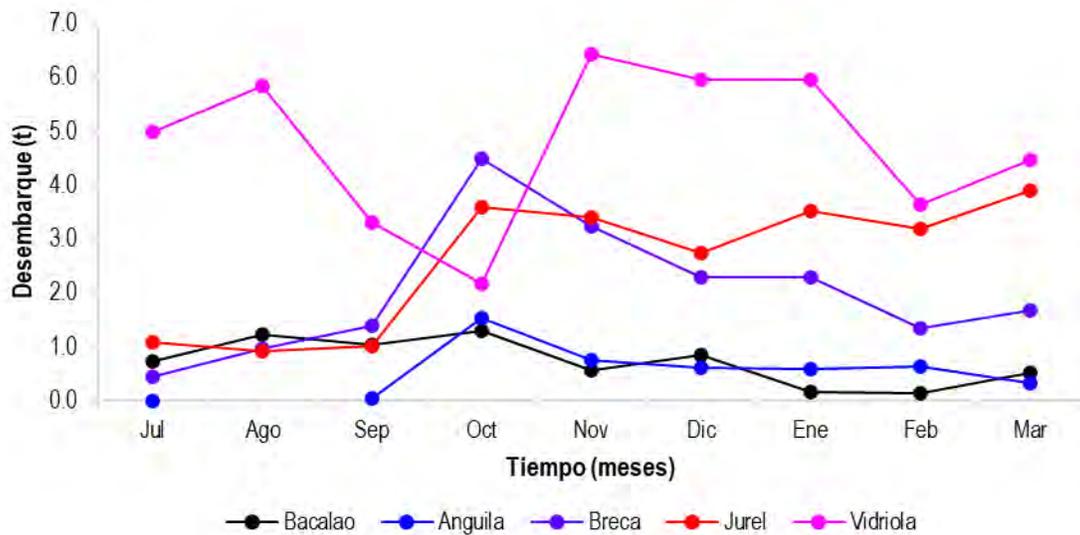


Figura 29 Desembarque mensual (t) de principales especies ícticas en AJF. Período julio de 2022 a marzo de 2023. Fuente: Sernapesca.

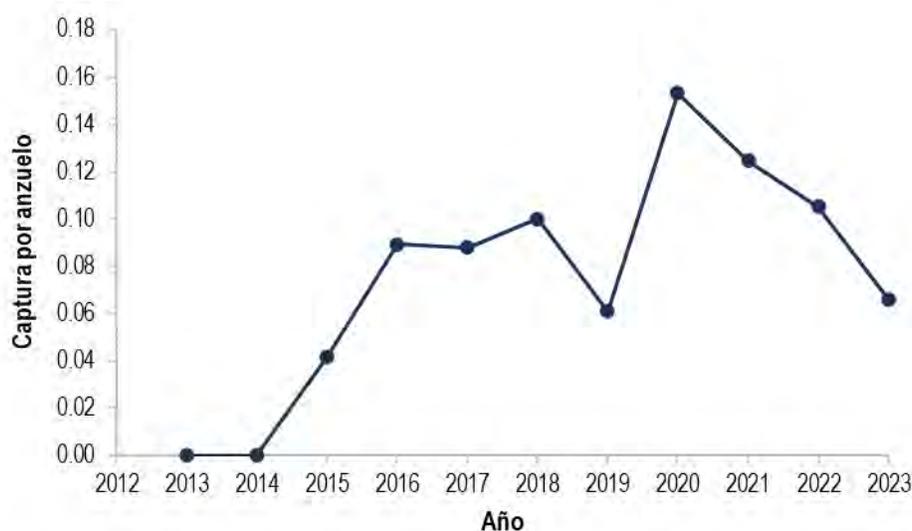


Figura 30 Captura por unidad de esfuerzo de bacalao de Juan Fernández en espineles verticales desplegados alrededor de RC-SC.

4.1.4 Aspectos técnicos de las embarcaciones

4.1.4.1 Embarcaciones inscritas en AJF

Según los registros solicitados a SERNAPESCA, durante el año 2022 se registraban 82 embarcaciones artesanales con RPA en el archipiélago Juan Fernández. De estas, 67 embarcaciones (82%) tienen permiso para capturar langosta de Juan Fernández, 13 inscritas en caleta Alejandro Selkirk y las otras 54 en caleta Bahía Cumberland. Si consideramos el RPA para capturar breca, están autorizadas 80 embarcaciones (98%). La mayoría de las embarcaciones tiene entre 8 a 9 metros de eslora (Tabla 25, información registrada por Capitanía de puerto de Juan Fernández para 62 embarcaciones donde se incluyen un bote auxiliar y una lancha de acarreo, intervalos mínimo y máximo). **Según la información observada, la tradicional “chalupa de mar” de madera y diseño doble proa ha sido reemplazada en su mayoría por embarcaciones proa espejo de fibra de vidrio.**

Tabla 25
Características de las embarcaciones de AJF.

Diseño	Eslora promedio (m)	Intervalo Eslora	Manga promedio (m)	Intervalo manga	Mediana Potencia motor (HP)	Intervalo Potencia motor (HP)	N° botes de madera	N° botes fibra de vidrio
Doble Proa	8.62	7.9 - 9.25	2.30	2.00 - 2.70	25	15 - 90	5	13
Proa Espejo	8.53	3.85 - 14.30	2.30	1.46 - 3.80	30	20 - 250	0	44
Total	8.55	3.85 - 14.30	2.30	1.46 - 3.80	25	15 - 250	5	57

Las embarcaciones con actividad pesquera en AJF utilizan motores fuera de borda para su desplazamiento, cuya fuerza va en el intervalo de 15 y 250 HP y mediana 25 HP. Los aparejos utilizados varían según la especie objetivo, así para la captura de crustáceos, anguila (morena) y pulpos se usan trampas y líneas de pesca para peces (espinel vertical, espinel horizontal, curricán, líneas de mano superficiales y de fondo). El principal aparejo utilizado para pesca de peces es el espinel vertical, mientras que las líneas de mano superficiales se utilizan para la captura de la carnada primaria, por ejemplo, jurel de JF.

No se aplicó el muestreo de aparejos de pesca, pero se incluye la descripción construida a partir de muestreos anteriores. La trampa de langosta y de cangrejo consiste en un paralelepípedo cuyas caras son construidas con listones de madera, principalmente eucaliptus y combinación eucaliptus-maqui, e incorpora otros materiales como malla para cerrar más las distancias entre varillas. El **diseño en “L” se ha mantenido y se conforma por la primera entrada circular, cuadrada o tubular, de pvc, polipropileno o nylon** y la entrada hacia la segunda cámara de la trampa es un buche tubular tejido de polipropileno o nylon. La distancia entre las varillas laterales y frontales, que se utilizarían como vía de escape de langostas de menor talla, presenta uniformidad respecto a la distancia de 5 cm entre varillas. Las trampas de cangrejo son ligeramente de mayor tamaño en comparación a las trampas de langosta al igual que mayor es la distancia que separa las varillas.

Las trampas de langosta y cangrejo operan como aparejos de pesca estacionarios anclados al fondo desde la cara inferior del paralelepípedo (piso), a través de la utilización de piedras como pesos, **operando a diferentes profundidades según las “marcas” y estrategia de pesca del pescador**. En el caso de la pesquería de langosta, las trampas son viradas cada dos noches para revisar la captura y reponer la carnada y son caladas en el fondo en líneas individuales con solo una trampa asociada y un baticulo con 3 a 5 boyas. En la pesquería de cangrejo en cambio, las trampas son revisadas con menor frecuencia y son dispuestas en tenas de hasta 2 trampas por línea o líneas con solo una trampa. El principio general de captura es atraer a los crustáceos a ingresar a la estructura de la cual luego les es imposible escapar. La forma de atracción es utilizando carnada, de manera que los crustáceos entran por el buche ubicado en la cara superior (f) y luego se desplazan hacia la segunda cámara a través del buche interior (g), es allí donde quedan atrapados. Al virar las trampas, el pescador desmonta la puerta ubicada en la cara superior (tapa), remueve la captura y encarna nuevamente la trampa. Los ejemplares de menor talla pueden escapar a través de la distancia que queda entre las varillas. Las mínimas modificaciones tecnológicas que ha experimentado el aparejo de pesca en los últimos 30 años refuerzan la idea de que la CPUE para la langosta de Juan Fernández puede constituir un buen estimador de la abundancia relativa.

En relación a los aparejos de pesca de peces, las trampas de anguila corresponden también a paralelepípedos de madera, de menor tamaño que las trampas de crustáceos y con solo una cámara en el interior por la que entran las anguilas (morenas) a través de un buche tejido o de plástico, atraídas por la carnada que instalan los pescadores. Se diferencian también en que no tienen separación entre las varillas y son utilizadas a menor profundidad.

En el caso de los espineles, la materialidad es similar, líneas de nylon con anzuelos Mustad. El espinel vertical en general cuenta entre 10 y 40 anzuelos, mientras que con el horizontal despliegan entre 25 y 100 anzuelos a ras del suelo marino. Los anzuelos utilizados son tipo J y los tamaños varían según la especie a capturar, pudiendo estar vinculados el anzuelo no. 6 a la captura de

vidriola o brechas más grandes y el anzuelo no. 7, 8 y 9 a la captura de brechas especialmente (Valeria-Macaya, 2023). Cada lance, además, se reporta como 1 espinel el calado.

De acuerdo a una encuesta aplicada en marzo de 2021, habría 6 plantas de proceso (no todas funcionando o con funcionamiento intermitente) que comercializan bacalao, vidriola, brecha, jurel de JF, pulpo, cangrejo dorado, lenguado, langosta, entre otros peces, para consumo humano directo tanto en la isla como enviando al continente (Ernst *et al.*, 2022).

En relación a los tiempos de reposo de espineles y duración de salidas de pesca de langosta, se reporta en la Figura 31. Se registra similitudes en cuanto a la mediana de la duración de las salidas de pesca entre años y entre subsistemas, cercanas a 10 horas. En ID las salidas de pesca durarían menos. En el caso del tiempo de calado de espineles, la media es cercana a los 30 minutos durante todos los años observados. Los valores atípicos serían aquellos espineles que superan los 60 minutos de calado.

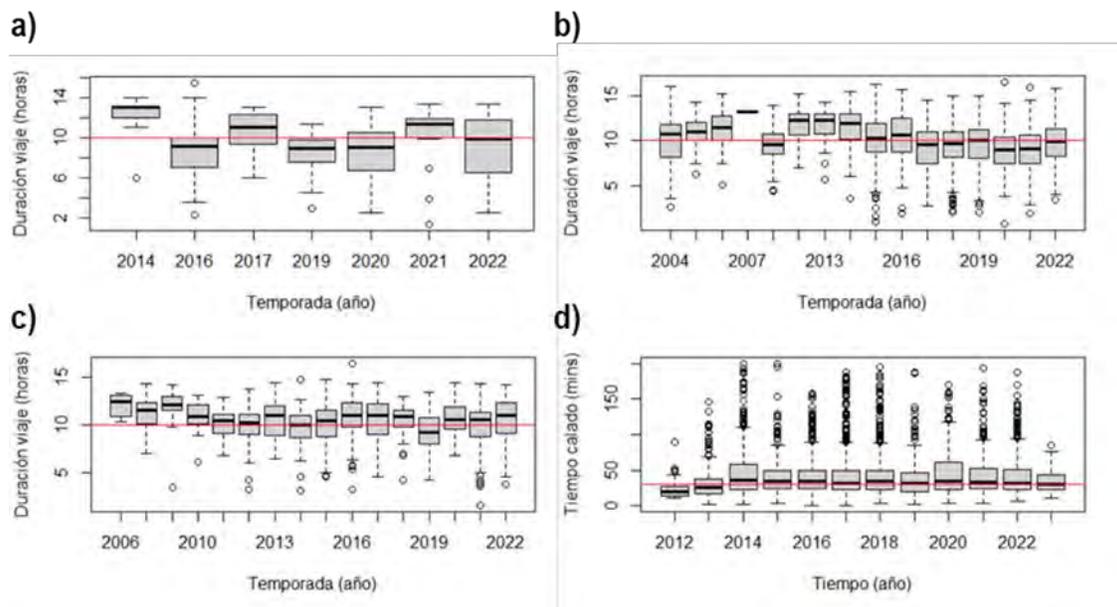


Figura 31 Duración de las salidas de pesca de langosta en a) ID, b) RC-SC, c) AS y d) tiempo de reposo de los espineles verticales utilizados en la captura de brecha (línea roja marca referencia de 10 horas en las salidas de pesca y 30 minutos en tiempo de calado).

4.1.4.2 Caracterización de espineles verticales

A través de un trabajo experimental entre abril y septiembre de 2022 emplazado sobre la plataforma insular del subsistema RC-SC, se realizó un total de 749 lances de pesca con espineles verticales de los cuales 60, 320, 70 y 299 corresponden a los lances con tamaño de anzuelo 6, 7, 8 y 9 respectivamente. De ellos, el 63% de los lances acumulados se realizó hasta el estrato 100-150 m y un 87% a profundidades mayores a 100 m (Figura 32 A). Por su parte los datos históricos indican

una mayor presencia en el estrato de 50-100 m (22%) y un 75% a profundidades mayores de 100 m (Figura 32 B).

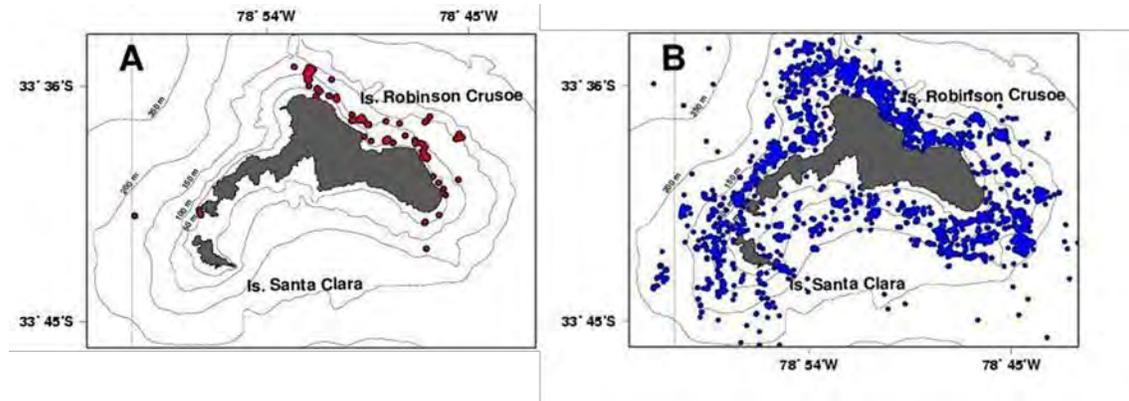


Figura 32 Distribución espacial de los lances con espinel vertical realizado alrededor de la isla Robinson Crusoe. A) lances experimentales, B) lances históricos.

Se analizó la información de 42 salidas de pesca, con espineles de tamaño estándar según fue descrito en la sección Caracterización de espineles verticales y tamaño de anzuelo verificado en cada lance (ANEXO I). Del total de 558 brechas, 15, 221, 49 y 273 fueron capturadas con anzuelos del 6, 7, 8, 9 respectivamente. Cabe destacar que la cantidad de lances que se hicieron con cada tamaño de anzuelo no fue homogénea.

Respecto al tamaño de los individuos capturados, los espineles con anzuelos número 6 registraron brechas de mayor tamaño que el resto de los anzuelos, con una mediana de 39 cm de LH. A partir de los anzuelos 7, 8 y 9 la talla mediana fue muy parecida, en torno a los 31 cm de LH, no existiendo mayor diferencia (Figura 33)

Respecto de la proporción de brechas en las capturas se observa un aumento en los espineles con anzuelos número 6 y 8. Así mismo, la mediana de la proporción en los anzuelos de tamaño 8 es 1, sin embargo, el 25% de los lances varían entre la media 0.7 y 1. Por otro lado, la mediana de la proporción del anzuelo de tamaño 6 presenta el menor valor igual a 0.5. Los espineles con anzuelos 7 y 9 muestran una captura muy selectiva hacia la brecha, en donde más del 90% de los lances presenta proporción 1, es decir, que el 100% de la captura en el lance es brecha (Figura 33).

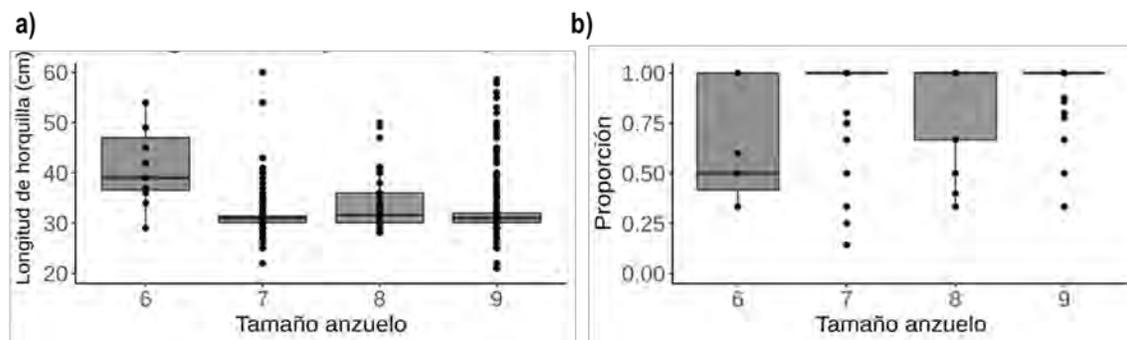


Figura 33 a) Distribución de tamaños de las brechas capturadas (longitud de horquilla) y b) Proporción de brechas respecto de la captura total, por tamaño de anzuelo en los espineles verticales durante el trabajo experimental en el subsistema RC-SC.

4.1.5 Contrastación de estimaciones

Para la pesquería de langosta se consideró la continuidad de la reconstrucción de los registros oficiales con la información proveniente del anuario de Sernapesca, estimaciones del programa de monitoreo y las declaraciones de desembarque por embarcación. Se incluye la reconstrucción de la serie de esfuerzo, número de trampas revisadas y número de salidas por embarcación.

Langosta de Juan Fernández

La continuidad de los desembarques reconstruidos por subsistemas en base a los registros oficiales del anuario de Sernapesca se presenta en la Figura 34. Esta reconstrucción se generó a partir de 3 fuentes de datos, i) estimaciones obtenidas desde el programa de monitoreo, ii) anuarios de Sernapesca y iii) Declaración de desembarque entregados a Sernapesca. Se observa similitud en la tendencia obtenida por los registros del anuario y las estimaciones desde las bitácoras de pescadores de este programa de monitoreo, lo que además da una señal de validación de los registros entregados por los pescadores. Cabe señalar que AJF cuenta con 2 caletas, Juan Fernández y Selkirk y los desembarques de ID son imputados a la primera. Durante las temporadas 2019/20 y 2020/21 las estimaciones obtenidas desde el proyecto de monitoreo son menores a las obtenidas desde Sernapesca, mientras que la temporada 2021/22 es levemente más alta que lo registrado en la base de datos del servicio. Sin embargo, las tendencias de la serie son bastante similares sobre todo en el último periodo.

La Figura 35, Figura 36 y Figura 37 actualizan la reconstrucción de las series de esfuerzo, número de trampas revisadas y número de salidas por embarcación, con la información obtenida hasta la temporada 2021/22. En el caso del número de trampas revisadas por subsistema, estas han ido disminuyendo desde la temporada 2016/17 en adelante en RC-SC, alcanzando los valores más bajos de la serie, aunque mostrando un pequeño aumento estas últimas dos temporadas, mientras que en AS han ido en aumento; por su parte ID se mantiene estable, cercana a las 20 trampas por salida. Sobre el número de salidas entre las temporadas 2013/14 a 2016/17 se aprecia los mayores valores en RC-SC, presentando durante la temporada 2019/20 una disminución más notoria,

asociada a la disminución de las salidas de pesca hacia el final de la temporada dado el contexto de pandemia, volviendo a subir en las dos temporadas siguientes y disminuyendo de nuevo durante 2022/23. En el caso de Selkirk, el número de salidas se mantiene más bien similar entre temporadas, apreciándose un incremento en temporada 2021/22 (Figura 36). El número de trampas revisadas se condice con el número de trampas revisadas por salida de pesca en esta última temporada, ambos levemente disminuidos, mientras que en ID se observa el más bajo esfuerzo de la serie considerando el número de trampas revisadas por salida, tanto para el subsistema, como al compararlo con AJF. En este último indicador, no es evidente la incorporación de las embarcaciones que no se trasladaron a Islas Desventuradas durante la temporada 2018/19 al esfuerzo en número de salidas, respecto a temporadas anteriores. El número total de trampas revisadas por temporada en AS es menor que en RC-SC (Figura 37).

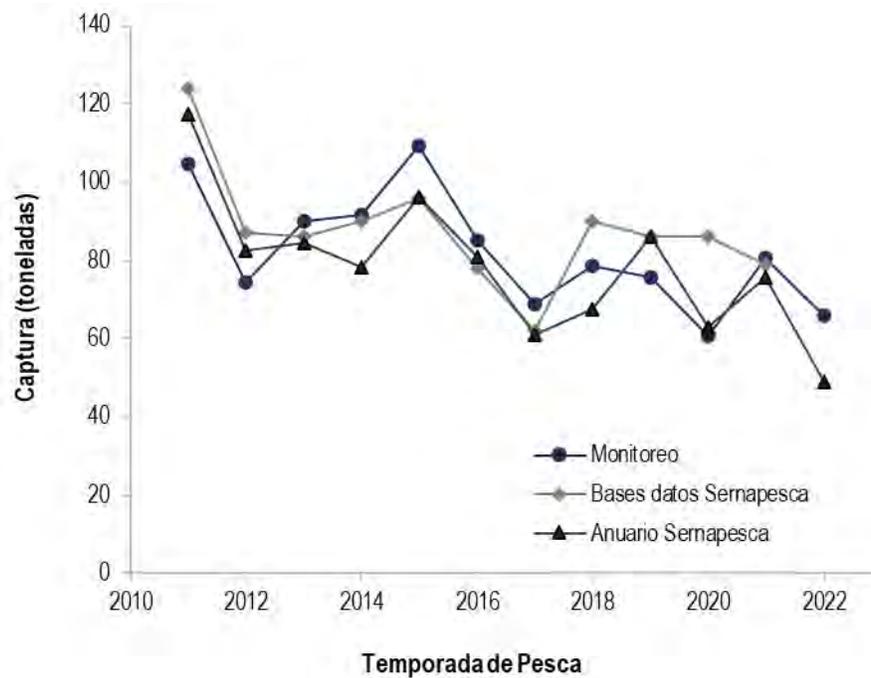


Figura 34 Reconstrucción de desembarques y comparación con las estimaciones obtenidas desde el programa de monitoreo de la pesquería de langosta.

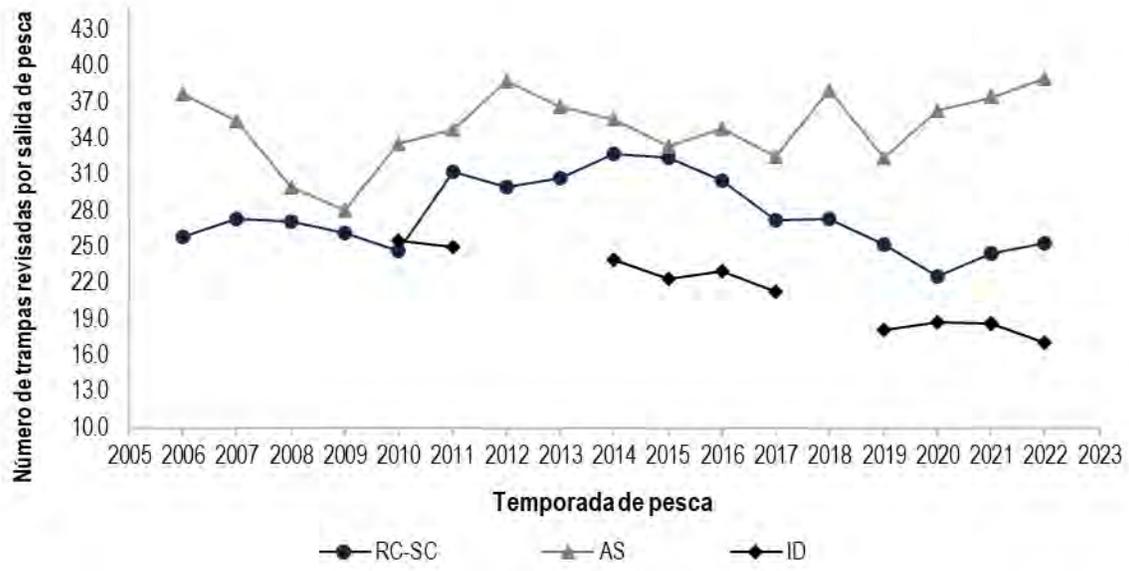


Figura 35 Serie de tiempo de registros de esfuerzo total en número de trampas revisadas por salida con captura retenida y no retenida por temporada de pesca de langosta en cada subsistema.

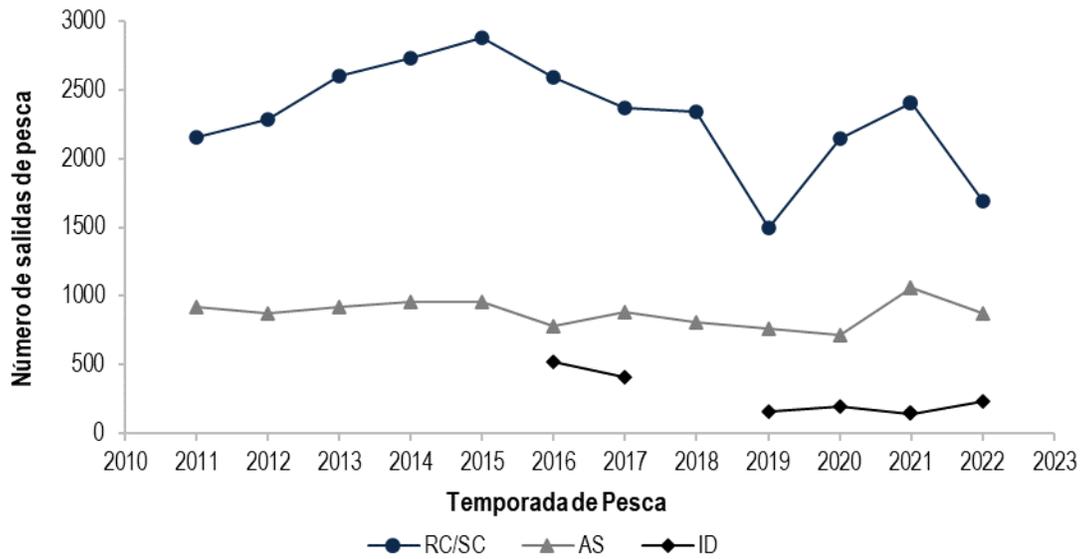


Figura 36 Serie de tiempo del número de salidas de pesca de langosta por temporada en los subsistemas RC-SC, AS e ID.



Figura 37 Serie de tiempo del esfuerzo en número de trampas revisadas por temporada de pesca de langosta en los subsistemas AS y RC-SC.

Cangrejo dorado

La Figura 38 muestra la primera contrastación de datos de capturas de cangrejo dorado que se realiza para comparar los datos levantados desde el programa de monitoreo, contra los datos de Sernapesca. Son evidentes las diferencias entre ambas series, aunque los intervalos de capturas son similares. El monitoreo indica una subestimación de la captura de ejemplares de cangrejo dorado en los meses de julio, octubre y noviembre, sobrestimando los otros meses.

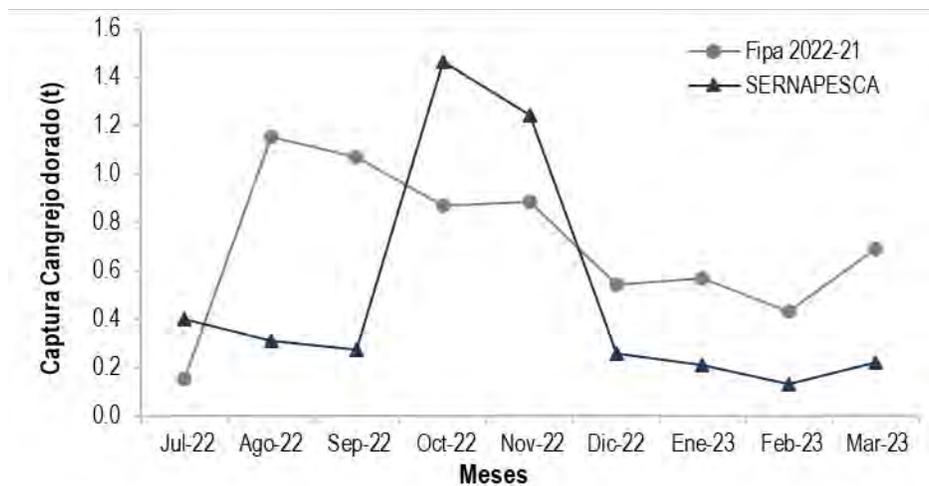


Figura 38 Desembarques de Sernapesca y comparación con las estimaciones obtenidas desde el programa de monitoreo de la pesquería de cangrejo durante el periodo julio de 2022 a marzo 2023.

La Figura 39 muestra diferencias muy notables atribuibles a subreporte si se considera que las salidas de langosta con observadores indican claramente capturas de brechas en prácticamente todas las salidas en que se revisaron. La estimación para Robinson y Selkirk llega para esos 6 meses a 78.8 t vs las 15.5 t de Sernapesca. Si observamos la Tabla 24, entre 2011 - 2018 las estimaciones de breca variaban entre 76 y 109 t y luego comenzaron a bajar mucho para llegar finalmente a las 23.3 t. Esto no se condice con las tasas de captura que apreciamos en las salidas de pesca y con la demanda de carnadas necesarias para revisar el número de trampas de langosta.

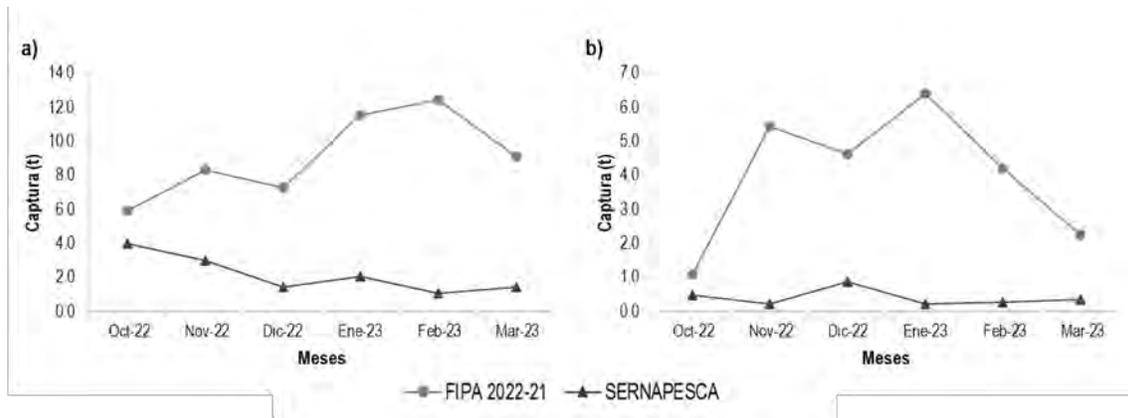


Figura 39 Desembarques de Sernapesca y comparación con las estimaciones obtenidas desde el programa de monitoreo de la pesquería de breca durante el periodo julio de 2022 a marzo 2023 a) RC-SC, b) AS.

4.1.6 Cadena de comercialización

La temporada 2021/22 inicia en condiciones normales de exportación de langostas las que se mantienen hacia la temporada 2022/23, sin embargo, estuvieron permeadas por la inestabilidad de la recepción de exportaciones en China (principal mercado) debido a los rebotes de COVID, sin que estas tuvieran mayor impacto como lo sucedido antes.

Durante la ejecución de proyecto se elaboró un esquema para visualizar la cadena de comercialización de langosta de Juan Fernández. Esta tiene diferencias entre AJF e ID debido a las condiciones logísticas. Así, la cadena de ID se restringe a la venta de langostas directamente al intermediario quien las transporta únicamente por vía marítima al continente. En el caso de AS y RC-SC hay más opciones, a través de venta directa para consumo local en el archipiélago (consumidor directo, restaurantes, turismo) o a un consumidor en el continente o por intermediario (comprador, empresa o cooperativa) para distribución nacional y/o internacional (Figura 40).

Para la temporada 2022/23 se obtuvo el precio playa de cada langosta: \$10000 en Desventuradas, \$14000 en Alejandro Selkirk y \$21000 en Robinson Crusoe. Cabe destacar que estos valores fluctúan durante la temporada debido a la demanda o la cercanía del cierre de la temporada, lo que no fue recogido en esta primera aproximación.

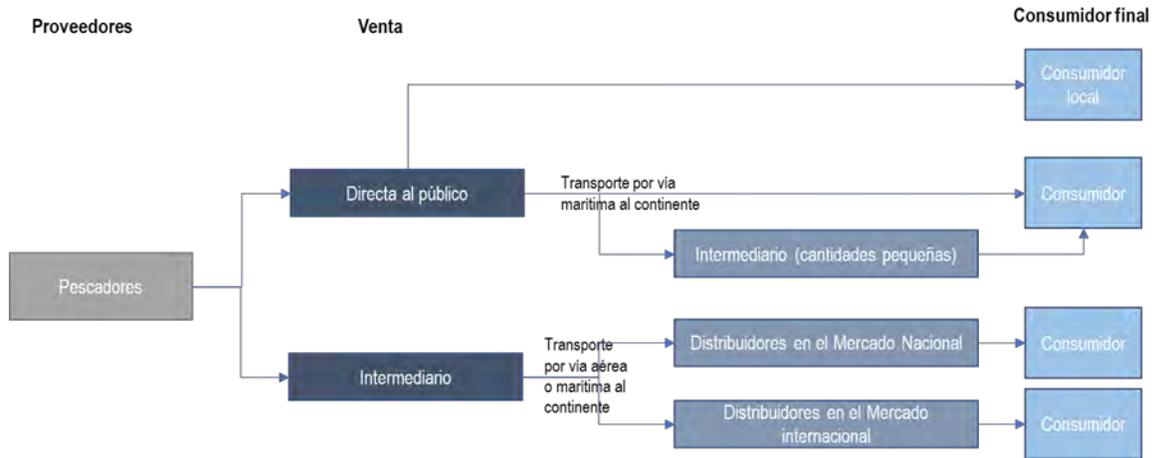


Figura 40 Esquema de la cadena de comercialización de langosta (*Jasus frontalis*) en AJF.

4.2 Objetivo 2

Determinar indicadores biológicos de las especies capturadas que den cuenta de la estructura del stock explotado en langosta de Juan Fernández, cangrejo dorado, breca de Juan Fernández, vidriola y bacalao de Juan Fernández.

4.2.1 Langosta de Juan Fernández

Las estimaciones puntuales de los indicadores biológicos que aquí se presentan provienen de la base de datos del muestreo biológico realizado durante la temporada 2022/23, donde se pudo contar también con un muestreador científico en el subsistema ID por un corto periodo de tiempo.

Proporción sexual

En la Tabla 26 se despliega la información de la proporción sexual, considerando el número de hembras registradas sobre el total de ejemplares capturados en cada subsistema a nivel de zona y mes. De acuerdo con ello, en RC-SC los machos componen más de la mitad de la captura entre octubre y diciembre, revirtiéndose desde enero a marzo. En promedio, la composición sexual de las capturas en todas las zonas fue de 44 % de hembras, siendo la zona 6 la que mantuvo valores más altos de captura de hembras durante todo el periodo analizado. En AS en cambio destaca el dominio de las hembras en todas las zonas, durante todo el periodo, información que coincide con las observaciones de los pescadores (*conv. pers.*); los datos observados muestran que la proporción mínima de hembras registradas fue de 0.8.

Talla media

Según lo presentado en la Tabla 27, en RC-SC las tallas muestran variaciones en el intervalo de 103.8 a 112.3 mm de LC, siendo las zonas 2 y 3 las que presentan el menor registro de tamaño durante el mes de marzo. No obstante, la zona 2 también muestra el mayor registro de LC (112.3

LC) en febrero. Cuando se consideran todas las zonas, la talla media es mayor en las zonas 8, 9, 10 y 11 manteniendo valores altos a lo largo de todos los meses. En AS la talla media es mayor que en RC-SC, encontrándose entre 106.2 y 114.3 mm de LC, además se observa que la menor talla media registrada correspondió a la zona 3 (SO de la isla) con 106.5 mm de LC en los meses de febrero y marzo, mientras el registro más alto de la talla media está asociado a la zona 6 (norte de la isla) alcanzando 114.3 mm de LC durante el mes de octubre. A diferencia del subsistema RC-SC la talla media en AS es mayor en octubre, mientras en RC-SC ocurre en el mes de febrero.

La Figura 41 muestra la serie de cambios de la talla media de langostas retenidas por subsistema. Se desprende que esta es mayor en RC-SC. En ambos subsistemas la línea de tendencia muestra una pendiente positiva sutil, más evidente en RC-SC. El inicio de la temporada 2022/23 es distinto entre AS y RC-SC, presentando AS una disminución de la talla media respecto al mismo periodo del año anterior, señal que se replicó también al inicio de 2021/22. La talla media de las langostas capturadas tiende a aumentar hacia la segunda parte de la temporada en AS, no así en RC-SC donde comenzó alta, declinó y volvió a subir en marzo.

Estructura de tallas

Las Figura 42 y Figura 43 muestran la estructura de tallas mensual de hembras y machos de langostas capturadas en los subsistemas RC-SC y AS respectivamente. La proporción a la talla para cada sexo es presentada mensualmente para totalidad de las temporadas 2020/21 y 2021/22 y para los meses de octubre a marzo de la temporada 2022/23. En todos los casos documentados se puede observar que la mayor proporción de individuos se encuentra bajo los 115 mm de longitud (línea vertical punteada) que corresponde a la talla de mínima de retención de langostas.

En el caso de las hembras en RC-SC, entre octubre 2020 y mayo 2021 se evidencia una disminución en la proporción de ejemplares por sobre los 115 mm de LC, representando probablemente una depleción de los ejemplares comerciales, similar ocurre en la temporada 2021/22 que además presenta una mayor proporción en el *peak* más cercano a la talla de 115 mm de LC. En el caso de los machos, hay un aumento en la proporción que se encuentra en la talla de 115mm de LC en comparación a la temporada 2020/21. Al igual que en hembras, la mayor proporción se encuentra bajo el límite legal. Durante octubre de 2022 se observa un corrimiento hacia la derecha del *peak* de hembras cercanas a los 115 mm de LC, mientras que los meses siguientes son parecidos a la temporada 2021/22, aunque la proporción que se encuentra sobre los 115 mm de LC y la de tallas menores aumenta. Para machos se observa la disminución en la proporción de ejemplares sobre la talla mínima legal entre octubre y enero de la temporada 2022/23 respecto a los años anteriores (Figura 42).

Para el subsistema AS (Figura 43) la distribución de tallas presenta menor variabilidad entre los meses y entre las temporadas. Se observa durante 2020/21 un incremento en la proporción de machos *ad portas* de alcanzar la talla mínima legal, así como también un grupo importante entre los 105 y 115 mm de LC, además entre los meses de octubre y febrero evidenciamos un corrimiento hacia la derecha respecto *al peak ad portas* de alcanzar la TML en la temporada 2020/21. Se evidencia la disminución en la proporción de machos sobre la TML durante los meses de la temporada 2022/23. En el caso de las hembras también existe un *peak ad portas* de alcanzar la **talla de retención (“langostas de pelo”)** y mantienen una proporción marcada que alcanza la talla mínima legal. Durante la temporada 2022/23 se observa en hembras un aumento en la proporción

de hembras alrededor de 110 mm de LC, mientras que se establece un aumento notorio en la proporción de machos que alcanzan la TML en noviembre (similar a la temporada 2021/22) y un *peak* en noviembre a los 105 mm de LC y superior a los 110 mm de LC.

La estructura de tallas por sexo se presenta en la Figura 44 y Figura 45 para RC-SC y AS respectivamente. En ambas figuras se comparan 9 temporadas de pesca de langosta (2011/12, 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20, 2020/21, 2021/22 y 2022/23). En la Figura 44 se puede apreciar que durante el periodo octubre – diciembre de 2021, las hembras presentan una mayor proporción de ejemplares sobre 115 mm que en la segunda mitad de la temporada. En el caso de los machos, durante el primer periodo 2021/22 se presenta un *peak* sobre los 115 mm de LC que luego disminuye en la segunda parte de la temporada, asociado probablemente con el crecimiento de verano. En ambos sexos, la proporción sobre 115 mm de LC durante el periodo enero – mayo disminuye en la temporada 2021/22. Para los meses iniciales de la temporada 2022/23 se advierte una mayor proporción de hembras de mayor tamaño alrededor de los 125 mm de LC, mientras que se observa una disminución de su proporción de machos que superan los 115 mm de LC respecto a la temporada anterior. El segundo periodo muestra un aumento en la proporción de hembras de menor tamaño en el intervalo 100 – 110, sin embargo la proporción de tallas más a la izquierda es menor, al igual que la proporción de hembras mayor a 115 mm de LC (respecto de la temporada previa); en machos hay un *peak* marcado en torno a los 110 mm de LC.

En AS se aprecia una mayor proporción de machos sobre la talla de retención en el primer periodo de la temporada 2021/22, de hecho, destaca que el *peak* más alto es sobre los 115 mm de LC (Figura 45), mientras que las hembras mantienen una proporción similar en 115 mm de LC y en la segunda parte de la temporada 2021/22 se observa un aumento de las hembras de talla cercana a 120 mm de LC. Durante los meses iniciales de la temporada 2022/23 se observan 3 *peaks* de en torno a los 105, 110 y 112 mm de LC en el caso de hembras y en machos a los 105, 110 y dos *peaks* un poco más bajos cerca de los 112 y casi entrando a los 115 mm de LC. Se observa para ambos sexos el descenso de la proporción de individuos sobre la TLM.

En el caso de Desventuradas (Figura 46), la pasada temporada 2021/22 y durante 2022/23 muestra en ambos sexos que la mayor proporción de individuos capturados está bajo los 115 mm de LC (coincidente con lo observado respecto a la CPUE), corriéndose hacia la izquierda respecto a 2020/21. En hembras se observa una disminución en la proporción sobre la talla mínima de retención con relación a las 2 temporadas anteriores y el *peak* más alto se encuentra desplazado hacia la derecha. En el caso de los machos el desplazamiento es hacia la derecha, y un alza en los individuos de talla mayor a 115 mm de LC. A diferencia de la temporada 2020/21, no se registraron mayores proporciones a tallas sobre 140 mm de LC.

En la Figura 47 y Figura 48 se presenta la descomposición modal por sexo de las capturas de la temporada 2021/22 y 2022/23 para los subsistemas RC-SC y AS respectivamente. De este análisis se desprenden 6 y 7 modas cuyos parámetros son presentados en la Tabla 28. En RC-SC, las medias modales estimadas de hembras en la temporada 2022/21 son en su mayoría más altas que 2022/23 hasta el cuarto grupo modal, similar ocurrió con lo observado para machos que, a excepción de los grupos modales 6 y 7, las medias son más bajas que en la temporada 2022/23. En AS ocurre en hembras que las medias modales son muy similares entre temporadas y en machos solo difieren los grupos modales 4 y 5 que resultaron ser más altos durante la temporada 2021/22.

En ambos subsistemas se observan dos medias modales mayores a la TML, con excepción de los machos en AS durante la temporada 2021/22 donde resultaron 3 medias modales mayores a 115 mm de LC.

Proporción de portación de huevos

En la Tabla 29 se observa la variación en la proporción de portación por zonas en RC-SC, AS e ID. De acuerdo con los registros, una mayor proporción de portación se observa en todas las zonas de RC-SC respecto a AS durante los primeros 4 meses de la temporada, el mayor valor se registra en noviembre, sobre 0.6. De ID se puede observar que la portación es mayor que en los otros dos subsistemas durante el período registrado.

En la Figura 49 se presenta la proporción de portación a la talla para cada mes de la temporada 2022/23 para los subsistemas RC-SC y AS. En RC-SC, entre octubre y noviembre además de una mayor proporción de hembras portadoras, el intervalo de tamaño se extiende desde las más pequeñas a las más grandes, sin embargo, la mayor proporción se concentra en las hembras de menor talla, como se observa entre octubre y diciembre. En AS se percibe un aumento en la proporción de hembras de mayor talla (> 115 mm) portando desde diciembre a febrero, mientras que durante octubre hembras de todo el intervalo de tallas porta huevos en una proporción similar, destacando el intervalo entre 94 a 97 mm de LC

Con la modelación de la proporción mensual de portación se identifica el patrón mensual en RC-SC (Figura 50), en octubre la proporción de portación modelada es cercana a 0.3 entre 90 y 120 mm de LC, disminuyendo para hembras más grandes, mientras que desde noviembre a enero la proporción decae con el aumento de la talla (mayor proporción de hembras pequeñas portando). La portación en febrero es baja para todo el intervalo de tallas y en marzo se observa un aumento de hembras de mayor tamaño portando (bajo 0.3). En el caso de Selkirk (Figura 51), el ajuste del modelo muestra que la proporción de portación es baja en todas las tallas los meses de octubre y noviembre, mientras que los meses siguientes, esta proporción aumenta hacia tallas superiores a 110 mm de LC, mientras que para tallas menores es muy baja.

Finalmente, con la modelación generada se obtuvo la proporción mensual de portación en la Figura 52 de la que se puede observar una mayor proporción en RC-SC, destacando el mes de octubre, desde noviembre en adelante tienden a ser menores las diferencias. Observando las estimaciones para las temporadas, se identifican que, con el avance de los meses si bien disminuye la proporción de portación, esta sería más alta que en RC-SC. Además, esta proporción comienza a aumentar entre marzo y abril en AS, por lo que se podría inferir que la portación comienza antes que en RC-SC.

Relación Talla-Peso

La desventaja que conlleva tomar estas medidas debido a las dificultades operativas a las que se ven enfrentados los muestreadores científicos al trabajar sobre embarcaciones muy inestables debido a su tamaño y condiciones climáticas ha llevado a desarrollar de forma alternativa el muestreo talla-peso en los viveros. Así, los resultados del muestreo de langosta de talla comercial durante el año 2019 (temporada 2018/19 y 2019/20) fue presentado en el informe final del proyecto 2019 (Ernst et al., 2020) para cada uno de los meses en que se desarrolló el muestreo de langostas

exportadas desde Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk que se encontraban en viveros. Las vicisitudes provocadas por la pandemia obstaculizaron la continuidad del muestreo durante el año 2021 y 2022, en este último periodo se esperaba realizar pruebas para probar hipótesis y obtener indicadores de madurez sexual de langostas, actividad que no se logró concretar pese a las gestiones realizadas. **Se presentan las estimaciones de peso medio a la talla obtenidas de monitoreos anteriores** (Tabla 30).

Función de madurez a la talla

Para el caso de la langosta de Juan Fernández la madurez a la talla no se puede establecer por su condición de portación a la talla, ya que no existe sincronía en el proceso reproductivo para hembras de distintos tamaños. De esta forma se utiliza la presencia de setas ovígeras como indicador de que las hembras han portado huevos previamente (madurez funcional). Si bien esta información es recolectada por los observadores científicos a bordo, durante las últimas temporadas no se ha podido obtener lecturas fiables y consistentes que permitan reanalizar la curva de portación. Esto debido principalmente a la variabilidad de las setas ovígeras en los pleópodos en función de la talla, por ejemplo, hembras grandes que en algún momento fueron observadas portando huevos, posteriormente han sido observadas tallas mayores, sin setas ovígeras.

Tabla 26

Proporción de sexual de ejemplares de langostas muestreados en cada subsistema, por zona y mes de estudio (hembras respecto del total). Temporada 2022/23.

Subsistema	Zona	Temporada 2022/23					
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
RC-SC	1	0.17	0.57	0.00	0.59	0.65	0.56
	2	0.00	0	0.38	0.56	0.85	0.69
	3	0.30	0.24	0.32	0.58	0.57	0.60
	4	0.38	0.53	0.48	0.53	0.46	0.75
	5	0.19		0.55	0.52	0.51	0.38
	6	0.44	0.58		0.59	0.51	0.70
	7	0.48	0.29	0.35	0.49	0.49	0.49
	8	0.17	0.18	0.24	0.49	0.53	0.48
	9	0.22	0.31	0.33	0.52	0.53	0.51
	10	0.22	0.32	0.38	0.52	0.54	0.47
	11	0.38	0.38	0.41	0.52	0.49	0.54
AS	1	0.90	0.86	0.91	0.93	0.88	0.83
	2	0.96	0.79	0.84	0.94	0.88	0.90
	3	0.86	0.78	0.82	0.91	0.91	0.87
	4	0.87	0.76	0.85	0.91	0.93	0.86
	5	0.92	0.82	0.83	0.93	0.93	0.89
	6	0.93	0.77	0.78	0.91		1.00
ID	1				0.24	0.47	0.52
	2						
	3						0.47

Tabla 27
 Longitud cefalotorácica media (mm) de ejemplares de langostas muestreados en cada subsistema, por zona y mes de estudio. Temporada 2022/23.

Subsistema	Zona	Temporada 2022/23					
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
RC-SC	1	107.1	106.7	108.2	108.6	109.3	108.9
	2		103.9	106.0	106.4	112.3	103.8
	3	109.0	104.5	105.6	105.7	108.5	103.8
	4	106.7	105.2	107.2	105.1	105.3	104.3
	5	107.3		104.9	105.5	107.5	108.6
	6	110.9	105.7		108.1	108.3	111.3
	7	106.0	104.8	106.6	106.9	106.6	106.2
	8	107.6	109.6	107.0	108.6	108.6	106.7
	9	106.1	107.9	107.9	107.4	107.9	107.0
	10	108.7	107.2	108.2	109.0	107.3	108.2
	11	111.4	109.5	110.1	109.8	111.2	108.0
AS	1	108.3	108.5	107.6	107.4	109.4	106.3
	2	111.4	107.6	107.5	108.1	107.9	107.9
	3	107.2	106.8	106.7	107.1	106.5	106.5
	4	109.2	107.2	108.0	108.3	107.2	106.2
	5	112.8	108.3	108.2	110.1	108.4	108.2
	6	114.3	107.8	108.4	109.2		109.9
ID	1				109.5	109.4	107.7
	2						
	3						109.6

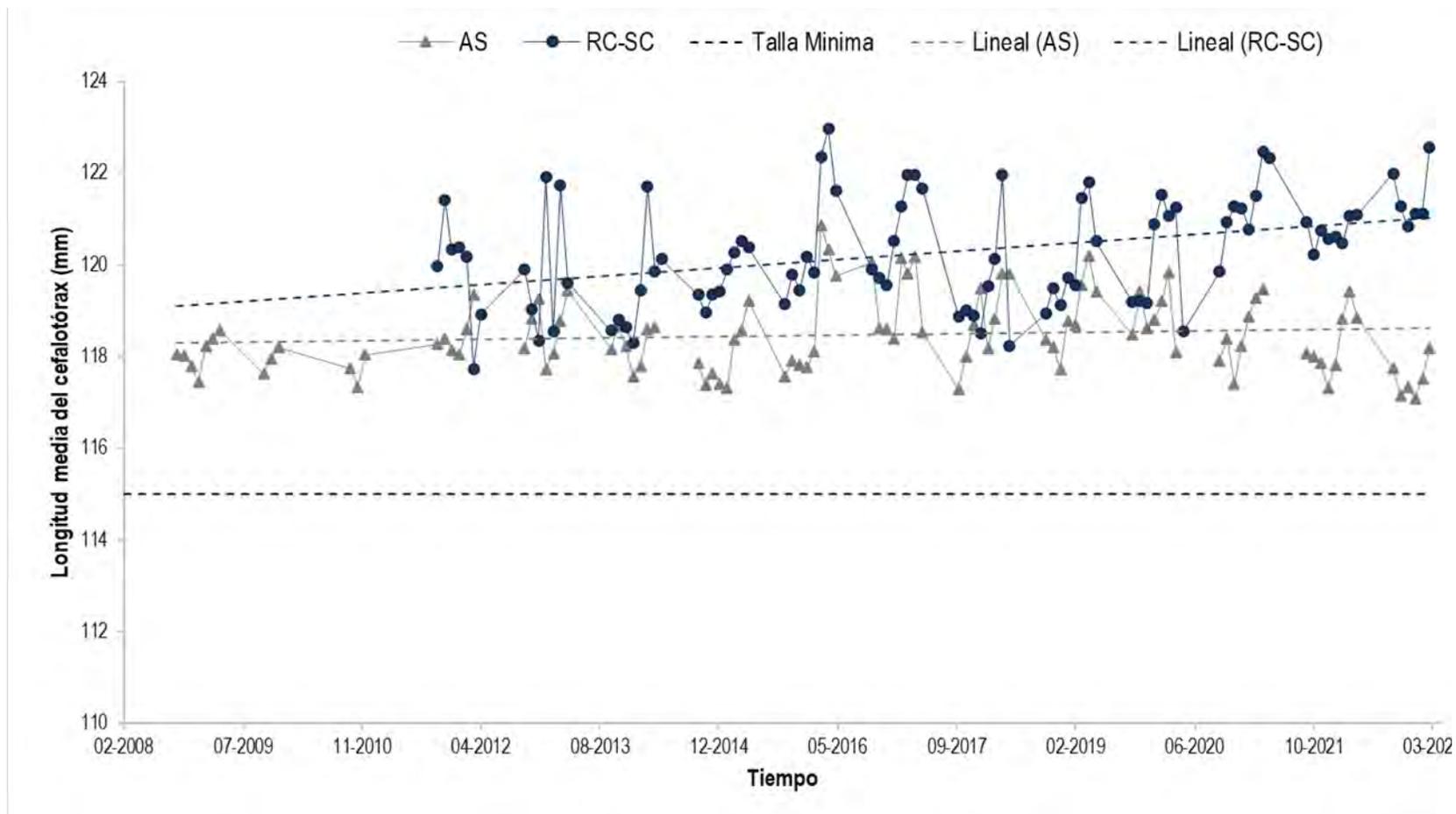


Figura 41 Serie de tiempo de la talla media de langostas retenidas por subsistema. Periodo 2008/09- mar 2022/23. La línea discontinua negra indica la talla mínima legal (115 mm).

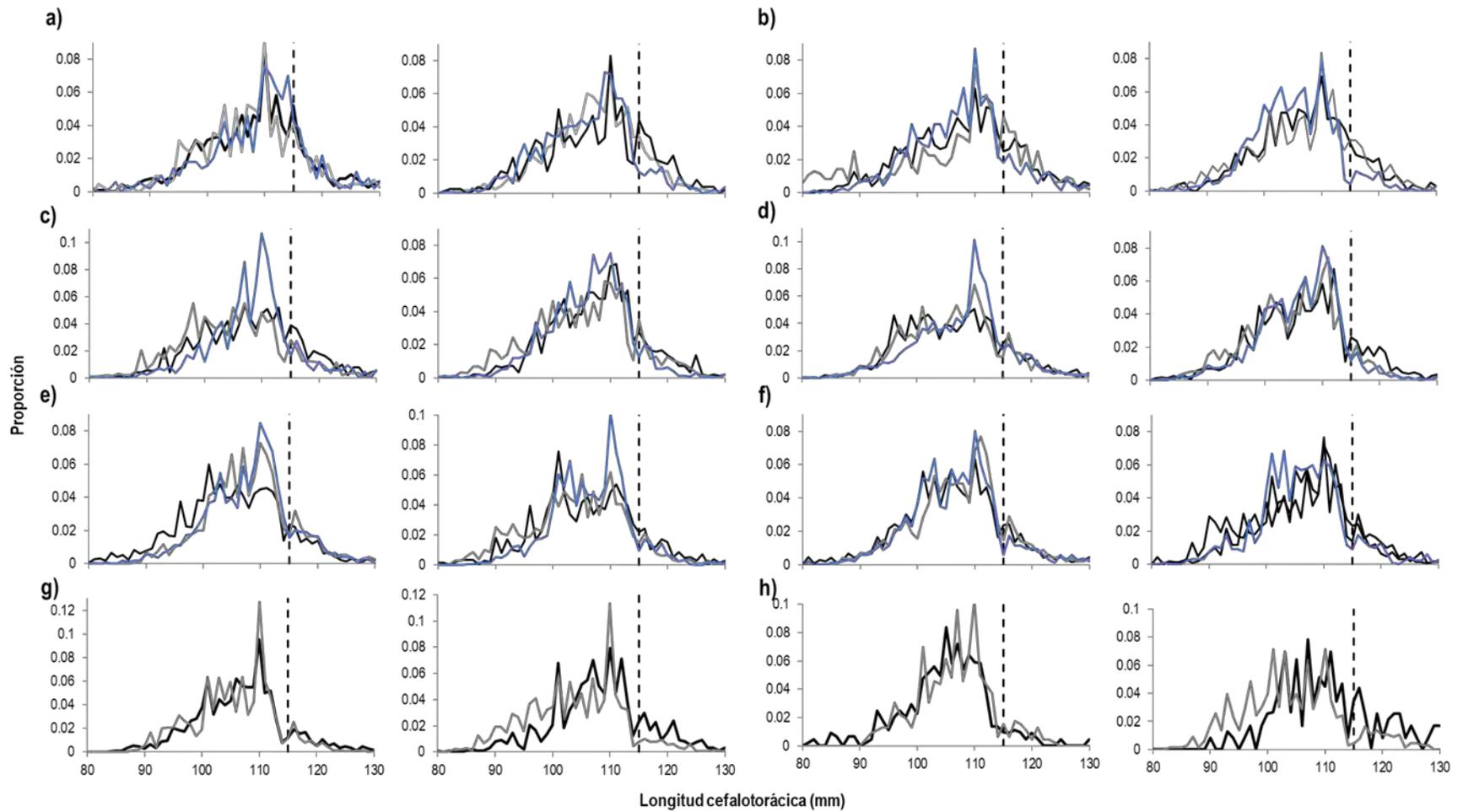


Figura 42 Proporción de tallas de langosta de Juan Fernández por sexo (hembras a la izquierda y machos a la derecha) capturadas mensualmente a) octubre; b) noviembre; c) diciembre; d) enero; e) febrero; f) marzo y g) abril y h) mayo, durante las temporadas 2020/21 (negro), 2021/22 (gris) y 2022/23 (azul) en el subsistema RC-SC. La línea punteada indica la talla mínima legal de retención (115 mm de LC).

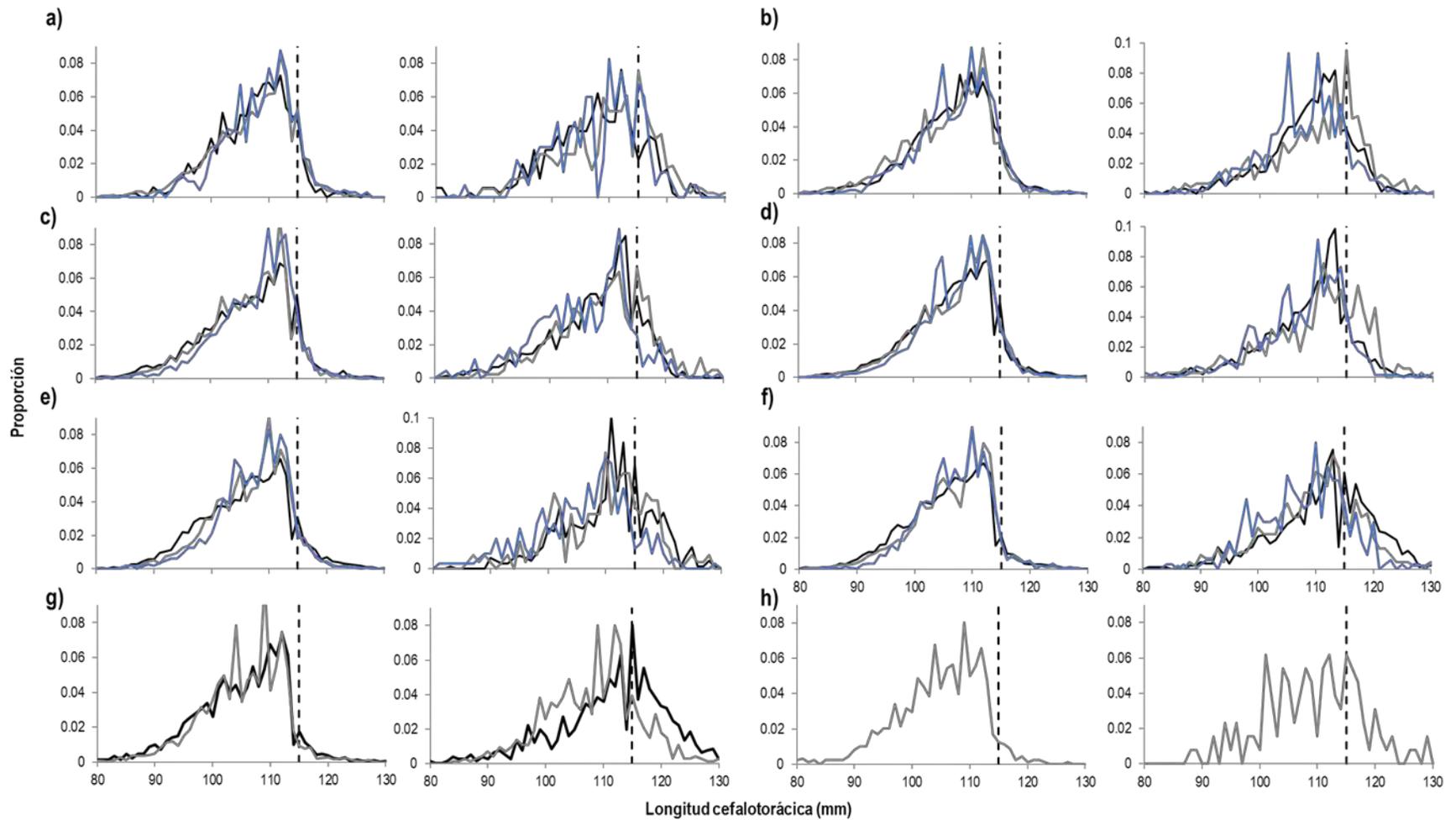


Figura 43 Proporción de tallas de langosta de Juan Fernández por sexo (hembras a la izquierda y machos a la derecha) capturadas mensualmente a) octubre; b) noviembre; c) diciembre; d) enero; e) febrero; f) marzo y g) abril, durante las temporadas 2020/21 (negro), 2021/22 (gris) y 2022/23 (azul) en el subsistema AS. La línea punteada indica la talla mínima legal de retención (115 mm de LC).

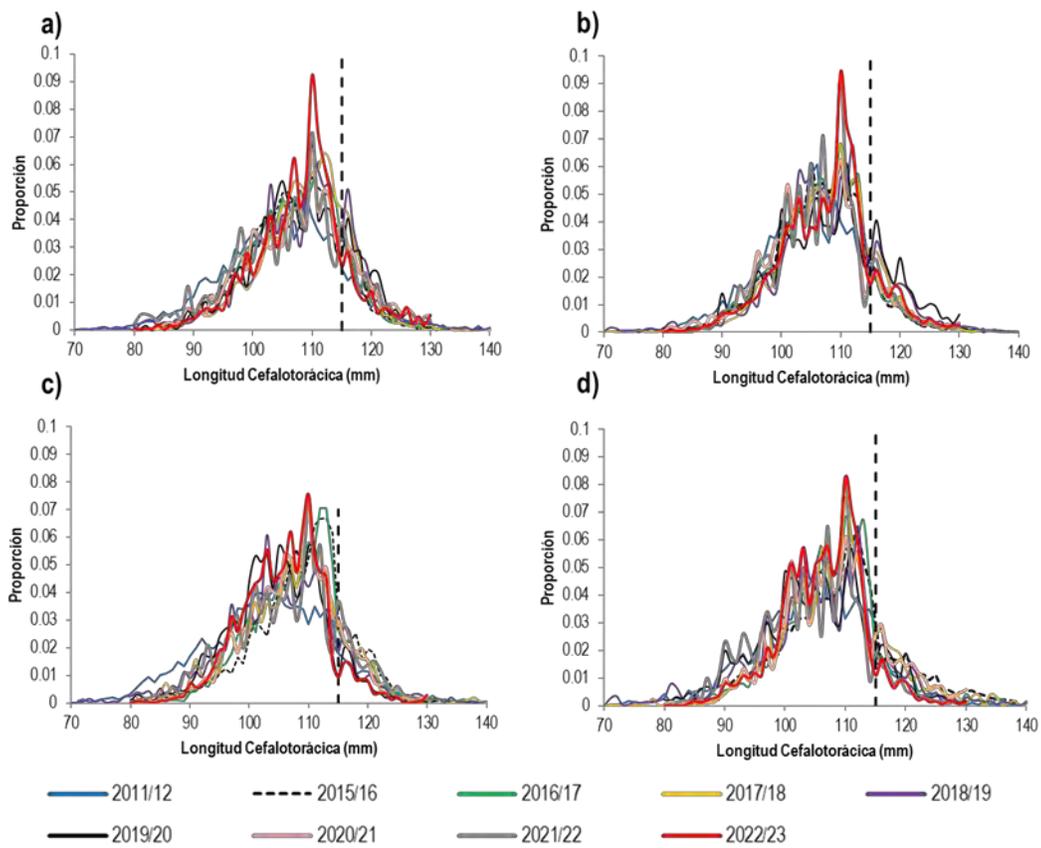


Figura 44 Estructura de tallas de langosta del subsistema RC-SC temporadas 2011/2012, 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20, 2020/21, 2021/22 y 2022/23. (a) Hembras octubre-diciembre; (b) Hembras enero-mayo; (c) Machos octubre-diciembre; (d) Machos enero-mayo.

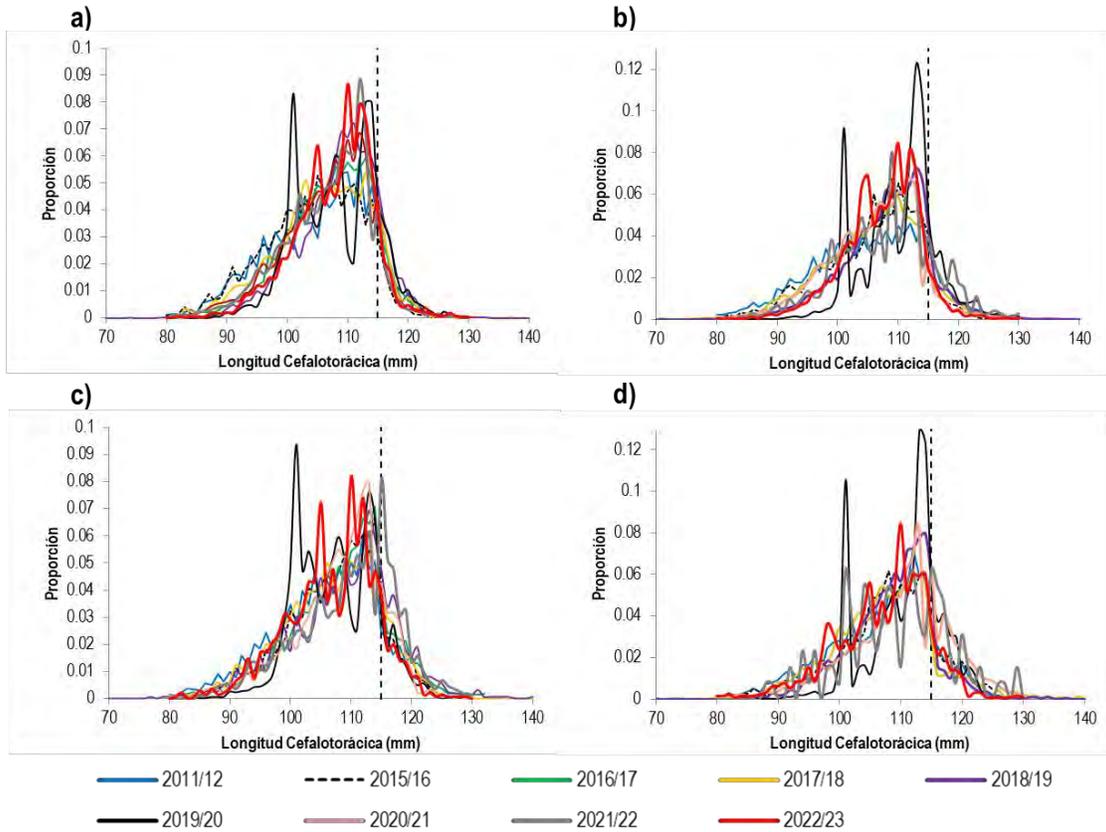


Figura 45 Estructura de tallas de langosta del subsistema AS, temporadas 2011/2012, 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20, 2020/21, 2021/22 y 2022/23 (a) Hembras octubre- diciembre; (b) Hembras enero-mayo; (c) Machos octubre-diciembre; (d) Machos enero-mayo.

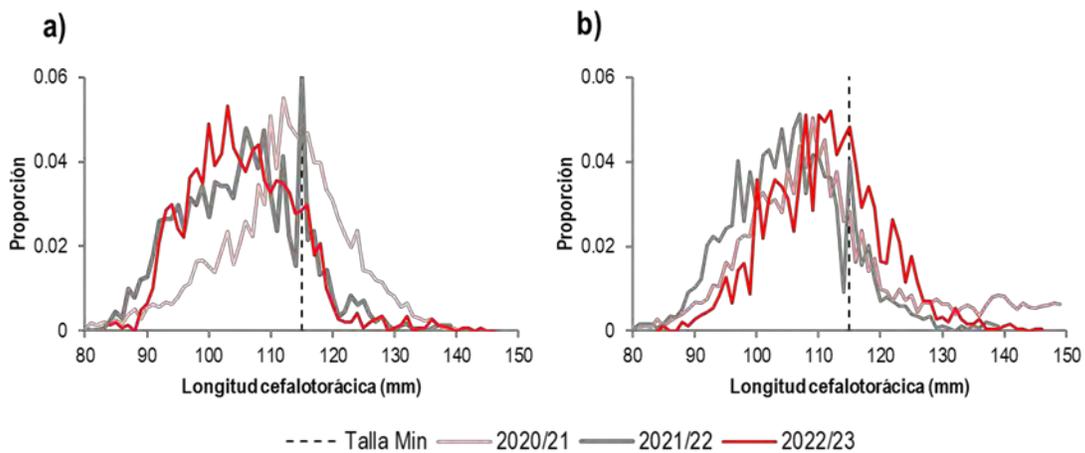


Figura 46 Estructura de tallas de langosta del subsistema ID, 2020/21, 2021/22 y 2022/23 (a) hembras y (b) machos.

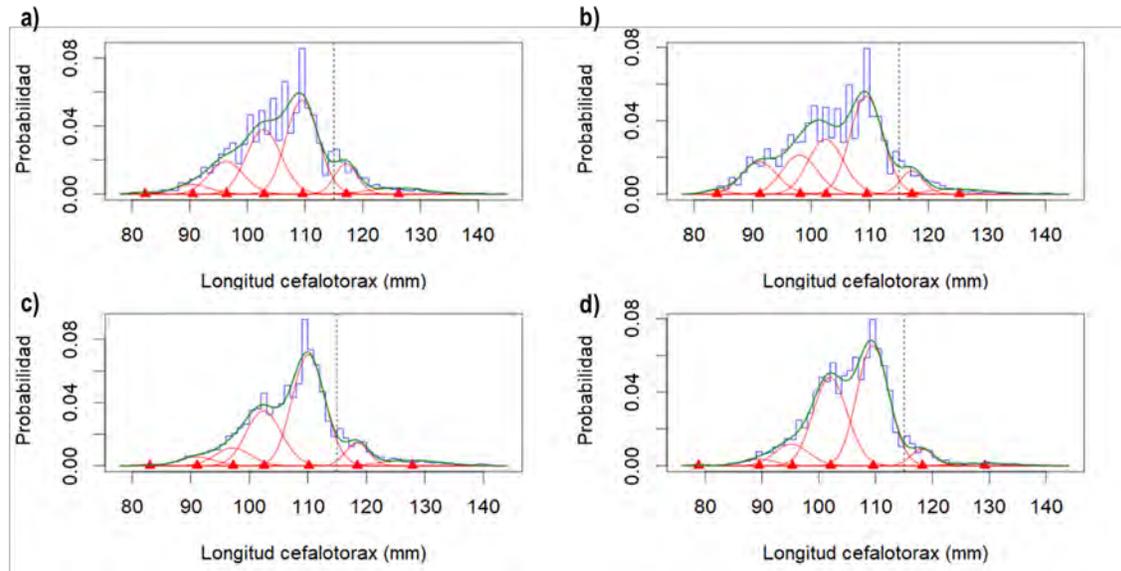


Figura 47 Descomposición modal de la estructura de tallas de las capturas de langosta en RC-SC. (a) Hembras temporada 2021/22; (b) Machos temporada 2021/22; (c) Hembras temporada 2022/23; (d) Machos temporada 2022/23.

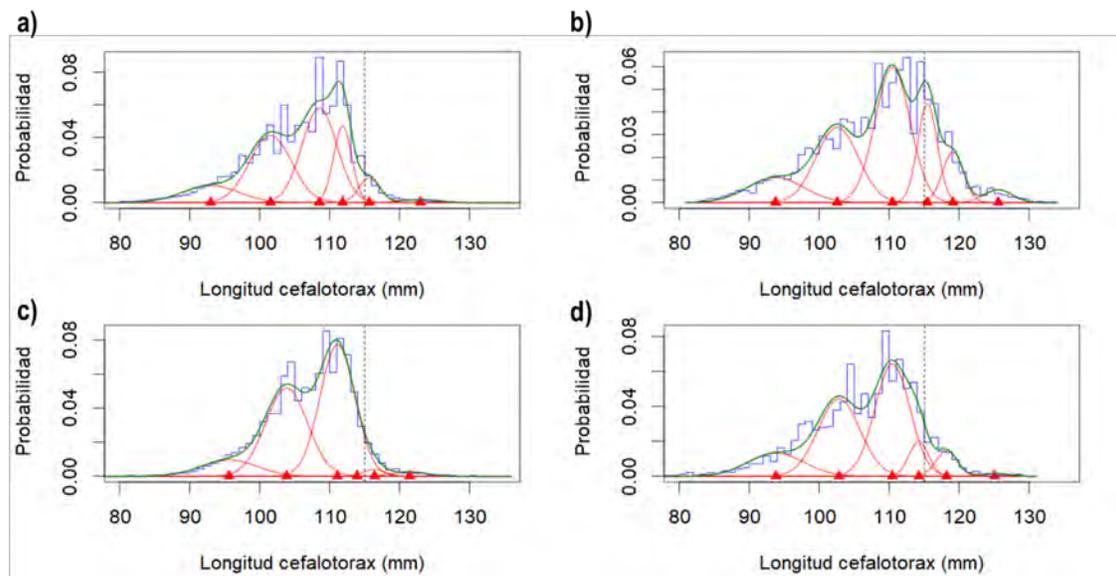


Figura 48 Descomposición modal de la estructura de tallas de las capturas de langosta en el subsistema AS. (a) Hembras temporada 2021/22; (b) Machos temporada 2021/22; (c) Hembras temporada 2022/23; (d) Machos temporada 2022/23.

Tabla 28
 Parámetros de la distribución modal por sexos para las capturas de langosta de Juan Fernández en los subsistemas RC-SC y AS durante las temporadas 2021/22 y 2022/23.

Subsistema	Grupo Modal	Hembras						Machos					
		Temporada 2021/22			Temporada 2022/23			Temporada 2021/22			Temporada 2022/23		
		p	mu	sigma	p	mu	sigma	p	mu	sigma	p	mu	sigma
RC-SC	1	0.011	83.93	2	0.002	83.01	2	0.011	83.96	2	0.002	78.85	2
	2	0.133	91.25	3	0.042	91.12	3	0.133	91.57	3	0.027	89.52	3
	3	0.160	98.15	3	0.085	97.27	3	0.170	98.96	3	0.089	95.34	3
	4	0.225	102.57	3	0.261	102.6	3	0.218	103.41	3	0.361	102.09	3
	5	0.374	109.5	2.8	0.493	110.2	2.8	0.365	110.1	2.8	0.459	109.59	2.8
	6	0.063	117.26	2	0.073	118.5	2	0.066	117.39	2	0.046	118.26	2
	7	0.034	125.32	5	0.044	127.9	5	0.038	125.17	5	0.018	129.2	5
AS	1	0.105	92.97	4	0.105	92.97	4	0.111	93.75	4	0.133	93.82	4
	2	0.310	101.53	3	0.310	101.5	3	0.250	102.57	3	0.333	102.83	3
	3	0.364	108.52	2.5	0.364	108.5	2.5	0.374	110.48	2.5	0.403	110.46	2.5
	4	0.152	111.85	1.3	0.152	111.9	1.3	0.153	115.47	1.4	0.069	114.23	1.4
	5	0.057	115.65	1.5	0.057	115.7	1.5	0.084	119.11	1.5	0.055	118.21	1.5
	6	0.012	122.96	2.5	0.012	123	2.5	0.028	125.6	2	0.008	125.04	2

Tabla 29

Proporción de portación respecto al total de hembras de langosta de Juan Fernández muestreadas en cada subsistema, por zona y mes de estudio. Temporada 2022/23.

Subsistema	Zona	Temporada 2022/23					
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
RC-SC	1	0.50	0.63		0.11	0.00	0.02
	2			0.00	0.16	0.00	0.00
	3	0.38	0.38	0.38	0.05	0.05	0.04
	4	0.43	0.38	0.13	0.05	0.00	0.11
	5	0.25		0.07	0.06	0.00	0.00
	6	0.12	0.17		0.02	0.01	0.00
	7	0.29	0.29	0.14	0.07	0.02	0.05
	8	0.25	0.27	0.02	0.02	0.01	0.02
	9	0.11	0.29	0.15	0.04	0.00	0.01
	10	0.36	0.30	0.19	0.04	0.01	0.00
	11	0.13	0.30	0.14	0.05	0.00	0.00
AS	1	0.30	0.16	0.12	0.02	0.02	0.00
	2	0.19	0.08	0.06	0.02	0.01	0.02
	3	0.14	0.08	0.05	0.02	0.03	0.01
	4	0.06	0.06	0.03	0.02	0.01	0.03
	5	0.07	0.11	0.06	0.07	0.03	0.04
	6	0.00	0.21	0.06	0.04		0.00
ID	1				0.1875	0.05	0.03
	2						
	3						0.08

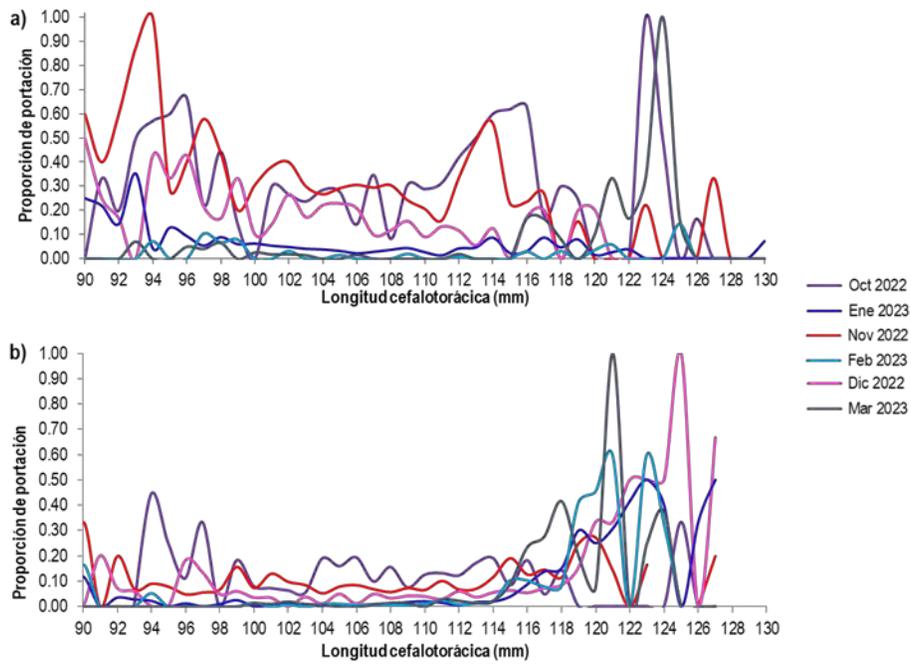


Figura 49 Proporción de portación a la talla de langosta de Juan Fernández por mes durante el periodo octubre de 2022 a marzo de 2023. (a) Subsistema RC-SC; (b) subsistema AS.

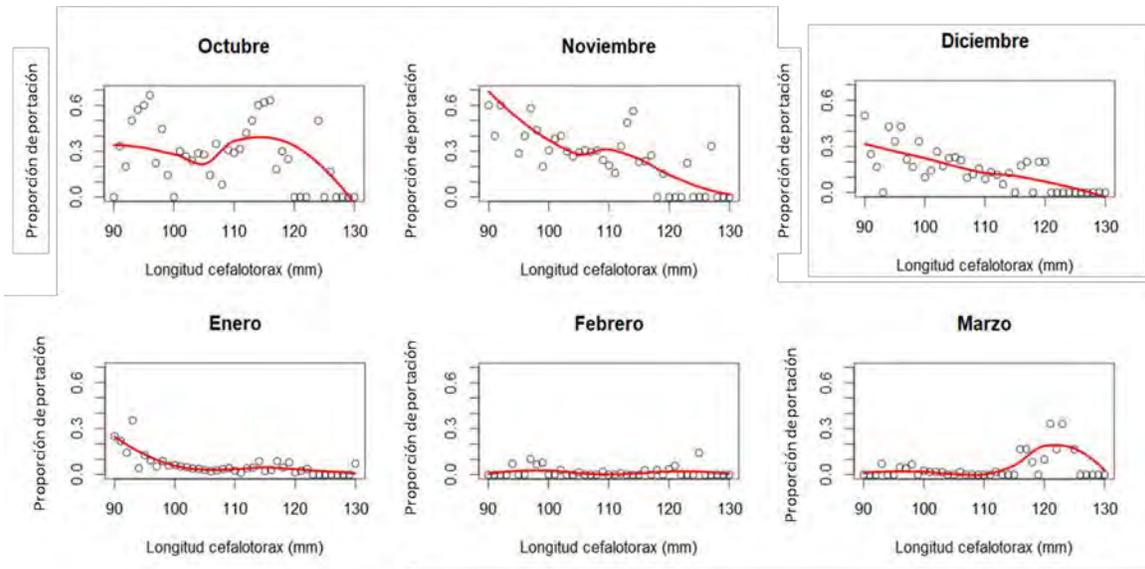


Figura 50 Ajuste de modelo LOESS (regresión local) a la proporción de portación a la talla de langosta de Juan Fernández por mes en el subsistema RC-SC. Temporada 2022/23.

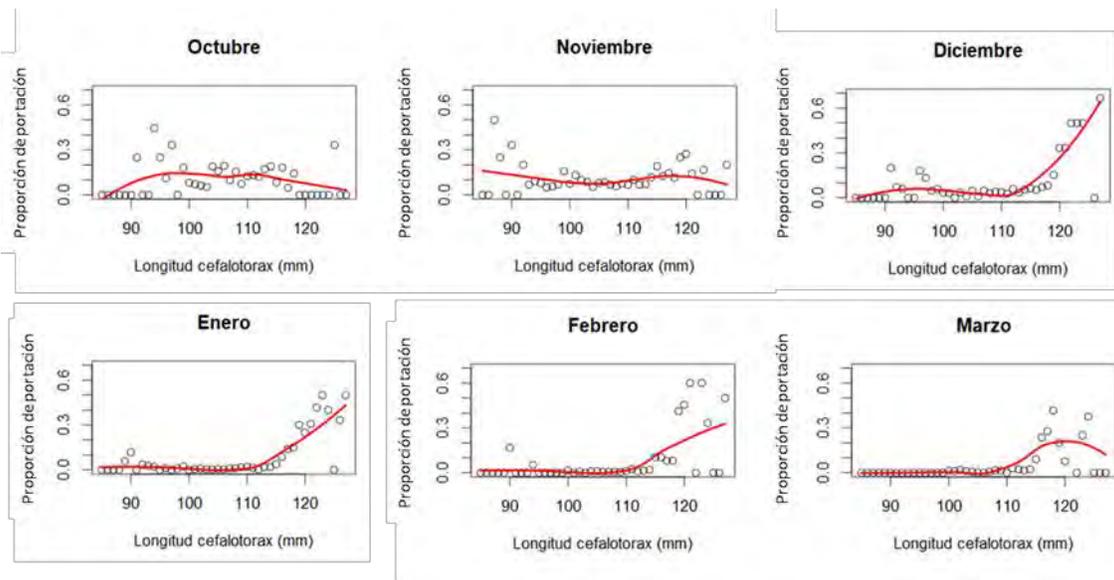


Figura 51 Ajuste de modelo LOESS (regresión local) a la proporción de portación a la talla de langosta de Juan Fernández por mes en el subsistema AS. Temporada 2022/23.

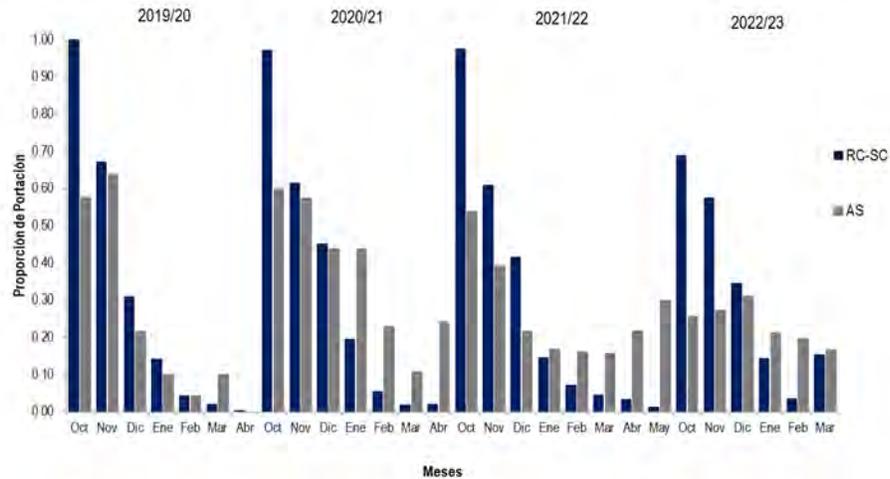


Figura 52 Proporción de portación mensual obtenida de la modelación de la proporción de portación de langosta de Juan Fernández para los subsistemas RC-SC y AS. Periodo octubre 2019 hasta marzo de 2023.

Tabla 30
Estimación del peso medio a la talla de langostas diferenciadas por sexo y sexos combinados (proyectos anteriores)

LC (mm)	Peso total (gramos)			LC (mm)	Peso total (gramos)		
	Hembras	Machos	Combinados		Hembras	Machos	Combinados
100	494	457	486	178	2553	2326	2331
103	537	497	527	181	2677	2438	2439
106	583	538	569	184	2805	2554	2550
109	631	583	614	187	2938	2673	2665
112	682	629	661	190	3074	2796	2783
115	736	678	711	193	3214	2923	2904
118	792	729	762	196	3359	3053	3028
121	850	782	816	199	3507	3187	3156
124	912	838	872	202	3660	3324	3287
127	976	897	931	205	3817	3465	3422
130	1043	958	992	208	3978	3610	3559
133	1113	1022	1055	211	4144	3759	3701
136	1186	1088	1121	214	4314	3912	3846
139	1262	1157	1190	217	4488	4069	3994
142	1341	1229	1261	220	4667	4230	4146
145	1423	1304	1334	223	4851	4395	4301
148	1509	1381	1411	226	5039	4563	4461
151	1598	1462	1490	229	5232	4737	4623
154	1690	1545	1572	232	5429	4914	4790
157	1785	1632	1657	235	5632	5095	4960
160	1884	1722	1744	238	5839	5281	5134
163	1987	1814	1834	241	6051	5471	5312
166	2092	1910	1928	244	6268	5666	5494
169	2202	2009	2024	247	6490	5864	5679
172	2315	2111	2123	250	6717	6068	5869
175	2432	2217	2225				

4.2.2 Cangrejo dorado

Las salidas de pesca con objetivo de capturar cangrejo dorado son escasas (Tabla 1), por lo que los tamaños muestrales de salidas con investigadores son bajos pero informativos de lo que pasa con la pesquería. Durante el periodo reportado (julio 2022 – marzo 2023) se registraron en su mayoría capturas de machos, y ninguna hembra portando huevos, por lo que no se pueden obtener registros de madurez sexual basada en la portación de hembras. Las salidas de pesca registradas por investigadores se circunscriben a las zonas 3, 9 y 10 alrededor de la isla Robinson Crusoe.

Madurez sexual y portación

La información biológica que se obtiene del monitoreo de las capturas de cangrejo dorado no permite estimar directamente una función de madurez de las hembras para esta especie ni la curva de portación, debido al nulo número de hembras portadoras que aparecen en las capturas (Tabla 31). Históricamente las capturas han estado compuestas por una alta proporción de machos (número de individuos capturados), existiendo baja captura de hembras y hembras ovígeras. En el periodo analizado solo hay registro de hembra con masa ovígera en enero.

Proporción sexual

La proporción de hembras respecto del total de individuos capturados durante el periodo reportado mantiene su característico patrón, ausencia de hembras en casi todos los meses reportados. Las capturas entre septiembre y diciembre fueron compuestas en su totalidad por machos (Tabla 31). Solo se registraron hembras en julio, agosto, enero y febrero en las zonas 3 y 10, cuya proporción es muy baja respecto al total capturado (Tabla 31 y Tabla 32).

Distribución de tallas

La talla media tanto de la captura retenida como de la captura total fue mayor a 120 mm de AC en todas las zonas y todos los meses observados (Tabla 31 y Tabla 32). La Figura 53 representa la distribución de tallas de cangrejos capturados en el subsistema RC-SC durante los meses de julio de 2022 a marzo de 2023. Se evidencia una mayor frecuencia de individuos machos entre 125 y 130 mm de AC y las pocas hembras capturadas están entre 98 y 131 mm AC. La captura retenida está compuesta por machos que mayoritariamente se distribuyen entre 115 y 138 mm de AC. La proporción de hembras capturadas, al igual que otros años, sigue siendo muy baja.

De acuerdo con la Figura 54 se observan que sobre los 125 mm de AC más de la mitad de los ejemplares conforman la captura retenida.

En la Figura 55 se observa la talla media mensual de cangrejos capturados como serie histórica de registros. Desde esta se desprende que la talla media retenida ha estado sobre los 120 mm de ancho cefalotorácico, mientras que la talla media mínima de captura retenida es 110 mm de AC aproximadamente, alcanzada en julio de 2013; sin embargo, durante el periodo reportado de 2022 la talla media de la captura retenida ha disminuido algunos milímetros y la tendencia de la serie muestra un descenso general de la talla de retención. La talla de la captura retenida sigue siendo igual o superior a la talla media de la captura total. Se observa un leve aumento de la talla de cangrejos capturados durante el segundo semestre de 2022 hasta principios de 2023.

Relación talla peso

La Figura 56 presenta la relación talla peso de cangrejo dorado para ambos sexos con registros de programas de seguimiento anteriores donde se tomaron medidas en tierra utilizando balanza digital. Según estos, un cangrejo macho de 120 mm de AC podría pesar alrededor de medio kilogramo.

Tabla 31

Proporción sexual de cangrejo (hembras sobre el total), de portación (respecto del total de hembras) y ancho cefalotorácico medio (talla media en mm) de la captura total y retenida muestreadas en el subsistema RC-SC por zona y mes de estudio. Periodo julio de 2022 a marzo de 2023.

Indicador	Zonas	Año 2022						Año 2023		
		Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Portación	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00
	9					0.00				
	10	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Proporción sexual	3	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	9					0.00				
	10	0.04	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Talla Med. Capt Tot (mm)	3	123.1	121.5	124.2	124.2	124.9	126.39	126.29	128.45	128.16
	9					123.0				
	10	123.5	122.2		124.8	124.0	123.14	123.41	121.69	124.49
Talla Med. Capt Ret (mm)	3	123.1	122.2	124.2	124.2	124.9	126.4	126.3	128.5	128.2
	9					124.1				
	10	123.4	122.2		125.2	125.7	125.8	125.7	124.0	126.2

Tabla 32

Proporción sexual (hembras sobre el total) y talla media de la captura total de cangrejo dorado en RC-SC. Periodo julio de 2022 a marzo 2023.

Indicador	Año 2022						Año 2023		
	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Proporción sexual	0.009	0.016	0.000	0.001	0.001	0.000	0.004	0.012	0.001
Talla Med. Captura total	123.2	121.5	124.2	124.7	124.2	124.3	125.3	123.0	125.8

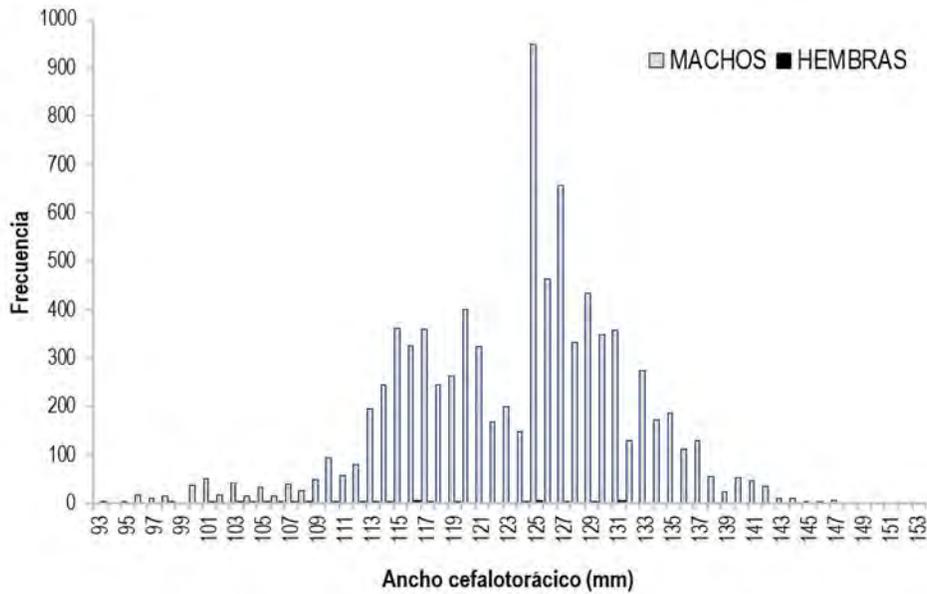


Figura 53 Frecuencia de distribución de tallas de cangrejo dorado del muestreo de las capturas en el subsistema RC-SC durante el período julio de 2022 a marzo de 2023.

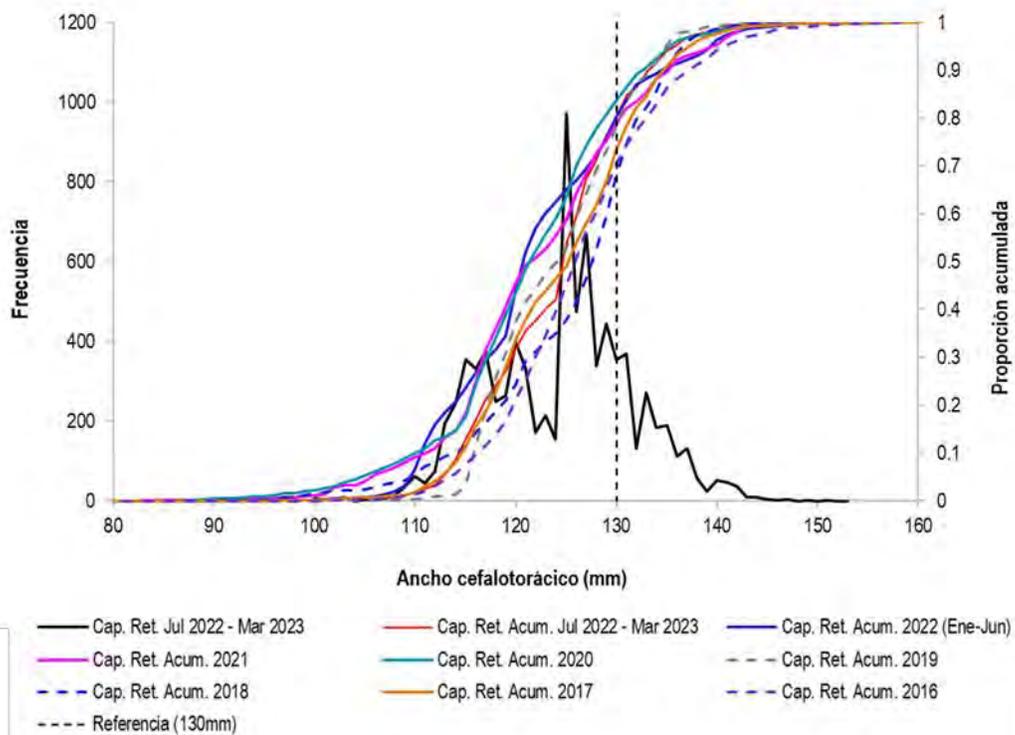


Figura 54 Proporción de tallas de la captura retenida de cangrejo dorado en el subsistema RC-SC. Período julio de 2022 a marzo de 2023.

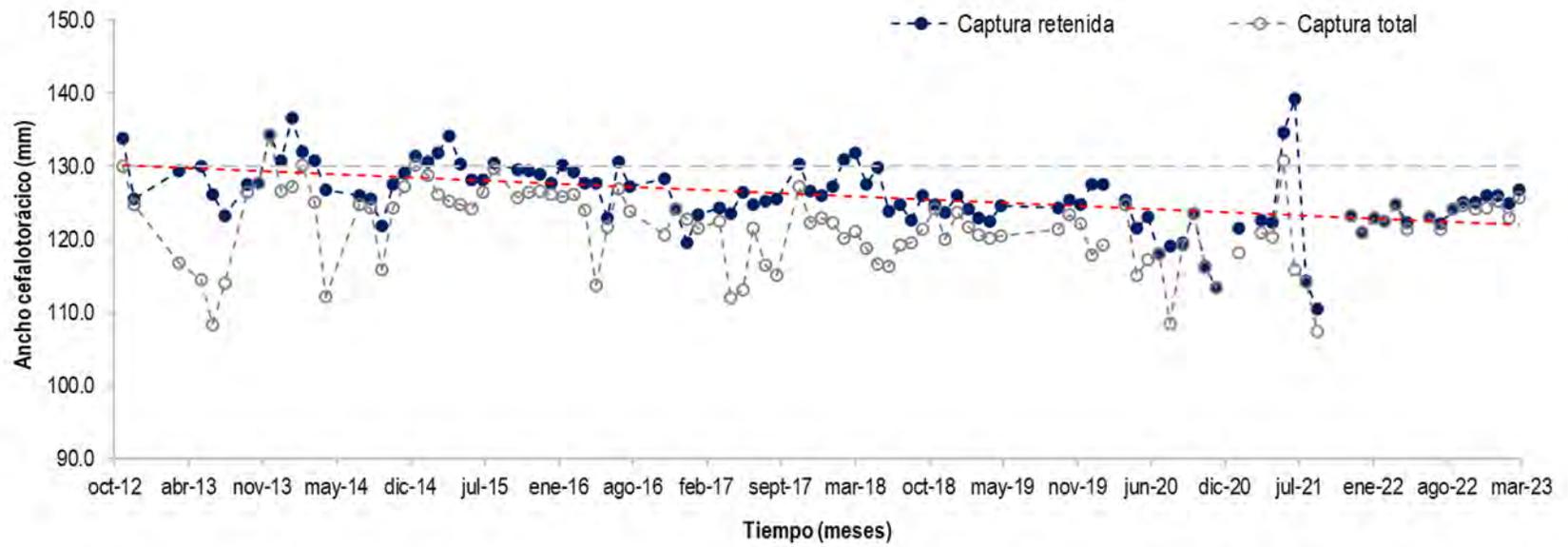


Figura 55 Serie de tiempo mensual de talla media de las capturas retenidas y total de cangrejo dorado. Periodo noviembre 2012 a marzo de 2023. La línea gris horizontal discontinua indica la talla comercial adoptada voluntariamente (130 mm de AC) y la línea roja corresponde a la tendencia de la captura retenida.

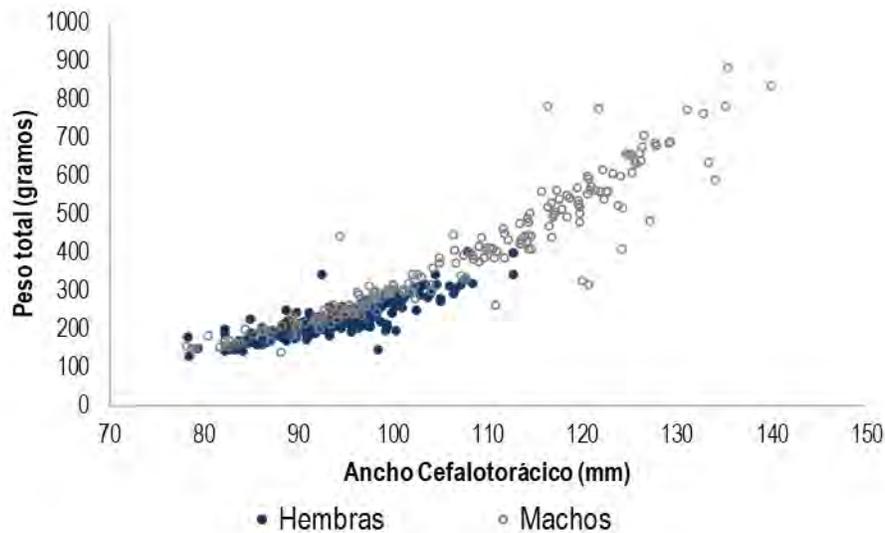


Figura 56 Relación talla-peso de cangrejo dorado por sexo. Registros tomados en laboratorio en la isla Robinson Crusoe durante el 2020. (Ernst *et al.*, 2021).

4.2.3 Peces

De acuerdo con los registros aportados por los/as muestreadores científicos se presenta la composición de tallas de las capturas de breca (sexos combinados) hasta el año 2022 (Figura 57). Durante el año 2013 se intentó desarrollar un protocolo para identificar a los ejemplares por sexo sin eviscerarlos, pero no se tuvo éxito. Aun revisando la gónada es muy difícil sexar para tallas pequeñas/medianas. Las muestras no pueden ser llevadas al laboratorio ya que se utilizan como carnada para trampas de langostas o cangrejo. En RC-SC la proporción de breca según su longitud de horquilla presenta una distribución en forma de campana, con máximo alrededor de 400 mm de LT. Se observa que durante el año 2022 las breca de mayor talla se presentaron en menor proporción, aumentando la proporción de breca capturadas en torno a los 400 -450 mm de LH. Por su parte, AS no presenta la misma forma de proporción a la talla, años anteriores se han observado *peaks* a distintos intervalos de LT, por ejemplo, el año 2021 presentó el mayor *peak* sobre 400 mm de LT (similar a RC-SC) y otro sobre 300 mm de LT. Durante el año 2022 no se registraron mediciones de breca por parte del investigador, resolviéndose esta carencia de datos a contar de octubre.

Continuando con lo descrito en años anteriores se reporta la talla media de las cuatro especies identificadas como carnadas principales: morena (anguila), breca de Juan Fernández, jurel de Juan Fernández (incluye jureles juveniles) y vidriola (Figura 58), incluyendo datos colectados hasta marzo de 2023. Las series de talla media por subsistema, muestra que la talla media de las anguilas registradas es menor en AS que en RC-SC, aunque la diferencia es pequeña. En el caso de la breca, la talla media se ha sostenido desde el año 2020 cercana a 400 mm de LT en RC-SC, mientras que en AS se observa hasta el 2020 y 2021 que se encuentra por sobre 350 mm de LT, sin sobrepasar lo estimado para RC-SC, con un incremento en 2022 y 2023, cercano a los 500 mm.

La talla media del jurel de Juan Fernández se mantiene estable desde 2016 en RC-SC, cercana a 300 mm de LT, se cuenta con pocos registros de AS. Por último, la vidriola es la especie que presenta mayor tamaño entre las tallas que se están analizando. Desde el 2020 en RC-SC la talla media se estima cercana a 600 mm de LT, similar a lo reportado en AS.

Se incluye la proporción acumulada a la talla de capturas de breca de Juan Fernández, notando el tamaño al que ha sido estimada la talla de madurez sexual (Figura 59). De esta se desprende que Para todos los años reportados, la proporción acumulada de brechas por debajo de la talla de madurez es menor a 0.2. Es más, durante el año 2022 y 2023 los registros de brechas bajo 250 mm de LH son menores a 0.05. La mayor proporción de brechas capturadas se encuentra entre 350 y 450 mm de LH.

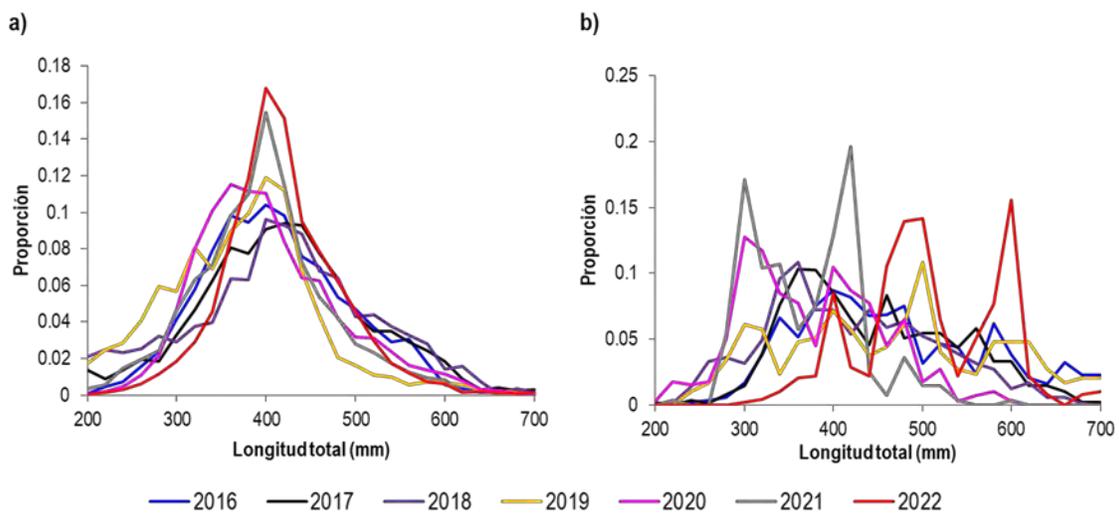


Figura 57 Proporción a la talla (LT) de las capturas de breca por año calendario (2016 a diciembre de 2022). (a) Subsistema RC-SC; (b) Subsistema AS.

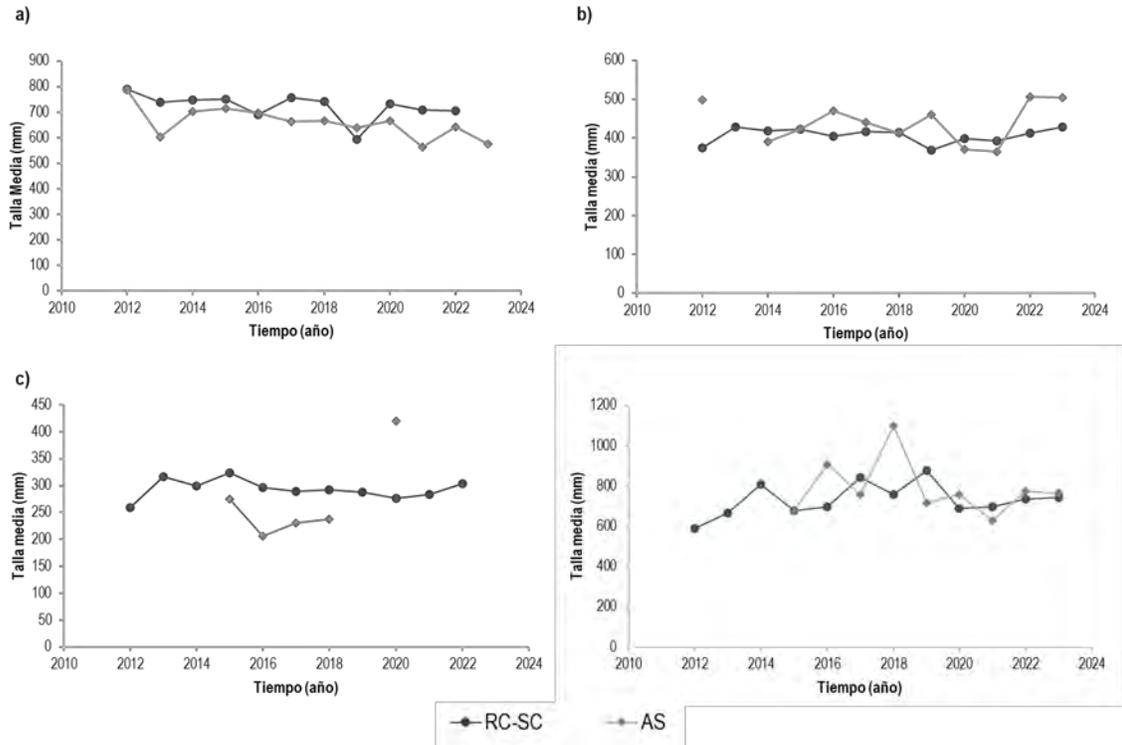


Figura 58 Talla media (Longitud Total) de las capturas de las principales especies utilizadas como carnada entre los años 2012 y 2023 en AJF. a) Morena (anguila); b) breca de Juan Fernández; c) jurel de Juan Fernández; d) vidriola.

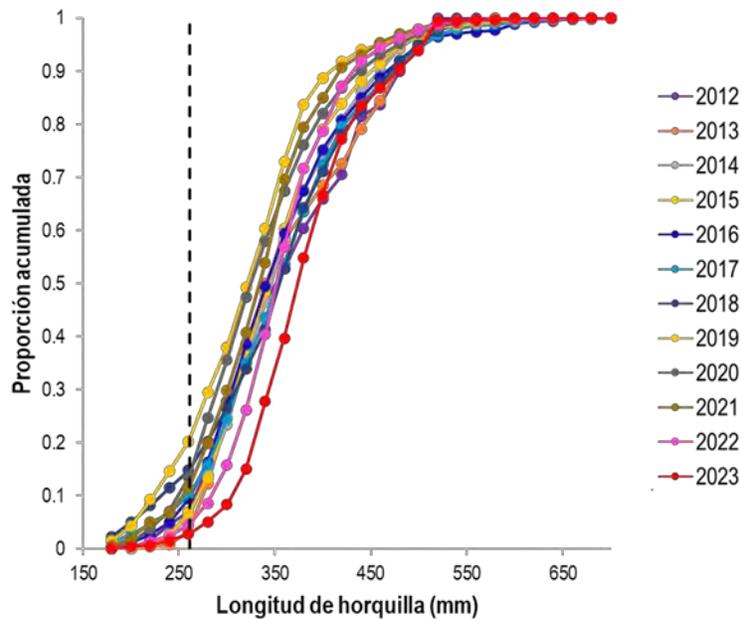


Figura 59 Proporción a la talla de capturas de breca por año calendario. La línea vertical discontinua indica la madurez del 50% (FIPA 2020-35).

4.3 Objetivo 3

Determinar la composición específica de las capturas en las operaciones de pesca dirigidas a langosta de Juan Fernández, cangrejo dorado y en operaciones de pesca dirigidas a peces.

4.3.1 Trampas de crustáceos

La cuantificación de fauna acompañante² y captura incidental³ solo es posible a partir de las bitácoras biológicas, ítem incluido desde el año 2013 (temporada 2012/13) para las especies capturadas en las trampas de crustáceos. Además, desde el invierno de 2016 se incorporó el registro de captura incidental en los aparejos de pesca de especies ícticas. Los resultados de los indicadores de este objetivo son reportados para la totalidad de los meses de ejecución del proyecto.

De acuerdo con el listado presentado (ANEXO II), se reporta en detalle la captura de fauna acompañante de la pesquería de la langosta durante cada mes de la temporada 2022/23 por trampa levantada, considerando el número de veces que cada especie fue capturada por trampa y el índice de ocurrencia (S0%) calculado sobre el número total de trampas registradas por los muestreadores científicos (Tabla 33). En el caso de la pesquería de cangrejo dorado, si bien se cubrieron salidas de pesca durante los meses enero – marzo de 2023 (Tabla 5), los muestreadores científicos reportaron ausencia de fauna acompañante en las trampas cangrejeras.

De acuerdo a la Tabla 33 durante la temporada de pesca de langosta 2022/23 en las trampas observadas se identificaron 9 especies en RC-SC, 9 en AS y 3 en ID, pertenecientes a 4 fila diferentes. Según lo reportado las **especies fueron clasificadas como R (“especie rara”) por su baja presencia en relación con el número de trampas levantadas observadas (S0<25%)**. En el particular caso de los erizos, su presencia representa el 8% del total de trampas observadas (4890 trampas). Al clasificar las especies en grupos taxonómicos mayores (Figura 60) se observa que en RC-SC prima la presencia de equinodermos explicado por la alta presencia de erizos de mar principalmente, mientras que en AS se destaca la presencia de crustáceos (centollas) y equinodermos a diferencia de ID, que aunque hubo bajos registros durante esta temporada, los volúmenes reportados fueron iguales entre moluscos y crustáceos sin presencia de equinodermos. Dado que estos aparejos de pesca utilizados son pasivos y dispuestos en el suelo marino (en torno a arrecifes), especies bentónicas como erizos, estrellas, pulpos, entre otros, ingresan a las trampas para alimentarse.

En la Figura 61 se muestra la proporción de la especie objetivo (langostas retenidas y no retenidas) y especies capturadas como fauna acompañante durante toda la temporada 2022/23. Esta figura incorpora la composición de las capturas de todas las trampas observadas e incluye la presencia de individuos en las trampas. De acuerdo a esta información, la captura observada estuvo compuesta en su mayoría por langostas (retenidas y no retenidas) y la presencia de erizos en las trampas es menor respecto al total de trampas observadas. La proporción de erizos capturados en relación a la captura de langostas retenidas observada en RC-SC es similar, mientras que en ID y AS la importancia relativa de la fauna acompañante respecto a la especie objetivo es baja.

² Fauna acompañante: es la conformada por especies hidrobiológicas que ocupan temporal o permanentemente un espacio marítimo común con la especie objetivo, y que, por efecto tecnológico del arte o aparejo de pesca, se capturan cuando las naves pesqueras orientan su esfuerzo de pesca a la explotación de las especies objetivo. (Art. 2°, numeral 21 Ley general de pesca y acuicultura 20.657)

³ Pesca incidental: aquella conformada por especies que no son parte de la fauna acompañante y que está constituida por reptiles marinos, aves marinas y mamíferos marinos (Art. 2°, numeral 21 bis Ley general de pesca y acuicultura 20.657)

Considerando la mayor presencia de erizos observados en relación a las otras especies, y continuando el reporte particular de distribución y abundancia de erizos alrededor de RC-SC cuyo impacto en fondos someros ha sido tema de interés para la comunidad de Juan Fernández (que ha participado diferentes iniciativas, incluyendo las planteadas en este reporte), se presenta su distribución y abundancia obtenida desde los registros de los muestreadores científicos durante la temporada de pesca 2022/23 en la Figura 62. Se observan aquellos sectores en que se han registrado mayor presencia de estos ejemplares en las trampas, destacando el sector norte y noroeste de Robinson Crusoe, Punta isla – Bahía el padre al oeste y alrededor de Santa Clara (noroeste y sureste), además de la alta presencia en el sector sureste de Robinson Crusoe (El Verdugo). De acuerdo a los veriles de profundidad, se registran erizos en trampas caladas a más de 50 m e incluso 100m de profundidad. La presencia de erizos ha ido aumentando en el tiempo, tanto en ocurrencia de erizos por trampa alrededor de la isla, como su abundancia por trampa.

En cuanto a la pesquería de cangrejo dorado y a partir de las salidas de pesca cubiertas por los muestreadores científicos (Tabla 5), se reportaron muy pocas trampas con presencia de otras especies que no sean cangrejo dorado (solo 10 trampas) durante el año 2022, y ninguna en los meses de enero a marzo del 2023. En la Tabla 34 se incluye la caracterización de la ocurrencia de estas especies respecto al total de trampas cangrejeras durante el 2022. La Figura 63 indica la composición de la fauna acompañante, exhibiendo una importante presencia de caracol blanco en relación a las otras dos especies registradas, más al compararla con la frecuencia de cangrejos capturados, se observa su baja proporción (Figura 64). Las trampas cangrejeras se despliegan a gran profundidad, lo que podría explicar una fauna acompañante menos diversa y escasa en comparación a lo observado para langosta de Juan Fernández.

Tabla 33

Número de individuos registrados por especie capturada en las trampas de langostas observadas e Índice de ocurrencia de fauna acompañante S0%. Registros mensuales durante el periodo octubre 2022 a marzo 2023, por subsistema.

Subsistema	Grupo	#	Especie (nombre común)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Captura total observada	N° trampas presencia (ni)	Total trampas observadas (N)	S0%	Clasificación
ID	Crustáceos	1	Cangrejo dorado	0	0	0	1	0	0	1	1	321	0.31	R
		2	Centolla	0	0	0	1	2	0	3	3		0.93	R
	Moluscos	3	Pulpo	0	0	0	0	1	3	4	3		0.93	R
		Especie objetivo		Lan retenidas				490	401	1042	1933			
			Lan No retenidas		1		1447	1166	4269	6882				
RC-SC	Peces	1	Anguila	1	2	0	6	7	5	21	20	4890	0.41	R
		2	Breca	0	0	5	2	0	1	8	7		0.14	R
		3	Corvina	1	1	0	1	1	0	4	4		0.08	R
	Crustáceos	4	Cangrejo dorado	0	1	0	0	0	0	1	1		0.02	R
		5	Centolla	1	5	1	0	1	3	11	7		0.14	R
	Equinodermos	6	Erizo	210	194	485	1123	416	424	2852	408		8.34	R
		7	Estrella de mar	91	57	26	24	5	5	208	127		2.60	R
	Moluscos	8	Loco	7	0	0	0	0	0	7	3		0.06	R
		9	Pulpo	1	4	9	36	28	17	95	68		1.40	R
	Especie objetivo		Lan retenidas	188	230	234	978	419	230	2279	1379			
			Lan No retenidas	1208	1885	1954	7050	2906	1835	16838	3881			
AS	Peces	1	Anguila	0	1	-	-	3	-	4	2	2126	0.09	R
		2	Breca	0	0	1	0	0	0	1	1		0.05	R
		3	Chancharro	0	0	0	0	0	1	1	1		0.05	R
		4	Corvina	0	0	0	1	0	0	1	1		0.05	R
	Crustáceos	5	Cangrejo dorado	0	0	0	2	0	0	2	2		0.09	R
		6	Centolla	7	28	1	114	32	57	239	34		1.60	R
	Equinodermos	7	Erizo	9	26	55	106	10	0	206	25		1.18	R
		8	Estrella de mar	1	1	3	3	0	0	8	5		0.23	R
	Moluscos	9	Pulpo	1	2	4	28	24	14	73	50		2.35	R
		Especie objetivo		Lan retenidas	144	313	254	605	214	159	1689	949		
			Lan No retenidas	814	3198	2510	814	3192	2559	19647	1924			

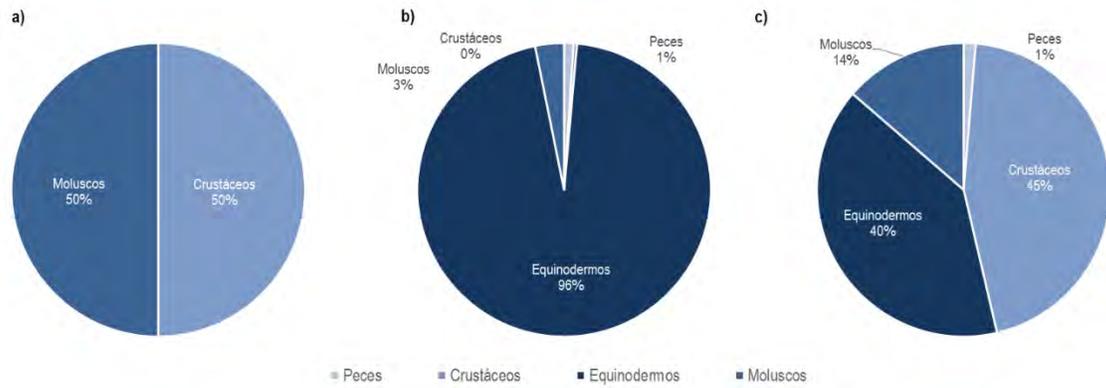


Figura 60 Fauna acompañante expresada según la frecuencia de ejemplares por grupo taxonómico mayor, capturados durante la temporada 2022/23 en la pesquería de langosta. a) Subsistema ID; b) subsistema RC-SC; c) subsistema AS.

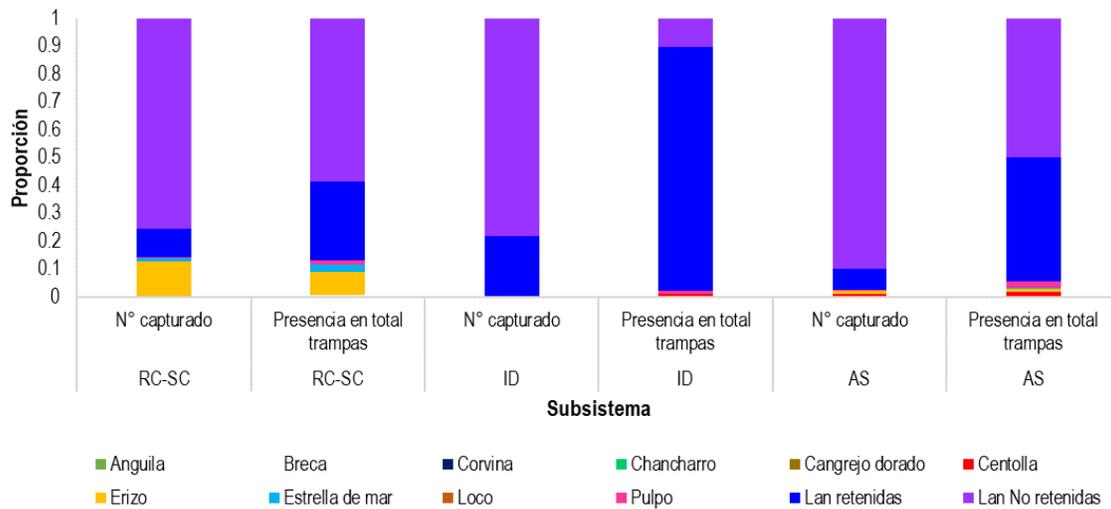


Figura 61 Proporción de número de especies capturadas y presencia en trampas utilizando trampas de langosta durante la temporada 2022/23 por subsistema a partir de las observaciones de los muestreadores científicos.

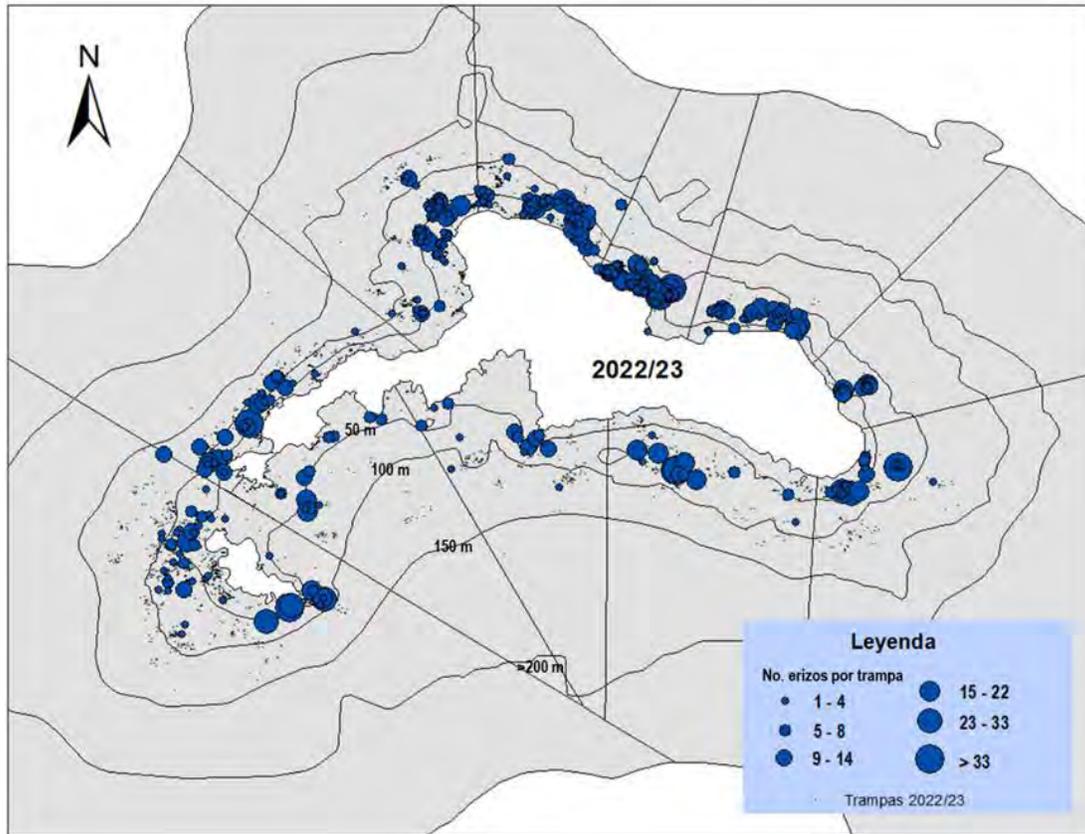


Figura 62 Distribución espacial de erizos en trampas de langosta alrededor de RC-SC, temporada 2022/23. Los círculos azules corresponden al número de erizos por trampa. El tamaño de los círculos es de acuerdo al intervalo de número de erizos por trampa revisada. Las líneas alrededor de las islas corresponden a la profundidad e indican intervalos de 50m, iniciando en el estrato de 0–50m (Registros desde el programa de monitoreo con muestreadores científicos a bordo).

Tabla 34

Número de individuos registrados por especie capturada en las trampas de cangrejo dorado e índice de ocurrencia de fauna acompañante S0%. Registros mensuales durante el periodo julio de 2022 a marzo 2023, subsistema RC-SC.

Grupo	#	Especie	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Total	N° trampas presencia (ni)	Total trampas observadas (N)	S0%	Clasificación
Peces	1	Anguila		0		0	2					2	2	295	0.68	R
Moluscos	2	Caracol blanco		29		0	0					29	3		1.02	R
Crustáceos	3	Centolla		0		2	8					10	5		1.70	R
Especie objetivo	-	Cangrejo dorado	214	713	217	1135	1592	707	925	675	1119	7297	289			

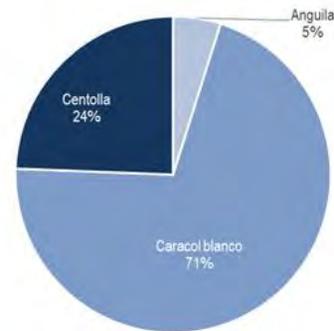


Figura 63 Fauna acompañante expresada según la frecuencia de ejemplares por especie capturados durante el periodo julio de 2022 a marzo 2023 en la pesquería de cangrejo dorado.

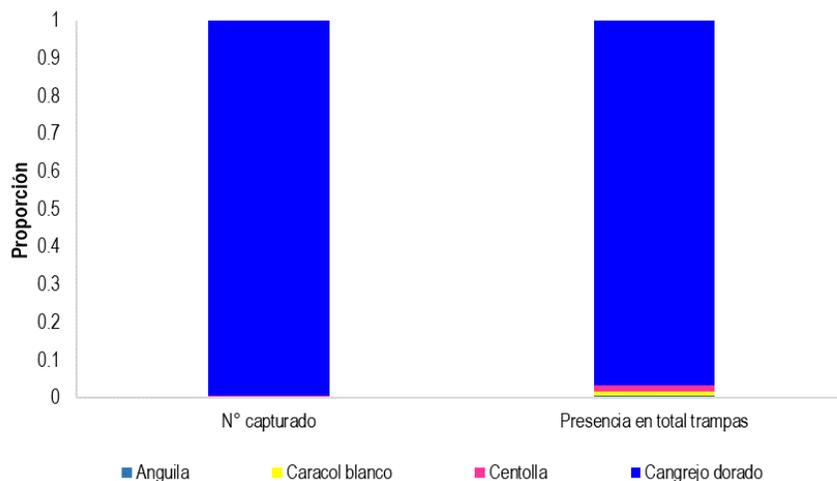


Figura 64 Proporción de número de especies capturadas y presencia en trampas utilizando trampas de cangrejo dorado durante el periodo jul 2022 a marzo 2023 a partir de las observaciones de los muestreadores científicos.

4.3.2 Espinel vertical

Los aparejos como espineles y líneas de mano son desplegados para la captura de carnada considerándose multiespecíficos, ya que las especies ícticas capturadas son utilizadas en su totalidad como carnada. De un total de 10861 lances obtenidos desde la base de datos entre el año 2012 y 2022, se utilizaron 7735 lances que se ajustaron a los criterios de filtrado como el uso de espineles verticales en RC-SC con información completa de registros. De esta información histórica se desprende que la composición de especies presente en las capturas de espineles verticales da cuenta de 21 especies para los lances históricos (Tabla 35).

La proporción de otras especies capturadas comienza a aumentar a lo largo de la temporada de pesca de langosta, encontrando un máximo en el mes de julio (Figura 65) y desde un punto de vista anual, se aprecia desde el 2016 en adelante la proporción de otras especies en los lances brequeros dada la inclusión de estos registros en el monitoreo.

Se presentan resultados de la composición de la fauna capturada por espineles verticales durante el año 2022 en RC-SC de acuerdo con los registros obtenidos por los muestreadores científicos. La Figura 66 entrega información detallada de la composición de las capturas de espineles verticales durante el año 2022 (1281 registros utilizados de 1643 registros de espineles verticales utilizados en RC-SC). En este caso, se utilizaron los datos donde se indicaba si la especie objetivo del lance correspondía a breca o vidriola. Para el año 2022, fueron 12 especies las que componen la captura mediante espineles verticales cuya intencionalidad de pesca registrada corresponde a vidriola, y 11 especies fueron registradas en los espineles verticales para breca. En ambos casos, las proporciones de breca y vidriola, según la intencionalidad declarada, es alta (Figura 67), evidenciando baja proporción de otras especies, por tanto, alta selectividad a la especie objetivo. Así, y de acuerdo a lo observado también en la Figura 65, las capturas observadas en la Figura 67

están en su mayoría compuestas por breca (vidriola), notando su dominio durante la temporada de langosta (que decrece desde enero a junio) y la presencia de bacalao de Juan Fernández todo el período de captura, además de graniento en los meses de enero, febrero y marzo.

Por otra parte, la operación de aparejos como la línea de mano de superficie permite a los pescadores ser muy selectivos en la captura de jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*) y pampanito (*Scorpius chilensis*) desde cardúmenes superficiales, por lo que no se presentan registros de otras especies capturadas.

Tabla 35
Composición de especies en las capturas con espinel vertical y breca de Juan Fernández como especie objetivo en RC-SC, periodo 2012 a 2022.

Nombre común	Nombre científico	Captura (no.indv.) Experimento	Captura (no.indv.) Histórico
breca	<i>Nemadactylus gayi</i>	564	28957
Vidriola	<i>Seriola lalandi</i>	76	3088
Bacalao	<i>Polyprius oxygeneios</i>	51	2101
graniento	<i>Caprodon longimanus</i>		1660
Jurel de Juan Fernández	<i>Pseudocaranx chilensis</i>	5	1034
Colorado/Salmón/Ojudo	<i>Plagioneion sp.</i>	5	376
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>	2	190
Pampanito	<i>Scorpius chilensis</i>	1	155
Anguila	<i>Gymnotorax porphyreus</i>		51
Tollo	<i>Mustelus mento</i>		41
Corvina	<i>Umbrina reedi</i>		39
Chalaco/torito	<i>Scartichthys varicollatus</i>		33
Cojinova	<i>Seriola violacea</i>	2	23
Congrio	<i>Lotella fernandeziana</i>		22
Lenguado	<i>Paralichthys fernandezianus</i>		21
Sierra	<i>Thyrstites atun</i>	4	20
Atún	<i>Thunnus sp.</i>		9
Tiburón azulejo	<i>Prionace glauca</i>		5
Pez escorpión	<i>Scorpaena thomsoni/S. fernandeziana</i>		2
Alfonsino	<i>Beryx splendens</i>		1
Piloto Juan Fernández	<i>Hypoplectrodes semicinctum</i>		1

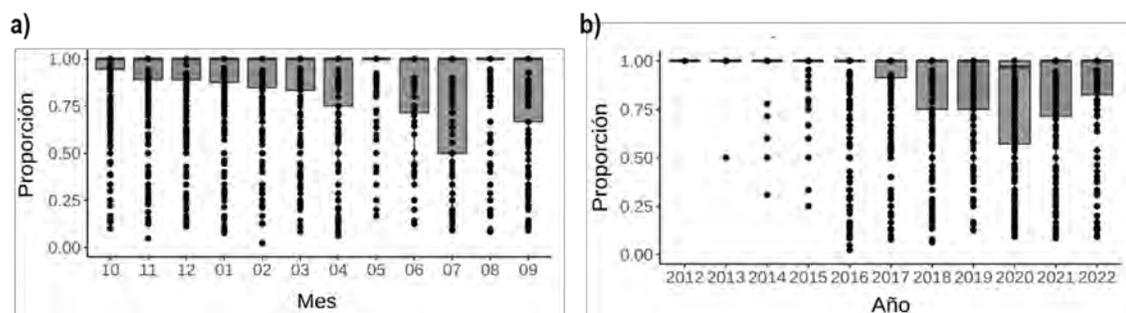


Figura 65 Proporción de breca en captura por lance en el subsistema RC-SC. Registros históricos del programa de monitoreo biológico. a) por mes (desde el comienzo de la temporada de la langosta en octubre hasta septiembre y b) anual.

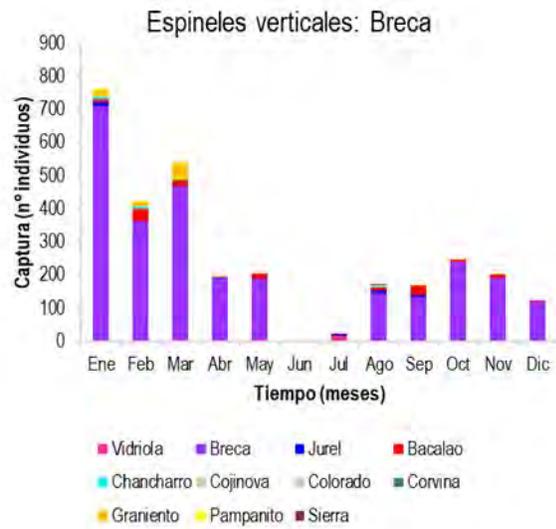


Figura 66 Composición de las capturas utilizando espinel vertical durante el año 2022 en RC-SC registradas por muestreadores científicos.

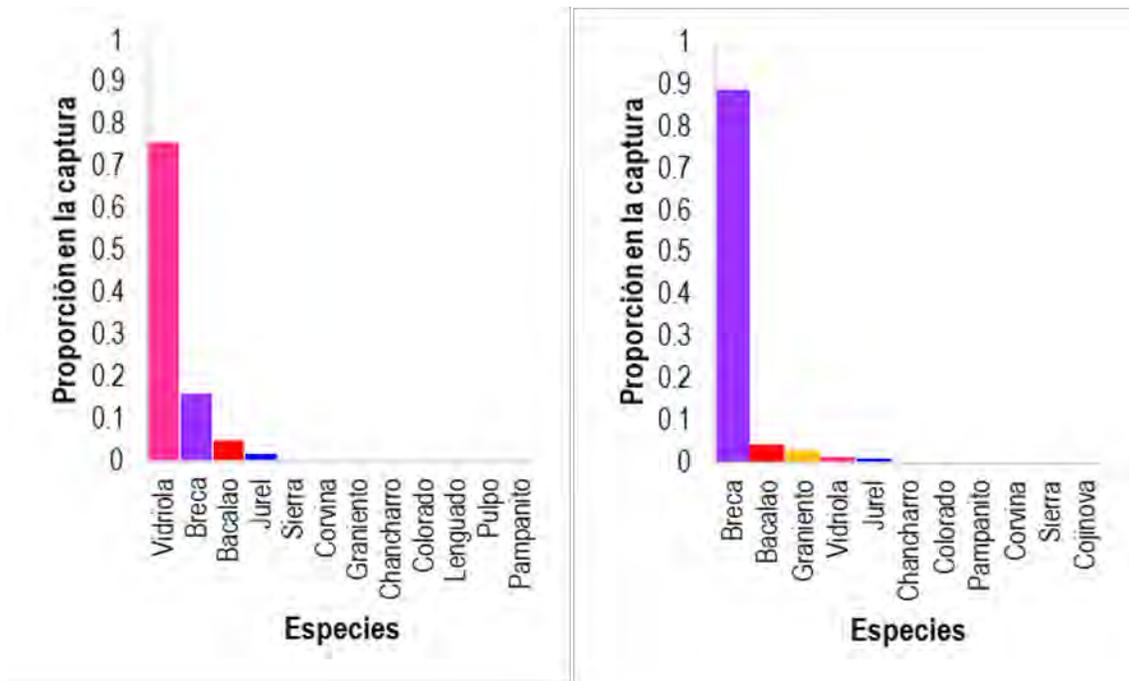


Figura 67 Proporción de especies capturadas durante el año 2022 con espinel vertical según intencionalidad, vidriola (panel izquierdo) y breca (panel derecho) registradas por muestreadores científicos.

4.4 Objetivo 4

Caracterizar la captura incidental (aves, mamíferos y reptiles), a través de la estimación de indicadores y el análisis de sus variaciones espacio-temporales.

Los resultados obtenidos durante el segundo semestre de 2022 y primer trimestre del año 2023 son reportados a continuación, complementando el listado de captura incidental reportada desde el año 2015.

De acuerdo a reportes anteriores, en las pesquerías de crustáceos no se ha registrado captura incidental de aves mamíferos y/o reptiles, así como tampoco de las especies consideradas ETP. Para este proyecto se reportan los registros de los muestreadores científicos. Se reportan además todos los registros de captura incidental observada por los muestreadores científicos en el periodo 2015-2023, incluyendo el impacto de aparejos de pesca de peces. Según ha sido sugerido, será incorporado en proyectos de continuidad del monitoreo, el registro de captura incidental 0 (para evidenciar ausencia).

Durante el periodo considerado del año 2022 y 2023, los observadores científicos que realizaron sus actividades de muestreo a bordo de las embarcaciones no reportaron en sus bitácoras captura incidental de algún mamífero, ave o reptil marino en las operaciones de pesca donde se utilizaron trampas de crustáceos (langosta y cangrejo dorado captura incidental = 0). Mientras que durante operaciones de pesca de peces donde se utilizó espinel vertical, se registró la captura de dos albatros en Robinson Crusoe, durante una salida de pesca donde se registraron 8 lances con espinel vertical. Notamos que estos registros dan cuenta de los escasos casos de captura incidental considerando la cantidad de espineles registrados por los observadores a bordo de las embarcaciones (1604 espineles registrados entre enero de 2022 y marzo de 2023), los que son aún menores considerando que estos son solo una muestra de la actividad completa de la flota pesquera, donde por lo demás se hace uso de otros aparejos de pesca que no registraron interacción (líneas de mano, curricán, espinel horizontal, trampa anguillera).

En la Tabla 36 se reportan los registros históricos de captura incidental asociados a aparejos de pesca de peces, ya que en trampas no se han registrado interacciones con los grupos de aves, mamíferos y/o reptiles marinos. Los registros de captura incidental son muy escasos en el tiempo. Durante el periodo informado, solo se han registrado eventos de captura incidental de 12 individuos de aves marinas en aparejos de pesca de peces, únicamente alrededor de la isla Robinson Crusoe. De las 12 especies registradas como captura incidental entre 2012-2023, se ha identificado que solo 2 se asocian al uso del espinel vertical, 9 a curricán y 1 a línea de mano.

En el caso de la operación de trampas langosteras los niveles de cobertura de muestreo biológico que incluye el levantamiento de información de captura incidental de especies ETP, se pueden observar en la Tabla 5, indicando valores entre un 7-18%, 4-9% y 12-33% para los sistemas RC-SC, AS e ID respectivamente.

De forma complementaria, en el ANEXO II se entrega el listado de especies cuya distribución se circunscribe al archipiélago Juan Fernández y que presentan problemas de conservación.

Tabla 36

Registros de captura incidental observada por los muestreadores científicos durante el periodo 2015-2023. El número de salidas de pesca cubiertas incluye todas las salidas de registradas por muestreadores científicos en los tres subsistemas.

Especie	Captura	Aparejo	Año	Mes	Subsistema	Número de salidas de pesca cubiertas
Fardela	1	Línea de mano	2015	sep	RC-SC	424
Albatros	2	Curricán	2016	ago	RC-SC	554
Albatros	1	Curricán	2021	nov	RC-SC	516
Fardela blanca	1	Curricán	2021	nov	RC-SC	516
Fardela blanca	5	Curricán	2021	nov	RC-SC	516
Albatros	2	Espinel vertical	2022	jun	RC-SC	595

4.5 Caracterización ambiental [contraoferta]

4.5.1 Análisis **anclaje “Estación langosta I”** (enero 2022 -mayo 2023)

Los datos de temperatura obtenidos durante el periodo enero-abril 2022 (Figura 68 A) revelaron una columna de agua con una evidente estratificación térmica, la cual fue mayor desde mitad de marzo hasta comienzos de junio del año 2022. La temperatura entre los 60 y 70 metros de profundidad aproximadamente se mantuvo superior a 16°C durante la mayor parte del periodo de medición, alcanzando los 17°C durante algunos eventos puntuales que ocurrieron desde inicios de marzo. Entre 80 y 100 metros de profundidad, la temperatura osciló principalmente en torno a los 14°C. Por otro lado, para profundidades entre 100 y 110 metros la temperatura se mantuvo entre los 13° y 14°C la mayor parte del tiempo, con intrusiones de agua más fría (<13°C) durante enero, abril y mitad de junio del 2022. Durante el período septiembre 2022 - mayo 2023 al igual que en el periodo anteriormente descrito, se pudo apreciar en promedio una marcada estratificación en la columna de agua, siendo más notoria esta estratificación térmica desde finales de diciembre del 2022 a inicios de mayo del 2023. En este periodo, entre los 60 y 70 m de profundidad, la temperatura alcanzó los 16 °C en promedio; entre los 80 y 90 m se registraron temperaturas en torno a los 14°C y a profundidades mayores, entre los 90 y 110 m, se detectó la entrada de agua más fría (< 13 °C) a la columna de agua. En contraste, durante el período del 22 de septiembre- 29 de diciembre del 2022, se registró una estratificación térmica debilitada, donde la temperatura en prácticamente toda la columna de agua analizada (60-110 m) fue de aproximadamente 14°C con leves intromisiones de agua más fría (~ 12 °C) a los 110 m durante octubre y noviembre del 2022. Adicionalmente, en este período se observó un incremento de la temperatura superficial (~ 15 °C) hasta los ~70 m en los primeros días de diciembre.

La salinidad mostró un comportamiento altamente homogéneo, en particular durante los meses de enero y febrero, donde se registraron valores de salinidad cercanos a 34 PSU (Figura 68 B). Este comportamiento homogéneo, fue observado igualmente en el lapso de finales de septiembre - inicios de noviembre del 2022. Durante el mes de marzo se observó una ligera disminución en la salinidad, de 0.25 PSU aproximadamente. Además, se observó una intrusión de agua menos salina en profundidades cercanas a los 80 metros. Este patrón de aparente intrusión de aguas desde las

capas más profundas que se observó posterior a marzo, también se reflejó en el oxígeno (Figura 68 C), donde aguas con menor concentración de oxígeno disuelto alcanzaron los 60 metros de profundidad. Este comportamiento podría ser explicado a través de un transporte de agua desde el fondo hacia capas medias, la cual explicaría la menor temperatura, oxígeno y salinidad observada a partir de marzo. Por otro lado, durante el lapso febrero-mayo 2023 se consignó una disminución de la salinidad en toda la columna de agua, alcanzando valores de hasta 33.5 PSU aproximadamente. En este mismo lapso se observó entre los 80- 110 m agua más fría y con menos oxígeno (Figura 68 A y Figura 68 C). Al igual que lo observado durante marzo del año 2022, este comportamiento podría ser explicado por la intromisión de agua profunda, hacia capas medias. Adicionalmente, se observó una disminución de la salinidad en el mes de noviembre en toda la columna analizada (60-110 m), alcanzando valores menores a los 34 PSU. En cuanto al oxígeno disuelto, en el período entre el 22 de septiembre y 10 de noviembre del 2022, los valores alcanzados superaron los 9.5 mg/l entre los 60 y 80 m de profundidad.

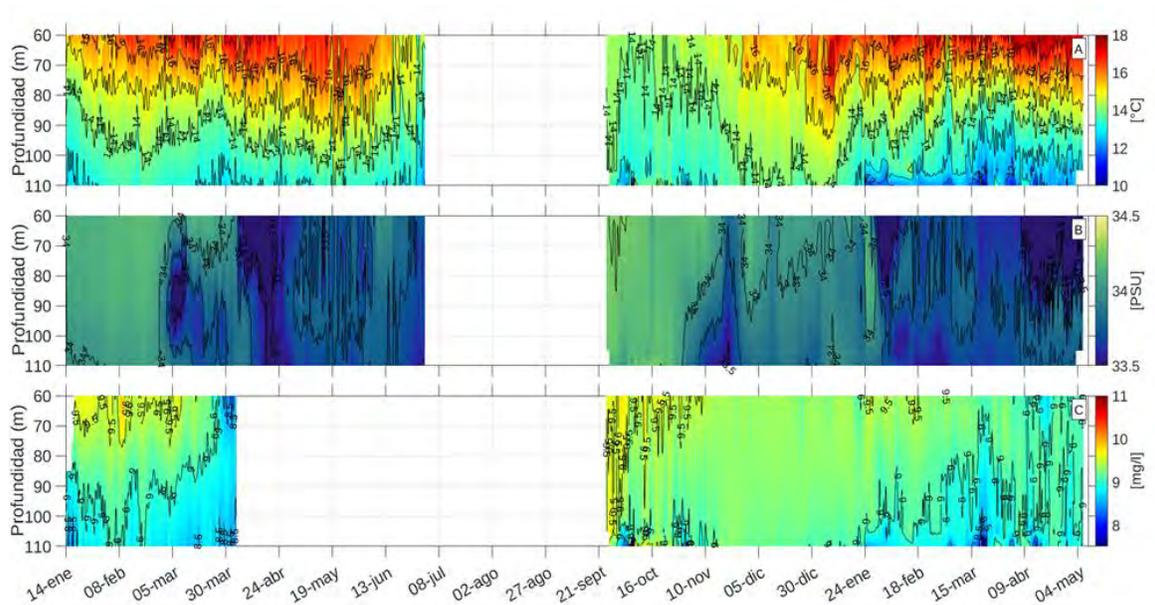


Figura 68 Diagrama Hovmöller tiempo-profundidad de la (A) temperatura, (B) salinidad y (C) oxígeno disuelto para el anclaje instalado entre el 14 de enero del 2022 al 09 de mayo del 2023.

La Figura 69 muestra los diagramas TSO (temperatura-salinidad-oxígeno) para distintos rangos de profundidad monitoreados con el anclaje. Los datos obtenidos entre 40 y 65 metros de profundidad presentaron temperaturas que varían entre los 13°C-20°C y salinidades que varían entre los 32.75-34.3 PSU. Las concentraciones de oxígeno disuelto superaron los 9 mg/l en la mayoría de las mediciones, lo cual indica que se trata de una región altamente oxigenada. Los datos obtenidos entre 65 y 90 metros presentaron una menor variación en la salinidad respecto a los niveles anteriores, entre 33.2 y 34.3 PSU, mientras que la temperatura varió en un rango similar a lo observado en la capa superior, de 11.2°C a 18.3°C aproximadamente.

Los datos observados entre los 100 y 120 metros mostraron aguas con temperaturas que varían entre 10.2 y 16.4°C y con salinidades entre 33.3 y 34.3 PSU. Una porción de estos datos presenta temperatura y salinidad características del Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), sin embargo, las concentraciones de oxígeno fueron mucho más altas que las esperadas para esta masa de agua (< 2 mg/l). Además, las profundidades típicas de esta masa de agua son superiores a los 200 metros, lo que podría indicar una posible mezcla entre el agua superficial presente en la región y AESS.

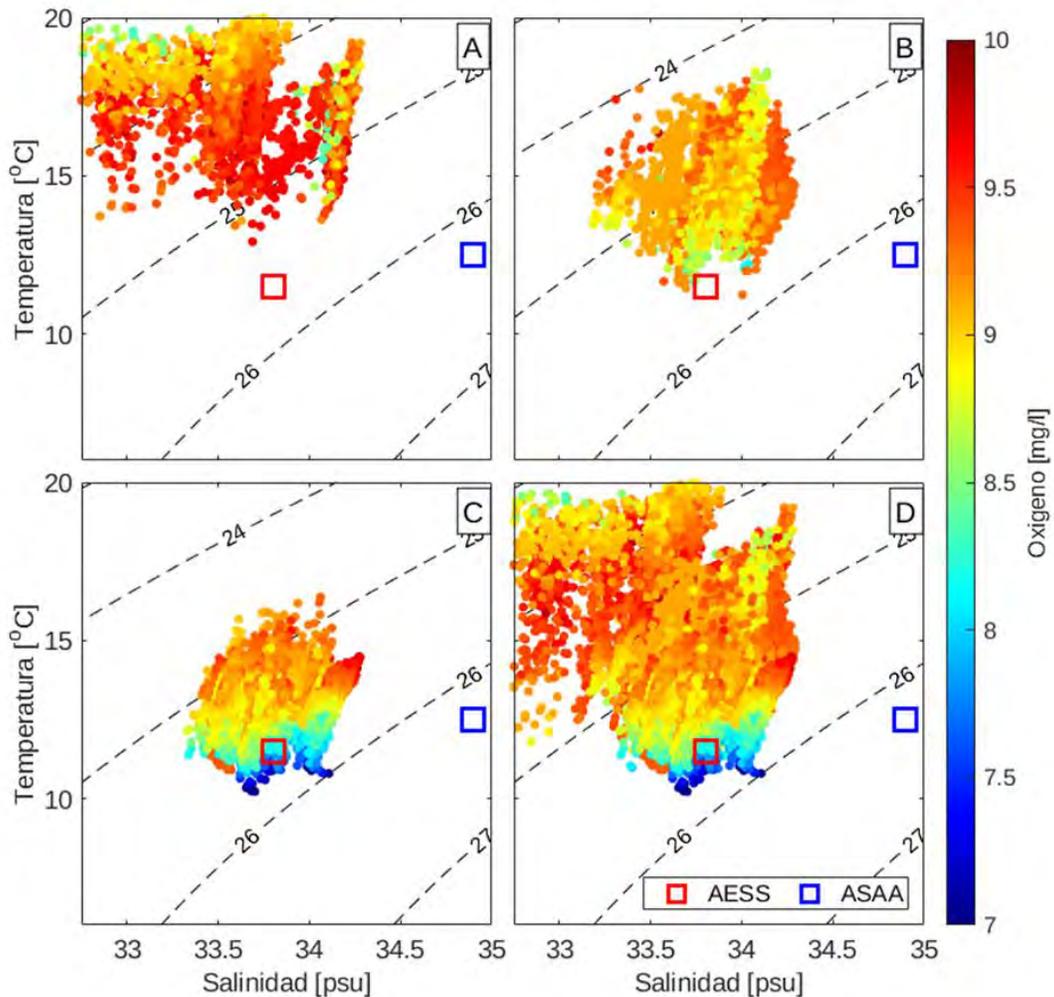


Figura 69 Diagramas TSO para los datos obtenidos entre A) 40-65 metros, B) 75-90 metros, C) 100-120 metros y D) todos los datos obtenidos por el anclaje. El cuadrado rojo indica la salinidad y temperatura típica del Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y el azul los valores típicos de Agua Subantártica (ASAA).

4.5.2 Análisis muestreos con CTD (julio 2022 – mayo 2023)

El perfil promedio de temperatura de las estaciones alrededor de la isla Robinson Crusoe, en general varió entre 13.5°C y 20°C entre los meses de julio del 2022 y mayo del 2023 (Figura 70 A). En los perfiles de noviembre y diciembre, se observó que la temperatura cerca de la superficie fue en promedio 2.3°C y 5°C mayor que en torno a los 80 metros respectivamente. Este mismo comportamiento fue observado durante enero del 2023, donde los valores de temperatura superficial llegaron a ~19.3 °C y los valores a 80 m fueron de ~14.5 °C. Febrero del 2023, por otro lado, alcanzó 20 °C en superficie, donde esta temperatura se extendió hasta los 40 m de profundidad. El resto de los meses se observó una temperatura relativamente constante a lo largo de la columna de agua. Las temperaturas más bajas, en promedio, se observaron durante el mes de agosto, mientras que las temperaturas más altas se observaron durante diciembre del 2022 y febrero del 2023 llegando a 20°C en superficie. Febrero fue el mes donde bajo la superficie se encontraron las temperaturas más altas registradas, alcanzando valores que fluctuaron entre los 14.5 y 20°C. Sin embargo, bajo los 70 m aproximadamente la temperatura fue ligeramente superior en el mes de noviembre, alcanzando una temperatura de ~15°C. De acuerdo a lo observado en las Figura 70 B y E, la diferencia entre el mínimo y máximo valor registrado en todas las estaciones fue baja durante todos los meses. Esta diferencia (entre valores máximos y mínimos) se mantiene menor a 1°C en la mayoría de las observaciones, por lo que es posible concluir que todas las zonas alrededor de la isla tuvieron un comportamiento muy similar de esta variable durante ese período (julio, agosto, septiembre y octubre). Sin embargo, durante los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y mayo (Figura 70 F a J) se registró una mayor diferencia entre los valores mínimos y máximos encontrados. En el mes de noviembre (Figura 70 F) se observaron diferencias de 1°C en los valores de superficie. Estas diferencias entre los valores máximos y mínimos alcanzados fueron aumentando a medida que aumentó la profundidad, encontrando diferencias de hasta 2.5 °C en los datos asociados a los 80 m. Por su parte, durante en el mes de diciembre se alcanzaron mayores diferencias en los primeros 40 m, registrando valores de hasta 2.5 °C en superficie y de hasta 4 °C asociados a los datos de 30 y 40 m de profundidad. Por otro lado, en profundidades mayores a los 40 m las diferencias fueron en promedio de 2 °C. Durante el mes de enero del 2023, se encontraron diferencias entre los valores máximos y mínimos alcanzados de temperatura en superficie de ~2°C, mientras que para los valores de temperatura asociados a los 40 m de profundidad esta diferencia aumentó a ~4°C. Febrero del 2023 en cambio tuvo diferencias de menos de 1°C entre los valores máximos y mínimos de temperatura alcanzados durante los primeros 40 m de profundidad, mientras que para los valores de temperatura asociados a los 50 m ésta diferencia aumentó a ~4°C. En mayo, la temperatura se mantuvo constante a ~18 °C desde la superficie hasta una profundidad de 60 metros, mientras que a los 80 m la temperatura promedio registrada fue de 16°C. Durante este mes, se pudo notar que los datos de temperatura registrados por las estaciones mostraron una mayor variabilidad por debajo de los 60 metros de profundidad. No obstante, en los primeros 60 metros, los valores registrados se mantuvieron de manera constante y uniforme.

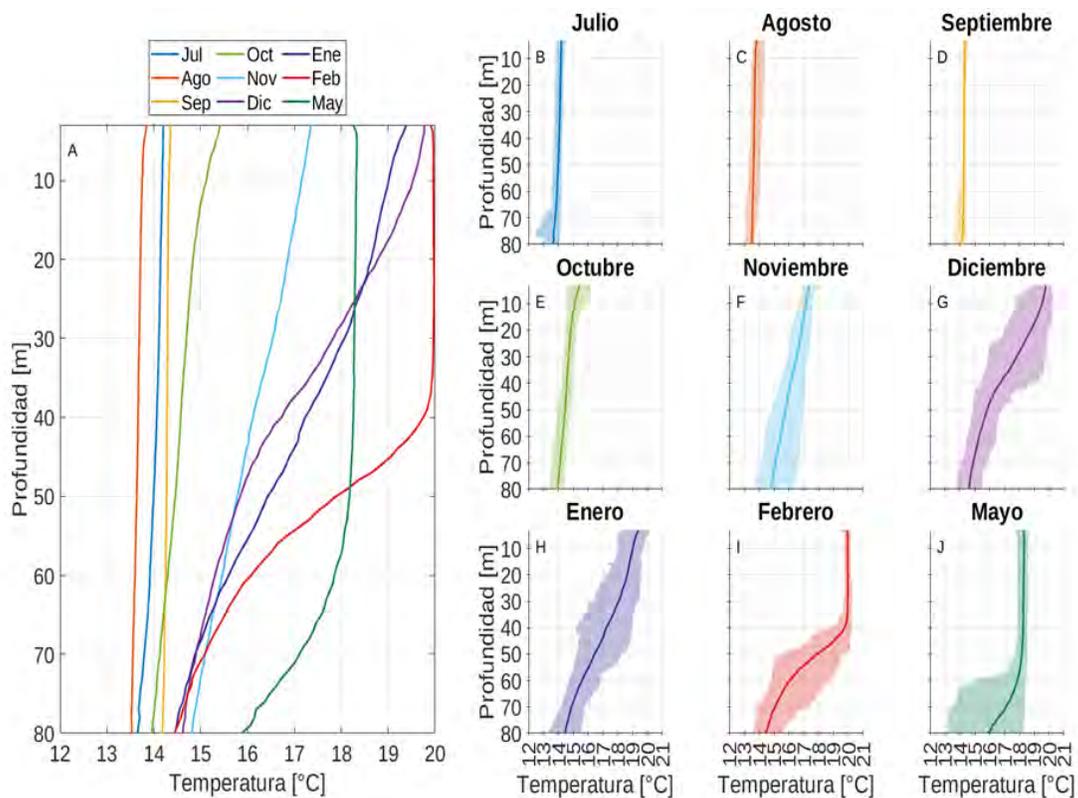


Figura 70 (A) Perfiles promedio de temperatura alrededor de la isla Robinson Crusoe para los meses de julio (azul), agosto (rojo), septiembre (amarillo), octubre (verde), noviembre (celeste) y diciembre (morado). Cada perfil representa el promedio de al menos 30 estaciones de muestreo. El área sombreada de los paneles (B) a (I) representa el mínimo y máximo registrado considerando todas las estaciones de muestreo para cada mes, mientras que la línea sólida representa el promedio.

La salinidad (Figura 71) presentó en promedio poca variabilidad en los nueve meses analizados, variando entre 34.1 y 34.5 PSU aproximadamente. De acuerdo con lo observado en las Figura 71 B a Figura 71 I, la diferencia entre el mínimo y máximo valor registrado en todas las estaciones fue baja a diferencia de los meses de diciembre, enero y febrero (Figura 71 G a Figura 71 I). En diciembre, se observó una alta variabilidad en los primeros 50 m, alcanzando un máximo de diferencia de salinidad hasta 1.73 PSU en los datos de profundidades de 40 m. En profundidades mayores a los 50 m se observaron diferencias de 0.3 - 0.4 PSU. Esto refleja una clara variabilidad espacial de esta variable alrededor de la isla en los primeros 40 m durante diciembre. En enero del 2023 por otro lado, las diferencias entre los máximos y mínimos de salinidad alcanzados en los primeros 80 m de profundidad, varió en promedio 0.5 PSU. Febrero en cambio, presentó diferencias pequeñas (menores a 0.5 PSU) entre los valores máximos y mínimos de salinidad en los primeros 40 m, reflejando una baja variabilidad espacial de esta variable (en los primeros 40 m) durante febrero, a diferencia de lo observado en diciembre del 2022. Además, en la Figura 71 A se observa, que diciembre y febrero fueron los meses en el que el agua superficial fue más salina, con respecto a los otros meses analizados, donde entre los 40 y 45 m de profundidad se observó un máximo de

salinidad durante el mes de febrero, alcanzando valores de ~34.6 PSU. Para profundidades mayores a los 50 m, durante febrero, la salinidad disminuyó y los valores alcanzados fueron similares a los alcanzados los otros meses analizados (~ 34.3 PSU), a diferencia de julio y agosto donde los valores de salinidad alcanzados en los primeros 80 m fueron menores a 34.3 PSU. En el mes de mayo se observó una salinidad constante a lo largo de la columna de agua. En los primeros 70 metros, el valor promedio de salinidad fue de 34.3 PSU, mientras que a los 80 metros se registraron valores de 34.2 PSU. Al igual que la temperatura, se observó una mayor variabilidad de la salinidad por debajo de los 60 m de profundidad.

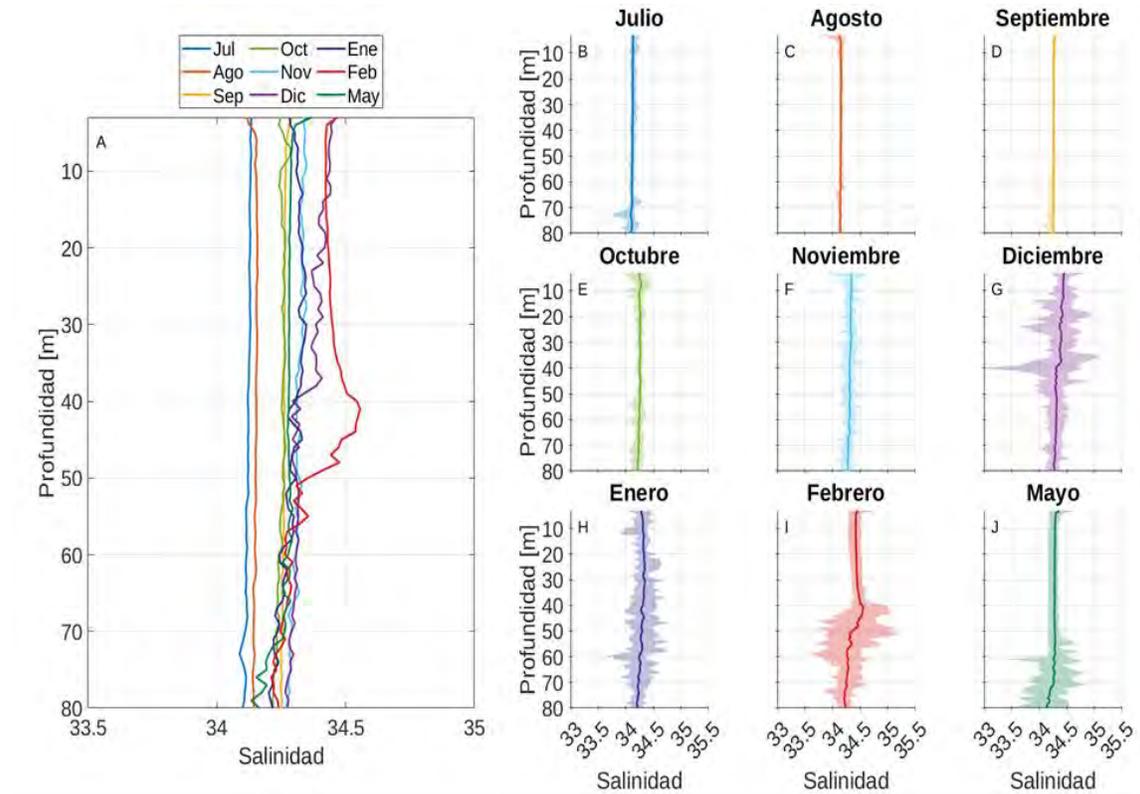


Figura 71 (A) Perfiles promedio de salinidad alrededor de la isla Robinson Crusoe para los meses de julio (azul), agosto (rojo), septiembre (amarillo), octubre (verde), noviembre (celeste) y diciembre (morado). Cada perfil representa el promedio de al menos 30 estaciones de muestreo. El área sombreada de los paneles (B) a (I) representa el mínimo y máximo registrado considerando todas las estaciones de muestreo para cada mes, mientras que la línea sólida representa el promedio.

Los perfiles promedio de toda la región presentan una alta oxigenación a lo largo de la columna de agua durante todos los meses analizados, con valores que oscilan entre los 8.3 y 9.5 mg/L (Figura 72). El mes de febrero y mayo (Figura 72 A) presentaron las concentraciones superficiales más bajas del periodo de mediciones (~8.35 y ~8.3 mg/L, respectivamente). En febrero este valor de oxígeno se extendió hasta los 40 m, donde para profundidades mayores a ésta el oxígeno aumentó, alcanzando valores de hasta 9.1 mg/L aproximadamente. Durante el mes de mayo (Figura 72 J),

se observó que el nivel de oxígeno disuelto se mantuvo constante hasta una profundidad aproximada de 60 metros. Sin embargo, por debajo de los 60 metros, se registró un leve aumento en los niveles de oxígeno disuelto, alcanzando un valor de 8.4 mg/L a una profundidad de 80 metros. Así, el mes de mayo se convirtió en el mes en el cual se registraron los valores más bajos de oxígeno en toda la columna de agua, durante el periodo analizado. Durante los meses de agosto, septiembre y noviembre (Figura 72 C, D y F) el perfil promedio de oxígeno se mantuvo relativamente constante con la profundidad, manteniendo un valor en torno a 9 mg/L. Las mayores concentraciones se observaron durante el mes de octubre (Figura 72 E), con un máximo que alcanza los 9.5 mg/L entre 10 y 20 metros. Las mayores diferencias entre los valores máximos y mínimos medidos en las estaciones alrededor de la isla ocurrieron en el mes de diciembre y febrero, alcanzando en diciembre diferencias de hasta 1.11 mg/L a 37 m y de 1.52 mg/L a los 55 m en febrero del 2023.

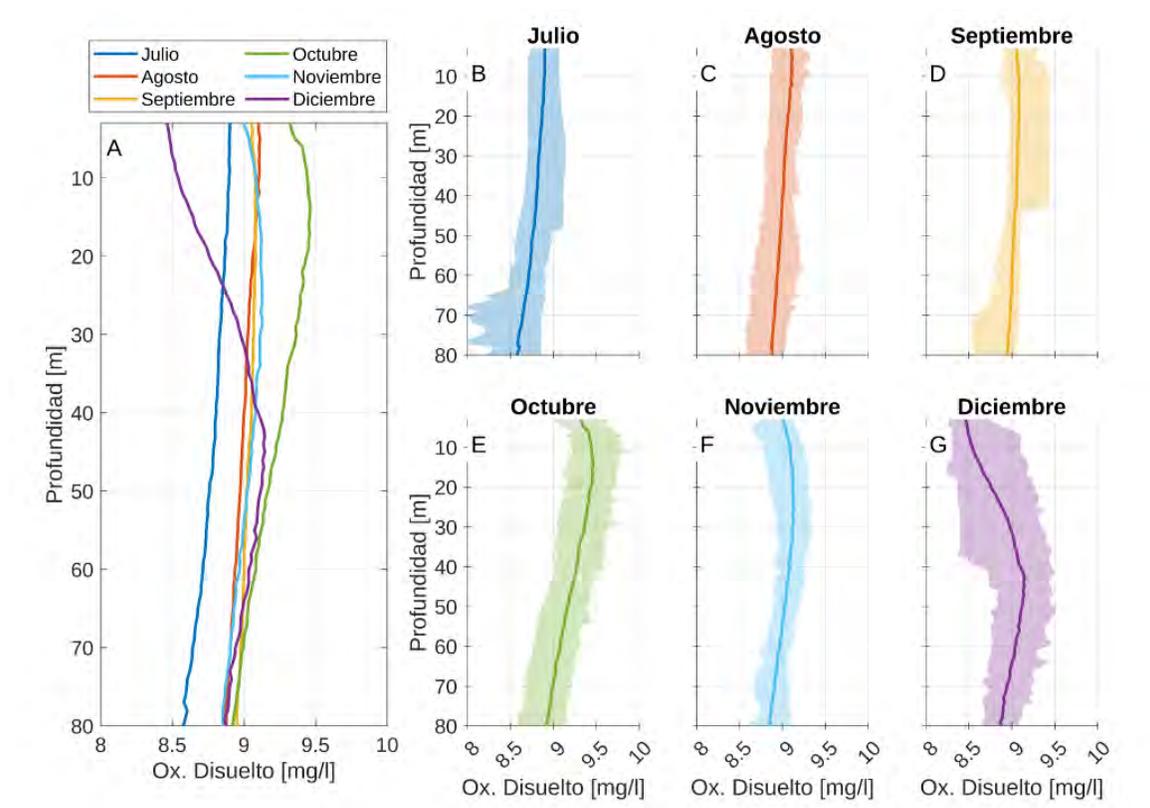


Figura 72 (A) Perfiles promedio de oxígeno disuelto alrededor de la isla Robinson Crusoe para los meses de julio (azul), agosto (rojo), septiembre (amarillo), octubre (verde), noviembre (celeste) y diciembre (morado). Cada perfil representa el promedio de al menos 30 estaciones de muestreo. El área sombreada de los paneles (B) a (G) representa el mínimo y máximo registrado considerando todas las estaciones de muestreo para cada mes, mientras que la línea sólida representa el promedio.

En la Figura 73 se observan los perfiles verticales promedios de los meses de julio-mayo de temperatura (Figura 73 A, D, G, J), salinidad (Figura 73 B, E, H, K) y oxígeno disuelto (Figura 73 C, F, I, L), para cada grupo (ver Figura 5 y Tabla 9) durante las estaciones de invierno (INV: julio y agosto del 2022), primavera (PRIM: septiembre, octubre y noviembre del 2022), verano (VER: diciembre del 2022 y enero y febrero del 2023) y otoño (OTO: mayo del 2023). A continuación se analizan por variable.

Temperatura: se observa un comportamiento similar en los 6 grupos analizados en los primeros 80 m de profundidad durante el invierno (Figura 73 A). La temperatura promedio en los primeros 80 m fue de $\sim 14^{\circ}\text{C}$. Durante la primavera se comienza a observar un calentamiento de la capa superficial oceánica, alcanzando valores cercanos a los 15°C en superficie (Figura 73 D). En esta estación se observó que el grupo 2 (G2; línea naranja en Figura 73 D) presentó valores más altos de temperatura entre los 35 a 80 m de profundidad, a diferencia de los otros grupos. Ya para el verano se observó un calentamiento notorio de la temperatura superficial del mar en los 6 grupos analizados, alcanzando valores superficiales en torno a los 19°C . En esta estación, se observó que en el grupo 6 (G6; línea morada en Figura 73 G) la temperatura superficial fue sutilmente menor que en el resto de los grupos; además se observó que entre los 30 y 60 m de profundidad este grupo presentó temperaturas más elevadas. Durante el otoño, se pudo observar una ligera disminución en la temperatura superficial, con respecto al verano, alcanzando un valor promedio de 18°C . A partir de una profundidad de 60 metros, el grupo 2 (G2; línea naranja en Figura 73 J), mostró valores más bajos de temperatura en comparación con los demás grupos, llegando a registrar 14°C a los 80 m de profundidad.

Salinidad: se observa un comportamiento similar en los 6 grupos analizados, en los primeros 80 m de profundidad durante el invierno (Figura 73 B) la salinidad promedio fue de ~ 34.1 PSU. Durante la primavera se comienza a observar un aumento de la salinidad en los primeros 80 m, alcanzando todos los grupos analizados el valor promedio fue de ~ 34.3 PSU (Figura 73 E). Al igual que en invierno, en primavera no se observaron mayores diferencias entre los grupos analizados. Durante el verano (Figura 73 H) se observaron mayores valores de salinidad en los primeros 80 m, respecto a lo observado en invierno y primavera. Para todos los grupos se obtuvo en promedio un valor de 34.4 PSU en superficie. En esta estación se encontraron menores valores de salinidad en torno a los 60, 70 y 80 m en lo registrado en el grupo 6 (G6; línea morada en Figura 73 H). Durante el otoño, los valores de salinidad superficial se mantuvieron sin cambios en comparación con los registrados durante el verano, con un valor constante de 34.4 PSU. Esta constancia se mantuvo hasta una profundidad de 60 metros, donde bajo los 60 m se observó una leve variabilidad en los valores registrados por los diferentes grupos.

Oxígeno disuelto: se observaron mayores diferencias entre los registrados de los 6 grupos. Durante el invierno (Figura 73 C), se observó que el comportamiento de los grupos fue similar. Sin embargo, el grupo 3 (G3; línea amarilla en Figura 73 C) registró mayores valores de oxígeno disuelto en los primeros 80 m, alcanzando los 9.06 mg/L en superficie. Durante la primavera, las concentraciones de oxígeno superficial aumentaron, alcanzando en promedio valores cercanos a los 9.2 mg/L en superficie, a excepción de lo registrado en el grupo 5 (G5; línea celeste en Figura 73 F) donde la concentración promedio de oxígeno fue ligeramente menor que el resto de los grupos, alcanzando un valor superficial promedio de 9.1 mg/L. En el verano, se observó una disminución de las concentraciones de oxígeno superficial en todos los grupos, alcanzando valores cercanos a los

8.5 mg/L en superficie (Figura 73 I). Por otro lado, entre los 40 y 60 m de profundidad, se observa una clara variabilidad espacial entre los grupos, particularmente el grupo 6 (G6; línea morada en Figura 73 I) presentó en estas profundidades las menores concentraciones registradas entre todos los grupos, alcanzando valores de hasta 8.75 mg/L, mientras que el grupo 1 (G1; línea azul en Figura 73 I) presentó las mayores concentraciones de oxígeno en esas profundidades, alcanzando valores de hasta 9.2 mg/L. Durante el otoño se registraron las concentraciones más bajas de oxígeno disuelto en la columna de agua. En la superficie, el promedio de estas concentraciones fue de 8.35 mg/L y se mantuvo constante hasta una profundidad de 60 metros. A partir de los 60 metros de profundidad, se observó una mayor variabilidad en las mediciones realizadas por cada grupo. En particular, el grupo 2 (G2; línea naranja en Figura 73 L), mostró las concentraciones más altas de oxígeno disuelto en estas profundidades (>60 m). Donde se registraron valores de hasta 8.7 mg/L a una profundidad de 80 metros.

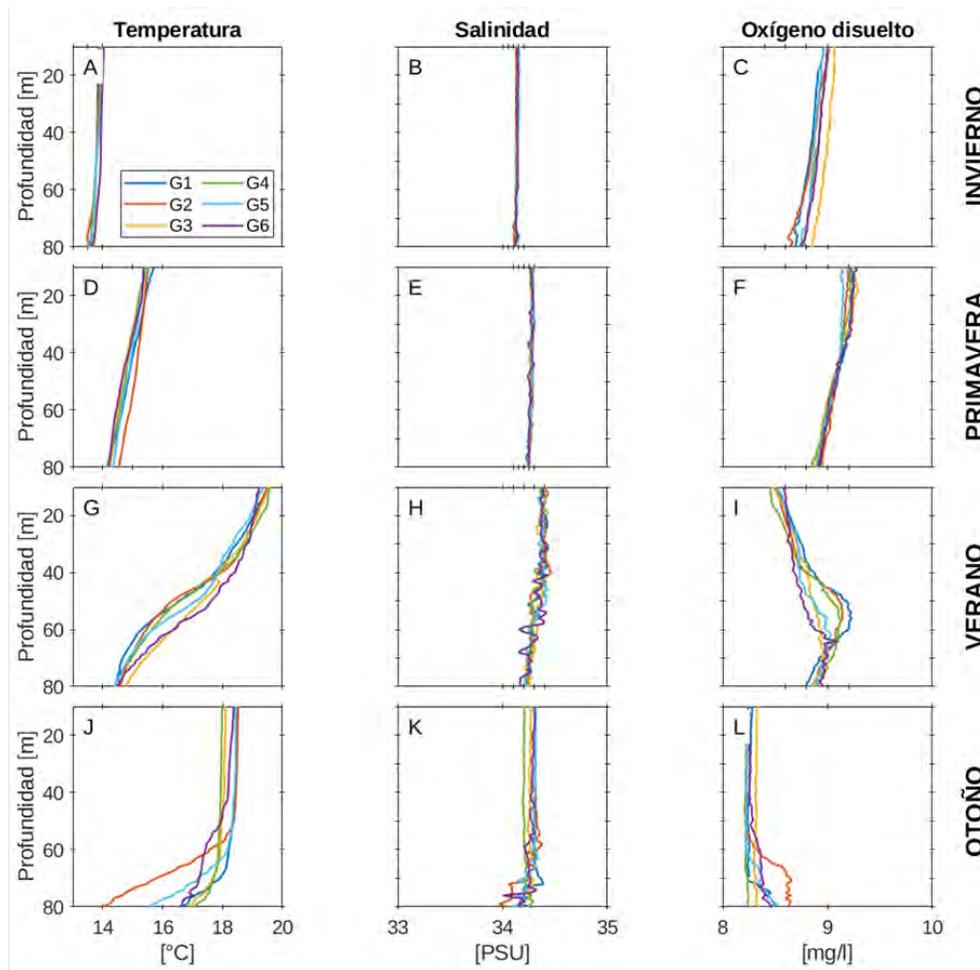


Figura 73 Perfiles promedio estacionales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para los grupos G1 (azul), G2 (rojo), G3 (amarillo), G4 (verde), G5 (celeste) y G6 (morado). A, B y C corresponden a la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto durante el invierno (INV: julio y agosto). D, E y F corresponden a la primavera (PRIM: septiembre, octubre y noviembre). G, H e I corresponden al verano (VER: diciembre, enero y febrero). J, K y L corresponden al otoño (OTO: mayo 2023).

4.5.3 Análisis modelación biofísica

Conectividad: En general en los 3 casos de estudio (2013, 2015 y 2018) se exhiben diferencias interanuales en la retención de larvas de *C. sylviae* en los sistemas de estudio. Para efecto de las simulaciones IBM de este estudio, los cambios de velocidad meridionales (v) y zonales (u) son determinantes en gran medida del movimiento de las larvas y su posterior asentamiento.

Particularmente para el año 2013, se observa una retención de larvas principalmente en las 6 zonas del subsistema RS-SC, sin embargo, para el subsistema AS e ID se exhiben valores marginales menores a 60 larvas (Figura 74). Para el subsistema RS-SC las mayores retenciones ocurrieron en **la zona "RC_C" con larvas provenientes desde la zona "RC_D" alcanzando una concentración de ~100 de larvas, seguido por la zona "RC_B", donde la retención alcanza una concentración** que bordea las ~60 larvas. En el marco general del año 2013 el porcentaje de retención total de larvas (entendiendo la retención como la presencia de larvas en algunas de las 25 zonas de reclutamiento) es relativa al 0.08%, siendo el año con menor retención de los 3 casos de estudio (Figura 74a).

El año 2015 exhibe los mayores valores de retención de larvas simuladas en las zonas de reclutamiento. En general, se observa una retención de larvas principalmente en las 6 zonas del subsistema RC-SC (Figura 74b). Las mayores retenciones de larvas ocurrieron en la zona RC_F provenientes desde la zona RC_D alcanzando una concentración de ~4800 larvas, seguido por larvas provenientes de la zona RC_D que se mantuvieron en la misma zona con una retención de ~2000 larvas. En general, las larvas provenientes de la zona RC_D exhibieron mayor retención en las zonas de reclutamiento del año de estudio. Sin embargo, para los subsistemas AS e ID se exhiben valores marginales menores a 50 larvas. En el marco general del año 2015 el porcentaje de retención total de larvas es relativa al 2.91%, siendo el año con mayor retención de los 3 casos de estudio (Figura 74b).

Finalmente, para el año 2018, de igual forma se observa una retención de larvas principalmente en las 6 zonas del subsistema RC-SC, sin embargo, para el subsistema AS e ID se exhiben valores marginales menores a 30 larvas (Figura 74c). Para el subsistema RC-SC las mayores **conectividades ocurrieron en la zona "RC_B" con larvas provenientes desde la zona "RC_D" alcanzando una concentración de ~540 de larvas, seguido por la zona "RC_C" con larvas** provenientes igualmente desde la zona RC_D, donde la retención alcanza una concentración bordea las ~370 larvas. En el marco general del año 2018 el porcentaje de retención total de larvas es relativa al 0.5% (Figura 74c).

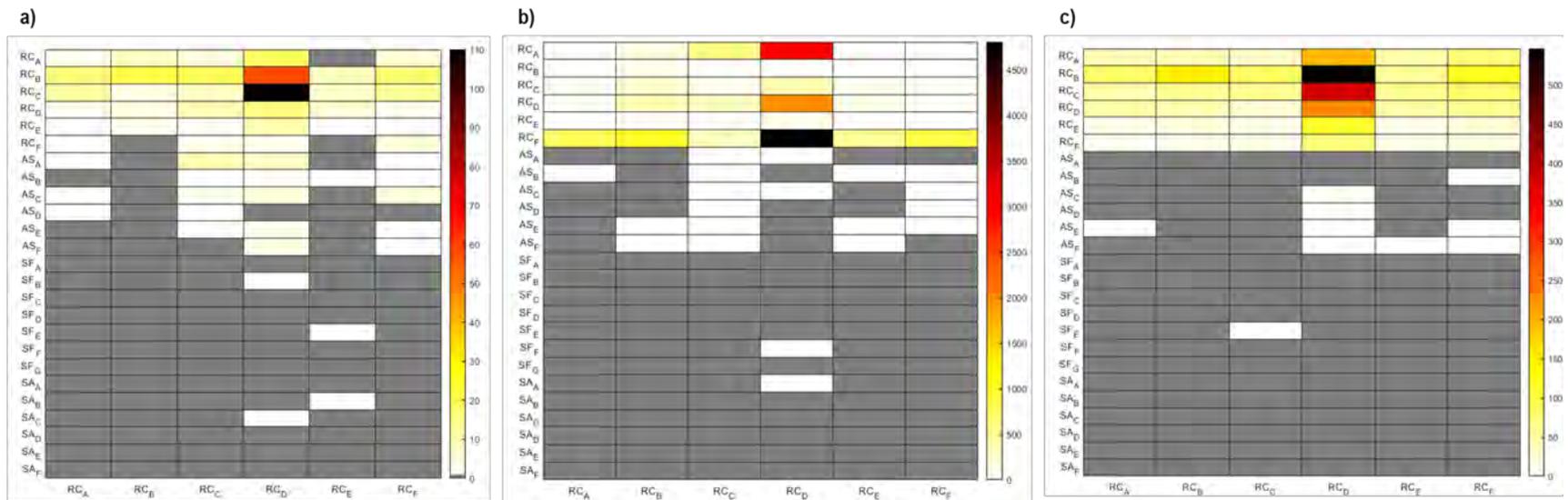


Figura 74 Matriz de conectividad de experimentos de simulación IMB de larvas de *C. sylviae*. a) año 2013, b) año 2015, c) año 2018. En el eje x se representan las 6 zonas de liberación en el subsistema RC-SC, en el eje y se representan las zonas de reclutamiento para los subsistemas RC-SC (6 zonas), AS (6 zonas), SF (7 zonas) y SA (6 zonas). Los colores representan la concentración de larvas en cada lugar de interacción de las zonas de liberación con las zonas de reclutamiento.

Velocidad zonal: En general para los 3 casos de estudio se observan diferencias en los campos de velocidad zonal (u). En el año 2013 se observa que las velocidades positivas (este) predominan durante otoño, invierno y primavera para la región AJF. Por el contrario, para el subsistema ID predomina el flujo hacia el oeste (Figura 75).

En el año 2015 se observa que las velocidades positivas (este) predominan durante otoño e invierno, sin embargo, para el periodo de primavera se observan diferencias importantes entre velocidades negativas y positivas para el subsistema RC-SC. En el caso de AS no se observan diferencias entre los flujos zonales. Para el subsistema ID tampoco se observan diferencias entre los flujos (Figura 76).

Similar al año 2015, para el año de estudio 2018 las velocidades positivas (este) predominan durante invierno y primavera. De igual forma, para el periodo de otoño del mismo año no se observan diferencias entre velocidades positivas (este) y negativas (oeste). En el caso de AS durante los tres periodos predominan las velocidades positivas (este). Para el subsistema ID no se observan diferencias entre los flujos zonales, sin embargo, en el periodo de primavera se observan una intensificación en ambos flujos (Figura 77).

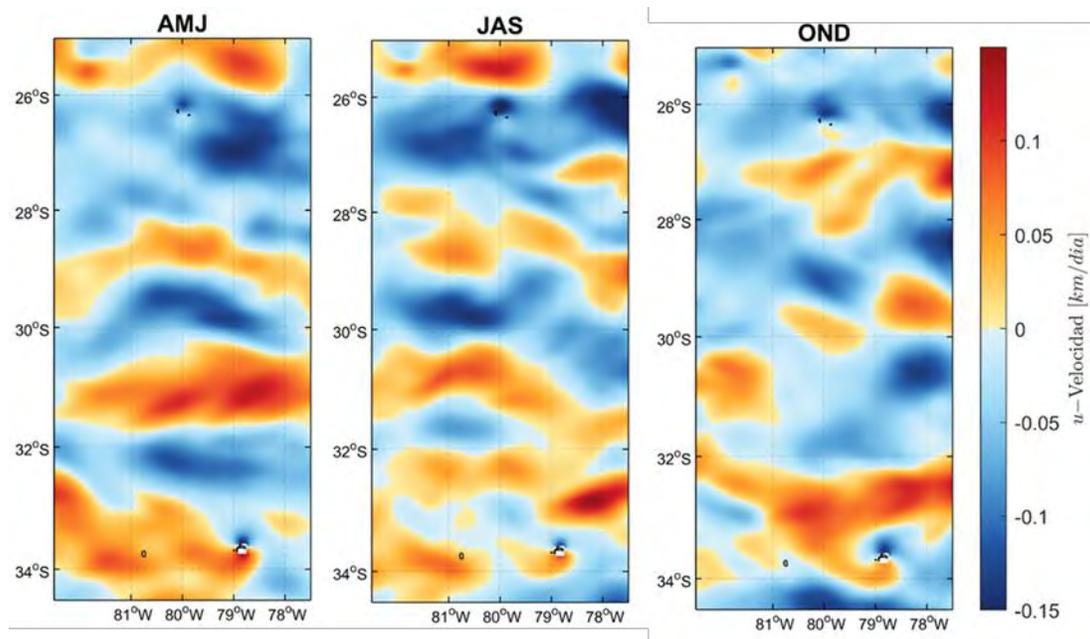


Figura 75 Velocidades zonales (positivas: este; negativas: oeste) estacionales para el periodo de distribución larval de *C. sylviae* (AMJ, otoño; JAS, invierno; OND, primavera) promediadas hasta los 100 m considerando la zona de estudio (AJF-ID) para el año 2013. Datos obtenidos a partir del modelo Copernicus.

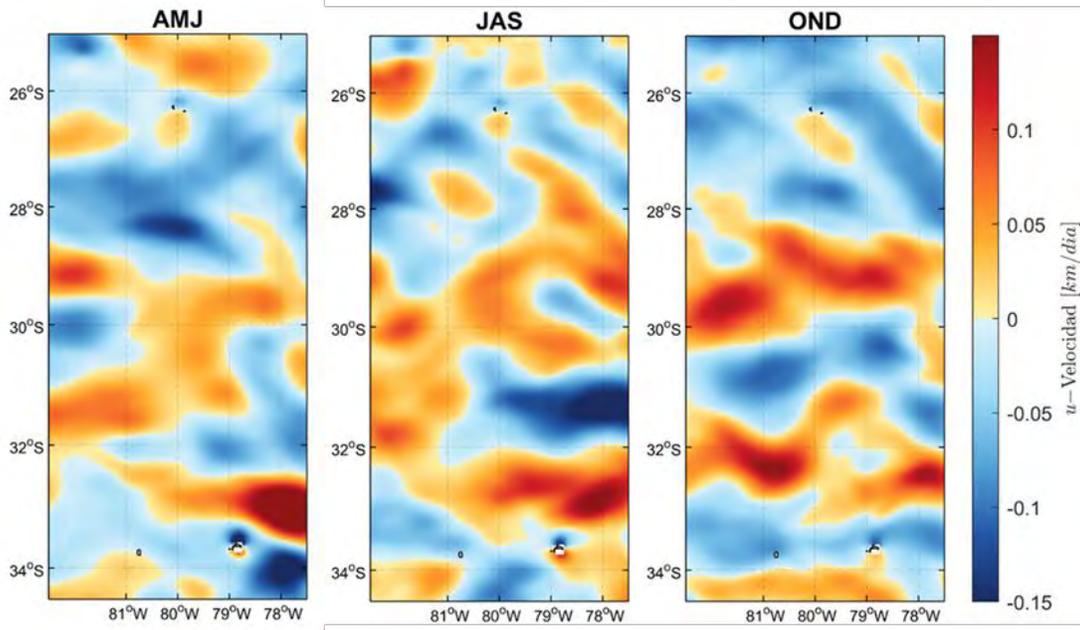


Figura 76 Velocidades zonales (positivas: este; negativas: oeste) estacionales para el periodo de distribución larval de *C. sylviae* (AMJ, otoño; JAS, invierno; OND, primavera) promediadas hasta los 100 m considerando la zona de estudio (AJF-ID) para el año 2015. Datos obtenidos a partir del modelo Copernicus.

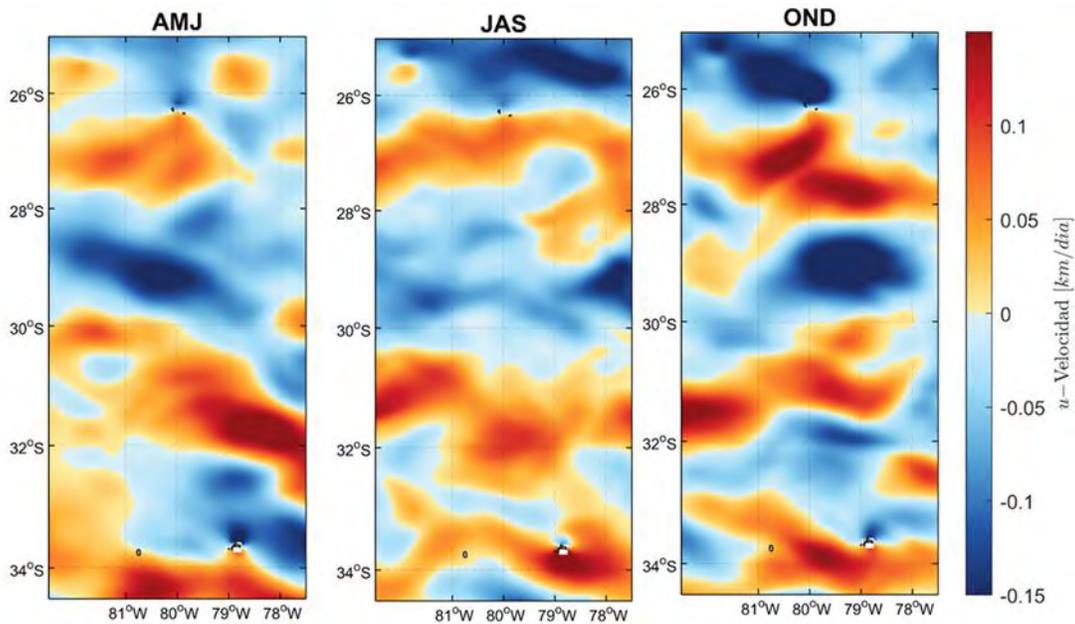


Figura 77 Velocidades zonales (positivas: este; negativas: oeste) estacionales para el periodo de distribución larval de *C. sylviae* (AMJ, otoño; JAS, invierno; OND, primavera) promediadas hasta los 100 m considerando la zona de estudio (AJF-ID) para el año 2018. Datos obtenidos a partir del modelo Copernicus.

Campo de velocidad meridional (norte-sur): en general se observa una predominancia del flujo hacia el norte en los sistemas AJF e ID. En el año 2013 se observan que las velocidades positivas (norte) predominan durante otoño, invierno y primavera para la región AJF e ID (Figura 78).

En el año 2015 se observan que las velocidades positivas (norte) predominan durante los tres periodos, sin embargo, para el periodo de otoño del mismo año se observa una intensificación del flujo hacia el norte para el subsistema RC-SC. En el caso de AS, flujos positivos predominan en el periodo de otoño y primavera, para el periodo de invierno no se observan diferencias sustanciales entre flujos positivos y negativos. Para el subsistema ID se observa una predominancia en el flujo hacia el norte en los periodos de otoño y primavera, en invierno no se observan diferencias significativas. tampoco se observan diferencias entre los flujos (Figura 79).

Similar a los otros casos de estudio, en el año de estudio 2018 las velocidades positivas (norte) predominan durante otoño, invierno y primavera para el subsistema RC-SC. En el caso de AS durante otoño y primavera predominan los flujos hacia el sur, sin embargo, para el periodo de invierno predomina el flujo hacia el norte. Para el subsistema ID se observa una predominancia de los flujos hacia el norte en los 3 periodos, denotando una intensificación en los flujos en los periodos de otoño y primavera (Figura 80).

Del análisis de los campos de velocidad se observa que en general en las estaciones de otoño y primavera, existe una circulación anticiclónica zonal alrededor de los subsistemas RC-SC, AS e ID, junto con ello, el patrón de corrientes meridional es fundamentalmente hacia el norte lo que potencialmente estaría sustentando en parte la conexión entre los archipiélagos AJF e ID.

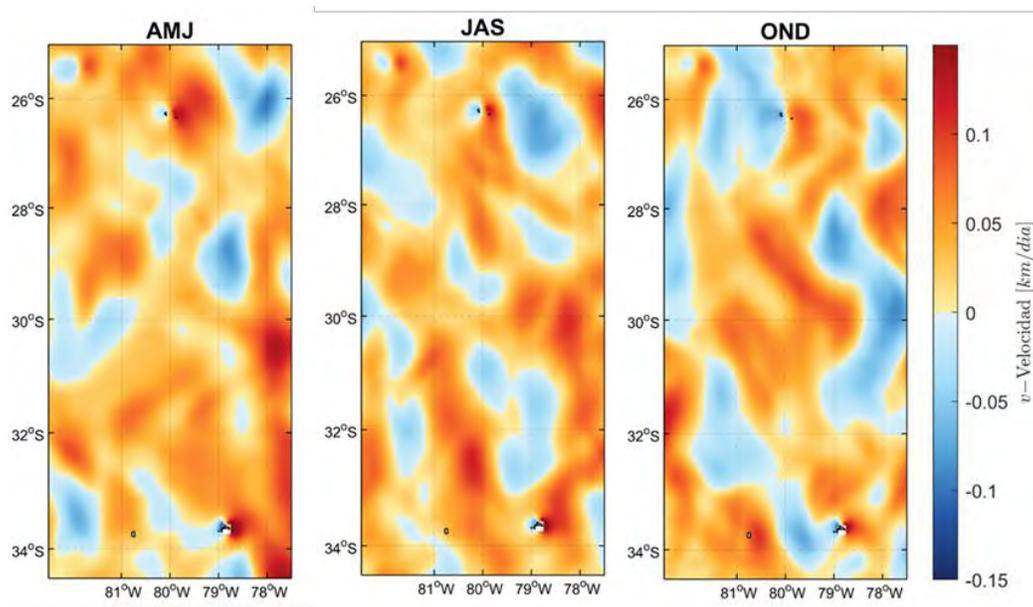


Figura 78 Velocidades meridionales (positivas: norte; negativas: sur) estacionales para el periodo de distribución larval de *C. sylviae* (AMJ, otoño; JAS, invierno; OND, primavera) promediadas hasta los 100 m considerando la zona de estudio (AJF-ID) para el año 2013. Datos obtenidos a partir del modelo Copernicus.

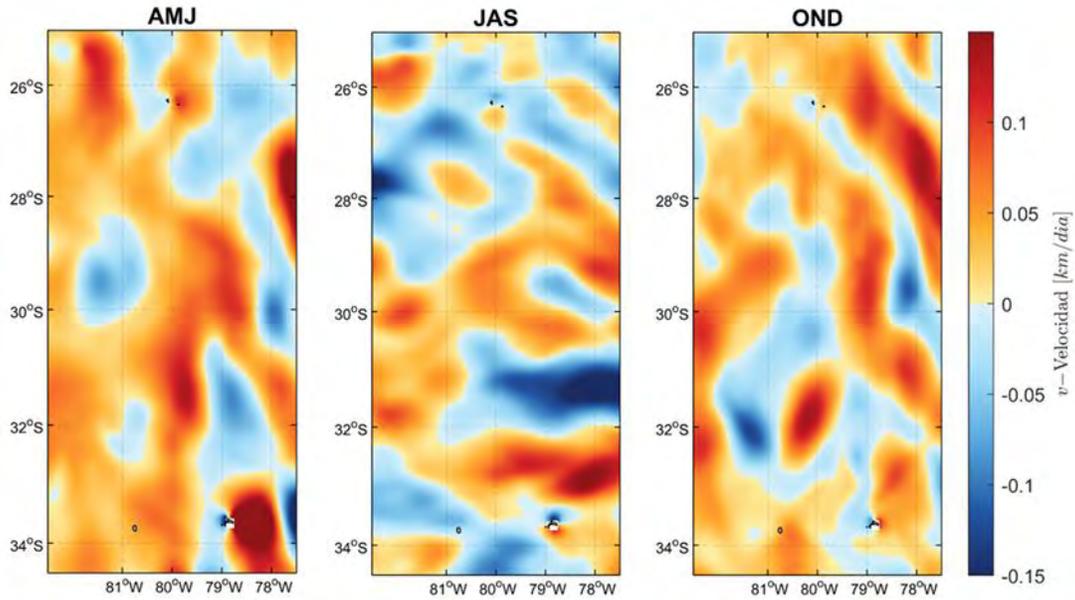


Figura 79 Velocidades meridionales (positivas: norte; negativas: sur) estacionales para el periodo de distribución larval de *C. sylviae* (AMJ, otoño; JAS, invierno; OND, primavera) promediadas hasta los 100 m considerando la zona de estudio (AJF-ID) para el año 2015. Datos obtenidos a partir del modelo Copernicus.

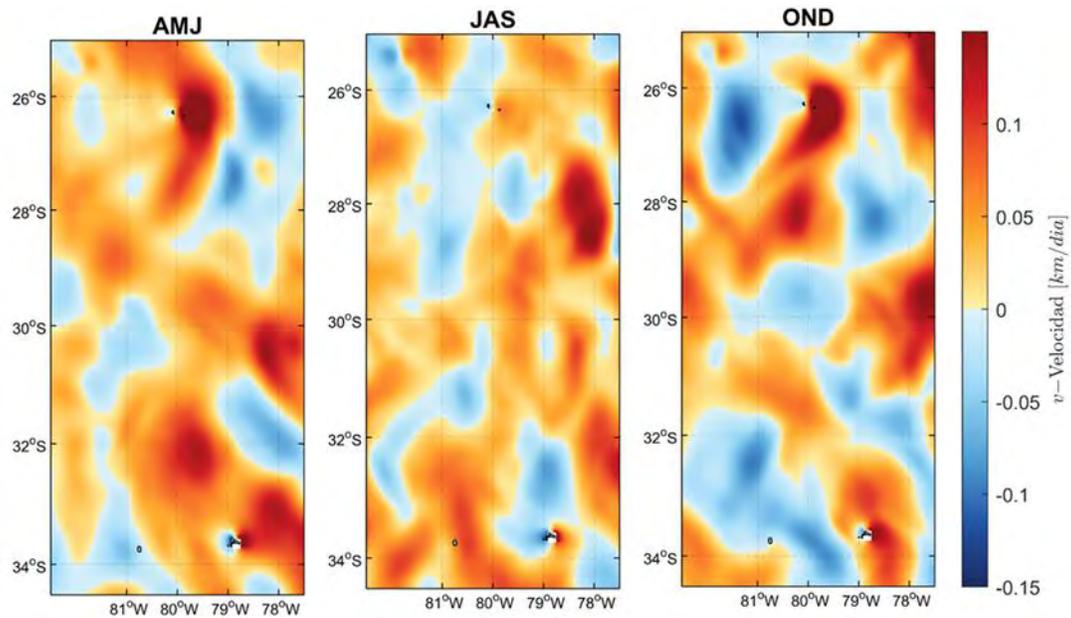


Figura 80 Velocidades meridionales (positivas: norte; negativas: sur) estacionales para el periodo de distribución larval de *C. sylviae* (AMJ, otoño; JAS, invierno; OND, primavera) promediadas hasta los 100 m considerando la zona de estudio (AJF-ID) para el año 2018. Datos obtenidos a partir del modelo Copernicus.

Trayectorias: Para el análisis de las trayectorias de las larvas de *C. sylviae* se consideró el año 2015 por exhibir el mayor porcentaje de retención en el subsistema RC-SC, se analizaron las trayectorias particulares en los 3 meses por separado de liberación de partículas de las simulaciones IBM. Particularmente para las liberaciones realizadas en el mes de junio, en general se observa un movimiento anticiclónico (este) de las partículas hacia el norte, con un alto grado de retención alrededor de la isla. Hacia el final del periodo de simulación, una gran cantidad de partículas continúan circulando anticiclónicamente alrededor del subsistema RC-SC (Figura 81a).

Para la liberación de partículas realizada el mes julio se observa un mayor grado de dispersión de las partículas. Al inicio de la simulación se observa una alta retención de las partículas alrededor de RC-SC, sin embargo, a medida que avanza la simulación se exhibe una advección de partículas hacia el noroeste fuera del subsistema. Hacia el final de la simulación se observa una pequeña cantidad de partículas que vuelven a RC-SC (Figura 81b).

Finalmente, de la liberación realizada en el mes de agosto, en general se observa un alto grado de retención de las partículas durante toda la duración de la simulación. Sin embargo, de igual forma que en los meses anteriores se exhibe dispersión de partículas (Figura 81c).

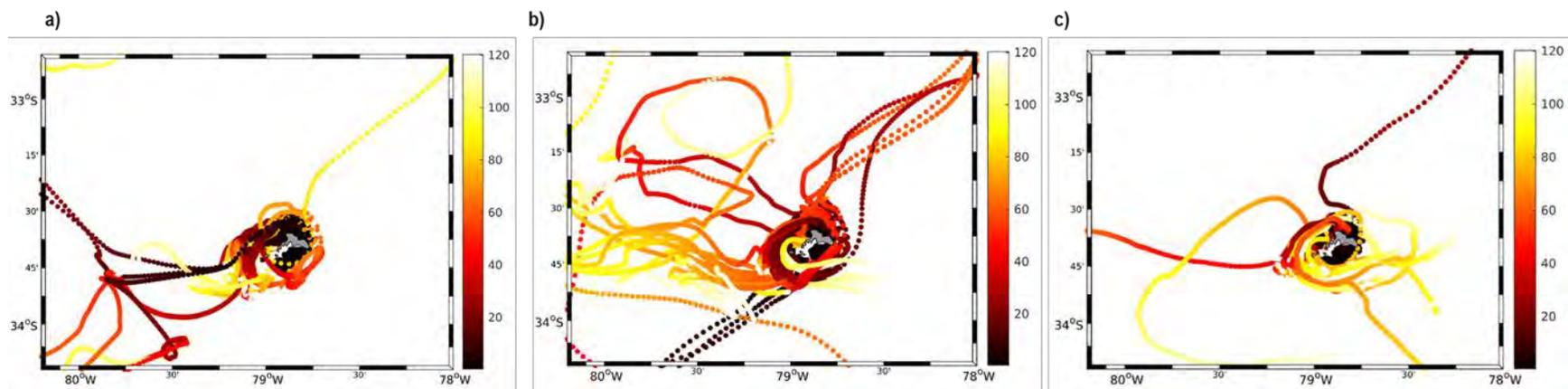


Figura 81 Conectividad media de larvas de *C. sylviae*. a) junio del año 2015 b) julio del año 2015 c) agosto del año 2015. La barra de colores representa la dimensión temporal del seguimiento de las partículas de las simulaciones, en colores oscuros (rojo) se representan los primeros días de seguimiento de partículas, los colores claros(amarillo-blanco) representan los últimos días de seguimiento .

4.5.4 Monitoreo larval prospectivo

Durante la campaña de muestreo estival 2022/2023 se recolectaron 4 muestras de zooneuston. Las malas condiciones meteorológicas y el gran tamaño de la red impidieron obtener muestras en plena primavera. De las muestras obtenidas se observó que en la zona A, (sector norte de la isla RC, Figura 8) la abundancia y la biomasa total del zooneuston superó en dos y un orden de magnitud, respectivamente, a la observada en las otras zonas de la isla (Tabla 37). La abundancia máxima fue de 1147 individuos acumulando una biomasa total de 2386 mg.

Se identificaron un total de 13 taxa zooneustónicos, pertenecientes a 5 fila, predominando en términos de abundancia una especie de hidromedusa identificada tentativamente como *Sarsia* sp o Hidromedusa 1 (Figura 82 a). Su abundancia en la zona A supero en tres órdenes de magnitud a las demás especies (N = 1210 individuos) indicando una importante agregación de este animal perteneciente al plancton gelatinoso. Se encontró evidencia de que esta hidromedusa depreda sobre los huevos de peces que fueron recolectados también en esta campaña (Figura 82 b y c). La otra especie más abundante fue una especie de quetognato (47 individuos) y un copépodo perteneciente al género *Candacia* (37 individuos) (Tabla 38). Se debe destacar la presencia de huevos y larvas de peces en toda el área de estudio, de aspecto similar a los depredados por la hidromedusa (Figura 82 b y c).

Cabe destacar que durante esta temporada estival no se recolectaron larvas de crustáceos de importancia económica como de la langosta *Jasus frontalis*, del cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*), ni de la langosta enana (*Projasus bahamondei*). Tampoco se recolectaron larvas del gasterópodo *Concholepas concholepas* o del erizo *Aspidodiadema microtuberculatum* en la capa superficial de los tres sitios estudiados.

En esta oportunidad se recolectaron 3 larvas de peces pertenecientes al mismo tipo cuya longitud total fue de 2.2 mm. Hasta el presente la morfología larval se caracteriza por presentar una gota oleosa de gran tamaño, un saco vitelino que se extiende por casi 45% de la longitud de la larva y una serie de manchas pigmentarias (13) por sobre la gota oleosa, siendo de mayor diámetro las posteriores (Figura 83). Las tres larvas fueron recolectadas en el extremo norte de la isla (zonas A y B).

Tabla 37

Abundancia y biomasa de la comunidad zooneustónica recolectada en los alrededores de RC-SC durante el verano 2022/2023 expresada en función del tiempo total de arrastre y proyectada a 5 minutos de arrastre horizontal. Esta última proyección es para poder comparar ambas variables con otros estudios sobre el neuston de la costa de Chile desarrollado por LOBA. Trama de la red: 800 μ m.

Zona	Tiempo arrastre horizontal red (minutos)	Abundancia total (indiv.)	Abundancia (indiv. 5 min arrastre horizontal)	Biomasa total (g)	Biomasa total (mg/5 minutos)
A	29	1147	198	285.7	411.33
B	31	70	11	769.7	124.15
C	30	73	12	595.7	99.28
D	30	47	8	223.7	37.28

Tabla 38

Composición de la comunidad zooneustónica y abundancia (Individuos capturados por 30 minutos arrastre de la red) recolectada durante la temporada de verano 2022/2023 en la isla Robinson Crusoe y abundancia total por zona y muestreo. Trama de la red: 800 μ m.

Taxa	Filum	Clase u Orden	A	B	C	D	Sub Total
Hidromedusa 1	Cnidaria	Hidrozoa	1098	9	67	36	1210
Cnidaria Indet	Cnidaria	Desconocida	0	0	0	8	8
<i>Atlanta</i>	Mollusca	Gastropoda	3	1	0	0	4
Clionidae	Mollusca	Gastropoda	2	0	0	0	2
<i>Candacia sp</i>	Artropoda	Copepoda	21	16	0	0	37
<i>Oncaea sp</i>	Artropoda	Copepoda	3	4	0	0	7
Larva Sergetidae	Artropoda	Dendrobranchiata	3	0	0	0	3
Mosca	Artropoda	Insecta	1	0	0	0	1
Araña	Artropoda	Chelicerata	1	0	0	0	1
Sagitta	Chaetognata	-	13	33	1	0	47
Huevo Pez	Chordata	Piscis	1	4	2	3	10
Alevín Pez 1	Chordata	Piscis	1	2	0	0	3
Agregacion huevos en gelatina	-	-	0	1	3	0	4
Total por zona			1147	70	73	47	1337

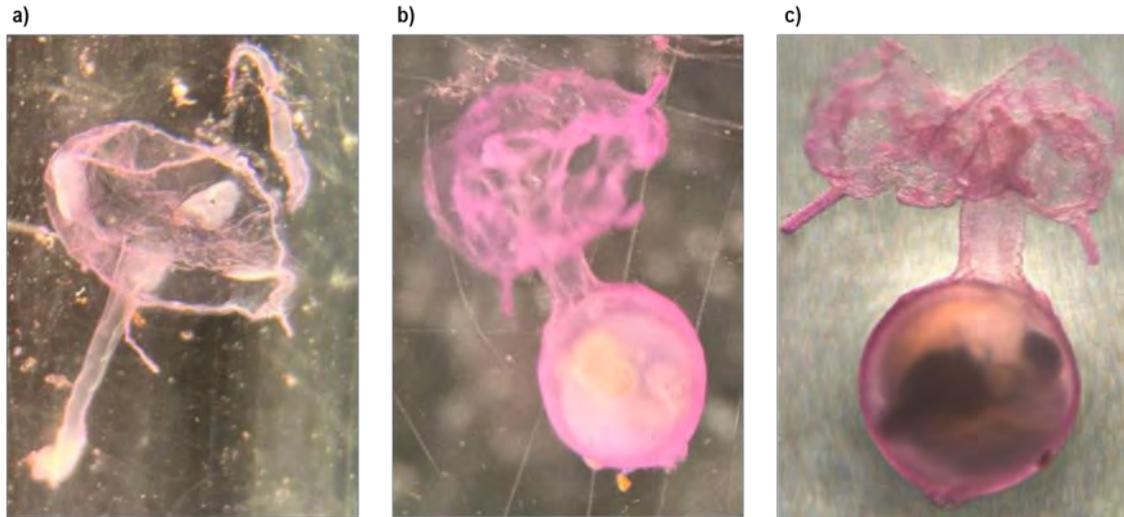


Figura 82 Morfología de la especie zooneustónica más abundante durante el muestreo estival 2022/2023 en la isla Juan Fernández: a) aspecto general de la hidromedusa que parece pertenecer al género *Sarsia*, b) y c) la misma hidromedusa consumiendo huevo de una especie desconocida de pez. Se caracteriza por presentar un largo y musculoso manubrio. El diámetro de la umbrela de la medusa es de 20 mm. El huevo tiene un diámetro de 1 mm.



Figura 83 Vista lateral de un alevín de pez de la isla Juan Fernández recolectado en la capa neustónica durante la campaña estival 2022/2023. Longitud total: 2.2 mm.

5 DISCUSIÓN

Durante el periodo reportado, si bien no había cesado del todo las medidas derivadas de la pandemia y los rebrotes del virus en China que pudieron afectar la demanda de langostas, las actividades pesqueras se desarrollan con normalidad. Los efectos de las medidas sanitarias han repercutido en la logística de viajes al archipiélago principalmente y entre las islas para el arribo de los muestreadores científicos.

5.1 Programa de monitoreo

El grado de cobertura de las salidas de pesca a través de las bitácoras llenadas voluntariamente por los pescadores varía según los incentivos y compromisos que estos tengan. En RC-SC la cobertura ha variado desde que se inició el programa mientras que el compromiso de toda la comunidad de pescadores se ha fortalecido a medida que se ha ido entendiendo su importancia en las distintas instancias de diálogo. El período de pandemia ralentizó la actividad del comité de manejo y las posibilidades de interacción del programa con la comunidad. De esta forma, durante la temporada 2022/23 disminuyó la participación de los pescadores en el programa de bitácoras respecto de otros años. Sin embargo, se logró un buen apoyo de los pescadores que participan en ID, manteniendo el monitoreo pesquero durante su estadía en islas Desventuradas. Por otra parte, AS mantiene el desafío de la reactivación de la participación de los pescadores para volver a contar con un alto porcentaje de registros el que ha sido efectivo hasta la fecha en que se reporta este informe.

En relación con la ejecución del programa con los muestreadores científicos, este ha funcionado sin problemas. El desplazamiento de los investigadores se planifica con anticipación para evitar grandes retrasos, contar con el consentimiento de los pescadores en el caso de ID y de CONAF en AS. Se actuó de la misma forma para cubrir el comienzo de la temporada 2022/23, la dificultad fue dada para el arribo a AS dado que el muestreador se contagió de Covid por lo que tuvo que retrasar su viaje, cumpliendo con los requerimientos sanitarios de cuarentena obligatoria. En el caso de ID, el viaje dependió de la capacidad de tripulación de la embarcación, por lo que recién en enero de 2023 se comenzó a contar con un muestreador científico establecido en la isla San Ambrosio. En el caso del muestreo de peces y cangrejo, el embarque de los muestreadores en la pesquería de cangrejo presenta complicaciones ya que un menor número de embarcaciones se dedican a la actividad, sin embargo, se alcanza una mayor cobertura de las salidas mensuales dado que estas son pocas. La dinámica de las actividades de explotación de recursos marinos en el archipiélago cambia bastante durante la veda de la langosta, pese a ello, los muestreadores continúan desarrollando sus tareas para cumplir con los objetivos de cobertura de salidas de pesca.

5.2 Indicadores pesqueros

Los programas de bitácoras de pesca que se han implementado desde el año 2006 en adelante en el archipiélago Juan Fernández han permitido describir cambios intra e interanuales, en las tasas de captura para langostas retenidas y no retenidas de AS y RC-SC (Ernst *et al.*, 2010a; 2013), algo impensado en la década de los 1980s y 1990s, donde se recopilaba información generalmente en frecuencia decadal. Esto ha generado un gran cambio en el volumen de la información disponible

para el desarrollo de una evaluación de stock y para el manejo. En recursos bentónicos como langostas la inferencia respecto de la dinámica poblacional del recurso NO se apoya en evaluaciones directas, sino en indicadores generados directamente del proceso de pesca (CPUE, estructuras de tallas, capturas, etc.), dado la inviabilidad de obtener datos independientes por restricciones operacionales. Debido a las restricciones espaciales que impone el sistema de marcas a usuarios y vecinos (Ernst *et al.*, 2013; Steneck *et al.*, 2017), no se producirían procesos negativos como depleción secuencial e hiper estabilidad en los indicadores, situaciones que comprometen negativamente la calidad de los indicadores.

Los rendimientos de langostas no retenidas mostraron entre las temporadas 2010 y la temporada 2021/22 una fuerte tendencia negativa en los rendimientos de pesca, sin embargo, se observó un aumento importante en la segunda parte de las temporadas 2018/19 y 2019/20, situación que rompe con la disminución sistemática (Figura 14 y Figura 20). En el caso del subsistema AS, las tasas de captura promedio por temporada habían disminuido desde 26 langostas por trampa levantada (2010) hasta 13 (2018), representando una disminución del 50%, mientras que el comportamiento durante la temporada siguiente alcanza niveles altos históricos, disminuye nuevamente desde la temporada 2019/20 a 2021/22. En RC-SC estos cambios han sido aún más pronunciados pasando de 12 langostas no retenidas por trampa a 4, reflejando una disminución del 66% que se revirtió en la temporada 2018/19, pero disminuye nuevamente a comienzos de la temporada 2019/20 y aumenta fuertemente hacia fines de temporada, repitiéndose el patrón de disminución en las últimas dos temporadas. Si bien las tasas de cambio no son las mismas en cada serie, en ambos subsistemas se aprecia una clara y sistemática tendencia a la baja en las tasas de captura de langostas que representan el reclutamiento hacia la pesquería.

Los resultados de la CPUE estandarizada utilizando un modelo más adecuado (*zero inflated*), confirman la fuerte y sistemática disminución en las tasas de captura de langostas no retenidas entre las temporadas 2008/09 y 2017/18 y un alza parcial durante la temporada 2018/19. Si bien en la presente temporada (2022/23) se apreció un alza, aún se mantiene en niveles muy por debajo de los reportados para comienzos de la década de 2010. En el caso del subsistema AS, se aprecia una disminución en las tasas de captura de langostas no retenidas para la presente temporada, respecto de la anterior.

En el subsistema ID los rendimientos de langostas no comerciales alcanzaron los valores más altos observados desde la temporada 2011/12, con cifras en torno a 7 langostas retenidas por trampa levantada durante la temporada 2019/20, esta alza se puede interpretar por la ausencia de pesca durante la temporada 2018/19. La temporada 2021/22 presenta un alza en langostas retenidas respecto a la temporada anterior, sin sobrepasar el máximo histórico de 2019/20. En relación con las langostas no retenidas, la temporada 2021/22 marca el máximo de la serie, alcanzando más de 36 langostas por trampa.

En la actualidad, esta fuerte baja en las tasas de captura de langostas no retenidas en ambos subsistemas se interpreta como una clara reducción en el reclutamiento ya sea por efectos ambientales, procesos post-asentamiento o una disminución en el stock desovante. Los resultados obtenidos durante el año 2018 (Ernst *et al.*, 2019) permitieron concluir que no ha existido una modificación sistemática en la separación de las varillas que constituyen las paredes de las trampas langosteras, ni ha aumentado el número de trampas con anillos de escape (solo un bajo porcentaje

de la flota los utiliza), de tal forma que los cambios en la CPUE no retenida NO podría deberse a un cambio operacional en los aparejos. Esta baja en las tasas de captura en ambos subsistemas debiera generar niveles bajos de tasas de captura para langostas retenidas por la siguiente década. Tanto en AS como RCSC se aprecia en los últimos 5 años una disminución sistemática de las tasas de captura de langostas retenidas. Esto es algo que debe ser abordado en el seno del comité de manejo para discutir sobre posibles acciones a tomar.

La disminución en la presencia de hembras de langostas en las capturas durante los primeros meses de la temporada de pesca respecto de la serie de tiempo de RC-SC podría indicar un cambio conductual en los desplazamientos y distribución estacional (Román *et al.*, 2018). Si este cambio no fue adecuadamente detectado por los pescadores durante los primeros meses de pesca, explicaría los bajos rendimientos de comienzos de temporada. En la segunda parte de la temporada suele marcarse una fuerte presencia de hembras en las capturas, situación esperable por la muda de verano de los machos y que se vio reflejada en los registros obtenidos entre diciembre de 2022 y marzo de 2023.

Debido a que no existe una normativa de talla mínima en la extracción de cangrejo dorado, la interpretación de tasas de captura retenida se hace más compleja que para langosta. Si bien existe una talla comercial acordada (130 mm), esta no representa una medida consistente de talla mínima y existiría una diferencia en tamaño entre los ejemplares que van a puerto para ser comercializados y los de consumo personal que estaría disminuyendo la talla de retención (*conv. pers.* Julio Chamorro Solis). La captura de cangrejo sigue estando constituida en mayor proporción por machos y la talla de la captura total alcanza en el último tiempo, valores muy similares a la talla media de la captura retenida. De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente proyecto el nivel de esfuerzo y los volúmenes de captura se mantienen bajos para este recurso.

De las series de tiempo de CPUE de langosta no retenida por trampa (Figura 84) vemos una disminución sistemática tanto en RC-SC como AS en los últimos 10 años (siendo más marcado en RC-SC). Tratándose esta pesquería de una por reclutamiento, donde la captura se basa fuertemente en el contingente que entra desde la talla <115 al *pool* de talla comercial, la proporción de langostas "más viejas" debiera ir aumentando en la captura retenida en ausencia de un mayor volumen de langosta recién reclutadas. Por otra parte, la serie de tiempo de talla media de langostas retenidas ha ido aumentando, lenta pero paulatinamente en esa misma década. Esto se explicaría a través de la disminución sistemática de langostas más jóvenes en la captura retenida respecto del contingente más viejo, el cual va creciendo temporada a temporada.

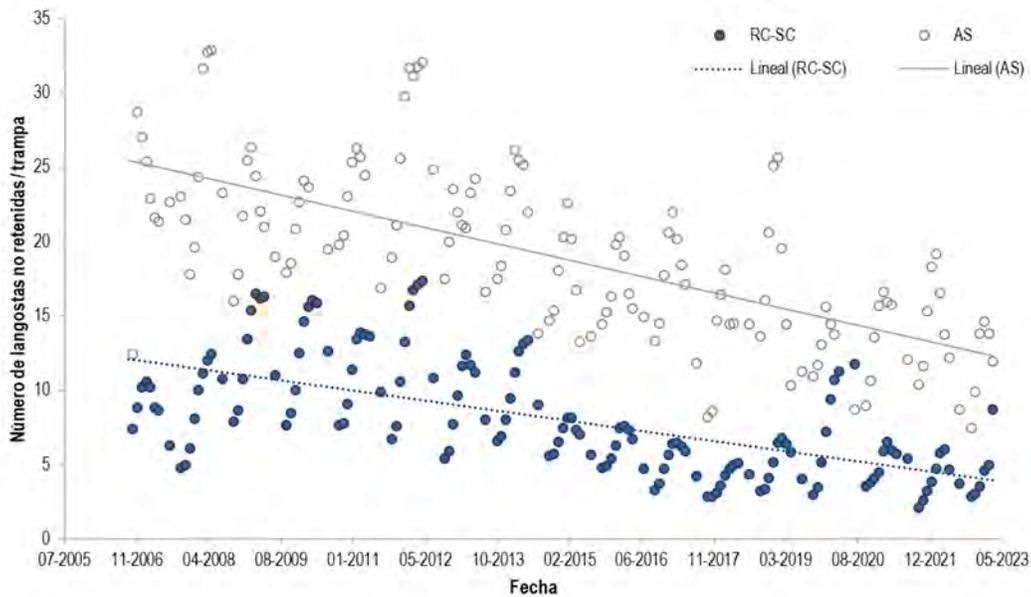


Figura 84 Tasas de captura de langostas no retenidas para los subsistemas RC-SC y AS entre las temporadas 2010/11 a marzo 2022/23, por mes. Las líneas discontinuas corresponden a la tendencia de cada serie.

5.3 Indicadores biológicos

Como ha sido reportado anteriormente, el patrón de portación de langosta de Juan Fernández es conservativo, inicia la temporada con un alto porcentaje de hembras portando y va decreciendo con el avance de la temporada (Arana *et al.*, 2006a; Ernst *et al.*, 2013b; Ernst *et al.*, 2015). Este comportamiento se marca mucho más en RC-SC ya que, en AS, aunque el decrecimiento en la proporción de portación es progresivo, las capturas durante la temporada dejan entrever un nuevo aumento hacia el final de la temporada, asociado a hembras de mayor tamaño que comienzan a portar huevos nuevamente. Si se considera que las hembras empezarán la muda entre abril hasta mediados de junio (Dupré & Guisado, 1996) y que existe una baja presencia de hembras mayores portando dentro de la temporada, cabe esperar que éstas estén portando antes del inicio de la temporada de pesca. El subsistema AS ha estado mostrando en las últimas temporadas altas proporciones de hembras respecto de machos

La situación para la pesquería de cangrejo dorado también es conservativa. Las capturas siguen siendo sostenidas por machos. El particular dominio de machos en la pesquería es también común en otras especies de gerionidos puesto que se caracterizan por la segregación de los sexos en relación con la profundidad, variando durante el ciclo anual debido a las zonas de copulación y desove (Pinho *et al.*, 2001; Gutiérrez *et al.*, 2011). Reconociendo que a menor profundidad es mayor la probabilidad de encontrar hembras (Ahumada & Arana, 2009) (las que por tamaño no son rentables), los pescadores tienden a evitar dichos lugares, pues disminuyen sus rendimientos y movidos por fines de conservación de la especie.

El seguimiento de los indicadores biológicos de las pesquerías es información importante para evaluar si las medidas administrativas implementadas cumplen con los objetivos propuestos, como la protección del potencial reproductivo de hembras. La distribución de tallas de los ejemplares capturados da cuenta de la estructura de tallas de la población de crustáceos vulnerable, aportando al análisis del estado de la población. Adicionalmente, el agregar especies ícticas al monitoreo es un gran avance hacia el levantamiento de información para conocer el estado de otras poblaciones del ecosistema de Juan Fernández. La base de datos continua que se ha venido gestando en los últimos 17 años respecto de tasas de captura y desde 2011, respecto de información biológica, es un insumo importante para evaluaciones de stock de cada subsistema. De esta forma el comité de manejo y/o actores interesados se podrán nutrir en su gestión directamente sobre los indicadores o a través de los resultados de la modelación.

La distribución espacial de los lances brequeros no es homogénea sobre la plataforma (Figura 31 B), sino que, en forma de conglomerados, probablemente siguiendo la heterogénea distribución de los fondos duros en el lecho marino (Ernst *et al.*, 2013, Roman *et al.*, 2018). Según lo postulado por Tapia *et al.* (en revisión) existe una fuerte asociación entre los ensambles ícticos multispecíficos de la plataforma insular del subsistema RC-SC y los arrecifes rocosos del fondo marino.

Durante la ejecución de este proyecto se desarrolló una actividad experimental para determinar el impacto del tamaño de los anzuelos utilizados en los espineles brequeros (no. 6 - 9). A partir de los datos experimentales generados en este proyecto se identificó que la mediana de la longitud de horquilla (LH) fue de 31 cm con anzuelos no. 7 y 9. Según describe Patterson *et al.* (2012) el tamaño del anzuelo influiría significativamente en la cantidad capturada de un recurso, así como en el tamaño de los ejemplares. Nuestros resultados sugieren que las tallas medias de breca capturadas con anzuelos no. 6 y 8 difiere en forma significativa respecto de lo capturado con el anzuelo 9 (Tabla 22). El anzuelo no.6 se utiliza generalmente cuando la intencionalidad cambia hacia la vidriola, recurso de mayor tamaño, justificándose el aumento de la talla media identificada para la breca en nuestro estudio experimental. Sin embargo, el aumento de talla identificado para el anzuelo no. 8 pudo probablemente ser consecuencia de otra covariable no cuantificada (o por interacción con otras covariable/s) y a tamaños de muestra muy bajo en comparación a las capturas obtenidas desde los anzuelos 7 y 9. Dado los resultados estadísticos y el elevado tamaño de muestra obtenido con el uso de anzuelos 7, 8 y 9 se sugiere ausencia de diferencias significativas en la talla media de breca capturadas con estos anzuelos.

En un estudio de selectividad desarrollado por Balasubramanian *et al.* (2016), concluyeron que el tamaño del pez capturado aumenta en función del incremento en el tamaño del anzuelo, sin embargo, en nuestro estudio no se observó un cambio gradual en la talla mediana de breca capturadas en función del tamaño del anzuelo, excepto con el anzuelo más grande (anzuelo 6). Otras de las relaciones que podrían influir en el tamaño de anzuelo utilizado es el tamaño (apertura) del anzuelo y el área de la boca del pez (Melo *et al.*, 2004). En esta investigación se tomaron las medidas morfométricas de los cuatro tamaños de anzuelo, evidenciando que las dimensiones no son proporcionales entre ellas. Por ejemplo, el largo y garganta del anzuelo de tamaño 6 corresponde a la medida más grande entre la nomenclatura de anzuelos tipo J utilizados.

Este trabajo experimental ha proporcionado una señal estable sobre la condición biológica y pesquera de la breca, e indirectamente una señal precautoria para otras especies ícticas, ya que

indicadores como la proporción de breca capturada se constituyó a partir de otras especies cuya presencia en la captura incrementó con el anzuelo no. 6 y cuando mayor fue el tiempo de calado (Valeria-Macaya, 2023). De este modo orientar la captura hacia la elaboración de espineles con anzuelos no. 7, 8 y 9 y con menor tiempo de calado reduciría la presencia de fauna acompañante íctica si la captura objetivo fuera absolutamente breca. La tasa de captura de la breca y su talla mediana no experimentaron cambios significativos en una escala interanual, por ejemplo, desde la implementación del monitoreo de las especies ícticas asociadas a la pesquería de crustáceos -año 2011- no se han observado cambios que sugieran un mal pronóstico para el recurso íctico central de la pesquería basado en la CPUE y talla mediana. Incluso, se han observado tasas de captura para los años 2021 y 2022 mayores que el 2012. Algo similar ocurre con la talla mediana, donde una anomalía negativa fue observada el año 2019 (mediana 32 cm LH), pero que ha repuntado desde el año 2020 a la fecha (2023). Conclusiones muy similares sugiere Aguilar (2022), quien no halló evidencia de sobreexplotación del recurso breca en el subsistema RC-SC. Aunque sí se han observado cambios en la tasa de captura, también se ha mantenido el mismo rango durante el periodo 2012-2022

Entre las dificultades experimentales que podrían influir el resultado de este trabajo podemos identificar la ausencia de experimentos balanceados por número de anzuelo, zona y estrato de profundidad, además de ausencia de proporcionalidad en las características de los anzuelos (medidas del largo, garganta y abertura) y en el tamaño de la carnada utilizada. Se sugiere para futuros estudios que caractericen la composición de la captura íctica mediante el uso de espinel vertical, considerar el factor del tamaño de la carnada que seguramente podría ser más relevante dado la pequeña variación en el tamaño de los anzuelos 7, 8 y 9.

5.4 Fauna acompañante y captura incidental (aves, mamíferos y reptiles)

A partir de la información del registro de fauna acompañante en la pesquería de la langosta implementado desde la temporada 2012-13, y la consolidación del registro de pesca incidental y especies ETP desde el 2016 -incluso en la pesquería íctica- se ha permitido contar con información relevante para la observación y seguimiento de la comunidad biológica. En la pesquería de crustáceos donde las trampas encarnadas son dispuestas en el suelo marino y alrededor de arrecifes, no se cuenta con la ocurrencia de especies ETP; como aves, mamíferos marinos y reptiles, pero sí de diversas especies bentónicas (FA) y en bajas abundancias para los diferentes subsistemas. La ocurrencia de especies como estrellas de mar, caracoles, pulpos, otros crustáceos e incluso peces es clasificada como rara. No ha sido reportada la presencia de grupos taxonómicos como los equinodermos en el subsistema ID, y en AS fue el segundo grupo más importante después de los crustáceos. En RC-SC la presencia y abundancia de equinodermos en las trampas fue altísima llegando a constituir el 96% de la FA, especialmente representada por erizos (*Centrostephanus silviae*).

El aumento de blanqueamiento de los sustratos rocosos alrededor de las islas RC-SC podría estar directamente correlacionado con el aumento en la abundancia de invertebrados móviles, y especialmente con el crecimiento poblacional del erizo de espina larga. Ernst *et al.*, (2020) indican que el aumento explosivo de la población de erizos ha tomado especial atención en los diferentes

actores de la pesquería, ya que ha sido sustancialmente notorio el aumento como fauna acompañante en las trampas de langostas, llegando incluso a constituir un 85% en las islas RC-SC y presentando una importante distribución alrededor de las islas. Hallazgos a partir de modelos ecosistémicos empleados en la dorsal de Juan Fernández (modelo Atlantis), sugieren que la alta tasa de explotación histórica a la que fueron sometidas las langostas más grandes pudo conducir al crecimiento poblacional de erizos (Porobic *et al.*, 2019). De esta forma, langostas adultas se reportan como especies claves en el control del crecimiento de abundancia poblacional de erizos mediante un mecanismo de control tipo *top-down* (Lings *et al.*, 2009). En otros ecosistemas se detectó que el control que establecen las langostas sobre los erizos detiene el efecto de sobrepastoreo en macroalgas, y con ello, disminuyen las probabilidades del blanqueamiento del sustrato rocoso evitando cambios extremos en la estructura del ecosistema (Lings *et al.*, 2009). Entre los diferentes roles que proporcionan los bosques de macroalgas o kelps, uno clave está vinculado con su estructura, dado por un espacio heterogéneo de alimentación, de refugio, y de reclutamiento para las especies. Así mismo, lo plantean Hinojosa *et al.*, (2015), quienes documentaron que los bosques submarinos de Tasmania son esenciales para el asentamiento y supervivencia de tempranos estadios de la langosta congénica *Jasus edwardsii*, ya que estos espacios marinos proveen sitios de alimentación, refugio, y de reclutamiento para esta especie de gran interés comercial. Aunque el aumento de erizos no es suficiente para causar importantes efectos sobre otros grupos, de momento Porobic *et al.*, (2019), recomiendan precaución ante una presión adicional que conduzca al ecosistema del Archipiélago Juan Fernández hacia un cambio de régimen. Esta situación de posible desbalance en la que se encontraría el ecosistema, sin duda, sugiere tomar decisiones precautorias basadas en la conservación, entendiéndolo a su vez la importancia de conducir la sustentabilidad como un sistema socio-ecológico.

En la pesquería de peces, por otro lado, la situación es multiespecífica y las especies capturadas son empleadas en su mayoría como carnada. Sin embargo, se ha detectado aumentos inter-anales de la fauna acompañante, desde la implementación de su registro -el año 2016-, cuando el objetivo de captura declarado ha sido la breca, observándose una disminución en la proporción de breca capturada por cada lance. A escala intra-anual, a lo largo que avanza temporada de pesca de la langosta, se pueden observar cambios en la proporción de breca capturada, disminuyendo la proporción y por tal aumentando la presencia de otras especies ícticas. A partir de resultados experimentales, también se pudo detectar que a fin de evitar alta interacción con especies que no sean la especie objetivo, en este caso particular la breca, se sugiere trabajar con espineles que no incorporen el anzuelo no. 6, el cual es empleado cuando se pretende capturar vidriola o brechas más grandes durante la temporada de veda de la langosta, también sugiere, que el tiempo de calado no supere los 20 minutos (Valeria-Macaya, 2023). En cuanto a las especies ETP solo se capturó dos albatros en RC-SC durante una salida de pesca donde hubo 8 lances con espinel vertical. Estos registros indican los escasos casos de captura incidental dado la cantidad de espineles registrados por los muestreadores abordaje de las embarcaciones (1604 espineles entre enero de 2022 y marzo de 2023), los que son aún menores considerando que son solo una muestra de la actividad completa de la flota, donde por cierto otros aparejos de pesca también son utilizados sin registrar interacciones (líneas de mano, curricán, espinel horizontal, trampa anguillera). Se puede considerar que el impacto de esta pesquería sobre otras especies es mucho menor que en pesquerías de mayor escala donde, por ejemplo, se utilizan palangres cuyos anzuelos encarnados permanecen tiempo suficiente en la parte somera de la columna de agua permitiendo la interacción con otras especies.

5.5 Indicadores ambientales

Los indicadores ambientales alrededor de las islas mostraron una clara estratificación térmica durante el período analizado. Se identificaron dos períodos de intensificación de esta estratificación: uno que abarcó desde marzo hasta junio de 2022, y otro desde finales de diciembre de 2022 hasta principios de mayo de 2023. En relación a los indicadores ambientales del hábitat de la langosta, se observó que la temperatura se mantuvo en un intervalo de 13° a 14°C la mayor parte del tiempo. Sin embargo, se registraron intrusiones de agua más fría, con temperaturas inferiores a 13°C, en cuatro períodos específicos: enero, abril y junio de 2022, y durante finales de enero a mayo de 2023. En cuanto a la salinidad, se observó un comportamiento altamente homogéneo durante los meses de enero y febrero de 2022, así como durante septiembre a noviembre de 2022. Durante estos períodos, los valores de salinidad se mantuvieron cercanos a 34 PSU. La intrusión de agua menos salina, que es consistente con aguas de menor concentración de oxígeno, en profundidades cercanas a los 80 m, parece provenir de la intrusión de capas más profundas de agua. Este comportamiento podría explicarse mediante un transporte de agua desde el fondo hacia capas intermedias, lo cual explicaría las menores temperaturas, concentraciones de oxígeno y salinidad observadas en los períodos mencionados anteriormente (enero, abril, junio 2022 y finales de enero a mayo de 2023). Por otro lado, se pudo observar que alrededor de la ubicación RC, una parte de los datos recopilados por el anclaje mostró características de temperatura y salinidad correspondientes al Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS). Sin embargo, las concentraciones de oxígeno en esta área fueron considerablemente más altas de lo esperado para esta masa de agua, ya que normalmente se espera que sean inferiores a 2 mg/l. Además, es importante destacar que las profundidades típicas donde se encuentra esta masa de agua son generalmente superiores a los 200 metros. Sin embargo, en este caso, la presencia de características de AESS en profundidades menos profundas podría indicar una posible mezcla entre el agua superficial presente en la región y el AESS. Estos hallazgos son interesantes y sugieren la existencia de procesos de mezcla e intercambio de aguas en la zona alrededor de RC. La presencia de características del AESS a profundidades menos típicas y concentraciones de oxígeno más altas puede indicar la influencia de factores locales, como corrientes o procesos de mezcla vertical o el efecto remoto de procesos oceanográficos costeros.

Las señales ambientales identificadas en las estaciones de CTD mostraron en promedio una baja variabilidad a lo largo de la columna de agua, entre los primeros cuatro meses analizados, variando la salinidad entre 34.1 y 34.3 PSU aproximadamente entre julio y octubre. De la misma manera, la temperatura presentó una baja variabilidad en estos meses, mostrando que la diferencia entre el máximo y mínimo de temperatura registrado en todas las estaciones para cada mes entre julio-octubre fue muy baja (menor a 1°C). Además, durante estos meses (julio-octubre), se observó una alta oxigenación de la columna de agua, con valores que oscilaron entre 8.5 y 9.5 mg/L. Esto indica una buena disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua durante estos meses, lo cual es esencial para el mantenimiento de la vida acuática. Sin embargo, se observó un patrón de comportamiento distinto para los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. Durante este período, se registró un aumento considerable en la temperatura superficial del mar, lo que concuerda con el arribo del verano austral, llegando a valores de hasta 20°C durante febrero del 2023. Es común que durante el verano se produzcan aumentos en la temperatura del agua debido a la mayor radiación solar y a condiciones atmosféricas propias de la estación.

Este aumento de la temperatura superficial del mar también se vio reflejado en toda la columna de agua, ya que se registraron temperaturas de hasta 20°C incluso a 40 metros de profundidad en febrero. Esto indica una mayor penetración del calor en el agua, lo cual puede tener implicaciones en la distribución y comportamiento de los organismos marinos, así como en los procesos biogeoquímicos del ecosistema acuático. Además, es importante destacar que se observaron fluctuaciones significativas en la temperatura entre los valores máximos y mínimos registrados en las estaciones cercanas a la isla. Durante los meses de diciembre, enero y febrero, estas diferencias alcanzaron hasta 4°C.

En relación a la salinidad promedio, no se observaron cambios bruscos durante los meses de noviembre, diciembre y enero en comparación con los demás meses analizados. Sin embargo, en febrero del 2023, se registró un aumento en la salinidad entre las profundidades de 20 y 50 metros, alcanzando valores de hasta 34.6 PSU. Febrero fue el mes en el que la columna de agua presentó, en promedio, mayor salinidad. Por otro lado, durante el mes de mayo se observó una disminución en la temperatura superficial del mar en comparación con los valores registrados durante el verano austral, alcanzando valores cercanos a los 18°C en la superficie. En cuanto a la salinidad superficial, no hubo cambios significativos en comparación con lo registrado en febrero, manteniéndose cerca de los 34.3 PSU, la cual se mantuvo constante hasta los 60 m de profundidad.

En el oxígeno disuelto, se observó que, de los nueve meses analizados, mayo fue el mes en el cual la concentración de oxígeno fue menor al resto, alcanzando un valor promedio superficial de 8.3 mg/L. **Estas "bajas" concentraciones de oxígeno se vieron reflejadas hasta los 80 m y las diferencias** entre los valores máximos y mínimos de oxígeno registrados por las estaciones fue mínima en los primeros 60 m. Por otro lado, las mayores diferencias entre los valores máximos y mínimos de oxígeno medidos en las estaciones alrededor de la isla ocurrieron en los meses de diciembre y febrero, alcanzando diferencias de hasta 1.11 mg/L a 37 m y de 1.52 mg/L a los 55 m, respectivamente. Las altas diferencias alcanzadas entre los máximos y mínimos registrados en las estaciones alrededor de la isla sugieren una alta variabilidad espacial de esta variable alrededor de la isla, durante estos meses.

En diciembre se observaron las mayores diferencias en temperatura, salinidad y concentración de oxígeno en los primeros 40 metros de profundidad. Esto implica que ocurre una variación significativa en estas tres variables en la capa superior del agua. Por otro lado, durante febrero, las mayores diferencias en temperatura, salinidad y concentración de oxígeno se encontraron por debajo de los 40 metros de profundidad, mientras que por encima de esta profundidad las diferencias fueron mínimas. Esto sugiere que las variaciones más marcadas en estas variables se encontraban en las capas más profundas del agua durante febrero. Como resultado, durante febrero, se observó que en los primeros 40 metros de profundidad alrededor de la isla, el agua fue más cálida, con una temperatura de aproximadamente 20°C. Además, la salinidad fue más alta, con un promedio de alrededor de 34.5 PSU. También se registró una "baja" concentración de oxígeno disuelto, con un promedio de aproximadamente 8.35 mg/L. Durante el mes de enero se observaron variaciones significativas en temperatura, salinidad y concentración de oxígeno en todas las profundidades analizadas.

Estas variaciones observadas en los meses mencionados anteriormente son apreciables en la Figura 68, donde se observa que durante el verano (promedio de diciembre, enero y febrero), en las tres variables analizadas se observa una mayor variabilidad espacial en los grupos a diferencia del invierno, la primavera y el otoño, donde si bien se observó una variabilidad espacial, ésta no fue tan notoria como en el verano.

En la Figura 73 se observa una variación en la concentración de oxígeno disuelto superficial a lo largo de las estaciones del año. Durante la primavera, las concentraciones de oxígeno disuelto fueron mayores en comparación con el invierno, el verano y el otoño, alcanzando un promedio de 9.2 mg/L para todos los grupos. En contraste, en otoño se registraron las concentraciones más bajas de oxígeno disuelto superficial, con un promedio de aproximadamente 8.3 mg/L para todos los grupos. Estas variaciones pueden estar relacionadas con diferentes factores. Durante la primavera, es posible que haya ocurrido un aumento en la producción primaria (por ejemplo, la fotosíntesis) y una mayor disponibilidad de luz solar, lo que lleva a una mayor producción de oxígeno y, por lo tanto, a una mayor concentración de oxígeno disuelto en el agua.

En cuanto a la temperatura y la salinidad, se encontró que los valores más altos de estas variables en la superficie del mar se registraron durante el verano, con una temperatura promedio de 19 °C y una salinidad promedio de 34.4 PSU. Por el contrario, los valores más bajos se encontraron durante el invierno, con una temperatura promedio de 14°C y una salinidad promedio de 34.1 PSU. Estas variaciones pueden estar relacionadas con los cambios estacionales en la radiación solar, los patrones de viento y las corrientes marinas. Durante el verano, la mayor radiación solar y la menor mezcla de aguas pueden contribuir a un aumento de la temperatura y una mayor evaporación, lo que a su vez puede resultar en una mayor salinidad superficial.

La obtención de indicadores ambientales, como la concentración de oxígeno disuelto, la temperatura y la salinidad, es fundamental para caracterizar y comprender la variabilidad en la columna de agua. Estos indicadores pueden proporcionar información importante sobre las condiciones físicas y químicas del ambiente marino, y su conexión con los indicadores biológicos y pesqueros es relevante para comprender los ecosistemas y los recursos pesqueros en la zona estudiada.

En general, el sistema exhibe un patrón de circulación antihorario alrededor de las islas en las estaciones de otoño y primavera, además de ello, existe una predominancia de circulación meridional hacia el norte entre los sistemas de estudio (RC-SC, AS e ID), por lo tanto, existe una conectividad entre las zonas de estudio, pero es baja. Los campos de velocidad meridional y zonal alrededor de las islas promueven que en RC-SC se genere una recirculación de propágulos generando una retención total en RC-SC que alcanzó 0.08%, 2.91% y 0.5% los años 2013, 2015 y 2018 respectivamente, sin embargo, para los tres años de estudio más del 95% de las partículas fueron advectadas fuera de las zonas de estudios, dejando en evidencia el alto grado de dispersión en el sistema. Dentro del subsistema de RC-SC, las zonas más habituales de llegada de partículas fueron las zonas RC_A, RC_B, RC_C, RC_D y RC_F siendo la zona RC_D (región sudeste de la isla) la principal fuente de partículas.

A la luz de los resultados, cabe destacar que existe en este sistema oceánico una alta dispersión y advección de las partículas fuera del sistema AJF e ID. Sin embargo, aunque los niveles de retención observados no son altos, existe un mecanismo de circulación y retención en la isla casi todo el año

suficiente para permitir el potencial asentamiento de larvas alrededor de casi todo el sistema. De acuerdo con las simulaciones, la zona RC_D es una zona fuente que potencialmente podría estar permitiendo la expansión de propágulos con asentamientos a los 120 días (como es el supuesto para esta especie). Es necesario, para robustecer los análisis, realizar una simulación de alta resolución del modelo hidrodinámico para mejorar la definición de la configuración de la isla Robinson Crusoe y la circulación alrededor de Santa Clara (que se omite en este modelo). Además de lo anterior, es necesario estudiar más a fondo la biología de *Centrostephanus sylviae* como el tiempo de residencia en el plancton, periodo de asentamiento en el sustrato, rangos de tolerancia fisiológicos a distintas variables ambientales, sensibilidades a propiedades ambientales, capacidad y tipo de migración vertical/ontogenética, regímenes y capacidad natatoria y preferencia de distribución en profundidad. preferencia de zonas de profundidad.

5.6 Prospección zooneustónica

La comunidad zooneustónica recolectada en la isla Juan Fernández durante el período estival 2022/2023 muestra una baja abundancia, biomasa y riqueza de especies al ser comparada con información recolectadas en los cruceros Cimar 16 (2010), Cimar 18 (2012), Cimar 20 (2024) y Cimar 25 (2019) en la zona estuarina de fiordos y canales australes de Chile (Cañete et al., 2016; Cañete et al., 2019, Cañete et al, 2020). De modo similar, se observa que la biodiversidad, abundancia y biomasa zooneustónica registrada durante el crucero Cimar 26

Islas Oceánicas efectuado bajo condiciones invernales 2022 en un transecto extendido entre Caldera y la isla de Rapa Nui muestra niveles superiores a los registrados en la presente campaña **de muestreo. La razón parece estar en el uso de una red de trama más fina (43 µm) versus una red de trama más amplia utilizada en la presente campaña (800 µm). El motivo del uso de una red con mayor abertura es que originalmente la investigación se proyectó para verificar las zonas de agregación de puerulus y filosomas de la langosta y estadios larvales de otros crustáceos de la isla Juan Fernández como huevos y larvas de peces, que superan en tamaño un milímetro.**

Recomendaciones

1. Se sugiere en futuros muestreos hacer colecta de neuston en estaciones más costeras frente a cada una de las estaciones más oceánicas ya establecidas previamente. Es probable que exista una mayor concentración de zooneuston en sectores como Tierras Blancas, El Palillo, bahía Cumberland etc. Se ha observado en huevos y larvas de peces en los alrededores de la isla Juan Fernández que existe una utilización diferencial de las aguas adyacentes a las islas por parte de especies de peces insulares y oceánicos. Mientras las larvas de especies insulares, principalmente blénidos y lábridos, presentaron un fuerte gradiente costa-océano, concentrándose en la zona costera, las larvas de peces oceánicos, dominados por *Hygophum bruuni*, *Diogenichthys atlanticus*, *Lampanyctus pusillus* (Myctophidae) y *Cyclothone* spp. (Gonostomatidae), se distribuyeron homogéneamente alrededor de las islas, sin diferencias significativas en ambas zonas (Landaeta & Castro, 2004).

2. Se sugiere además desarrollar de ser factible recolección de muestras al atardecer o de noche para incrementar las posibilidades de recolección de una mayor biomasa y abundancia de zooneuston migratorio.

3. Se sugiere incorporar una red con una tela de 250 y/o 500 μm de trama para poder recolectar una mayor abundancia de mesozooplankton de ser un objetivo el conocimiento sobre la biodiversidad y la composición/estructura de la comunidad zooneustónica del archipiélago Juan Fernández de nuevos proyectos.

4. Evaluar incrementar el número de estaciones en los alrededores de la isla Robinson Crusoe para el estudio del zooplankton

5. Teñir las muestras con la tinción Rojo Neutro para identificar el zooplankton vivo del muerto (Elliot & Tang, 2009).

6 CONCLUSIONES

- Tanto en RC-SC como en AS se aprecia una clara y sistemática tendencia a la baja en las tasas de captura de langostas que representan el reclutamiento hacia la pesquería. Esta señal no se replica en ID.
- Los rendimientos de langostas retenidas también muestran una disminución sistemática en los subsistemas AS y RC-SC.
- Debido a las restricciones espaciales que impone el sistema de marcas a usuarios y vecinos (Ernst *et al.*, 2013; Steneck *et al.*, 2017), no se producirían procesos negativos como depleción secuencial e hiperestabilidad en los indicadores, situaciones que comprometerían negativamente la calidad de los indicadores.
- Las capturas de cangrejo siguen siendo sostenidas por machos, los que son en gran medida retenidos dado que la captura total de cangrejo está compuesta casi totalmente por cangrejos de más de 110 mm de AC. Los niveles de esfuerzo y captura son bajos respecto a otros años y en términos relativos a la langosta. La fauna acompañante registrada en las trampas de cangrejo es escasa y poco diversa
- Los anzuelos #7 - #9 no presentan diferencias significativas en las tallas medias de breca capturadas, ni tampoco en la proporción de breca respecto de otras especies ícticas. De esta forma se concluye que su uso diferencial no permitiría generar diferencias significativas en la selectividad a la talla.
- La pesquería de peces es multiespecífica y las especies capturadas son empleadas en su mayoría como carnada. Sin embargo, se ha detectado aumentos inter-anales de la fauna acompañante, desde la implementación de su registro -el año 2016-, cuando el objetivo de captura declarado ha sido la breca, observándose una disminución en la proporción de breca capturada por cada lance.
- El seguimiento de los indicadores biológicos de las pesquerías es información importante para evaluar si las medidas administrativas implementadas cumplen con los objetivos propuestos. Además, son una oportunidad para obtener y seguir la información de estructura de tallas, sexos y portación, realizar investigaciones de interés para la comunidad, seguir las transformaciones operacionales de la flota y del ecosistema.
- La ocurrencia de especies como estrellas de mar, caracoles, pulpos, otros crustáceos e incluso peces es clasificada como rara en RC-SC. No ha sido reportada la presencia de grupos taxonómicos como los equinodermos en el subsistema ID, y en AS fue el segundo grupo más importante después de los crustáceos. El aumento explosivo de la población de erizos ha tomado especial atención en los diferentes actores de la pesquería, ya que ha sido sustancialmente notorio el aumento como fauna acompañante en las trampas de langostas.
- La obtención de indicadores ambientales es esencial para lograr caracterizar la variabilidad de la columna de agua alrededor de las islas, de manera de poder conectarla con los indicadores biológicos-pesqueros y modelos biofísicos.
- El sistema exhibe un patrón de circulación antihorario alrededor de las islas en las estaciones de otoño y primavera, además de ello, existe una predominancia de circulación meridional hacia el norte entre los sistemas de estudio (RC-SC, AS e ID), por lo tanto, existe una conectividad entre las zonas de estudio, pero es baja.

7 REFERENCIAS

- Aguilar Chagua, A. C. (2022). Detección de indicios de agotamiento a través del uso de múltiples metodologías de datos limitados: El caso de la pesquería de Juan Fernández, Chile. Ahumada, M., y Arana, P. (2009). Pesca artesanal de cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*) en el archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37 (3): 285-296
- Arana, P. (1987). Perspectiva histórica y proyecciones de la actividad pesquera realizada en el archipiélago de Juan Fernández. En: **"Islas Oceánicas Chilenas: Nuestro Conocimiento y Necesidades Futuras"**. J.C. Castilla (ed.), Tinker Foundation, USA y P. Universidad Católica de Chile. Santiago.
- Arana, P., Yáñez, E., Olate, C., Silva, C., y Vega, R. (1997). Análisis y evaluación indirecta de la pesquería de la langosta en el Archipiélago de Juan Fernández. Informe Final Proyecto FIP 96-22. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 217 pp.
- Arana, P. (2000a). Pesca exploratoria con trampas alrededor de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, archipiélago Juan Fernández, Chile. *Investigaciones Marinas*, 28: 39-52.
- Arana, P. (2000b). Estimación de abundancia y biomasa del cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*), en el archipiélago Juan Fernández, Chile. *Investigaciones Marinas*, 28: 53-68.
- Arana, P., Palma, S., Guerrero, A., Ahumada, M., y Jofré, A. (2006a). Monitoreo biológico-pesquero de la langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago Juan Fernández. (Proyecto FIP No 2004-48). Informe Final. Estud. Doc, Pont. Univ. Católica Valparaíso, 32/2006: 288 pp.
- Arana, P., Ahumada, M., Guerrero, A., Espejo, V., Yáñez, E., Silva, C., Ernst, B. y Orensanz, J.M. (2006b). Evaluación de stock y distribución de la langosta y el cangrejo dorado en el Archipiélago Juan Fernández (Proyecto FIP 2005-21). Informe final. Estud. Doc., Pontificia Universidad Católica, Valparaíso, 27/2006: 257p.
- Bahamonde, N. (1987). San Félix y San Ambrosio, las islas llamadas Desventuradas In: Castilla JC, editor. *Islas Oceánicas Chilenas: Conocimiento científico y necesidades de Investigaciones*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile. 85-99 p.
- Balasubramanian, A., Meenakumari, B., Pravin, P., Dhanapal, K., Boopendranath, M. R., & Erzini, K. (2016). Estimation of gillnet and hook selectivity for *Carangoides fulvoguttatus* (Forsskal, 1775) captured off Kanyakumari coast of India. Blanco, M., Ospina-Álvarez, A., Navarrete, S.A., Fernández, M., 2019. Influence of larval traits on dispersal and connectivity patterns of two exploited marine invertebrates in central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 612, 43–64.
- Battaile, B. & T. Quinn. (2004). Catch per unit effort standardization of the Eastern Bering Sea walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) fleet. *Fisheries Research* 70: 161-177 p

- Boltovskoy, D. 1981 (editor). Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con zooplancton marino. Mar del Plata, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, pp. 587-679.
- Byrne, M., & Andrew, N. 2013. *Centrostephanus rodgersii*. In *Developments in aquaculture and fisheries science* (Vol. 38, pp. 243-256). Elsevier.
- Cañete, J. I., Gallardo, C., Olave, C., Romero, M. S., Figueroa, T., & Haro, D. (2016). Abundance and spatial distribution of neustonic copepodites of *Microsetella rosea* (Harpacticoida: Ectinosomatidae) along the western coast of Magellan, southern Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43, 576-587.
- Cañete, J.I., C.S. Gallardo, A. Medina, J. Díaz-Ochoa, C. Olave & T. Figueroa. 2019. Abundance and spatial distribution of *Polygordius* (Polychaeta: Polygordiidae) neustonic exolarvae in estuaries from southern Chile. *Anales Instituto de la Patagonia* 47: 19-33.
- Cañete J.I., C. Cárdenas, M. Frangópulos, X. Aguilar x J. Díaz-Ochoa. 2020. Importance of remote sensing for the study of spatial dynamics of estuarine neuston from Southern Chile. In: 2020 IEEE Latin American GRSS & ISPRS Remote Sensing Conference (LAGIRS). IEEE, pp 554–557.
- Cañete, J.I., C. Aldea, J. Díaz-Ochoa, G. Sánchez & T. Figueroa. 2022. Proyecto Biodiversidad y estructura del neuston entre Caldera e islas Salas-Gomez/Rapa Nui, y montes submarinos (cimar 26 islas oceánicas): zonación y abundancia en masas de aguas superficiales. Presentado al Programa Cimar 26 Islas Oceánicas Chilenas, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico, Armada de Chile.
- Castellani, C. & M. Edwards. 2017. *Marine plankton*. Oxford University Press, Oxford, 678 p
- Carloni, J.T., R. Wahle, P. Geoghegan & E. Bjorkstedt. 2018. Bridging the spawner-recruit disconnect: trends in American lobster recruitment linked to the pelagic food web. *Bull. Mar. Sci.* 94:719–735
- Censo. (2017). <https://resultados.censo2017.cl/Region?R=R05>
- Cochran, W.G. (1977). *Sampling techniques*. John Wiley & Sons, New York
- Dupré E., y Guisado, Ch. (1996). Identificación de los primeros estados de phyllosoma de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) mantenidos en laboratorio. *Investigaciones Marinas*, 24: 39-50.
- Eddy, T.D., Gardner, J.P.A., Pérez-Matus, A. (2010). **Applying fishers' ecological knowledge to construct past and future lobster stocks in the Juan Fernández Archipelago, Chile.** *PLoS ONE*, 5 (11): e13670. doi:10.1371/journal.pone.0013670.
- Elliott, D. T. and Tang, K. W. (2009) Simple staining method for differentiating live and dead marine zooplankton in field samples. *Limnology and Oceanography Methods*, 7: 585–594.

- Ernst, B., Manríquez, P., Orensanz, J.M., Roa, R., Chamorro, J., y Parada, C. (2010a). Strengthening of a traditional territorial tenure system through protagonism in monitoring activities by lobster fishermen from Juan Fernandez Islands (Chile). *Bulletin of Marine Science*, 86: 315-338.
- Ernst, B., Parada, C., Manríquez, P., Chamorro, J., y Retamal, P. (2010b). Dinámica poblacional y pesquera de la langosta en la isla Alejandro Selkirk” (**Proyecto FIP No 2008-24**).
- Ernst, B., Orensanz, J.M., Manriquez, P., Chamorro, J., Roman, C., y Porobic, J. (2011). Monitoreo **a la pesquería de crustáceos en el archipiélago Juan Fernández, año 2011” (Proyecto FIP N°4728-49-LE11)**.
- Ernst, B., Orensanz, J.M., Manriquez, P., Chamorro, J., Roman, C., Porobic, J., y Rivara, P. (2012). **Monitoreo a la pesquería de crustáceos en el archipiélago Juan Fernández, año 2011” (Proyecto FIP N°4728-36-LP12)**.
- Ernst, B., Chamorro, J., Manríquez, P., Orensanz, J.M., Parma, A.M., Porobic, J., y Román, C. (2013). Sustainability of the Juan Fernández lobster fishery (Chile) and the perils of generic science-based prescriptions. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions*, 23: 1381-1392.
- Ernst, B., Pino, J., Chamorro, J., Manríquez, P., Rivara, P., y Porobic, J. (2015). **“Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales, año 2014. Pesquerías de Crustáceos del archipiélago Juan Fernández”**. Instituto de Fomento Pesquero
- Ernst, B., Pino, J., Chamorro, J., Manríquez, P., Rivara, P. (2016). **“Monitoreo de las pesquerías de crustáceos en el archipiélago Juan Fernández, 2015. Pesquerías de Crustáceos del archipiélago Juan Fernández”**. Instituto de Fomento Pesquero
- Ernst, B., Pino, J., Chamorro, J., Manríquez, P., Rivara, P., Tapia, B (2017). **“Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales, año 2016. Pesquerías de Crustáceos del archipiélago Juan Fernández”**. Instituto de Fomento Pesquero
- Ernst, B., Parada, C., Chamorro, J., Manriquez, P., Pino, J., Tapia, B., & Sandoval, M. (2019). Programa de seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales año 2018. Pesquerías de Crustáceos del Archipiélago Juan Fernández. Informe final. Convenio de Desempeño Subsecretaría de Economía y EMT/IFOP, Chile: 147 pág. + Anexos.
- Ernst, B., Parada, C., Pino, J., Chamorro, J., Manríquez, P., Tapia, B., Sandoval, M., Cornejo, S. y Yáñez, R. (2020). Informe Final Ejecución del proyecto de seguimiento de crustáceos de Juan Fernández (2019). Instituto de Fomento Pesquero.
- Ernst, B., Parada, C., Chamorro, J., Manríquez, P., Pino, J., Tapia, B., Cornejo, S y Yáñez, R. (2021). Informe Final Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales, año 2020. Pesquerías de Crustáceos del archipiélago Juan Fernández. Instituto de Fomento Pesquero.

- Ernst, B., Parada, C., Chamorro, J., Pino, J., Tapia, B., Cornejo, S., Pardo, L., Hinojosa, I., & Aguilar, A. (2022). Monitoreo biológico pesquero de las pesquerías y del ecosistema asociado al archipiélago Juan Fernandez, 2021. Informe final. Fondo de investigación Pesquera y de Acuicultura-FIPA, Chile: 246 pág.
- Fernandez, E., & Lellouche, J. M. (2018). PRODUCT USER MANUAL For the Global Ocean Physical Reanalysis product GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_030. Report CMEMS-GLO-PUM, (001-030), 15.
- Guglielmo, L. & A. Ianora (eds.). (1995) Atlas of marine zooplankton straits of Magellan, Springer-Verlag, Berlin, 253 pp.
- Guglielmo, L., & Ianora, A. (Eds.). (1997). Atlas of Marine Zooplankton Straits of Magellan: Amphipods, Euphausiids, Mysids, Ostracods, and Chaetognaths. Springer Verlag.
- Gutiérrez, N., Masello A., Uscudun, G., y Defeo, O. (2011). Spatial distribution patterns in biomass and population structure of the deep sea red crab *Chaceon notialis* in the Southwestern Atlantic Ocean. *Fisheries Research.*, 110: 59-66.
- Gulland, J.A. (1964). Catch per unit effort as a measure of abundance. *Rapports et Proces-Verbaux des Reunions Conseil*, 155: 8-14.
- Gurvan M., Bourdalle´-Badie R., Chanut J., Clementi E., Coward A., Ethe´ C., et al. **Notes Du Poˆle De Mode´lisation De L’institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)**. Zenodo. 2019. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3878122>
- Hartig F. (2022). DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models. <https://florianhartig.github.io/DHARMA/>
- Hernandez, D.R., y Perrotta, R.G. (2006). Influencia de las interacciones con el factor año en los índices anuales de abundancia obtenidos por modelos lineales generales utilizando datos de Captura por Unidad de Esfuerzo. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 18: 57-73.
- Hilborn, R., y Mangel, M. (1997). The ecological detective: confronting models with data. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 315 pp.
- Hinojosa, I., Green, B., Gardner, C. & Jeffs, A. (2015). Settlement and early survival of southern rock lobster, *Jasus edwardsii*, under climate-driven decline of kelp habitats. *ICES Journal of Marine Science*. 72 (Supplement 1), i59–i68. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu199>.
- Jaramillo, A. (2005). Aves de Chile. Primera Edición Lynx Edicions, Barcelona, 240 pp.
- Kruse, G. (1993). Biological perspectives on crab management in Alaska. En: G. Kruse, D.M. Eggers, R.J. Marasco, C. Pautzke, and T.J. Quinn, eds., *Proceedings of the International Symposium on Management Strategies for Exploited Fish Populations*. University of Alaska Sea Grant College Program Rep. 93-02 (Fairbanks). 355-384 pp.

- Landaeta, M. & L. Castro. 2004. Zonas de concentración de ictioplancton en el archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Cienc. Tecnol. Mar*, 27 (2): 43-53.
- Large, P.A. (1992). Use of a multiplicative model to estimate relative abundance from commercial CPUE data. *ICES. Journal of Marine Science*, 49: 253-261.
- Lett, C., Verley, P., Mullon, C., Parada, C., Brochier., Penven, P., & Blanke, B. 2008. A Lagrangian tool for modeling ichthyoplankton dynamics. *Environ. Model. Software* 23: 1210-1214.
- Lings, S., Johnson, C., Frusher, S. & Ridgway, K. (2009). Overfishing reduces resilience of kelp beds to climate-driven catastrophic phase shift. *Proceedings of the National Academy of Science*. 106 (52), 22341–22345. <https://doi.org/10.1073/pnas.090752910> .
- Maunder, M.M., y Punt, A.E. (2004). Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. *Fisheries Research*. 70:141-159.
- McEdwards, (1995) (editor). *Ecology of marine invertebrate larvae*. CRC press, 480 p.
- McDonald, P.D.M., y Pitcher. T.J. (1979). Age groups from size-frequency data: a versatile and efficient method of analyzing distribution mixtures. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 36: 987–1001.
- McGarvey, R., Pennington, M. (2001). Designing and evaluating length-frequency surveys for trap fisheries with application to the southern rock lobster. *Can. J. Fis. Aquat. Sci.* 58:254-261.
- Melo, T., Pavez, P., Hurtado, C., Queirolo, D. (2004). Selectividad de aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en la pesquería de merluza del sur. Informe Final FIP-IT/2002-08, 1-157
- Muller, Ch. & P. A. Wheeler. (2012). *Biological Oceanography*. Wiley Blackwell, London, 480 p.
- Ortiz, M., Arocha, F. (2004). Alternative error distribution models for standardization of catch rates of non-target species from a pelagic longline fishery: billfish species in the Venezuelan tuna longline fishery. *Fisheries Research*, 70: 275-297.
- Otter Research Ltd. (2001). *An introduction to AD Model Builder Version 5.0.0 for use in nonlinear modeling and statistics*. Otter Research Ltd., Nanaimo, B.C.
- Palma, S. 1985. Plancton marino de las aguas circundantes al archipiélago de Juan Fernández. En: P. Arana (ed.) *Investigaciones marinas en el archipiélago de Juan Fernández*: 59-69. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso
- Palma, S. & K. Kaiser. (1993). *Plancton Marino de Aguas Chilenas*. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Valparaíso, 151 pp.
- Pequeño, G., Sáez, S. (2000). Los peces litorales del Archipiélago Juan Fernández (Chile): endemismo y relaciones ictiogeográficas. *Investigaciones Marinas.*, 28: 27-37.

- Pinho, M.R., Gonçalves, J.M., Martins, H.R., Menezes, G.M. (2001). Some aspects of the biology of the deep-water crab, *Chaceon affinis* (Milne-Edwards and Bouvier, 1894) off the Azores. *Fisheries Research*, 51: 283-295.
- Pladeco. (2009). Plan de desarrollo Comunal. Obtenido desde la página web http://www.munivalpo.cl/transparencia/archivos/plan_desarrollo_comunal/PLADECO.pdf
- Pladeco. (2015). Actualización del plan de desarrollo comunal 2015-2020. Ilustre Municipalidad de Juan Fernández, año 2015.
- Porobic, J., Fulton, E., Parada, C., Frusher, S., Ernst, B. & Manríquez, P. (2019). The impact of fishing on a highly vulnerable ecosystem, the case of Juan Fernandez Ridge ecosystem. *PloS ONE*. 14 (2), e0212485. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212485>.
- Punt, A.E., Walker, T.I, Taylor, B.L., y Pribac, F. (2000). Standardization of catch and effort data in a spatially-structured shark fishery. *Fisheries Research*, 45: 129-145.
- R Development Core Team. (2011). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: The R Foundation for Statistical Computing. ISBN: 3-900051-07-0. Available online at <http://www.R-project.org/>.
- Román, C., B: Ernst, M. Thiel, P. Manríquez, J. Chamorro, J. (2018). Spatio-temporal migratory dynamics of *Jasus frontalis* (Milne Edwards, 1837) in Alexander Selkirk Island, Juan Fernández archipelago, Chile. *PloS one*, 13(7), e0200146.
- Rozbaczylo, N., Castilla, J. (1987). Invertebrados marinos del Archipiélago Juan Fernández. In: Castilla J.C. (ed) Islas Oceánicas Chilenas: Conocimiento Científico y Necesidades de Investigaciones. Ediciones Universidad Católica de Chile. 319-353 pp.
- Ruarte, C., Perrota, R. (2007). Estimación de un índice de abundancia anual estandarizado para pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*), mediante la aplicación de un modelo lineal general. Período 1992-2003. INIDEP Informe Técnico 64.
- Rueda, M., Vanburen, B., Bustos-Montes, D., Posada, S., Sanjuanelo, E., Rodríguez, A., & Cano, M. (2015). Parámetros biológico-pesqueros del striped chub (*Kyphosus incisor*) relevantes para su manejo y conservación en el parque nacional natural old providence mbean Lagoon. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras 71 Bol. Invest. Mar. Cost. 44 (1): 71-92.
- Santos, M., Gaspar, M., Monteiro, C. & Vasconcelos, P. (2002) Gill net and long line catch comparison in hake fishery: the case of southern Portugal. *Sci. Mar.*, 66 (4): 433 – 441.
- Seber, G.A.F. (1982). The Estimation of Animal Abundance. 2nd edition. London: Griffin.

- Steneck, R., Parma, A.M., Ernst, B., Wilson, J.A. (2017). Two lobster tales: lessons from the convergent evolution of TURFs in Maine (USA) and the Juan Fernández Islands (Chile). *Bulletin of Marine Science*, 93(1), 13-33.
- Tascheri, R. (2009). Estandarización de la captura por unidad de esfuerzo de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en la pesquería demersal chilena: un enfoque que considera la intencionalidad del esfuerzo (TESIS/0805M) [Tesis de magister en ciencias con mención en pesquerías, Universidad de Concepción].
- Tang, K.M., M.I. Gladyshev O. Dubovskaya, G. Kirillin & H.-P Grossart. (2014). Zooplankton carcasses and non-predatory mortality in freshwater and inland sea environments. *Journal of Plankton Research*, 36: 597–612.
- Teodosio, M.A. & A.B. Barbosa (eds). 2021. *Zooplankton ecology*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Ratón, 281 p.
- Todd, C.D., M.S. Laverack & G. Boxshall. 1996. *Coastal Marine Zooplankton: A Practical Manual for Students*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Valeria-Macaya, V.J.V. (2023). Caracterización de la composición de la captura asociada a la pesquería de peces obtenida mediante el uso de espinel vertical en el Archipiélago Juan Fernández, Chile. Departamento de Oceanografía. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Universidad de Concepción (UdeC), Concepción. Chile. 48 pp.
- Vernazi, J. (2004). *Using R for Introductory Statistic*. Chapman y Hall/CRC Press. Florida, United States of America. 414 pp.
- von Schuckmann, K., Le Traon, P.Y., Alvarez-Fanjul, E., Axell, L., Balmaseda, M., Breivik, L.A., Brewin, R., Bricaud, C., Drevillon, M., Drillet, Y., Dubois, C., Embury, O., Etienne, H, García, M., Garric, G., Gasparin, F., Gutknecht, E., Guinehut, S., Hernandez, F., Juza, M., Karlson, B., Korres, G., Legeais, J.F., Levier, B., Lien, V., Morrow, R., Notarstefano, G., Parent, L., Pascual, A., Pérez-Gómez, B., Perruche, C., Pinardi, N., Pisano, A., Poulain, P.M., Pujol, I., Raj, R., Raudsepp, U., Roquet, H., Samuelson, A., Sathyendranath, S., She, J., Simoncelli, S., Solidoro, C., Tinker, J., Tintoré, J., Viktorsson, L., Ablain, M., Almroth-Rosell, E., Bonaduce, A., Clementi, E., Cossarini, G., Dagneaux, Q., Desportes, C., Dye, S., Fratianni, C., Good, S., Greiner, E., Gourrion, J., Hamon, M., Holt, J., Hyder, P., Kennedy, J., Manzano-Muñoz, F., Melet, A., Meyssignac, B., Mulet, S., Nardelli, B., **O'Dea**, E., Olason, E., Paulmier, A., Pérez-González, I., Reid, R., Racault, M.F., Raitsos, D., Ramos, A., Sykes, P., Szekely T & Verbrugge, N. (2016). The Copernicus Marine Environment Monitoring Service Ocean State Report, *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup2, s235-s320, DOI: [10.1080/1755876X.2016.1273446](https://doi.org/10.1080/1755876X.2016.1273446)
- Yáñez, E., Pizarro, L., Barbieri, M.A., Barra, O. (1985). Dinámica del stock de langosta (*Jasus frontalis* H. Milne Edwards, 1837) explotado en el archipiélago Juan Fernández

(33°40'S-80°W). En: "Investigaciones Marinas en el Archipiélago Juan Fernández", P. Arana (ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 251-271 pp.

Young, C.M. (2006). Atlas of marine invertebrate larvae. Elsevier Academic Press, Amsterdam, 640 p.

A N E X O S

A N E X O I

Implementación del programa de seguimiento de las pesquerías de crustáceos de los archipiélagos Juan Fernández e Islas Desventuradas
Programa de Monitoreo y caracterización de la actividad extractiva

ANEXO I. Implementación del programa de seguimiento de las pesquerías de crustáceos de los archipiélagos Juan Fernández e Islas Desventuradas

A. Control de salidas por embarcación y recurso

La información reportada por la Capitanía de Puerto y los alcaldes de mar, a través del control de tráfico marítimo constituye un censo de las salidas de pesca en el archipiélago y permite estimar capturas totales en base al esfuerzo y las tasas de captura. Cabe destacar que la información reportada por los alcaldes de mar en los subsistemas AS e ID, aun no considera el reporte del recurso objetivo al cual se dirigen durante la salida de pesca. Esta información es integrada en el proceso de depuración de los datos, siendo complementada por el registro que realizan los muestreadores científicos que se encuentran en ambos subsistemas. El programa de seguimiento considera el levantamiento de información en el periodo octubre a marzo de la temporada de pesca 2022/23 en los subsistemas RC-SC y AS e ID.

A continuación, se reporta el registro del control de tráfico marítimo durante la temporada 2022/23 (Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3) y período julio de 2022 a enero 2023 para la pesquería de cangrejo dorado (Tabla 4). En RC-SC han participado 44 embarcaciones, en AS entre 16 embarcaciones y 4 embarcaciones solicitaron viajar al archipiélago de las Islas Desventuradas. Las condiciones climáticas cumplen un rol fundamental en el número total de salidas de pesca que se realizan por mes, dado el cierre del puerto.

En el caso del cangrejo dorado (Tabla 4), han operado un máximo de 7 embarcaciones diferentes por mes en el periodo abordado en este reporte. El esfuerzo de esta pesquería está muy por debajo de lo reportado para la langosta, sin embargo, la flota puede estar activa durante todo el año. Estas embarcaciones también participan de la extracción de langosta ya sea durante la misma salida de pesca o en días distintos.

Tabla 1. Registro de control de tráfico marítimo por embarcación. Número de salidas mensuales de pesca de langosta en el subsistema RC-SC durante la temporada 2022/23. * Para conservar la confidencialidad del registro por embarcación, solo se presenta un índice por bote. Cada índice corresponde a un bote que efectuó salidas.

Índice*	Temporada 2022/23					
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1	7	7	4	7	3	3
2	1					
3				1		
4	7	10	8	11	8	9
5	14	8	9	3	4	7
6	10	8	11	6	7	8
7	7	4	3	8	5	8
8					1	6
9	7	7				
10	11	12	9	14	9	13
11		11	13	9	13	17
12	10	10	8	9	9	13
13	13					
14	9	9	7	11	7	9
15	5	7	7	9	8	9
16	7	7	6	9	5	5
17	9	9	11	12	8	11
18	14	14	15	10	8	9
19	7	8	10	12	6	10
20	10	6	8	8	5	12
21	8	6	10	9	4	12
22	8	10	11	15	12	9
23	6	9	5	11	7	8
24	7	6	8	11	4	8
25	11	13	11	11	10	6
26	7	8	6	11	7	10
27				2		
28	15	10	9	11	10	9
29	10	11	8	12	8	13
30	9	7	1			
31	9	13	10	17	11	16
32	5	9	6	8	5	10
33						1
34	8	7	7	10	8	7
35	12	8	9	9	7	11
36					2	3
37		1				
38	2	1	1	2		
39	3	6	6	6	5	8
40	17	12	7	6	6	13
41	5	10	9	7	5	5
42	4	5	7	7	7	6
43					1	
44	5	6	7	6	5	1
Salidas	299	295	263	303	227	302
Total botes	36	36	33	34	34	34

Tabla 2. Registro de control de tráfico marítimo por embarcación. Número de salidas mensuales de pesca de langosta en el subsistema AS durante la temporada 2022/23. * Para conservar la confidencialidad del registro por embarcación, solo se presenta un índice por bote. Cada índice corresponde a un bote que efectuó salidas.

Índice*	Temporada 2022/23					
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1	8	11	9	12	7	7
2	8	10	7	9	7	7
3	8	10	8	12	7	8
4	7	11	12	13	8	8
5	9	11	11	13	8	6
6	7	12	8	12	7	6
7	9	11	11	13	8	6
8	7	11	11	13	8	5
9	7	12	10	13	7	9
10	7	13	11	15	8	9
11	8	9	10	11	8	9
12	8	10	9	12	7	9
13	8	11	12	15	8	10
14	7	9	10	14	7	7
15	5	10	9	13	8	9
16	8	9	9			5
Total salidas	121	170	157	190	113	120
Total botes	16	16	16	15	15	16

Tabla 3. Registro de control de tráfico marítimo por embarcación. Número de salidas mensuales de pesca de langosta en el subsistema ID durante la temporada 2022/23. * Para conservar la confidencialidad del registro por embarcación, solo se presenta un índice por bote. Cada índice corresponde a un bote que efectuó salidas.

Índice*	Temporada 2022/23					
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1	4	15	9	7	15	13
2	4	17	10	8	15	14
3	4	15	10	7	6	
4	4	16	10	7	14	13
Total salidas	16	63	39	29	50	40
Total botes	4	4	4	4	4	3

Tabla 4. Registro de control de tráfico marítimo por embarcación. Número de salidas mensuales de pesca de cangrejo dorado. Periodo julio 2022 a marzo 2023. * Para conservar la confidencialidad del registro por embarcación, solo se presenta un índice por bote. Cada índice corresponde a un bote que efectuó salidas.

Índice*	Año 2022						Año 2023		
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1							1	1	1
2	2	1	2	2		2	2		
3		4	5						
4		4	2	1					
5				1	3				
6	1			2	3	3	1		2
7				7	9	4	3	6	10
8				2		2	2		1
9				1	5	3	6	4	3
Total salidas	3	9	9	16	20	14	15	11	17
Total botes	2	3	3	7	4	5	6	3	5

B. Programa de Monitoreo: Bitácoras de pesca

El programa de bitácoras de pesca a bordo de las embarcaciones ha contado con una menor cobertura en términos de número de embarcaciones participantes y número de salidas de pesca en el subsistema RC-SC durante noviembre. La cobertura en el subsistema AS ha ido en aumento, planteando continuamente el desafío de reactivar el compromiso con el que se ha contado desde hace varios años y mejorar los canales de comunicación con la comunidad. Por su parte en el caso de la ejecución del programa de monitoreo pesquero en ID, ha sido notable el compromiso de los pescadores que se desempeñan en este subsistema, sin embargo se presentaron problemas logísticos para acceder a las bitácoras de pesca durante el año 2023.

El registro por parte de los pescadores sobre la actividad extractiva de cangrejo dorado y especies ícticas es muy variable en el tiempo y requiere mantener impulsando el compromiso para contar con dicha información de parte de toda o por lo menos gran parte de la flota. Las especies ícticas suelen ser reportadas como carnada durante la pesquería de la langosta y se cuenta con una persona que realiza el levantamiento de información desde el muelle a la llegada de las embarcaciones. El esfuerzo en la pesquería del cangrejo es inferior al de la langosta, tanto en número de trampas como en salidas a su captura, por lo que también el tiempo de reposo de las trampas es superior, así el muestreo biológico que se realiza permite incorporar bastante información de la pesquería. Algunos pescadores continúan entregando información sobre capturas de especies ícticas y cangrejo dorado para el DA durante todo el año.

C. Programa de Monitoreo: Bitácoras muestreadores científicos

El programa de monitoreo biológico se desarrolla en los tres subsistemas. En RC-SC trabajaron alrededor de 5 personas para alcanzar una deseable cobertura de muestreo y obtener las muestras biológicas de peces. Durante la temporada 2022/23 se contó con un muestreador científico en el archipiélago Islas Desventuradas desde enero de 2023, permitiendo alcanzar una mejor cobertura de muestreo. En el caso del cangrejo dorado con el cierre de la temporada de langostas, el esfuerzo de muestreo de los investigadores se dirigió hacia esta pesquería durante el invierno de 2022.

D. Diseño experimental con espineles verticales

Entre abril y septiembre de 2022 se realizaron 42 salidas de pesca con un total de 749 lances de pesca con espineles verticales utilizaron 4 tamaños de anzuelos marca MUSTAD del tipo J. Del total de lances realizados 60, 320, 70 y 299 corresponden a los lances tamaño de anzuelo 6, 7, 8 y 9 respectivamente. La Figura 1 da cuenta del diseño de las bitácoras, en material hidrofóbico para el levantamiento de información georreferenciada y de las capturas por lance de pesca. Con un ictiómetro de ± 1 cm de precisión se procedió a medir la longitud de horquilla y la longitud total de cada ejemplar capturado (Figura 2)

Los espineles verticales utilizados tenían las siguientes características: compuesto por una línea madre y un lastre dispuesto sobre el fondo marino (potala), para trabajar en disposición vertical. A siete metros sobre la piedra, por la línea madre, se incluyó el reventador del espinel, el cual se utiliza para cortar el lastre en caso de que se trabe el espinel en el fondo marino. A continuación, se

dispusieron 25 reinales, líneas de monofilamento de 30 cm de largo unidas a la línea madre por un lado y un anzuelo por el otro, con una separación vertical de 80 cm entre cada reinal. En la punta del reinal se encuentra el anzuelo de marca Mustad tipo J, este fue variando de tamaño según la experimentación, utilizando solo un tamaño por línea. Hacia la superficie el espinel se incluyeron dos boyas de PVC (una boya maestra y otra de media agua) que actuaron como elemento de flotación y para mantener vertical al espinel durante su funcionamiento. La línea madre fue una lienza de polipropileno de 3 mm de espesor.

CÓDIGO EMBARQUE: _____													
LANCES													
Lance n°						Lance n°							
Latitud 33° _____ S						Latitud 33° _____ S							
Longitud 78° _____ W						Longitud 78° _____ W							
Aparejo:	Esv	Esh	Lm	LmF	Tr	Cu	Aparejo:	Esv	Esh	Lm	LmF	Tr	Cu
N° Anz:	Prof (brz):					N° Anz:	Prof (brz):						
Anz N°:	Tipo J C D T					Anz N°:	Tipo J C D T						
Hcal:	Hvir:					Hcal:	Hvir:						
Especie Objetivo:						Especie Objetivo:							
Lance n°						Lance n°							
Latitud 33° _____ S						Latitud 33° _____ S							
Longitud 78° _____ W						Longitud 78° _____ W							
Aparejo:	Esv	Esh	Lm	LmF	Tr	Cu	Aparejo:	Esv	Esh	Lm	LmF	Tr	Cu
N° Anz:	Prof (brz):					N° Anz:	Prof (brz):						
Anz N°:	Tipo J C D T					Anz N°:	Tipo J C D T						
Hcal:	Hvir:					Hcal:	Hvir:						
Especie Objetivo:						Especie Objetivo:							
Lance n°						Lance n°							
Latitud 33° _____ S						Latitud 33° _____ S							
Longitud 78° _____ W						Longitud 78° _____ W							
Aparejo:	Esv	Esh	Lm	LmF	Tr	Cu	Aparejo:	Esv	Esh	Lm	LmF	Tr	Cu
N° Anz:	Prof (brz):					N° Anz:	Prof (brz):						
Anz N°:	Tipo J C D T					Anz N°:	Tipo J C D T						
Hcal:	Hvir:					Hcal:	Hvir:						
Especie Objetivo:						Especie Objetivo:							

CÓDIGO EMBARQUE: _____							
TALLA PECES							
n° Lance	Talla (mm)		Especie	n° Lance	Talla (mm)		Especie
	LH	LT			LH	LT	
1				31			
2				32			
3				33			
4				34			
5				35			
6				36			
7				37			
8				38			
9				39			
10				40			
11				41			
12				42			
13				43			
14				44			
15				45			
16				46			
17				47			
18				48			
19				49			
20				50			
21				51			
22				52			
23				53			
24				54			
25				55			
26				56			
27				57			
28				58			
29				59			
30				60			

Figura 1. Diseño de bitácoras para registro de información en experimento con lances de espinel vertical



Figura 2. Ictiómetro utilizado para medir peces (breca en la figura) en el archipiélago Juan Fernández

A N E X O II

Identificación de especies marinas consideradas fauna acompañante de las pesquerías de crustáceos y especies ETP que se distribuyen en los archipiélagos Juan Fernández e Islas Desventuradas

ANEXO II. Identificación de especies marinas consideradas fauna acompañante de las pesquerías de crustáceos y especies ETP que se distribuyen en los archipiélagos Juan Fernández e Islas Desventuradas

Tabla 1. Listado actualizado de fauna acompañante de las pesquerías de crustáceos y especies ícticas identificada en los archipiélagos Juan Fernández e Islas Desventuradas registrados por muestreadores científicos (periodo 2014 – marzo 2023).

PECES		
ID	Nombre comun	Nombre científico
1	Albacora/ pez espada/ swordfish	<i>Xiphias gladius</i>
2	Alfonsino	<i>Beryx splendens</i>
3	Anguila	<i>Gymnotorax porphyreus</i>
4	Atún aleta amarilla	<i>Thunnus albacares.</i>
5	Atún aleta larga/ atún blanco/ albacore/ bonito del norte/ albacora	<i>Thunnus alalunga</i>
6	Atún listado/ Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>
7	Atún ojo grande/ bigeye tuna/ patudo	<i>Thunnus obesus</i>
8	Azulejo	<i>Prionace glauca</i>
9	Bacalao de Juan Fernández /salmon de roca, mero/ guata blanca	<i>Polyprion oxigeneios</i>
10	Blanquillo	<i>Parapersis dockinsi</i>
11	Breca	<i>Nemadactylus gayi</i>
12	Cabrilla	<i>Chironemus delfini</i>
13	Calantias/ pez arcoíris	<i>Callanthias platei</i>
14	Chalaco/ Cachudito/ Torito de Juan Fernández	<i>Scartichthys variolatus</i>
15	Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>
16	Cojinova del norte	<i>Seriolella violacea</i>
17	Colorado/ Salmon/ Ojudo	<i>Plagiogeneion sp.</i>
18	Congrio	<i>Lotella fernandeziana</i>
19	Corvina de JF	<i>Umbrina reedi</i>
20	Graniento	<i>Caprodon longimanus</i>
21	Jerquilla de Juan Fernández/ vieja negra	<i>Girella albostrata</i>
22	Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>
23	Jurel – Jurelillo de Juan Fernández	<i>Pseudocaranx chilensis</i>
24	Lenguado 1	<i>Arnoglossus coeruleosticta</i>
25	Lenguado 2 (Islas Desventuradas)	<i>Aseraggodes bahamondei</i>
26	Lenguado de Juan Fernández	<i>Paralichthys fernandezianus</i>
27	Pampanito	<i>Scorpius chilensis</i>
28	Pejerrey	<i>Odontesthes gracilis</i>
29	Piloto Juan Fernández	<i>Hypoplectrodes semicinctum</i>
30	Pez Escorpión / Chascabria/ Venenoso	<i>Scorpaena fernandeziana / Scorpaena thomsoni</i>
31	Pez Luna	<i>Mola mola</i>
32	Pez Mariposa	<i>Pterygotrigla picta</i>
33	Pez payaso	<i>Plectranthias exsul/ Plectranthias lamillai</i>
34	Pez Sol	<i>Lampris guttatus</i>
35	Pez soldado	<i>Paratrachichthys fernandezianus</i>
36	Pez Volador	<i>Exocoetus volitans/ Fodiator acutus</i>

Tabla 1. Continuación

PECES		
ID	Nombre común	Nombre científico
37	Punto fijo/ agujilla/ pejerrey	<i>Scomberesox saurus</i>
38	Sierra	<i>Thyrstites atun</i>
39	Tiburón Mako	<i>Isurus oxyrinchus</i>
40	Tollo/ dogfishes	<i>Mustelus mento/ Squalus mitsukurii</i>
41	Vidriola/ palometa/ yellowtail/ yellowtail kingfish/ yellowtail amberjack	<i>Seriola lalandi</i>
42	Vieja	<i>Malapterus reticulatus, Pseudolabrus gayii, Suezichthys sp.</i>
43	Remora	<i>Remora remora</i>
INVERTEBRADOS MARINOS		
	Nombre común	Nombre científico
44	Agua mala	<i>Physalia physalis</i>
45	Cangrejo dorado	<i>Chaceon chilensis</i>
46	Caracol Blanco	<i>Fusitriton magellanicum</i>
47	Centolla	<i>Paramola rathbuni</i>
48	Cigala	<i>Scyllarus delfini</i>
49	Coral blanco	<i>Acanella chilensis</i>
50	Coral negro	<i>Parantipahes fernandezii, Antipathes, Leiopathes</i>
51	Erizos de mar*	<i>Aspirodiadema microtuberculatum/ Centrostephanus silviae.</i>
52	Espanja	Clase Demospongiae
53	Estrellas de mar*	Clase Asteroidea
54	Jaiba remadora	<i>Ovalipes trumaculatus</i>
55	Langosta enana	<i>Projasus bahamondei</i>
56	Loco	<i>Concholepas concholepas fernandezianus</i>
57	Medusa*	Clase Medusozoa
58	Ofiuro	<i>Gorgonocephalus chilensis</i>
59	Pateador	<i>Hemisquilla ensigera</i>
60	Pepino de mar	Clase Holothuroidea
61	Picorocos	Infraclase Cirripedia
62	Poto de mar*	Clase Anthozoa
63	Pulpo	<i>Octopus crusoae</i>
64	Crustaceo 1	<i>Acantharctus delfini</i>
65	Cangrejos*	Orden Decapoda
66	Tulas de mar	<i>Holothuria platei</i>

Tabla 2. Listado de fauna marina de los grupos de aves, mamíferos y reptiles cuyo rango de distribución comprende las aguas cercanas a AJF e ID, incluye estado de conservación según IUCN⁴ i) En Peligro Crítico (CR), ii) En Peligro (EN) y iii) Vulnerable (VU) (actualización 2023).

AVES			
Nombre común	Nombre científico	Referencia	Estado de conservación IUCN
Albatros ceja negra	<i>Thalassarche melanophrys</i>	Flores et al., 2014 ⁵	LC
Albatros de Salvin	<i>Thalassarche salvini</i>	Flores et al., 2014 (en ID)	VU
Albatros de Bullero gris	<i>Thalassarche bulleri</i>	Aves de Chile ⁶ ; IUCN	NT
Albatros errante	<i>Diomedea exulans</i>	IUCN	VU
Fardela Blanca de Juan Fernández	<i>Pterodroma externa</i>	Flores et al., 2014; Aves de Chile	VU
Fardela blanca de Más a Tierra	<i>Pterodroma defilippiana</i>	Flores et al., 2014; Jaramillo, 2014 ⁷ ; Aves de Chile	VU
Fardela blanca/ Pardela patirosa	<i>Ardenna creatopus</i>	Aves de Chile, IUCN	VU
Fardela negra de Juan Fernández	<i>Pterodroma neglecta</i>	Flores et al., 2014; IUCN; Aves de Chile	LC
Fardela de Mas Afuera	<i>Pterodroma longirostris</i>	Jaramillo, 2014; IUCN	VU
Fardela sombría/hegra	<i>Ardenna grisea</i>	IUCN; Aves de Chile	NT
Fardela de buller	<i>Ardenna bulleri</i>	Flores et al., 2014; IUCN	VU
Gaviota cola de golondrina	<i>Creagrurus furcatus</i>	Flores et al., 2014 (en ID)	LC
Gaviota oscura	<i>Onychoprion fuscatus</i>	Flores et al., 2014	LC
Gaviotín de San Félix	<i>Anous stolidus</i>	Flores et al., 2014; IUCN	LC
Golondrina de mar de vientre blanco	<i>Fregatta grallaria</i>	Flores et al., 2014; IUCN	LC
Grey noddy	<i>Procelsterna albivitta</i>	Flores et al., 2014 (en ID); IUCN	NA
Petrel de mentón blanco	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	IUCN	VU
Petrel gigante	<i>Macronectes giganteus</i>	Flores et al., 2014	LC
Petrel gris/ Fardela gris	<i>Procellaria cinerea</i>	IUCN; Aves de Chile	NT
Petrel moteado	<i>Daption capense</i>	Flores et al., 2014, IUCN	LC
Pingüino de Humboldt	<i>Spheniscus humboldti</i>	**	VU
Piquero de patas azules	<i>Sula nebouxii</i>	Flores et al., 2014	LC
Piquero o alcatraz enmascarado	<i>Sula dactylatra</i>	Flores et al., 2014	LC
Read-tailed tropicbird	<i>Phaethon rubricauda</i>	Flores et al., 2014 (en ID)	NA
White-tailed tropicbird	<i>Phaethon lepturus</i>	Flores et al., 2014 (en ID)	LC
MAMÍFEROS MARINOS			
Nombre común	Nombre científico	Referencia	Estado de conservación
Ballena Azul	<i>Balaenoptera musculus</i>	IUCN	EN
Ballena de Bryde o Rorcual de Eden	<i>Balaenoptera edeni</i>	IUCN	LC
Ballena fin/ Ballena de aleta	<i>Balaenoptera physalus</i>	Cardenas et al., 1991 ⁸ ; IUCN	VU
Ballena jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>	IUCN	LC
Ballena Minke	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	IUCN	LC
Ballena picuda de Cuvier	<i>Ziphius cavirostris</i>	Cardenas et al., 1991; IUCN	LC
Ballena picuda de De Blainville	<i>Mesoplodon densirostris</i>	IUCN	LC
Ballena picuda de Shepherd	<i>Tasmacetus shepherdi</i>	Cardenas et al., 1991; IUCN	DD
Ballena picuda de Travers	<i>Mesoplodon traversii</i>	Cardenas et al., 1991; IUCN	DD
Ballena piloto	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Cardenas et al., 1991 (en AS)	LC
Ballena sei o Rorcual boreal	<i>Balaenoptera borealis</i>	Cardenas et al., 1991; IUCN	EN
Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cardenas et al., 1991; IUCN	VU
Cachalote enano de cabeza corta	<i>Kogia breviceps</i>	IUCN	LC
Cachalote enano dentado	<i>Kogia sima</i>	IUCN	LC
Delfín común	<i>Delphinus delphis</i>	Cardenas et al., 1991	LC

4 IUCN <https://www.iucnredlist.org/species>

5 Flores, M., Schlatter, R. & Huke-Gaete, R. (2014) Seabirds of Easter Island, Salas y Gómez Island and Desventuradas Islands, southeastern Pacific Ocean. Latin american journal of aquatic research, 42(4), 752-759. <https://dx.doi.org/10.3856/vol42-issue4-fulltext-6>

6 Aves de Chile: <https://www.avesdechile.cl/>

7 Jaramillo, A., Burke, P. Y Beadle, D. (2014) . Aves de Chile. Lynx ediciones, Barcelona, España

8 Cardenas, J. C., Yáñez, J., Reyes, J. C., & Van Waerebeek, K. (1991). Nuevos registros de cetáceos para el archipiélago de Juan Fernández, Chile. Boletín Museo Nacional De Historia Natural, 42, 113-120. Recuperado a partir de <https://boletimnhn.cl/index.php/ojs/article/view/414>

Tabla 2. Continuación

MAMÍFEROS MARINOS			
Nombre común	Nombre científico	Referencia	Estado de conservación
27 Ballena Azul	<i>Balaenoptera musculus</i>	IUCN	EN
28 Ballena de Bryde o Rorcual de Eden	<i>Balaenoptera edeni</i>	IUCN	LC
29 Ballena fin/ Ballena de aleta	<i>Balaenoptera physalus</i>	Cardenas et al., 1991; IUCN	VU
30 Ballena jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>	IUCN	LC
31 Ballena Minke	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	IUCN	LC
32 Ballena picuda de Cuvier	<i>Ziphius cavirostris</i>	Cardenas et al., 1991; IUCN	LC
33 Ballena picuda de De Blainville	<i>Mesoplodon densirostris</i>	IUCN	LC
34 Ballena picuda de Shepherd	<i>Tasmacetus shepherdi</i>	Cardenas et al., 1991; IUCN	DD
35 Ballena picuda de Travers	<i>Mesoplodon traversii</i>	Cardenas et al., 1991; IUCN	DD
36 Ballena piloto	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Cardenas et al., 1991 (en AS)	LC
37 Ballena sei o Rorcual boreal	<i>Balaenoptera borealis</i>	Cardenas et al., 1991; IUCN	EN
38 Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cardenas et al., 1991; IUCN	VU
39 Cachalote enano de cabeza corta	<i>Kogia breviceps</i>	IUCN	LC
40 Cachalote enano dentado	<i>Kogia sima</i>	IUCN	LC
41 Delfín común	<i>Delphinus delphis</i>	Cardenas et al., 1991	LC
42 Delfín de riso/ Falso calderón	<i>Grampus griseus</i>	IUCN	LC
43 Delfín listado	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Cardenas et al., 1991, IUCN	LC
44 Delfín nariz de botella	<i>Tursiops truncatus</i>	Cardenas et al., 1991, IUCN	LC
45 Falsa orca	<i>Pseudorca crassidens</i>	IUCN	NT
46 Lobo fino de Juan Fernández	<i>Arctocephalus philippii</i>	IUCN	LC
47 Orca	<i>Orcinus orca</i>	Cardenas et al., 1991; IUCN	DD
REPTILES MARINOS			
Nombre comun	Nombre científico	Referencia	Estado de conservación
48 Tortuga bobal/ cabezona	<i>Caretta caretta</i>	IUCN	VU
49 Tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i>	IUCN	EN
50 Tortuga laúd	<i>Dermochelys coriacea</i>	IUCN	VU
51 Tortuga Carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	IUCN	CR

** Ocasionalmente han varado en el archipiélago Juan Fernández

Las especies identificadas para AJF e ID han sido clasificadas considerando criterios internacionales y nacionales como especies ETP (Endangered, Threatened, Protected - Especies en peligro, amenazadas y protegidas). La "fauna emblemática" es compuesta por el único mamífero marino endémico de AJF – ID, el lobo fino de Juan Fernández.

Cabe destacar además que Chile suscribe desde 1979 a la CBI (Comisión Ballenera Internacional- IWC International Whaling Commission), promoviendo la conservación de los cetáceos y la defensa de su uso no letal (desde 1982 rige la moratoria de prohibición de cacería comercial de ballenas). <http://www.minrel.gov.cl/comision-ballenera-internacional-cbi/minrel/2008-09-10/172049.html>.

Las especies protegidas por CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) se agrupan en tres apéndices de acuerdo a los principios fundamentales de cada uno de ellos. Chile está suscrito a CITES desde 1974. <https://cites.org/esp/app/appendices.php>. Respecto a las especies protegidas por CITES, integradas en el apéndice II se encuentra el coral negro (Orden Antipatharia).

A N E X O III

PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

ANEXO III. Personal participante por actividad

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Actividad 1 Coordinación administrativa y logística																						
1.1 Firma de Contrato y desarrollo de actividades administrativas		5		5																		
1.2 Reuniones de Coordinación de Inicio del Proyecto		5	5	20	10	5	1	2	2													
1.3 Taller de difusión de resultados		5		5																		
Actividad 2 Ejecución Programa de monitoreo pesquero																						
2.1 Reuniones de coordinación con patrones de las pesquerías objetivo			20																			
2.2 Transcripción formulario DAy entrega Sernapesca																					500	
2.4 Digitación bitácoras pesqueros																						300
2.5 Depuración bases de datos			50	100																		
Actividad 3 Ejecución Programa de monitoreo con muestreador científico																						
3.1 Actividades de inducción y coordinación			500																			
3.2 Toma de datos - Pesquería de cangrejo dorado										40	20	20			20	20						
3.3 Toma de datos - Pesquería de langosta										200	350	175	175	400	175	175						
3.4 Toma de datos - Pesquerías de peces										65	64	32	32	336								64
3.5 Digitación bases de datos muestreo biológico				400																		
3.6 Depuración bases de datos			150	55																		
3.7 Toma de datos muelle - Pesquería de peces																						90
3.8 Coordinación muestreo de oportunidad talla-peso cangrejo dorado					50																	
3.9 Control de salidas muestreadores					50																	
Actividad 4 Control de tráfico marítimo																						
4.1 Obtención bases de datos de control de tráfico marítimo por subtema			10							5					5							
4.2 Depuración de información				25																		
Actividad 5 Gestión y asesoría																						
5.1 Permiso de traslado muestreador científico a ID (temporada 2019/20)																						
5.2 Solicitud de uso de casa de investigadores (AS) Conaf				5																		
5.3 Reunión con muestreadores científicos sobre actividades realizadas				20	5																	
5.4 Reunión con pescadores				100																		
5.5 Reunión de trabajo con IFOP y SUBPESCA			5	10																		
5.6 Coordinación y participación en reunión del comité de manejo.			5	15	10																	
5.7 Apoyo técnico a Subpesca en temas relacionados con las pesquerías objetivo		10	5	10																		
5.8 Apoyo logístico a Subpesca en temas relacionados el comité de manejo				10	5																	
Actividad 6 OBJETIVO 1																						
6.1 Estimación de CPUE nominal para cangrejo dorado			5	20	20																	
6.2 Estimación de CPUE nominal para langosta de Juan Fernández			5	20	20																	
6.3 Estandarización de CPUE para langosta de Juan Fernández			5																			
6.4 Estimación de esfuerzo total para cangrejo dorado, langosta y breca			5	20	20																	
6.5 Estimación de captura total para cangrejo dorado, langosta y breca			5	15	20																	
6.6 Estimación de CPUE para cangrejo dorado, langosta y breca			5	15	20																	
6.7 Análisis del comportamiento de indicadores pesqueros de cangrejo dorado					10																	
6.8 Análisis del comportamiento de indicadores pesqueros de langosta					10																	
6.9 Análisis del comportamiento de indicadores pesqueros de breca			5																			
6.10 Obtención de características técnicas de las embarcaciones - Capitanía de Puerto				5																		
6.11 Entrevista a los patrones				80																		
6.12 Contraste de estimación de desembarques versus datos oficiales de Sernapesca		10		10	10																	
Actividad 7 OBJETIVO 2																						
7.1 Análisis de datos del muestreo biológico de cangrejo dorado			10	15	15																	
7.2 Análisis de datos del muestreo biológico de langosta de Juan Fernández			10	15	15																	
7.3 Análisis de datos del muestreo talla-peso de crustáceos desembarcados			10	5	5																	
7.4 Análisis de datos del muestreo biológico de peces de Juan Fernández				10																		
Actividad 8 OBJETIVO 3																						
8.1 Recopilación de información de terreno sobre fauna acompañante			20							10	30	15	15	20	15	15						
8.2 Mejoramiento Guía de identificación de especies			5	20																		
8.3 Caracterización de la fauna acompañante de las especies objetivo				20	30																	
8.4 Análisis de frecuencia de aparición de fauna acompañante por pesquería					20																	
Actividad 9 OBJETIVO 4																						
9.1 Estimación bycatch por pesquería objetivo		5		50																		
Actividad 10 Contra Oferta																						
10.1 Revisión de anclaje				20																		
10.2 Muestreo CTD			10	10																		
10.3 Análisis de datos								20	40	40												
10.4 Tesis de grado: "Caracterización de la composición de la captura asociada a la pesquería de peces obtenida mediante el uso de espinel vertical en el archipiélago Juan Fernández (AJF), Chile"																						
INFORMES																						
Informe de Avance		50	10	10	200	50	25			40												
Pre Informe Final		50	150		200	50		35	35													
Informe Final		30	10	10	30	10		3	2	5												
Total Horas		255	175	1155	925	720	46	80	79	45	280	484	242	242	820	210	210	800	500	90	64	

1. B. Erns / 2. C. Parada / 3. J. Chamorro / 4. J. Pino / 5. B. Tapia / 6. J. Contreras / 7. C. Amaya / 8. V. Nuñez / 9. J. Cañete / 10. V. Donos / 11. A. Contreras / 12. P. Tobar / 13. J. Chamorro / 14. J. López / 15. A. Rodríguez / 16. J. Santander / 17. J. Angulo / 18. G. Recabarren / 19. G. Contreras / 20. F. Trezza / 21. V. Valeria

PRESENTACIÓN DE AUTORES POR FUNCIÓN EN EL PROYECTO

Profesionales		
Nombre	Título Académico	Descripción
Billy Ernst	PhD. in Fisheries	Jefe de Proyecto, coordinación general, análisis de datos, modelación y redacción de informes. Participación Talleres.
Carolina Parada	PhD en Oceanografía	Análisis de variables ambientales y redacción de informes.
Julio Chamorro	Doctorado en Gestión de Empresa (c)	Coordinación en terreno del proyecto en el archipiélago Juan Fernández. Coordinación general entre el continente y las islas, logística y otros. Muestreos biológicos y monitoreo pesquero para la pesquería de langosta y cangrejo dorado en las islas Alejandro Selkirk y Robinson/Santa Clara. Participación Talleres.
Josefa Pino Aguilera	Bióloga Marina	Coordinación general entre el continente y las islas, logística y otros. Digitación de datos, manejo y depuración de bases de datos. Análisis, interpretación y discusión de resultados, redacción de informes.
Braulio Tapia	M.Sc. Pesquerías	Actividades de terreno, análisis de datos y apoyo logístico.
Constanza Amaya	Geofísica	Análisis de series de tiempo de datos <i>in situ</i> . Protocolos de implementación de equipos.
Valentina Nuñez	MSc. (c) Oceanografía	Modelación Biofísica
Juan Cañete	Biólogo Marino	Análisis de muestras neustónicas.
Valentina Valeria	Bióloga Marina	Desarrollo de tesis de grado : “ Caracterización de la composición de la captura asociada a la pesquería de peces obtenida mediante el uso de espinel vertical en el archipiélago Juan Fernández (AJF), Chile.

Técnicos		
Nombre	Título /Labor	Descripción
Jennifer Angulo	Digitadora	Digitación de datos del monitoreo biológico y pesquero
Gricel Recabarren	Digitadora	Digitación de datos del monitoreo biológico y pesquero. Transcripción de DA.
Alessandra Contreras	Muestreadora Científica	Muestreo biológico y monitoreo pesquero para las pesquerías de langosta, peces y cangrejo dorado en el subsistema RC-SC.
José López Contreras	Muestreador Científico	Muestreo biológico y monitoreo pesquero para la pesquería de langosta en AS y cangrejo dorado en RC-SC.
Alejandro Rodríguez	Muestreador Científico	Muestreo biológico y monitoreo pesquero para las pesquerías de langosta, peces y cangrejo dorado en el subsistema RC-SC.
Vicente Donoso	Muestreador Científico	Muestreo biológico y monitoreo pesquero para las pesquerías de langosta y cangrejo dorado en el subsistema ID.
Juan Chamorro	Muestreador Científico	Muestreo biológico y monitoreo pesquero para las pesquerías de langosta y cangrejo dorado en el subsistema RC-SC.
Pedro Tobar	Muestreador Científico	Muestreo biológico y monitoreo pesquero para las pesquerías de langosta y cangrejo dorado en el subsistema RC-SC.
Gabriela González	Levantamiento de información	Obtención de datos de rendimientos por salida de pesca.
Florencia Trezza	Obtención de muestras	Muestreo biológico y monitoreo pesquero para las pesquerías de langosta y cangrejo dorado en el subsistema RC-SC. Obtención de muestras biológicas de peces en laboratorio.
Jhoseline Santander	Muestreador Científico	Muestreo biológico y monitoreo pesquero para las pesquerías de langosta y cangrejo dorado en el subsistema RC-SC.

A N E X O I V

Acta reunión de coordinación inicial.

ANEXO IV. Acta reunión de coordinación inicial.



Proyecto FIPA 2022-21 "Monitoreo biológico pesquero de las pesquerías y del ecosistema asociado al archipiélago de Juan Fernández, FASE II"		
Acta de reunión de trabajo No: 01	Fecha: 03 de octubre de 2022	Modalidad: Virtual
Asistentes:	Guisella Muñoz – Subpesca Rafael Hernández Vidal – FIPA Billy Ernst – jefe de proyecto Josefa Pino Aguilera – UdeC	
Objetivo: Coordinación inicio de proyecto		
Desarrollo de la reunión: 1. Revisión de Carta Gantt: Billy plantea la revisión de la coherencia de la carta Gantt propuesta respecto al inicio del proyecto de acuerdo a los plazos administrativos en que se ejecutará la segunda fase del monitoreo. Los contratos fueron firmados a fines de septiembre, por lo que quedan 3 meses (julio – agosto – septiembre) que, aunque se continuo con el monitoreo, quedan fuera de la cobertura administrativa ya que es un periodo en el que se daba por finalizado el monitoreo fase I y se desarrollaba el concurso para adjudicarse la fase II. Este periodo afecta principalmente el levantamiento de información de las pesquerías de peces y cangrejo dorado. Frente a ello, Rafael propone rearmar la planificación en base a la máxima cobertura de información que sea posible colectar, el interés de la Subpesca en términos de antecedentes técnicos requeridos y el presupuesto con el que se cuenta. Para ello se acuerda una reunión entre la parte ejecutora y Guisella como representante de la Subpesca donde se definirá el periodo de cobertura. Para tal reunión, se requiere contar con la revisión del presupuesto para definir cual es el máximo de meses que se pueden cubrir según la metodología propuesta y el financiamiento otorgado. Lo acordado en la reunión será informado a FIPA a través del registro en acta y la entrega de la carta Gantt modificada. Las actas de reuniones son la documentación que será entregada a los revisores para que tengan en consideración los cambios en la carta Gantt al momento de evaluar los avances del proyecto. Por otra parte, el jefe de proyecto indica que la propuesta metodológica considera una sobreoferta en términos de mantener el levantamiento de información ambiental que se realiza hace varios años. Se informa la incorporación de Iván Cañete de la Universidad de Magallanes, quien se encargará de realizar muestreos neustónicos. La relevancia de este muestreo es la recolección de datos que permitirán profundizar en procesos biofísicos sobre todo considerando el interés en erizos. El proyecto propuesto considera el levantamiento de información del ecosistema de JF. Los termistores están funcionando nuevamente en el agua después de un problema y se están realizando los muestreos mensuales en Robinson. Se indica el problema permanente que existe para el embarque del investigador a Islas Desventuradas. Este año, estaba todo arreglado para que pudiera viajar al inicio de la temporada, pero por un cambio en la tripulación, no pudo viajar. Existe la posibilidad de que el investigador viaje en noviembre, dependiendo de la disponibilidad de embarque.		

Raúl indica que durante la revisión del avance del proyecto el evaluador revisará el cumplimiento por objetivo de acuerdo a lo presentado en la Carta Gantt (aquello cualitativo se cuantificará por grado de avance) por lo que los cambios deben quedar claros y deben ser coherentes.

Se solicita que en cada reunión sea levantada un acta para informar al evaluador. Además, desde FIPA enviarán formato de portada y contra portada de los informes de proyecto para dar cumplimiento con los mandatos gubernamentales relacionados con logos, tipo de letra y autoría del proyecto. La autoría del proyecto es distinta al equipo de trabajo con que el oferente se adjudica el proyecto, la autoría corresponde al aporte creativo para generar el informe. En este modelo será incorporado cómo citar los proyectos, lo que también quedará informado en la página web del FIPA. Rafael explica el formato de portada y contra portada (ficha de proyecto) que será enviado. Se espera que desde el 2023 los proyectos sean indexados o ingresados con doi que permitan trazar y citar los proyectos.

2. Proyecto FIPA 2021-15 en ejecución:

Problemas en relación al tiempo disponible para presentar los resultados de la modelación stock al comité de manejo y la comunidad dada la fecha de entrega del pre Informe final en noviembre. La preocupación está en que no ha coincidido con reuniones donde participen los pescadores de todos los subsistemas para bajar los resultados del proyecto y discutirlo con ellos. Varios de los conceptos de modelación quedarían plasmados en el plan de manejo, por lo que es importante esta interacción, aunque no estaba tan considerada en el proyecto.

Guisella propone planificar algo que permita realizar una reunión con gente de Robinson Crusoe para entregar resultados antes de noviembre. Sin embargo, este periodo es complejo porque los pescadores ya han iniciado la temporada de pesca de langosta y no están todos en Robinson. Propone buscar vías para bajar la información de aquí a noviembre y que esta quede plasmada en el informe, pero independiente de ello, también se puede planear posibilidades para que estos temas sean abordados en el comité de manejo cuando se de nuevamente inicio a los ciclos de reuniones. Esto será conversado entre Billy y Guisella para definirlo.

Rafael indica que el problema es la planificación en favor de sostener el bien del proyecto con el flujo presupuestario. Para ello plantea que debe ser anticipada la cuota para que quede el pago en este año administrativo, pues las actividades que se están proponiendo quedarían fuera de la fecha del proyecto. Para solicitar el anticipo de la cuota se debe hacer por escrito a FIPA, generando la modificación del contrato y los documentos para concretarlo.

En el bien del proyecto será conversado entre Billy y Guisella para que la entrega de resultados pueda acoplarse a los ciclos del comité de manejo.

Acuerdos/Acciones:

- Queda agendada reunión entre Guisella y Billy durante la semana para definir el periodo de cobertura y modificación de Carta Gantt.
- Enviar a FIPA Carta Gantt modificada
- Las reuniones técnicas deben registrarse en acta.
- Desde FIPA se enviará el formato de portada y contra portada para la generación de informes.

Fecha de elaboración: 04 de octubre de 2022



Proyecto FIPA 2022-21 "Monitoreo biológico pesquero de las pesquerías y del ecosistema asociado al archipiélago de Juan Fernández, FASE II"		
Acta de reunión de trabajo No: 02	Fecha: 05 de octubre de 2022	Modalidad: Virtual
Asistentes:	Guisella Muñoz – Subpesca Billy Ernst – jefe de proyecto Josefa Pino Aguilera – UdeC	
Objetivos:	<ul style="list-style-type: none"> - Modificación carta Gantt FIPA 2022-21 - Varios 	
Desarrollo de la reunión:	<p>1. Propuesta de modificación de carta Gantt</p> <p>De parte del equipo que ejecuta el proyecto se presenta la carta Gantt modificada para el proyecto FIPA 2022-21. Los principales cambios a considerar es la incorporación de levantamiento de información durante los meses de julio, agosto y septiembre que no estarían considerados en la segunda fase del proyecto dada la fecha en que se postula, adjudica y firma el contrato del proyecto.</p> <p>La parte más fuerte del proyecto es la continuidad del seguimiento de la pesquería de la langosta, que implica el despliegue a otras islas, por lo que se acuerda que el proyecto incluya los registros de julio a septiembre para cangrejo y peces y desde octubre a marzo de la pesquería de langosta.</p> <p>La nueva versión acordada de la carta Gantt se adecua al inicio del proyecto con la temporada de langosta en octubre.</p> <p>2. Planificación de reuniones y asesoría a Subpesca</p> <p>Las sesiones del comité de manejo estarían quedando planificadas para fines de mayo, una vez terminada la temporada de langosta. Reuniones antes de eso son complejas, requieren de gran esfuerzo y tiene poca participación de los pescadores, por lo que cercana a las reuniones del comité se requiera del apoyo técnico.</p> <p>Aunque no está contemplado dentro de la propuesta del proyecto, se agenda reunión para abordar formas de comunicar y difundir a la comunidad de Juan Fernández los resultados del proyecto, más allá del formato de entrega de informe. Se barajan ideas relacionadas a la bajada de información, incluso para aquellos acuerdos que queden del comité. Guisella propone revisar la posibilidad de generar notas acotadas cada corto periodo que permitan resaltar la importancia de la investigación para la toma de decisiones. La red social que más utilizan es WhatsApp y se piensan alternativas para extender estas redes permitiendo difundir la información a más personas. Se plantea próxima reunión la semana del 17 de octubre donde se trabajará en estrategias y medios para comunicar resultados e información.</p> <p>Existen otras redes sociales utilizadas por la comunidad de JF que podrían ser una oportunidad para que puedan acceder a la información. Se plantea solicitar reunión con el alcalde o la encargada de pesca de la municipalidad antes de la reunión agenda para reconocer la posibilidad de contar con apoyo. Además, se revisarán otras redes sociales utilizadas por la comunidad y la posibilidad de que acceder a ellas como canal de difusión (por ejemplo, capsulas de audios con explicaciones,</p>	

post, etc). Se plantea también que estas formas de comunicar puedan ser evaluadas para la entrega de información del comité de manejo.

3. Proyecto FIPA 2020-35 informe pre-final:

Revisión de algunas observaciones que se entregaron de parte del evaluador. Se solicita el envío de las bases de datos que corresponden al informe. Billy explica que fue por una confusión de fechas de entrega. Se acuerda entregarla a la brevedad.

En relación al objetivo dos, se solicita reportar una explicación del por qué no fueron construidos los indicadores para la pesquería de Bacalao de Juan Fernández. Guisella recomienda que, incluso la imposibilidad de levantar la información, es importante reportarla porque permite evidenciar el problema de las condiciones operacionales para levantar la información.

Sobre el objetivo seis, aunque tiene gran desarrollo, falta la exploración de la relación de los indicadores ambientales con los pesqueros. Como están los elementos, solo queda hacer la relación entre ellos y se espera que esto se cumpla para el informe final. Agregar conclusiones también en el informe.

Sobre el financiamiento, el informe final tiene fecha de entrega el 30 de noviembre, pero dada la fecha, no se puede asegurar el pago del porcentaje que queda del proyecto dentro del año 2022, por lo que se aconseja solicitar un anticipo o presentar el informe final el 15 de noviembre para tener más posibilidades de que el pago quede para este año.

Las observaciones hechas al informe pre-final 2020-35 serán enviadas por Guisella para que el equipo ejecutor del proyecto las subsane.

4. Continuidad del seguimiento para el año 2023:

Se incorpora este proyecto a los programas de seguimiento del año 2023. Aun está en proceso de resolverse el presupuesto, pero ya estarían incorporados. El mecanismo volvería a realizarse a través de IFOP.

5. FIPA 2021-15, proyecto de modelación:

Estaba contemplado el pre informe final a fines de noviembre, Billy explica que, para efectos de desarrollo del proyecto, se le había sugerido solicitar anticipo para tener tiempo de trabajar con Subpesca. Billy solicita recalendarizar el proyecto para cerrar la modelación en enero de 2023, permitiendo tener tiempo para realizar talleres internos, comenzar a discutir los resultados y armonizar el trabajo con Subpesca. Propone reuniones para conversar resultados, sus alcances y cómo socializar los resultados con la comunidad.

Guisella concuerda con lo planteado, la necesidad de conversar los resultados y plantear estrategias de comunicación para que la información pueda ser asimilada por los pescadores. Se plantean estas reuniones para enero 2023. Se acuerda tener más tiempo para el proyecto, recalendarizando la fecha de entrega de informe, permitiendo sostener las reuniones con subpesca y con los pescadores en el marco del comité de manejo. Se presentará propuesta para entrega de pre informe final en junio 2023. Guisella solicita programar la entrega de esta información para la primera sesión del comité de manejo 2023.

Acuerdos/Acciones:

- Carta Gantt modificada (adjunta)
- Próxima reunión técnica semana del 17 de octubre: Estrategias comunicacionales
- Guisella enviará observaciones del informe pre-final 2020-35
- Se acuerdan reuniones para enero de 2023 en el marco del proyecto FIPA 2021-15
- Se acuerda la reprogramación de la entrega de informe pre-final FIPA 2021-15

Fecha de elaboración: 06 de octubre de 2022

Carta Gantt Modificada

Actividades	Resultado esperado asociado	Mes											
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul		
Actividad 1 Coordinación administrativa y logística													
1.1 Firma de Contrato y desarrollo de actividades administrativas	Firma del contrato		X										
1.2 Reuniones de Coordinación de Inicio del Proyecto	Presentación del plan de trabajo, metodologías y procedimientos		X										
1.3 Taller de difusión de resultados	Difusión de resultados											X	
Actividad 2 Ejecución Programa de monitoreo pesquero													
2.1 Reuniones de coordinación con patrones de las pesquerías objetivo	Coordinación con pescadores y difusión del proyecto y resultados		X										
2.2 Transcripción formulario DA y entrega Semapesca	Transcripción actualizada de la Declaración artesanal		X	X	X	X	X	X					
2.3 Digitación bitácoras pescadores	Digitación de información entregada por los pescadores		X	X	X	X	X	X					
2.4 Depuración bases de datos	Revisión de datos e incorporación de zonas de pesca		X	X	X	X	X	X					
Actividad 3 Ejecución Programa de monitoreo con muestreador científico													
3.1 Actividades de inducción y coordinación	Revisión de protocolos y coordinación en terreno		X	X	X	X	X	X					
3.2 Toma de datos - Pesquería de cangrejo dorado	Obtención de datos		X	X	X	X	X	X					
3.3 Toma de datos - Pesquería de langosta	Obtención de datos		X	X	X	X	X	X					
3.4 Toma de datos - Pesquerías de Breca	Obtención de datos		X	X	X	X	X	X					
3.5 Digitación base de datos muestreo biológico	Traspaso a base de datos digital		X	X	X	X	X	X					
3.6 Depuración bases de datos	Revisión de datos e incorporación de zonas de pesca		X	X	X	X	X	X					
3.7 Muestreo talla-peso langosta en viveros	Obtención de datos				X				X				
3.8 Coordinación muestreo de oportunidad talla-peso cangrejo dorado	Obtención de datos		X	X	X	X	X	X					
3.9 Control de salidas muestreadores	Control actualizado y coordinado de las actividades de los muestreadores científicos		X	X	X	X	X	X					
Actividad 4 Control de tráfico marítimo													
4.1 Obtención base de datos de control de tráfico marítimo por subsistema	Número de salidas censal		X	X	X	X	X	X					
4.2 Depuración de información	Consolidación base de datos		X	X	X	X	X	X					
Actividad 5 Gestión y asesoría													
5.1 Permiso de traslado muestreador científico a ID (temporada 2022/23) - Sept 2022			X										
5.2 Solicitud de uso de casa de investigadores (AD) Conaf (Septiembre 2022)			X										
5.3 Reunión con muestreadores científicos sobre actividades			X										
5.4 Reunión con pescadores			X										
5.5 Reunión de trabajo con SUBPESCA			X									X	X
5.6 Coordinación y participación en reunión del comité de manejo.												X	X
5.7 Apoyo técnico a Subpesca en temas relacionados con las pesquerías objetivo			X	X	X	X	X	X					
5.8 Apoyo logístico a Subpesca en temas relacionados el comité de manejo												X	X

Actividades	Resultado esperado asociado	Mes											
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul		
Actividad 6	OBJETIVO 1												
6.1 Estimación de CPUE nominal para cangrejo dorado	Captura por unidad de esfuerzo nominal				X	X	X	X					
6.2 Estimación de CPUE nominal para langosta de Juan Fernández	Captura por unidad de esfuerzo nominal por subsistema				X	X	X	X					
6.3 Estandarización de CPUE para langosta de Juan Fernández	Captura por unidad de esfuerzo estandarizada				X	X	X	X					
6.4 Estimación de esfuerzo total para cangrejo dorado, langosta y breca	Esfuerzo de pesca dirigido a la captura de langosta y cangrejo dorado.				X	X	X	X					
6.5 Estimación de captura total para cangrejo dorado, langosta y breca	Estimación de capturas				X	X	X	X					
6.6 Estimación de CPUE para cangrejo dorado, langosta y breca	Captura por unidad de esfuerzo por pesquería				X	X	X	X					
6.7 Análisis del comportamiento de indicadores pesqueros de cangrejo dorado	Resultados esperados asociados				X	X	X	X					
6.8 Análisis del comportamiento de indicadores pesqueros de langosta	Resultados esperados asociados				X	X	X	X					
6.9 Análisis del comportamiento de indicadores pesqueros de breca	Resultados esperados asociados				X	X	X	X					
6.10 Obtención de características técnicas de las embarcaciones - Capitana de Puerto	Caracterización de las unidades extractivas		X										
6.11 Entrevista a los patronos	Caracterización de la operación de pesca y unidades extractivas		X										
6.12 Contraste estimación de desembarques versus datos oficiales de Sernapesca	Registro de desembarques actualizado										X		
Actividad 7	OBJETIVO 2												
7.1 Análisis de datos del muestreo biológico de cangrejo dorado	Composición de tallas por sexo y proporción sexual en las capturas y desembarques				X	X	X						
7.2 Análisis de datos del muestreo biológico de langosta de Juan Fernández	desembarques, función de portación y función de madurez sexual				X	X	X						
7.3 Análisis de datos del muestreo talla-peso de crustáceos desembarcados	Resultados esperados asociados				X	X	X						
7.4 Análisis de datos del muestreo biológico de peces de Juan Fernández	Talla media de la captura y estructura de tallas				X	X	X						
Actividad 8	OBJETIVO 3												
8.1 Recopilación de información de terreno sobre fauna acompañante	Obtención de datos.		X	X	X	X	X	X					
8.2 Mejoramiento Guía de identificación de especies	Actualización guía de terreno		X	X	X	X	X	X					
8.3 Caracterización de la fauna acompañante de las especies objetivo	Listado de las especies que constituyen la fauna acompañante								X	X			
8.4 Análisis de frecuencia de aparición de fauna acompañante en ambas pesquerías	Determinación de la importancia relativa de las especies fauna acompañante								X	X			
Actividad 9	OBJETIVO 4												
9.1 Recopilación de información de terreno	Obtención de datos		X	X	X	X	X	X					
9.2 Estimación y análisis de captura incidental por pesquería objetivo	Listado de especies que conforman la captura incidental								X	X	X		
Actividad 10	Contra oferta												
10.1 Revisión de anclaje	Obtención de datos				X		X		X				
10.2 Muestreo CTD	Obtención de datos		X	X	X	X	X	X					
10.3 Muestreos plancton	Obtención de datos		X		X		X						
10.3 Análisis de datos	Continuidad análisis ambientales								X	X	X		
INFORMES													
Informe de Avance	Archivo electrónico con avances por objetivo y acta de reunión inicial							X					
Pre Informe Final	Base de datos, informe por objetivo, documento anexo "personal participante por actividad"											X	
Informe Final	Entrega Informe final con observaciones realizadas en el pre informe, base de datos, medios de verificación, material audiovisual y/o fotográfico, anexo participantes												X

