



INFORME FINAL

Convenio de desempeño, 2021

Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la zona norte de Chile, entre la Región de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, año 2021.

Integración de la información de la pesquería de jurel y caballa de las regiones de Arica y Parinacota a Coquimbo

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Agosto 2022



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2021
Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la zona norte de Chile, entre la Región de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, año 2021.

**Integración de la información de la pesquería de jurel
y caballa de las regiones de Arica y Parinacota a Coquimbo**

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Agosto 2022

REQUIRENTE

MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO

Subsecretaria de Economía y EMT
Javiera Petersen Muga

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Gonzalo Pereira Puchy

Jefe División Investigación Pesquera
Sergio Lillo Vega

JEFE DE PROYECTO

M. Gabriela Böhm Stoffel



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Agosto 2022

AUTORES

BIOLÓGICO-PESQUERO

Carola Hernández Santoro
M. Gabriela Böhm Stoffel

CAPTURA INCIDENTAL y FAUNA ACOMPAÑANTE

Raúl Ojeda Araya

ESTRUCTURA DE EDAD

Francisco Cerna Troncoso
Christian Valero Beretta
Lizandro Muñoz Rubio

OCEANOGRAFÍA

Milena Pizarro Revello
Tomás Berguer Muñoz
Adrian Bustamante Maino

DATA MANAGER

Ramón Aravena González

GESTIÓN MUESTREO

Gonzalo Muñoz Herrera
Carlos Gaspar Solís
Omar Yáñez Barrera



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Agosto 2022

PERSONAL PARTICIPANTE

	Nombre	Cargo	Puerto
E N T E R R A	Luis García Madariaga	Observador Científico Senior	Arica
	Juan Ríos Bordones	Observador Científico	Arica
	Carlos Gaspar Solís	Coordinador de Campo	Iquique
	Marjorie Montecinos Quenaya	Observador Científico	Iquique
	Antonio Yovich Manzo	Observador Científico	Iquique
	Diego Rojas Ahumada	Observador Científico	Iquique
	Alejandro Heraldo Fernández	Observador Científico	Iquique
	Juan Almazábal García	Observador Científico	Mejillones
	Camilo Arancibia Ardiles	Observador Científico	Mejillones
	Romina Muñoz Díaz	Observador Científico Semi-Senior	Caldera
	Omar Yáñez Barrera	Coordinador de Campo	Coquimbo
	Alejandra Valencia Sagredo	Observador Científico Semi-Senior	Coquimbo
	María José Ramos Carrasco	Observador Científico	Coquimbo
	Felipe Orellana Meza	Observador Científico	Arica
A B O R D O	Patricio Muñoz Ortiz	Observador Científico	Arica
	Domingo Cerda Nieto	Observador Científico	Iquique
	Osvaldo Villanueva Castro	Observador Científico	Iquique
	Pablo Salazar Donoso	Observador Científico	Iquique
	Pablo Sanhueza Durán	Observador Científico Semi-Senior	Iquique
	Rodolfo Zamorano Argandoña	Observador Científico	Iquique
	Alberto Olivares Pávez	Observador Científico Semi-Senior	Coquimbo

**Integración de la información de la
pesquería de jurel y caballa de las regiones
de Arica y Parinacota a Coquimbo**



RESUMEN EJECUTIVO

Se analizan los principales indicadores biológicos-pesqueros de la pesquería del jurel y la caballa de la zona norte (Arica-Antofagasta), desarrollada por la flota industrial y centro norte (Caldera-Coquimbo), desarrollada por la flota artesanal, ejercida durante el 2021, comparándolos con la serie histórica reciente.

La condición oceanográfica registró dos eventos ENOS fríos La Niña en la zona ecuatorial, el primero de ellos se inició en agosto de 2020 y se extendió hasta marzo de 2021, posteriormente y luego de un breve período neutral, un nuevo evento la Niña se declaró en septiembre de 2021 el que se mantuvo hasta marzo de 2022. A nivel local, la zona norte de Chile (18°S-27°S) presenta una tendencia decreciente en la TSM desde marzo-abril de 2020, sin embargo, esto ha sido más notable entre Arica y Mejillones. En general en 2021 la zona norte estuvo bajo una condición fría, débil a comienzos de año, seguido por algunos meses con características neutrales, aunque con ATSM negativas y positivas, y un final de año frío, el que se intensificó a comienzos de 2022. La subzona Arica a Mejillones fue la más afectada por la condición fría. Las concentraciones de clorofila-a de este año, fueron comparativamente altas, con las mayores concentraciones de la serie 2015-21 en la subzona al sur de Mejillones.

La zona centro norte, a nivel local, fue debilmente afectada por evento La Niña 2020-21 el que tuvo una mayor expresión entre diciembre 2020 (subzona sur), enero y febrero de 2021 (toda la zona) con anomalías entre -0,5°C y -1°C. De marzo a mayo, la condición fue cálida, aunque débil. Desde junio a septiembre, la condición fue neutra cambiando a fría en octubre con una gran cobertura de ATSM negativas débiles, las que se fortalecieron en noviembre. En diciembre, en la costa predominaron ATSM positivas, mientras que entre enero y marzo de 2022 predominó una condición fría, siendo más intensa en la costa. Las concentraciones de clorofila-a de 2021 fueron las mayores de la serie 2015-2021, con máximos pigmentarios en enero y octubre, siendo Coquimbo el principal foco recurrente de altas concentraciones.

Las capturas de jurel entre los años 2011 y 2017 en la zona Arica-Coquimbo registraron bajos niveles (promedio 39 mil t), tendencia que disminuyó a 20 mil t en los últimos dos años. Destacando una tendencia positiva en las capturas de jurel entre 2020 y 2021 con 78 mil t en promedio, con un incremento de 170% con respecto al año 2019 marcando una mayor operación fuera de las 40 millas. Las capturas presentaron una clara estacionalidad concentrando el 76% entre los meses de marzo a mayo.

La pesquería ejercida en la zona norte se ha sustentado por cerca de tres décadas en ejemplares menores a 26 cm, tendencia que se revierte el 2016 y en los dos últimos años, con una menor incidencia de ejemplares de este grupo. Durante el 2020 en la zona norte el jurel presentó un rango de talla de 9 y 55 cm con moda principal en 34 cm y secundaria en 15 cm LH, con escasa presencia de ejemplares menores a 26 cm (20%). El 68% se centró en tallas de 32 a 44 cm, grupo de tallas mayores en comparación al 2019 y 2020 donde el 63% se centró entre 25 y 39 cm y 77% entre 27 y 34 respectivamente. En la zona centro norte la distribución de tallas se observó entre 25 y 53 cm, predominando los jureles de 30 a 40 cm (82%), tendencia que se ha observado en la serie histórica a partir de 1998.



La actividad reproductiva del jurel, presenta el inicio de la actividad en julio con altos valores hasta diciembre. Entre los años 2000 y 2008, la actividad reproductiva mostró un desfase de un mes marcando el inicio en agosto y una menor intensidad ($<1GS$), posteriormente no se dispone de datos suficientes. El factor de condición presenta un patrón intra anual marcado por un máximo en febrero, luego una tendencia a disminuir alcanzando un mínimo en junio, mostrando una tendencia a aumentar desde julio a diciembre.

Durante el 2020 las capturas de caballa en la zona Arica-Coquimbo alcanzaron las 64 mil t, concentrando el 73% la zona norte, las que fueron extraídas principalmente en los meses de marzo a mayo. Al igual que el jurel, la caballa es extraída principalmente por la flota industrial, registrando una importante variabilidad, que se concentra en las zonas de Iquique y Antofagasta. En la zona centro norte la caballa es extraída por la flota artesanal, alcanzando un total de 17 mil t en el 2021, volumen que aumentó en un 134% respecto al año anterior (2020).

La caballa en la zona norte presentó una distribución de tallas entre 24 y 46 cm, concentrado el 85% entre las tallas de 33 a 38 cm y en la zona centro norte la distribución de talla estuvo entre 24 y 41, con moda en los 34 cm, concentrado el 81% entre las tallas de 31 a 38 cm.

El levantamiento de información acerca de la captura incidental de aves, mamíferos y tortugas comenzó durante el año 2017 en la zona norte y durante el año 2018 en la zona centro norte, con la implementación de protocolos, formularios estandarizados y capacitaciones para los proyectos asociados a las pesquerías pelágicas con redes de cerco (proyectos seguimientos y programa de observadores científicos zona norte y centro sur) con la finalidad de unificar criterios y reforzar la cobertura de los embarques en las diferentes flotas.



ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	vi
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
1. ANTECEDENTES DE LA PESQUERÍA	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Área de estudio	4
3.2. Recursos objetivos	5
3.3 Carta Gantt y principales actividades realizadas en el 2021	7
4. RESULTADOS	8
4.1 Objetivo específico 3.2.1. <i>Caracterizar y analizar la actividad extractiva considerando los aspectos técnicos de las unidades operativas, a través de la estimación de indicadores y sus variaciones espacio-temporales, así como los factores determinantes de su desempeño.</i>	8
4.1.1 Gestión de muestreo	8
4.1.2 Principales características de la flota cerquera de la zona norte	20
4.1.3 Desembarques de recursos pelágicos en la zona norte	29
4.1.4 Desembarques de recursos pelágicos en la zona centro norte	31
4.2 Objetivo específico 3.2.2. <i>Caracterizar y analizar las capturas y/o desembarques de las especies objetivo, a través de la estimación de indicadores y sus variaciones espacio-temporales, así como los factores determinantes de su desempeño.</i>	33
4.2.1 Condición ambiental zona norte	34
4.2.2 Condición ambiental zona centro norte	47
4.2.3 Indicadores del desempeño de la pesquería	58
4.2.4 Recurso jurel	63
4.2.5 Recurso caballa	94
4.3 Objetivos específico 3.2.3. <i>Caracterizar y analizar la fauna acompañante, captura incidental y sus aspectos ambientales y oceanográficos asociados a estas pesquerías, a través de la estimación de indicadores y sus variaciones espacio-temporales.</i>	111
4.4 Objetivos específico 3.2.4. <i>Implementar un Programa de Mejoramiento Continuo de la Calidad de la Asesoría (PMCCA) del programa de Seguimiento de las Pesquerías.</i>	121
5. DISCUSIÓN	123
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Principales puertos de desembarque de la pesquería pelágica ejercida en la zona norte (regiones de Arica y Parinacota a Antofagasta) y centro norte (regiones Atacama y Coquimbo), identificando los puntos notables.	5
Figura 2.	Principales recursos pelágicos considerados en el estudio con un resumen de la cuota de captura.....	6
Figura 3.	Jurel, zona norte (Arica a Antofagasta), año 2021. Tipos y número de muestreos realizados (barras), letras a, b y c, con el resumen gráfico de la cantidad de ejemplares por muestreo (boxplots).	13
Figura 4.	Caballa, zona norte (Arica a Antofagasta), año 2021. Tipos y número de muestreos realizados (barras), letras a, b y c, con el resumen gráfico de la cantidad de ejemplares por muestreo (boxplots).	14
Figura 5.	Jurel, zona centro norte (Caldera-Coquimbo), año 2021. Tipos y número de muestreos realizados (barras), letras a, b y c, con el resumen gráfico de la cantidad de ejemplares por muestreo (boxplots).	16
Figura 6.	Caballa, zona centro norte (Caldera-Coquimbo), año 2021. Tipos y número de muestreos realizados (barras), letras a, b y c, con el resumen gráfico de la cantidad de ejemplares por muestreo (boxplots).	17
Figura 7.	Número de embarcaciones industriales y artesanales (a) y capacidad de bodega promedio (b) por flota y año en la zona norte, entre 1980-2021.....	21
Figura 8.	Capacidad de bodega desplazada y número de embarcaciones por rango para la flota industrial de la zona norte entre 1980 y 2021.....	21
Figura 9.	Capacidad de bodega desplazada y número de embarcaciones por rango para la flota artesanal de la zona norte entre 1980 y 2021.	22
Figura 10.	Vista general de a) equipos de pesca utilizados en las embarcaciones industriales en la zona norte y b) embarcaciones industriales en faena de pesca con la operación de la embarcación auxiliar (panga).	23
Figura 11.	Embarcación industrial “acarreadora” Duqueco que operó en la zona norte.....	23
Figura 12.	Número de embarcaciones industriales y artesanales (a) y capacidad de bodega promedio (b) por flota y año en la zona centro norte, entre 1980-2021.....	26
Figura 13.	Capacidad de bodega desplazada (a) y número de embarcaciones (b), por rango de bodega en la flota cerquera artesanal para la zona centro norte.....	26
Figura 14.	Serie histórica de los desembarques de las principales especies pelágicas en la zona norte, 1980-2021, por puerto.	29
Figura 15.	Desembarques de las principales especies pelágicas en la zona de estudio, año 2021. Por puerto y especie (panel derecho) y acumulado por especie (panel izquierdo).....	30
Figura 16.	Desembarques semanales de sardina española extraída por la flota cerquera total, por puerto. Año, 2021.....	31
Figura 17.	Serie histórica de los desembarques de las principales especies pelágicas en la zona centro norte, 1980-2021, por puerto.	31



Figura 18.	Desembarques de las principales especies pelágicas en la zona centro norte, año 2021. Por puerto y especie (panel derecho) y acumulado por especie (panel izquierdo).....	32
Figura 19.	Desembarques semanales de sardina española extraída por la flota cerquera total, por puerto. Año, 2021.....	33
Figura 20.	Serie de tiempo para el período enero 2015-marzo 2022 del índice ecuatorial ENOS (MEIVv2) y las ATSM (°C) de las regiones Niño ₁₊₂ (verde) y Niño _{3,4} (negro).	34
Figura 21.	Serie de tiempo para el período enero 2015-marzo 2022 de a) Índice Ecuatorial ENOS (MEI.v2) y las ATSM (°C) de las regiones Niño ₁₊₂ (verde) y Niño _{3,4} (negro), b) ATSM promedio en las subáreas: norte (18°-23°S) y sur (23°-26°S), en los sectores: b) costero y c) oceánico. Diagrama Hovmöller de ATSM del área total (18°-26°S), en los sectores: d) costero y e) oceánico.....	36
Figura 22.	Serie de tiempo para el período enero 2015 – marzo 2022: a) Promedio de las concentraciones de clorofila-a (mg/m ³) en las subáreas: costeras norte (18°-23°S) y sur (23°-26°S), b) Diagrama Hovmöller de las concentraciones de clorofila-a (mg/m ³) en el sector costero (18°-26°S).	37
Figura 23.	Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrófica superpuesta del mes de diciembre 2020: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.	38
Figura 24.	Distribución superficial de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad superficial, d) anomalía de salinidad y e) porcentajes de participación de las masas de agua con PPMA >50%: Agua Subtropical (AST), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Agua Subantártica (ASAA); PPMA <50% corresponden a procesos de mezcla de las masas de agua. Crucero diciembre 2020.....	38
Figura 25.	Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrófica superpuesta de los meses de enero a marzo 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.	40
Figura 26.	Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrófica superpuesta de los meses de abril a junio 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.....	42
Figura 27.	Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrófica superpuesta de los meses de julio y agosto 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.	43
Figura 28.	Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrófica superpuesta de los meses de septiembre y octubre 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.	44
Figura 29.	Distribución superficial de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad, d) anomalía de salinidad y e) porcentajes de participación de las masas de agua con PPMA >50%: Agua Subtropical (AST), Agua Ecuatorial	



	Subsuperficial (AESS) y Agua Subantártica (ASAA); PPMA <50% corresponden a procesos de mezcla de las masas de agua. Crucero septiembre-octubre 2021.	45
Figura 30.	Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta de los meses de noviembre y diciembre 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.....	46
Figura 31.	Serie de tiempo para el período enero 2015-marzo 2022 del índice ecuatorial ENOS (MEIVv2) y las ATSM (°C) de las regiones Niño ₁₊₂ (verde) y Niño _{3,4} (negro).	47
Figura 32.	Serie de tiempo del período enero 2015 – marzo 2022 de: a) MEI y ATSM en las regiones Niño ₁₊₂ (verde) y Niño _{3,4} (negro). Definición de: El Niño (línea roja) >0,5; La Niña (línea azul) >-0,5; neutral (línea negra). Series de tiempo en el período enero 2014-marzo 2021 del promedio de ATSM (°C) en el área norte (25°-29°S, línea roja) y área sur (29°-33°S, línea azul), en los sectores: b) costero, y c) oceánico. Diagramas Hovmöller de ATSM del área total (25°-33°S), en los sectores: d) costero y e) oceánico.....	49
Figura 33.	Serie de tiempo de clorofila-a del período enero 2015-marzo 2022 en el área norte (25°-29°S, línea roja) y área sur (29°-33°S, línea azul) y b) diagramas Hovmöller de clorofila-a del área total (25°-33°S) en la costa.....	50
Figura 34.	Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta del mes de enero 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.....	51
Figura 35.	Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta de los meses de febrero y marzo 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.	52
Figura 36.	Distribución superficial de: a) temperatura (°C), b) salinidad, e) porcentaje de participación de masa de agua (PPMA) superiores al 50% del tipo de agua: Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y d) clorofila-a (CLOAS, µg/L). Crucero febrero-marzo 2021.....	52
Figura 37.	Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta del mes de abril 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.....	53
Figura 38.	Distribución superficial de: a) temperatura (°C), b) salinidad, c) porcentajes de participación (PPMA >50%) de las masas de agua: Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y Ecuatorial subsuperficial (AESS) y d) clorofila-a (µg/L). Crucero abril 2021.....	54
Figura 39.	Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta de los meses de mayo, junio y julio de 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.	55
Figura 40.	Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica	



	superpuesta de los meses de agosto y septiembre de 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.....	56
Figura 41.	Distribución superficial de: a) temperatura (°C), b) salinidad, c) porcentaje de participación de masa de agua (PPMA) superiores al 50% de agua: Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y d) clorofila-a (µg/L). Crucero septiembre-octubre 2021.....	57
Figura 42.	Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta de los meses de octubre, noviembre y diciembre 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.	58
Figura 43.	Evolución de las capturas por especies en la zona norte y su relación con El Niño (panel superior) y la proporción de especies, 1955-2021.....	60
Figura 44.	Principales indicadores operacionales de la pesquería en la zona norte por flota y total entre 1980 y 2021. a) captura; b) viajes con pesca; c) capacidad de bodega desplazada y d) rendimiento de pesca.....	61
Figura 45.	Evolución de las capturas por especies en la zona centro norte (panel superior) y la proporción de especies (panel inferior), 1980-2021.....	62
Figura 46.	Principales indicadores operacionales de la pesquería en la zona centro norte por flota y total entre 1980 y 2021.	63
Figura 47.	Evolución de las capturas anuales de jurel en el período 2001-2021 en el área de estudio. a) Capturas por zona; b) capturas por flota; c) captura por flota, zona Arica-Antofagasta y d) captura por flota, zona Caldera-Coquimbo.....	65
Figura 48.	Evolución de las capturas de jurel en la zona Arica-Antofagasta en el período 2001-2021. a) Capturas mensuales por flota. b) capturas anuales de la flota industrial y c) capturas anuales de la flota artesanal.....	66
Figura 49.	Evolución de las capturas de jurel en la zona centro norte en el período 2001-2021. a) Capturas mensuales por flota. b) capturas anuales de la flota industrial y c) capturas anuales de la flota artesanal.....	67
Figura 50.	Evolución en la proporción de captura de jurel en la zona norte (a) y centro norte (b), por distancia a la costa. Años 1986 a 2021.	69
Figura 51.	Distribución espacial de las capturas por viaje de jurel en la zona norte, años 2000 a 2021.....	71
Figura 52.	Distribución espacial de las capturas por viaje de jurel en la zona centro norte, años 2000 a 2021.....	71
Figura 53.	Evolución mensual de las capturas de jurel en la zona norte, años 2006-2012. (Las flechas rojas indican vedas de reclutamiento y las verdes reproductivas que se establecieron para la anchoveta).....	72
Figura 54.	Evolución mensual de las capturas de jurel en la zona norte, años 2013-2021.....	73
Figura 55.	Proporción mensual de jurel por grupo de tamaño entre 1988 y 2021. Grupo de longitud ≤16 cm (gris), grupo entre 16 a 25 cm (rojo), grupo 26 a 30 cm (verde) y el grupo >30 cm (azul). Zona norte (panel superior) y centro norte (panel inferior).....	76
Figura 56.	Talla media del jurel entre 1988 y 2021. Zona norte (panel superior) y centro norte (panel inferior).	77
Figura 57.	Estructura histórica de las tallas del jurel en la zona norte, años 1990-2021.....	78



Figura 58.	Captura en número de jurel según tallas, zona Arica-Coquimbo. Flota total, año 2021.	79
Figura 59.	Distribución de frecuencias de longitudes en las capturas de jurel, zona Arica-Coquimbo. Flota total, años 2019 y 2021.	80
4.	Estructura de la captura por edad (Anexo 4 y 5).	81
Figura 60.	Estructura de edad trimestral en las capturas de jurel de la zona Arica – Coquimbo, año 2021.	83
Figura 61.	Número de ejemplares por grupo de edad en las capturas trimestrales y anuales de jurel. Zona Arica – Coquimbo, entre 2013 y 2021.	85
Figura 62.	Estructura de edad en número de ejemplares de las capturas de jurel, por zona de pesca, entre 2013 y 2021.	87
Figura 63.	Serie de los indicadores biológicos del jurel obtenidos en la zona norte, flota total. Años 1990 a 2021. a) Índice gonadosomático, b) factor de condición y c) peso medio.	89
Figura 64.	Evolución mensual de los indicadores biológicos del jurel obtenidos en la zona norte, flota total. Años 1990 a 2008. a) Índice gonadosomático, b) factor de condición y c) peso medio.	90
Figura 65.	Serie de los indicadores biológicos del jurel obtenidos en la zona centro norte, flota total. Años 1988 a 2021. a) Índice gonadosomático, b) factor de condición y c) peso medio.	92
Figura 66.	Evolución mensual de los indicadores biológicos del jurel obtenidos en la zona centro norte, flota total. Años 1990 a 2021. a) Índice gonadosomático, b) factor de condición y c) peso medio.	93
Figura 67.	Evolución de las capturas anuales de caballa en el período 2001-2021 en el área de estudio. a) Capturas por zona; b) capturas por flota; c) captura por flota, zona Arica-Antofagasta y d) captura por flota, zona Caldera-Coquimbo.	95
Figura 68.	Evolución de las capturas de caballa en la zona norte en el período 2001-2021. a) Capturas mensuales por flota; b) capturas anuales de la flota industrial y c) capturas anuales de la flota artesanal.	96
Figura 69.	Evolución de las capturas de caballa en la zona centro norte en el período 2001-2021. a) Capturas mensuales por flota; b) capturas anuales de la flota industrial y c) capturas anuales de la flota artesanal.	97
Figura 70.	Evolución en la proporción de captura de caballa en la zona norte (a) y centro norte (b), por distancia a la costa. Años 1986 a 2021.	99
Figura 71.	Evolución anual de las capturas de caballa en la zona norte, años 2000 a 2021.	101
Figura 72.	Evolución anual de las capturas de caballa en la zona centro norte, años 2000 a 2021.	101
Figura 73.	Evolución mensual de las capturas por viaje de caballa en la zona norte, años 2006-2011. (Las flechas rojas indican vedas de reclutamiento y las verdes vedas reproductivas que afectaron a la anchoveta).	102
Figura 74.	Evolución mensual de las capturas por viaje de caballa en la zona norte, años 2013-2021.	103



Figura 75.	Proporción mensual de caballa, por grupo de tamaño entre 1988 y 2021. Grupo de longitud ≤ 16 cm (gris), grupo entre 17 a 28 cm (rojo), grupo 29 a 30 cm (verde) y el grupo > 30 cm (azul). Zona norte (panel superior) y centro norte (panel inferior).....	104
Figura 76.	Talla media de la caballa entre 1988 y 2021. Zona norte (panel superior) y centro norte (panel inferior).	105
Figura 77.	Captura en número de caballa según tallas, zona Arica-Coquimbo. Flota total, año 2021.	106
Figura 78.	Distribución de frecuencias de longitudes en las capturas de caballa, zona Arica-Coquimbo. Flota total, años 2019 y 2021.	107
Figura 79.	Serie de los indicadores biológicos de la caballa obtenidos en la zona Arica-Coquimbo, flota total. Años 1990 a 2021. a) Índice gonadosomático, b) factor de condición y c) peso medio.	109
Figura 80.	Evolución mensual de los indicadores biológicos de caballa obtenidos en la zona norte y centro norte, flota total. Años 1990 a 2021. a) Índice gonadosomático, b) factor de condición y c) peso medio.	110
Figura 81.	Distribución espacial de los lances con registro de captura (azul) y mortalidad incidental (rojo) de mamíferos marinos realizados por la flota industrial de jurel, en la zona norte, durante el periodo 2017-2021.	112
Figura 82.	Distribución espacial de los lances con registro de captura (azul) y mortalidad incidental (rojo) realizados por la flota artesanal de jurel, en la zona centro norte, durante el periodo 2018-2021. A) Mamíferos marinos, B) Aves marinas costeras.	115
Figura 83.	Proporción de la presencia de los grupos que componen la fauna acompañante en la pesquería industrial de jurel norte durante el periodo 2017-2021.	118
Figura 84.	Distribución espacial de los lances con registro de presencia de fauna acompañante a bordo de la pesquería industrial de jurel norte, durante el periodo 2017-2021. A) Teleósteos, B) Condriictios, C) Invertebrados.	118
Figura 85.	Proporción de la presencia de los grupos que componen la fauna acompañante en la pesquería artesanal de jurel centro norte durante el periodo 2018-2021.	119
Figura 86.	Distribución espacial de los lances con registro de presencia de fauna acompañante a bordo de la pesquería artesanal de jurel centro norte, durante el periodo 2017-2021. A) Teleósteos, B) Invertebrados.	120



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Límites de las zonas consideradas en el área de estudio.	4
Tabla 2.	Dotación de Observadores Científicos y Coordinadores, por puerto. Año 2021.....	8
Tabla 3.	Capturas (t) mensuales por especies en toda la zona monitoreada (Arica a Antofagasta), proporción monitoreo (%) y cobertura (%) muestral.....	11
Tabla 4.	Número de Bitácoras totales de la pesquería pelágica zona norte, recabadas para la estimación de los indicadores pesqueros, por puerto y mes, año 2021.	11
Tabla 5.	Número de Bitácoras totales de la pesquería pelágica centro norte (Caldera-Coquimbo), recabadas para la estimación de los indicadores pesqueros, por puerto y mes, año 2021.....	12
Tabla 6.	Número de embarcaciones (N°) y capacidad de bodega (CB) promedio con operación en la zona norte por flota y rango de bodega entre 1980 y 2021.....	24
Tabla 7.	Principales características de las redes anchoveteras utilizadas por la flota según capacidad de bodega en la zona norte.....	25
Tabla 8.	Número de embarcaciones (N°) y capacidad de bodega (CB) promedio con operación en la zona centro norte, por flota y rango de bodega entre 1980 y 2021.....	27
Tabla 9.	Número de embarcaciones artesanales (N°) con operación en la zona centro norte, por zona y rango de bodega entre 1998 y 2021.....	28
Tabla 10.	Principales características de las redes utilizadas por la flota artesanal en la zona centro norte.	28
Tabla 11.	Desembarques (t) mensuales de sardina española de la flota cerquera en la zona norte, por puerto. Año 2021.....	30
Tabla 12.	Desembarques (t) mensuales de sardina española de la flota cerquera en la zona centro norte, por puerto. Año 2021.....	33
Tabla 13.	Porcentaje de captura de jurel en la zona norte y centro norte, por rango latitudinal. Años 1986 a 2021.	70
4.	Estructura de la captura por edad (Anexo 4 y 5).....	81
Tabla 14.	Captura en peso, número y BTML de la flota según zona de pesca el 2021	81
Tabla 15.	Porcentaje de captura de caballa en la zona norte y centro norte, por rango latitudinal. Años 1987 a 2021.	100
Tabla 16.	Captura y mortalidad incidental por especie en la flota cerquera industrial que operó sobre el recurso jurel, en la zona norte. Datos provenientes del registro de observadores científicos sobre 720 lances de pesca comerciales durante el periodo 2017-2021.	112
Tabla 17.	Captura incidental promedio por grupo de especie ($\pm$ desviación estándar) por tipo de pesquería en la flota cerquera que operó entre las regiones de AyP y Antof. Datos provenientes del registro de observadores científicos en el periodo 2017-2021. Valores P indican resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis usada para comparar tasas de captura entre pesquerías.	113
Tabla 18.	Captura incidental promedio por grupo de especie ($\pm$ desviación estándar) entre años de estudio, en la flota cerquera que operó entre la Región de AyP y ANTOF. Datos provenientes del registro de observadores científicos en el periodo 2017 - 2021. Valores indican resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis para comparar	



	las capturas promedio entre los diferentes años. (AA: Artesanal Anchoveta, IA: Industrial Anchoveta, IJ: Industrial Jurel).....	114
Tabla 19.	Captura y mortalidad incidental por especie en la flota cerquera artesanal que operó sobre el recurso jurel, en la zona centro norte. Datos provenientes del registro de observadores científicos sobre 153 lances de pesca comerciales durante el periodo 2017-2020.	114
Tabla 20.	Captura incidental promedio por grupo de especie ($\pm$ desviación estándar) entre años de estudio, en la flota cerquera artesanal que operó sobre el recurso jurel entre la Región ATCMA y COQ. Datos provenientes del registro de observadores científicos en el periodo 2018 - 2021. Valores P indican resultados de la Prueba de Kruskal - Wallis para comparar las tasas de captura entre años.....	115
Tabla 21.	Captura incidental promedio (+ desviación estándar), en la flota cerquera artesanal que operó sobre el recurso jurel entre las regiones de ATCMA - COQ. Datos provenientes del registro de observadores científicos en el periodo 2018 - 2021. Valores P son el resultado de la prueba de Kruskal-Wallis usada para comparar la captura entre estaciones.	116
Tabla 22.	Listado de especies que componen la fauna acompañante registradas como presencia a bordo de la pesquería industrial de jurel en la zona norte, en el periodo 2017-2021. FI: Frecuencia de Incidencia, FO (%): Frecuencia de ocurrencia. Datos provenientes de 733 lances de pesca.	117
Tabla 23.	Listado de especies que componen la fauna acompañante registradas como presencia a bordo de la pesquería industrial de jurel centro norte, en el periodo 2018-2021. FI: Frecuencia de Incidencia, FO (%): Frecuencia de ocurrencia. Datos provenientes de 179 lances de pesca.	119



ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Gestión de muestreo de jurel y caballa.
 - Anexo 2. Distribución de longitudes ponderadas a las capturas de jurel y caballa.
 - Anexo 3. Varianzas de las longitudes.
 - Anexo 4. Claves edad – talla de jurel.
 - Anexo 5. Estructura de edad de jurel.
 - Anexo 6. Aspectos reproductivos de jurel y caballa.
 - Anexo 7. Relación longitud – peso de jurel.
- Base Datos Pesquería Pelágica Norte, año 2021.



1. ANTECEDENTES DE LA PESQUERÍA

El recurso jurel es una especie pelágica de gran importancia mundial, presenta una amplia distribución geográfica tanto en el Pacífico Suroriente que incluye desde las islas Galápagos, Ecuador, Perú hasta la región austral de Chile (52°S) (Serra, 1991) alcanzando hacia el oeste las costas de Nueva Zelanda, Tasmania y Australia (Grechina 1998, Serra, 1991 y Jones, 1990), se encuentra principalmente entre los 30° y 50°S constituyendo lo que se conoce como el “cinturón del jurel”. Para el stock de jurel en Chile, Arcos *et al.* (2001) sugieren que se encuentra estructurado en tres diferentes hábitats: (1) un área de crianza en el norte (30°S), (2) un área de alimentación costera en Chile centro-sur ($30\text{--}40^{\circ}\text{S}$) y (3) un área de desove oceánica frente a Chile central que se extiende más allá de las 1000 millas náuticas de la costa. Se reconoce por presentar una migración estacional hacia el océano abierto para su reproducción y desde allí al área costera para alimentarse, lo que determina su patrón estacional en pesquerías costeras y oceánicas (Serra, 1991 y Medina *et al.*, 2002). Por otro lado, la caballa (*Scomber japonicus*), también corresponde a un recurso pelágico que tiene su ciclo de vida oceánico y presenta una amplia distribución geográfica en el Pacífico Sur, encontrándola en las costas de Ecuador, Perú, Chile y Costa Rica (Chirichigno & Vélez, 1998). Su captura se encuentra asociada principalmente al recurso jurel, y en Chile su captura no está asociada a cuotas de pesca.

La pesquería del jurel (*Trachurus murphyi*) constituye una de las pesquerías pelágicas más importantes de Chile, identificándose tres áreas donde se desarrolla una pesquería sustentada por este recurso: i) pesquería de la zona norte ($18^{\circ}21'\text{--}24^{\circ}\text{S}$); ii) pesquería de la zona centro norte ($24\text{--}32^{\circ}10'\text{S}$) y iii) pesquería de la zona centro-sur ($32\text{--}43^{\circ}30'\text{S}$) (Barria *et al.*, 2003). Esto se explica por la estructura poblacional que presenta este recurso, el que incluye tres hábitats diferentes: i) un área de crianza situada en el sector costero del sur de Perú y norte de Chile (al norte de los 30°S), ii) un área de alimentación ubicada en la zona centro-sur de Chile, en donde ocurre el reclutamiento a la pesquería y finalmente, iii) una extensa área de desove situada en la zona oceánica frente a Chile central en donde se lleva a cabo la reproducción durante la primavera ($30\text{--}40^{\circ}\text{S}$) (Arcos *et al.*, 2004).

En la década del 60 la explotación del jurel comienza de manera incipiente alcanzando notoriedad durante la década del 70 en la zona norte debido a la caída en la abundancia de la anchoveta. Sin embargo, desde mediados de los años 80 la pesquería centro sur se consolida como la principal zona de pesca de este recurso, representando en el 2004 el 82% del desembarque nacional de jurel (Peña-Torres *et al.* 1997). Durante este período (1960-80) la pesquería pelágica del jurel, tuvo un régimen de libre acceso. En 1981 se establece la talla mínima de captura en 26 cm de longitud horquilla (LH) (D.S. N° 458) y en 1985 se regula el esfuerzo pesquero en las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Bio Bio (D.S N° 436). Sin embargo, a pesar de estas medidas la pesquería del jurel a nivel nacional mantiene su ritmo expansivo alcanzando a ser declarada en el año 1991, como una pesquería en régimen de plena explotación, suspendiendo el otorgamiento de nuevas autorizaciones de pesca e inscripción de pescadores y armadores artesanales en todas las regiones del país (Peña-Torres *et al.*, 1997).



A finales de 1997 se aplicaron regulaciones de pesca, vedas y pescas de investigación, como producto de la disminución de los ejemplares adultos y de la alta proporción de individuos bajo la talla mínima legal. En 1999 continuaron las medidas de regulación y se fijó por primera vez una cuota anual de captura para el 2000, de 1,2 millones de toneladas para la actividad industrial entre la III y X región (D.S N° 604); no incluyendo las regiones I y II en esta normativa. En el 2001 se estableció un Límite Máximo de Captura (LMC) por armador en las principales pesquerías nacionales (Ley 19.713), lo que implicó un cambio sustancial en la actividad pesquera, permitiendo una actividad extractiva más regulada. Sin embargo, los desembarques fluctuaron en torno a 1,5 millones de toneladas hasta el año 2003, exhibiendo una tendencia decreciente, alcanzando los 0,8 millones de t en el 2009 (Barria *et al.*, 2003).

La pesquería del jurel y la caballa en la zona norte y centro norte se han visto afectadas por las variaciones ambientales intra e inter anuales y procesos oceanográficos registrados (ciclos ENSO y surgencias costeras, entre otros), los que han provocado en el jurel una juvenilización en el stock del recurso particularmente en ciertas regiones y en la caballa una alta fluctuación en su captura que inciden en el stock de la población. Es por ello que el Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la zona norte y centro norte de Chile, recopila la información biológico-pesquera de los principales recursos que tienen importancia comercial, con el objetivo de analizar e integrar oportunamente el desempeño de las variables e indicadores, incluyendo aspectos ecosistémicos asociados e información científica disponible.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Entregar una asesoría oportuna y permanente a la Autoridad, para la regulación y el ordenamiento pesquero, conforme al levantamiento, análisis y comunicación de los indicadores relevantes de las principales pesquerías nacionales y su ambiente asociado.

2.2 Objetivos específicos

- 2.2.1** Caracterizar y analizar la actividad pesquera extractiva considerando los aspectos técnicos de las unidades operativas, a través de la estimación de indicadores y sus variaciones espacio-temporales, así como los factores determinantes de su desempeño.
- 2.2.2** Caracterizar y analizar las capturas y/o desembarques de las especies objetivo, a través de la estimación de indicadores y sus variaciones espacio-temporales, así como los factores determinantes de su desempeño.
- 2.2.3** Caracterizar y analizar en forma integral la fauna acompañante, captura incidental y sus aspectos ambientales y oceanográficos asociados a estas pesquerías, a través de la estimación de indicadores y sus variaciones espacio-temporales.
- 2.2.4** Implementar un Programa de Mejoramiento Continuo de la Calidad de la Asesoría (PMCCA) del programa de Seguimiento de las Pesquerías.



3. MATERIALES Y M3TODOS

Este capitulo se entrega como una secci3n independiente, para mayor antecedente revisar “Programa de seguimiento de las principales pesquerías pelágicas de la zona norte de Chile, entre la regi3n de Arica y Parinacota a la regi3n de Coquimbo, a3o 2021. Metodología” (B3hm *et al.*, 2021a).

3.1. Área de estudio

El área cubre el sector marítimo de las regiones de Arica y Parinacota a Coquimbo, entre los 18°21' y 32°10'S, desde la costa hasta las 200 millas, dividida en tres zonas de pesca (**Tabla 1** y **Figura 1**). Para nominar la zona Arica-Antofagasta se designará como zona norte y la zona Caldera-Coquimbo como zona centro norte.

Tabla 1. Límites de las zonas consideradas en el área de estudio.

	Zona	Límite norte	Límite sur
Zona norte	Arica	18°21' -	19°30'S
	Iquique	19°30' -	21°30'S
	Antofagasta	21°30' -	24°00'S
Zona centro norte	Caldera	24°00' -	28°00'S
	Coquimbo	28°00' -	32°10'S

En este sentido, las zonas se relacionan con las áreas biológicas donde se extraen los recursos, las que están directamente relacionadas con la extensi3n de la distribuci3n espacial de la unidad de stock. Para analizar la operaci3n de la flota los estratos espaciales y temporales se definen por la combinaci3n: zona y cuadrícula por mes; regi3n por mes; puerto por mes y semana.

Por otra parte, en el caso de los desembarques, los volúmenes descargados en una regi3n corresponden a los reportados en los respectivos puertos de esa regi3n. Las Regiones obedecen a un ordenamiento administrativo que el Estado le da al país. Actualmente mediante Decreto 1115 del Ministerio de Interior y Seguridad Pública (julio, 2018) se establecen las abreviaturas para identificar las regiones del país y sistematiza con una codificaci3n única para las regiones las que se utilizarán en este informe cuando se citen. De acuerdo a esta instrucci3n se utilizarán las siguientes abreviaturas: Arica y Parinacota (AyP); Tarapacá (TPCA); Antofagasta (ANTOF); Atacama (ATCMA) y Coquimbo (COQ).

En la estimaci3n de la distribuci3n espacio - temporal de los recursos y de la operaci3n de la flota se utiliza el sistema georreferenciado que es una importante herramienta para el análisis de los datos en un contexto espacio - temporal, permitiendo la representaci3n del área de estudio mediante cartas de distribuci3n y abundancia.

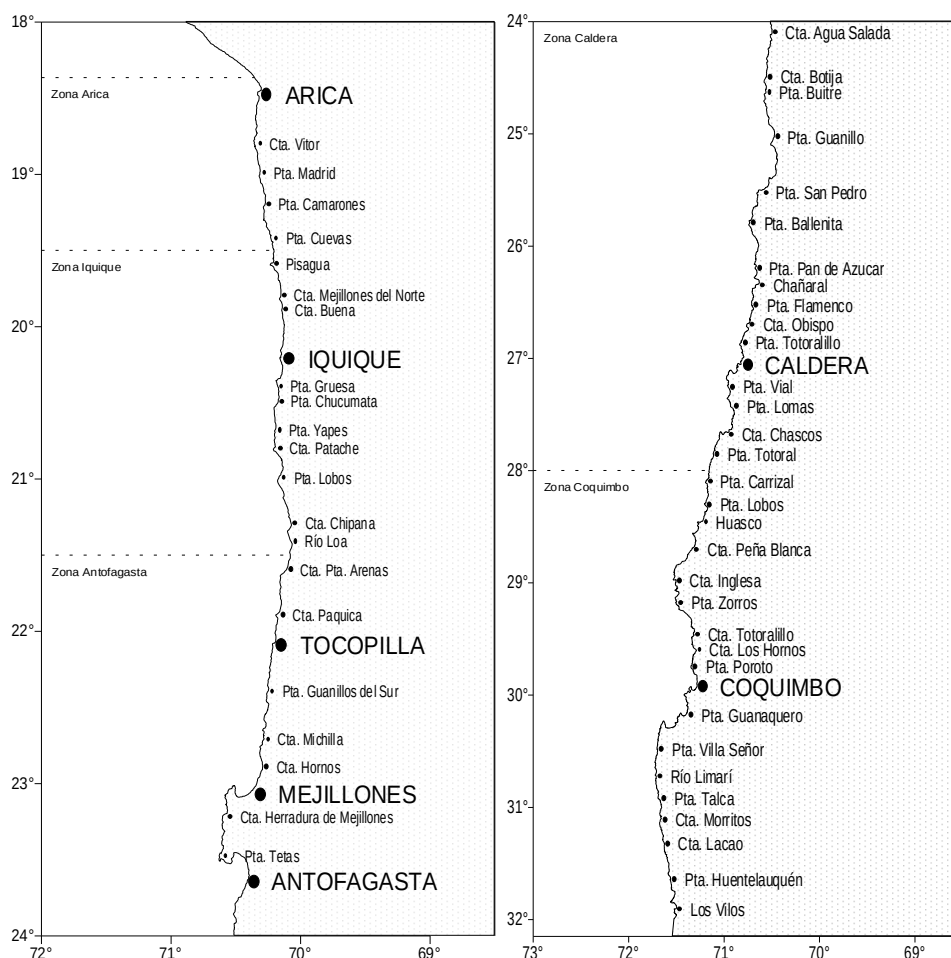


Figura 1. Principales puertos de desembarque de la pesquería pelágica ejercida en la zona norte (regiones de Arica y Parinacota a Antofagasta) y centro norte (regiones Atacama y Coquimbo), identificando los puntos notables.

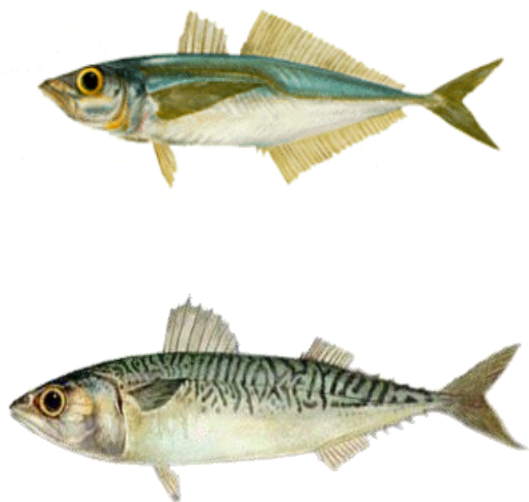
3.2. Recursos objetivos

Los principales recursos pelágicos considerados en el estudio son: anchoveta (*Engraulis ringens*), jurel (*Trachurus murphyi*), caballa (*Scomber japonicus*) y sardina española (*Sardinops sagax*) (Figura 2). Esta última especie ha estado presente esporádicamente con capturas en los tres últimos años en la pesquería en las zonas de Antofagasta, Caldera y Coquimbo.

Al respecto, de los recursos objetivos el único que no está sometido a cuota global de captura ni límite máximo de captura por armador (LMCA) es la caballa. También se consideran en el estudio “otras especies” reportadas en las capturas, a nivel de bitácoras de pesca que constituyen fauna acompañante de las especies objetivo de la pesquería, principalmente bacaladillo (*Normanichthys*



crockeri), agujilla (*Scomberesox saurus*), pejerrey (*Odontesthes regia*), cabinza (*Isacia conceptionis*), machuelo (*Ethmidium maculatum*) y cojinoba del norte (*Seriorella violacea*).



Jurel, *Trachurus murphyi*

Cuota global 2021	: 504.869
Investigación	: 150
Imprevistos, consumo humano y otros	: 5.048
Cuota objetivo	: 494.421
CO Flota Industrial	: 448.687
CO Unidad Pesquería AyP-ANTOF	: 70.455
CO Unidad Pesquería ATCMA-COQ	: 14.868
CO Unidad Pesquería VALPO-ARAUC	: 318.948
CO Unidad Pesquería RIOS-LAGOS	: 44.416
CO Flota Artesanal	: 45.734

Caballa, *Scomber japonicus*

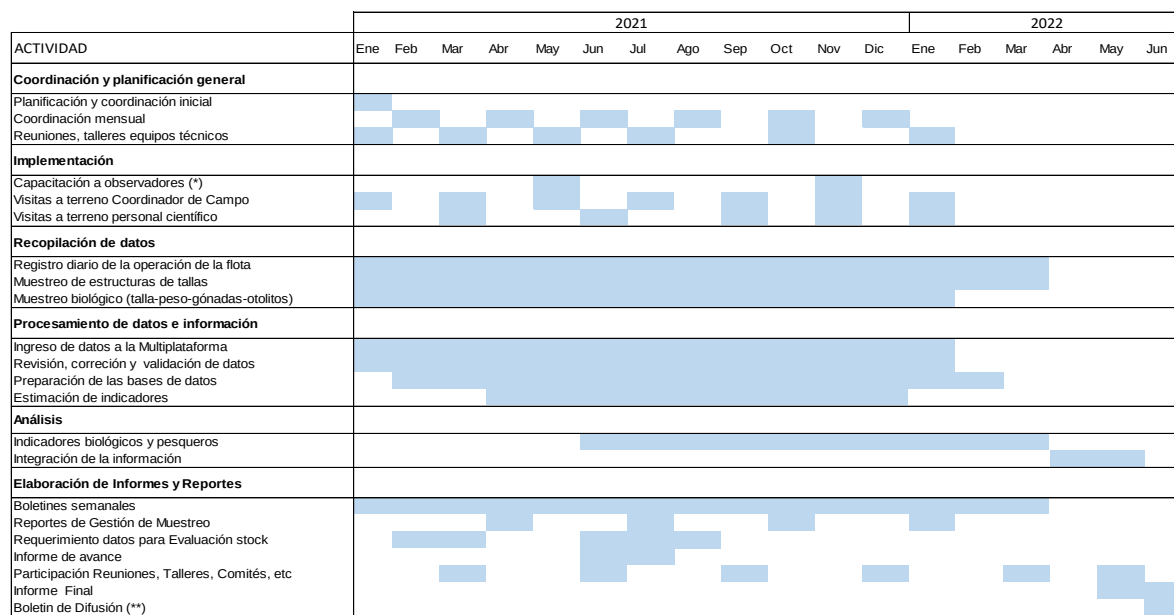
Sin cuota

Figura 2. Principales recursos pelágicos considerados en el estudio con un resumen de la cuota de captura.



3.3 Carta Gantt y principales actividades realizadas en el 2021

Se entrega una carta Gantt y un resumen de las principales actividades realizadas en el transcurso del año 2021.



(*) Actividad sujeta a disponibilidad de entidades de capacitación y fechas por convenir.

(**) Se entrega aprobado el Informe Final.

Las principales actividades realizadas el 2021 fueron:

Es importante señalar que las actividades presenciales durante el año se vieron afectadas por la pandemia lo que dificultó algunas reuniones técnicas programadas, eventos que se realizaron en forma remota.

- Coordinación de actividades y reuniones técnicas con el equipo del proyecto pelágico en las bases de IFOP de Arica e Iquique (vía remota).
- Elaboración de los boletines semanales que considera reportes: biológicos-pesqueros, monitoreos reproductivos y monitoreos de reclutamiento, en la zona norte y centro-norte.
- Pescas de Investigación y monitoreo reproductivo y reclutamiento en la zona norte. Elaboración de los TTR, procesos de licitación, adjudicación y planificación de la ejecución de ésta con reuniones en terreno con los armadores.
- Apoyo a Subpesca con requerimientos de datos y asesorías para resolver temas específicos solicitados en el transcurso del año.
- Apoyo al grupo de evaluación directa del IFOP entregando las estructuras de tallas de los recursos anchoveta y jurel de la zona norte.
- Participación en los Comités Científicos de pequeños pelágicos



4. RESULTADOS

4.1 Objetivo específico 3.2.1. Caracterizar y analizar la actividad extractiva considerando los aspectos técnicos de las unidades operativas, a través de la estimación de indicadores y sus variaciones espacio-temporales, así como los factores determinantes de su desempeño.

Se entrega los resultados de la gestión de muestreo durante el año 2021, un análisis de las principales características técnico-operacionales de la flota cerquera industrial y artesanal y de los desembarques realizados en la zona Arica-Coquimbo durante el año 2021 comparándolos con el año 2020.

4.1.1 Gestión de muestreo

Centros de muestreos y distribución del personal

La administración, planificación y control general de los procesos de datos radica en el Departamento Gestión de Muestreo (DGM), que esta a cargo del jefe del departamento (JDGM) y coordinador general (CG), ambos con base en Valparaíso. En tanto, en regiones, la responsabilidad es de los coordinadores de campo (CC), los que supervisan en terreno el trabajo desarrollado por los observadores científicos (OC), responsables de la recopilación de datos a bordo y en tierra (**Tabla 2**).

Tabla 2. Dotación de Observadores Científicos y Coordinadores, por puerto. Año 2021.

REGIÓN	Centro Muestreo	Nro Obs. Científicos embarcados	Nro Obs. Científicos tierra	Coordinador de campo	Sede	Coordinador general	Sede
Arica-Parinacota	Arica	2	2	1	Iquique	1	Valparaíso
Tarapacá	Iquique	5	5		Iquique		
Antofagasta	Mejillones	-	2	1	Coquimbo		
Atacama	Caldera	-	1				
Coquimbo	Coquimbo	1	2				
TOTAL		5	8	12	2	1	

La designación de OC por mandato de la Ley General de Pesca y Acuicultura la formaliza la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), a través de resoluciones exentas, identificando a cada observador con su nombre completo, RUT y proyecto asociado, en dos grupos; observadores científicos autorizados para recopilar datos biológico-pesqueros a bordo de embarcaciones artesanales e industriales, puntos de desembarques y plantas de proceso; y observadores científicos acreditados sólo para levantar datos en estos dos últimos lugares.



La dotación de observadores científicos se focaliza en los centros de muestreo de Arica e Iquique dado que la mayor actividad extractiva pelágica, en términos de volúmenes descargados y flota, se concentra en esas regiones. En el caso de Mejillones las descargas son menores y se cubren con traslados de OC de Iquique para fortalecer los muestreos tanto de tierra como a bordo. En el caso de los centros de muestreo de Caldera y Coquimbo la actividad pesquera se focaliza principalmente en los primeros siete meses del año, sólo con operación de la flota artesanal, tarea que es cubierta con el personal del proyecto y también con apoyo de OC de otros proyectos que están en el centro. Al respecto, cabe señalar que el personal de muestreo tiene la facilidad de desplazarse transitoriamente hacia los distintos puertos en función de los requerimientos de cobertura muestral, siguiendo las indicaciones que determine el coordinador general en acuerdo con los coordinadores de campo de la zona norte y centro-norte.

Las competencias y aptitudes necesarias para calificar como OC, han sido establecidas en las Resoluciones Exentas Nros, 1463 (2015), 4079 (2016), 4434 (2017) y 365 (2018), todas de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, entre las cuales destacan;

- Artes y aparejos de pesca en pesquerías nacionales.
- Normativa y regulación pesquera.
- Técnicas de muestreo.
- Seguridad y familiarización a bordo.
- Identificación de especies de importancia económica y ecológica.
- Conocimientos para la utilización del instrumental técnico y científico necesario para llevar a cabo la observación científica.
- Conocimientos necesarios respecto de las formas de medición de las diversas variables de los recursos de medición.
- Conocimientos básicos respecto de la normativa de seguridad, salvataje y primeros auxilios.
- Tener capacitación en tareas científicas básicas, tales como toma y análisis de muestras, observación y registros de datos e información.

Gestión año 2021

El trabajo de campo durante el segundo año de pandemia, estuvo en un comienzo condicionado por las medidas de prevención y sus distintos grados de implementación por parte de los usuarios de las pesquerías de recursos pelágicos en la zona norte que agregó incertidumbre a la actividad. Si bien la amplia campaña de vacunación a nivel nacional iniciada en febrero por el Ministerio de Salud (MINSAL), con la participación voluntaria de gran parte de los observadores científicos (OC) de la institución, permitió afrontar de mejor forma los aspectos operativos de terreno, brindando una mayor sensación de seguridad al personal vinculado al muestreo y, de este modo, mantener la representatividad y cobertura de las actividades extractivas de las pesquerías monitoreadas. Labor supeditada por cierto a las distintas medidas de administración que fueron decretadas para asegurar la sostenibilidad de las principales pesquerías que las conforman, especialmente vinculadas al recurso anchoveta que mantiene el grueso de la operación de ambas flotas, industrial y artesanal.



No obstante, finalizando marzo el escenario nacional por efecto de la pandemia cambió drásticamente debido al incremento de los casos de contagios, intensificados aún más a partir de abril, fecha en que la institución reaccionó remitiendo semanalmente instructivos internos a cargo del departamento de gestión de muestreo (DGM), destinados a comunicar la pertinencia del trabajo en terreno de los OC de acuerdo a los distintos proyectos en ejecución y según macrozonas territoriales. Reduciendo en el caso particular de este monitoreo el levantamiento de información a bordo de la flota artesanal durante todo el mes. Posteriormente, la labor de muestreo se adaptó a las capacidades disponibles con el fin de minimizar los efectos atribuidos a la pandemia, recabando en esta etapa un importante número de bitácoras de pesca, realizando embarques, muestreos de proporción de especies, determinación de longitud y recabando datos biológicos específicos, junto a la extracción de otolitos sagitales de ambos sexos de todos los recursos en estudio, además de gónadas de hembras de jurel, según requerimientos, para los análisis de las fases microscópicas de madurez reproductiva.

Esta labor de campo posibilitó constatar también que la captura de este engráulido sigue centrando tradicionalmente los esfuerzos de pesca de las flotas cerqueras de ambos sectores, artesanal e industrial, junto con verificar nuevamente, tal como en los últimos años, la ocurrencia de una cantidad importante de caballa en las capturas asociadas a jurel en todas las zonas de operación de la flota (**Tabla 3**). Otro aspecto particular y también observado por segundo año consecutivo fue la presencia de medusas en las capturas, realizadas este año durante toda la temporada, en las zonas de pesca de Arica a Antofagasta, tanto por la flota industrial como artesanal. Cnidarios escifozoos extraídos conjuntamente con los recursos objetivos del monitoreo, llegando a conformar el mayor peso del grupo de “otras especies” en la macrozona Arica-Antofagasta (**Tabla 3**).

La composición de las capturas y desembarques en esta área de pesca se determinó a través de 2.345 muestreos consistentes en estructuras de tallas y biológicos específicos de los cuales, 79% correspondieron a anchoveta, 10,3% a jurel y 9,1% a caballa, seguido de una menor proporción de muestreos de sardina española (1,1%). Mientras que esta tarea que incluyó además a otras especies alcanzó un 0,5% del total de muestreos (**Tabla 3**). Biodiversidad compuesta en su mayoría por agujilla (*Scomberesox saurus*) y bacaladillo (*Normanichthys crockeri*), junto a muestreos ocasionales de machuelo (*Ethmidium maculatum*) y bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*).

En términos proporcionales estos resultados comparados con el año pasado dan cuenta de una mejor representatividad de la composición de los desembarques y capturas en todas las especies secundarias, mientras que el mismo contraste, evidenció un menor número de muestreos relativos a la principal especie objetivo de las flotas cerqueras en esta macrozona.

**Tabla 3.** Capturas (t) mensuales por especies en toda la zona monitoreada (Arica a Antofagasta), proporción monitoreo (%) y cobertura (%) muestral.

Zona de pesca	Especie	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	Capturas %	Total nro. Muestras	Muestreo %
ARICA	Anchoveta	843	13,073	36,878	44,395	58,761	47,233	42,119	389	2,201	47,757	38,729	34,425	366,801	78.3	1,852	79.0
	Jurel	6,888	6,532	17,425	11,844	3,753	590	204		1	3,825	2,314	220	53,596	11.4	242	10.3
	Sardina española	41	14	273		8	33	224			12	4	6	613	0.1	26	1.1
	Caballa	139	600	3,863	19,703	4,824	66	13			2,753	10,056	4,187	46,203	9.9	214	9.1
ANTOFAGASTA	Otras especies	5	10	75	164	18	93	98	2		152	191	372	1,180	0.3	11	0.5
	Total	7,916	20,228	58,514	76,106	67,362	48,014	42,657	391	2,202	54,498	51,293	39,210	468,393	100	2,345	100

Fuente: Instituto de Fomento Pesquero

Información pesquera

Con relación a la información operacional y pesquera obtenida de las empresas la cual fue ratificada en buena medida a través del programa de embarques de observadores científicos en la flota, este año se recabó un total de 10.714 registros de bitácoras procedentes de los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Datos cuya fracción correspondiente al 34,9%, fue producto de las actividades extractivas de los barcos industriales y el restante 65,1%, de las operaciones de pesca de las embarcaciones artesanales (**Tabla 4**). Porcentajes equivalentes al año pasado.

Tabla 4. Número de Bitácoras totales de la pesquería pelágica zona norte, recabadas para la estimación de los indicadores pesqueros, por puerto y mes, año 2021.

MES	PUERTO								
	ARICA		IQUIQUE		MEJILLONES		TOTAL ARICA-MEJILLONES		
	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Ambos sectores
Enero	39		61		28	15	128	15	143
Febrero	28	189	102	16		57	130	262	392
Marzo	69	496	173	203	125	209	367	908	1275
Abril	17	453	370	141	123	261	510	855	1365
Mayo	382	320	190	296	81	213	653	829	1482
Junio	70	330	316	110	137	78	523	518	1041
Julio	162	114	199	397	106	50	467	561	1028
Agosto				10			0	10	10
Septiembre	16	45	4	15	1	20	21	80	101
Octubre	143	255	166	405	19	486	328	1146	1474
Noviembre	151	181	225	483	8	329	384	993	1377
Diciembre	128	296	103	363		136	231	795	1026
Total	1.205	2.679	1.909	2.439	628	1.854	3.742	6.972	10.714

Fuente: Empresas pesqueras

Esta misma gestión con las empresas usuarias del sector de Caldera y Coquimbo, dispuso de 3.955 de estos reportes, casi en su totalidad correspondiente a faenas de lanchas (99,4%), con una porción muy menor de bitácoras de naves mayores, producto de operaciones puntuales y estacionales en la zona de Caldera que contribuyeron ligeramente al segmento industrial con un 0,6% (**Tabla 5**). Esta misma zona a partir de su información interanual mostró cifras que además denotaron una menor operación de la flota artesanal al compararlas con la temporada pasada, cuando estos números mantuvieron cierta igualdad con el mismo tipo de embarcaciones con base en Coquimbo.

**Tabla 5.** Número de Bitácoras totales de la pesquería pelágica centro norte (Caldera-Coquimbo), recabadas para la estimación de los indicadores pesqueros, por puerto y mes, año 2021.

MES	PUERTO				TOTAL CALDERA-COQUIMBO		
	CALDERA		COQUIMBO				
	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Ambos sectores
Enero		4		226	0	230	230
Febrero		101		353	0	454	454
Marzo	13	783		285	13	1068	1081
Abril	1	192		245	1	437	438
Mayo	1	165		224	1	389	390
Junio	3	21		108	3	129	132
Julio	1	37		150	1	187	188
Agosto		21		14	0	35	35
Septiembre		78		19	0	97	97
Octubre	2	251		4	2	255	257
Noviembre		282		10	0	292	292
Diciembre	1	330		30	1	360	361
Total	22	2.265	0	1.668	22	3.933	3.955

Fuente: Empresas pesqueras

Información biológica

▪ Zona Arica - Antofagasta

Los resultados de la gestión de muestreo de la zona norte, realizada en los puertos donde existen plantas de reducción se detallan en términos de los muestreos de longitud, biológicos por recurso y zona. El resumen de la cobertura mensual y por puerto se especifica en el **Anexo 1**.

Jurel

La actividad de muestreo a bordo en Iquique, presentó muy buenos resultados respecto a los muestreos de longitud de jurel, con un máximo de 38 muestreos en abril y un promedio de 13 por mes. Demostrando un avance en este sentido, al igual que en Arica con un tope de 21 muestreos en mayo y una media de 6 mensual, similar a los resultados en Antofagasta en términos medios (**Figura 3 a**). Si bien, se observó una mejora, ya que fue posible obtener muestras del tamaño de los jureles de manera casi sistemática en los desembarques, no fue posible vincular mayormente con muestreos biológicos específicos (**Figura 3b**), debido a las malas condiciones de los ejemplares asociado con un efecto mecánico producto de las descargas y por descomposición, dificultad que fue tratada y mejorada a partir del segundo semestre. En tanto, en tierra se relizaron 57 muestreos con mediciones de 1.960 ejemplares con un promedio de 34 individuos por muestreo, con predominio de la flota industrial (75%) y en la zona de Iquique (**Anexo 1**).

Respecto al muestreo biológico, su recopilación esta sujeta a oportunidad, estado de conservación y condiciones de almacenamiento a bordo. Esta problemática señalada anteriormente y su consecuencia en la recopilación de muestreos, gatilló la realización de gestiones y reuniones con los representantes de las principales empresas usuarias del sector, facilitadas por el director ejecutivo del Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM), durante fines de julio, emanando medidas



como por ejemplo disponer de almacenamiento en bidones con hielo a bordo para la mantención de las muestras de jureles obtenidas por los observadores. Los cuales son transportados a los laboratorios de IFOP, posterior a la recalada, para la realización de los diferentes muestreos.

Los efectos de las gestiones realizadas con las empresas, mostró un aumento en la recopilación, evidente a partir de septiembre principalmente en Iquique, al lograr obtener muestras mes a mes, y aumentar también el número de ejemplares examinados en cada ocasión (**Figura 3c**).

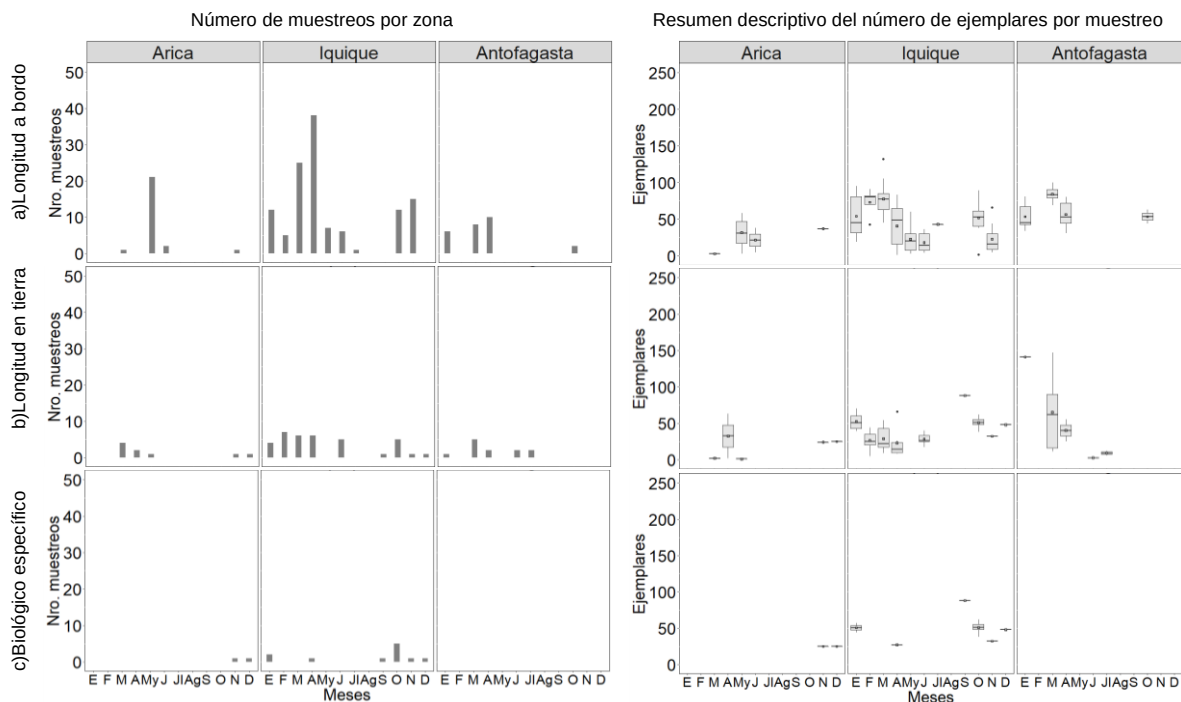


Figura 3. Jurel, zona norte (Arica a Antofagasta), año 2021. Tipos y número de muestreos realizados (barras), letras a, b y c, con el resumen gráfico de la cantidad de ejemplares por muestreo (boxplots).

Caballa

Los muestreos en la zona norte estuvieron asociados a la oportunidad de observarlos durante las operaciones extractivas orientadas a la captura de jurel (**Figura 4a**). Etapa durante la cual se realizaron 179 muestreos de longitud a bordo, midiendo en ese proceso 7.513 caballas. A la vez que, en tierra, su menor ocurrencia en las muestras permitió muestrearlos en tan solo 30 oportunidades, sumando en esa tarea 824 ejemplares medidos. Siendo el muestreo biológico específico, así como en el caso del jurel, el de menor rendimiento (**Figura 4b y c**).

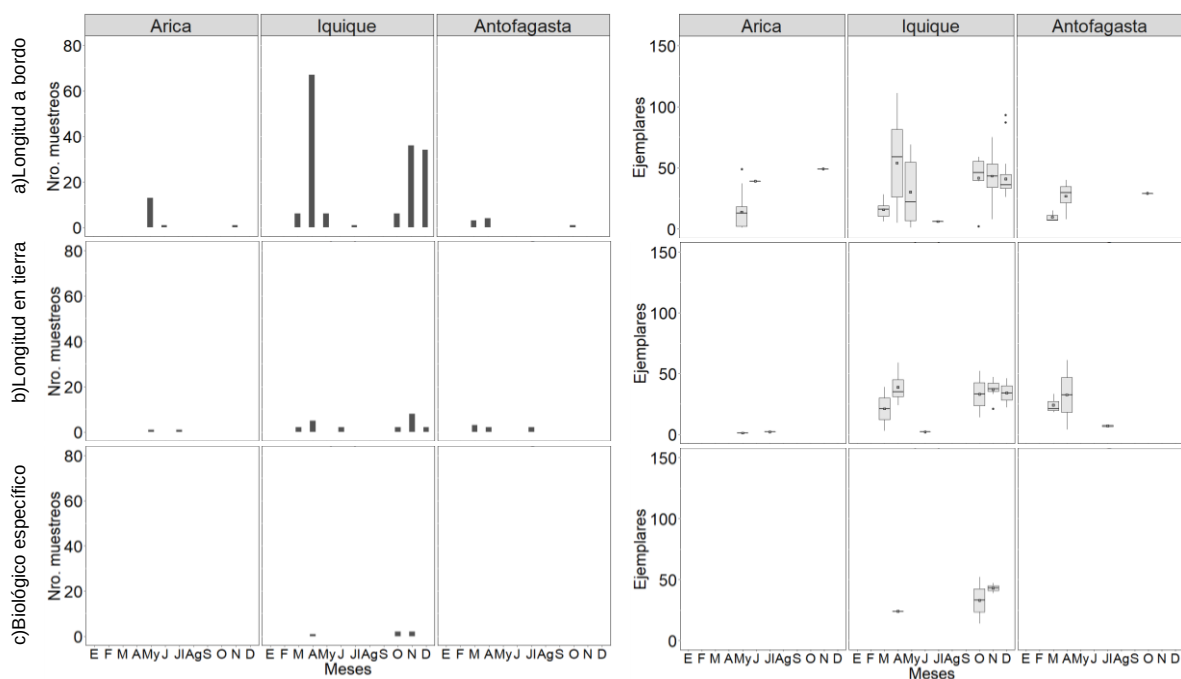


Figura 4. Caballa, zona norte (Arica a Antofagasta), año 2021. Tipos y número de muestreos realizados (barras), letras a, b y c, con el resumen gráfico de la cantidad de ejemplares por muestreo (boxplots).

Fauna acompañante

El muestreo de otras especies ocurrentes en las capturas y desembarques de la zona norte, se realizó entre marzo y noviembre. Ejercicio en el que se determinó el tamaño de los recursos agujilla (*Scomberesox saurus*), bacaladillo (*Normanichthys crockeri*), machuelo (*Ethmidium maculatum*), y muy ocasionalmente, bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) (**Anexo 1**).

Extracción de otolitos

La obtención de estas estructuras calcáreas en la zona norte consideró 926 otolitos de jurel y 297 de caballa (**Anexo 1**).

■ Zona Caldera-Coquimbo

En esta zona la composición y características de las capturas de jurel se representó a través de 252 muestreos, midiendo un total de 10.397 ejemplares, junto al registro biológico específico de 4.935 de estos peces. Recopilados en las embarcaciones artesanales.



En Caldera, como es habitual, la flota dirigió sus esfuerzos de pesca sobre este recurso, cuando su principal especie objetivo, anchoveta, estuvo bajo alguna medida de administración que restringieron su captura, como el proceso de reclutamiento y veda biológica. Centrándose la pesca sobre jurel en el mes de marzo y luego de manera constante a partir de septiembre, logrando en esos meses registros en todos los tipos de muestreo y en similar número (**Figura 5**), a bordo con un máximo de 11 muestreos en marzo, y un promedio de cuatro por mes en la última parte del año. Procesos compuestos en su mayoría por series de jureles con una media y mediana cerca de los 75 individuos por muestreo (**Figura 5a**). En tanto en tierra, hubo mayor variabilidad respecto a la cantidad de individuos medidos en cada ocasión, fluctuando sus distribuciones en un amplio rango y con ciertas asimetrías, promediando entre 55 y 70 el número de peces observados por muestreo (**Figura 5b**).

Al mismo tiempo que los aspectos biológicos específicos, se levantaron en general con una media de 50 ejemplares en cada ocasión (**Figura 5c**).

En cambio, en Coquimbo el panorama fue distinto, comenzando el año con una importante recopilación de muestreos de jurel, con mejores resultados en tierra (**Figura 5b**). Los muestreos a bordo, se circunscribieron a los primeros tres meses del periodo, y después en septiembre y diciembre. Determinando la longitud de estos peces con cuatro muestreos en promedio por mes y mediana de 75 individuos por muestreo (**Figura 5a**). En tierra, la labor efectuada fue más intensa, con un promedio de ocho muestreos mensuales que contemplaron mediciones con medianas entre 43 y 85 de estos carángidos por muestra (**Figura 5b**).

Mientras que, en la componente biológica específica, tal como en otros laboratorios húmedos, se conformó en general con grupos compuestos por 50 ejemplares en cada oportunidad. Si bien en abril, la media y mediana concordantes de esas muestras alcanzó sólo a 25 ejemplares por muestreo (**Figura 5c**).

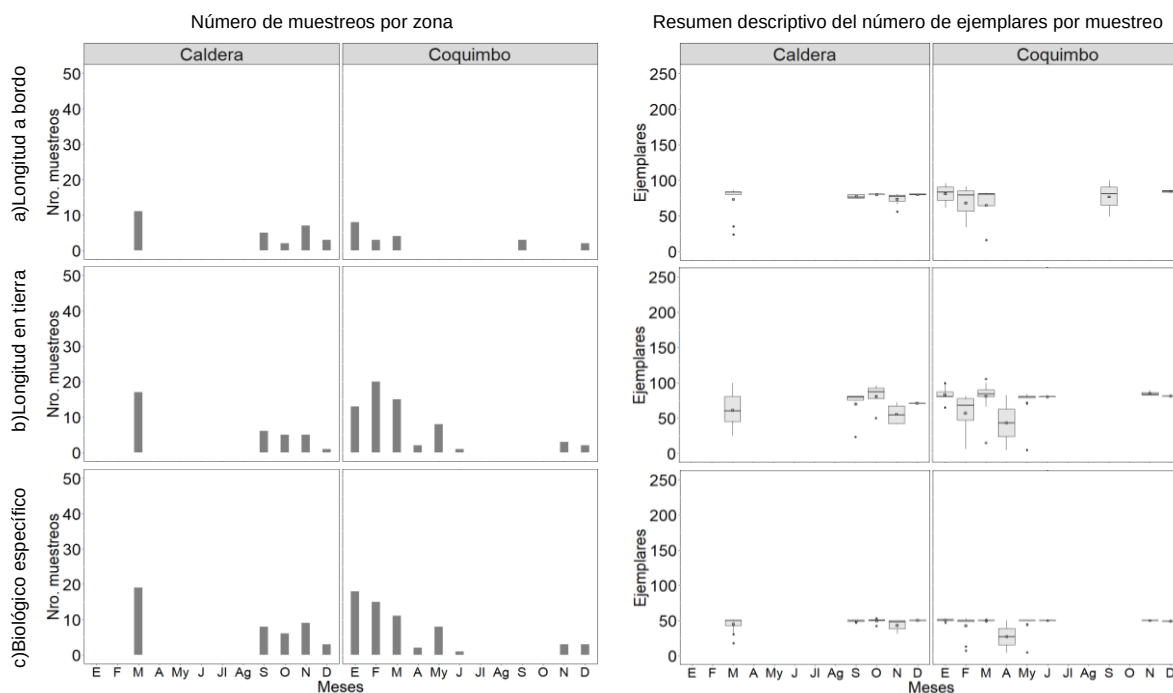


Figura 5. Jurel, zona centro norte (Caldera-Coquimbo), año 2021. Tipos y número de muestreos realizados (barras), letras a, b y c, con el resumen gráfico de la cantidad de ejemplares por muestreo (boxplots).

Caballa

En la zona centro norte, a diferencia del norte, la incidencia de caballa asociada a las capturas de jurel fue menor, en términos muestrales, aun cuando fue posible tener a disposición caballas para cada fase de la actividad (**Figura 6**).

En Caldera, si bien, hubo una menor oportunidad de recopilar muestreos de longitud tanto a bordo como en tierra, estos se obtuvieron principalmente en marzo y durante octubre, noviembre y diciembre. Registros de tallas compuestos por grupos de pocos ejemplares, con algunas excepciones atípicas, constituidos por muestras distribuidas en torno a 15 ejemplares, en todos los tipos de muestreo (**Figura 6**).

En Coquimbo, la recopilación de este escómbrido fue mayor, y específicamente en verano. Aunque esa alternativa no se dió a bordo, esta especie si fue más apreciable al momento de los desembarques, etapa en la que se lograron realizar 10 muestreos en promedio por mes, constituidos por muestras con un número amplio de grupos de ejemplares y una media de 15 y 27 individuos (**Figura 6b**).



Al tiempo que la actividad biológica específica se desarrolló sobre la base de seis muestreos en promedio por mes y a partir de muestras constituidas por la misma cantidad de ejemplares en enero y marzo, pero contando con una mayor cantidad de caballas, incluyendo hasta muestras compuestas por 50 ejemplares (**Figura 6c**)

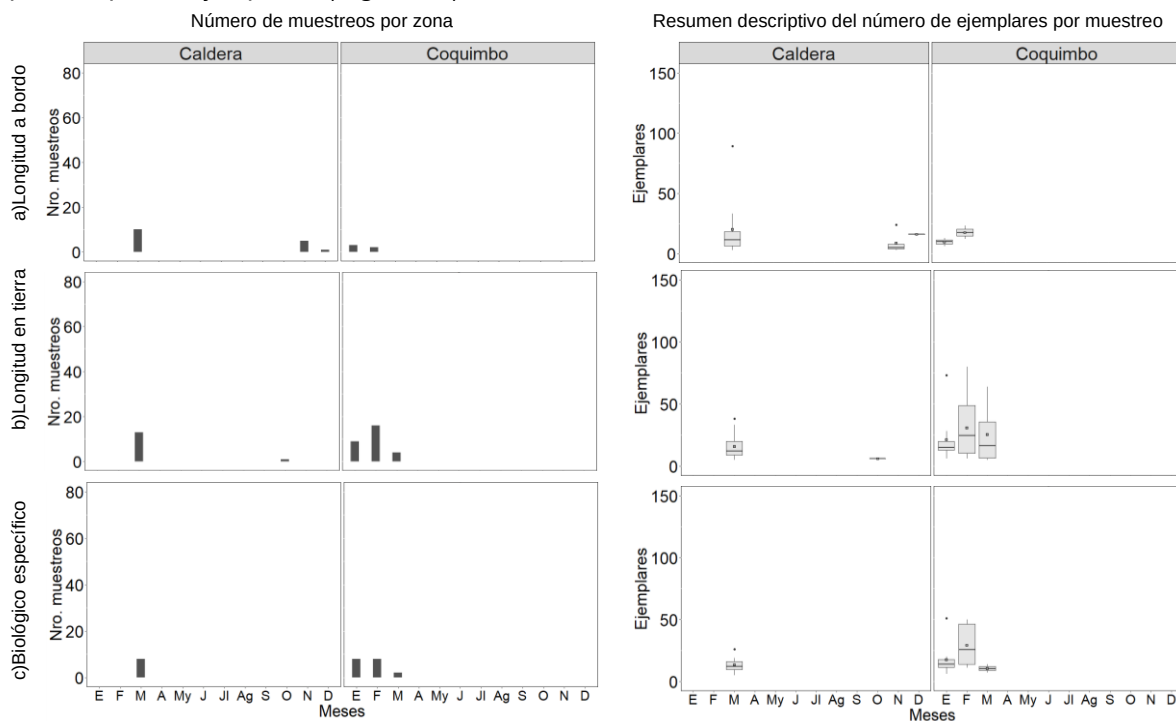


Figura 6. Caballa, zona centro norte (Caldera-Coquimbo), año 2021. Tipos y número de muestreos realizados (barras), letras a, b y c, con el resumen gráfico de la cantidad de ejemplares por muestreo (boxplots).

Finalmente, y en último término, el detalle de la totalidad de este trabajo de campo, por zonas, tipos de muestreo, sector y recursos, se entregan en el **Anexo I**.

Fauna acompañante

En la zona centro norte, se logró medir también bacaladillo, además de pejerrey de mar (*Odontesthes regia*), sierra (*Thysites atun*) y cabinza (*Isacia conceptionis*), durante febrero, marzo, mayo, agosto y septiembre (**Anexo 1**).

Extracción de otolitos

En este mismo proceso en la zona centro norte, se extrajeron muchas más de estas estructuras de los ejemplares muestreados, alcanzando 8.130 unidades de anchoveta, 3.278 de jurel, 299 otolitos de sardina española y 610 de caballa (**Anexo 1**).



Actividades de Supervisión en terreno

La labor de supervisión y control del trabajo de campo a cargo del Departamento de Gestión de Muestreo, que tiene por fin corroborar la correcta aplicación de los criterios y metodologías de muestreos descritos en el Manual de Muestreo (IT-1/PE-7-2) y, constatar la aplicación de los procedimientos asociados al Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015, se enmarcó en una serie de actividades y cometidos desarrollados por los respectivos coordinadores de campo, que incluyeron reuniones con usuarios de las pesquerías, e iniciativas tendientes a mejorar la cobertura de muestreo sobre algunos recursos en particular que se detallan a continuación:

Coordinación de campo zona norte (Arica-Antofagasta)

- Arica (22-24 de marzo); supervisión de actividades de muestreo y verificación de equipos de medición.
- Mejillones (10-14 de mayo); supervisión de actividades de muestreo y verificación de equipos de medición.
- Arica (5-7 de julio); supervisión de actividades de muestreo y verificación de equipos de medición.
- Iquique (27-28 de julio); visita del jefe del departamento de gestión de muestreo, junto al coordinador general de la zona norte, con la finalidad de consensuar tanto con los usuarios de las pesquerías pelágicas de la zona e, instituciones del sector, como el centro de investigación aplicada del mar (CIAM), sobre aspectos relativos a mejorar tanto la cobertura como la calidad de las distintas componentes de muestreo asociadas a los recursos jurel y anchoveta.
- Arica (29 de julio); comisión del jefe del departamento de gestión de muestreo y el coordinador general para concertar reuniones similares con usuarios de este puerto, así como con los observadores científicos del departamento y el jefe de sede.
- Arica (8-10 de septiembre); reunión con armador artesanal con el fin de coordinar inicio de pesca de investigación.
- Arica (25-27 de octubre); Supervisiones de actividades de muestreo e instrucciones por inicio de monitoreo intensivo.
- Mejillones (24-26 de noviembre); supervisión de actividades de muestreo y verificación de equipos de medición.
- Arica (13-15 de diciembre); supervisión de actividades de muestreo y verificación de equipos de medición.



Coordinación de campo zona centro-norte (Caldera-Coquimbo)

- Caldera (11-14 de enero); supervisión de actividades de muestreo, inducción a nuevo personal y gestión de embarque con armadores de la zona.
- Caldera (16-18 de febrero); supervisión de actividades de muestreo, presentación de requerimientos programa de investigación del descarte y captura de pesca incidental y programa de seguimiento de las principales pesquerías de la zona norte de Chile, a los observadores de Caldera, junto a gestión de embarque con armadores de la zona.
- Caldera (30 de marzo - 01 de abril); supervisión de actividades de muestreo, gestión de embarque con armadores de la zona y revisión y consideración de los cumplimientos de protocolos institucionales por Covid-19.
- Caldera (28-30 de abril); supervisión de actividades de muestreo, gestión de embarque con armadores de la zona.
- Caldera (01-04 de mayo); reunión con armador, para retomar embarques en el pesquero L/M Pancraccio, supervisión de actividades de muestreo.
- Caldera (29 de mayo-02 de julio); supervisión de actividades de muestreo, reunión con OMIL I. Municipal de Caldera para búsqueda de personal apto para embarques.
- Comisión a Caldera (29 de mayo-02 de julio); supervisión de actividades de muestreo, gestión de embarques.
- Comisión a Caldera (26-30 de julio); supervisión de actividades de muestreo, trámites de embarques, entrevistas con postulantes al cargo vacante de O.C. embarcado.
- Comisión a Caldera (16-20 de agosto); reunión con armadores participantes en pesca de investigación para presentar el plan de trabajo, y consensuar días de zarpe. Reunión de coordinación con observadores, revisión de procedimientos y verificación de equipos de muestreo.
- Comisión a Caldera (06-10 de septiembre); supervisión de actividades relacionadas a la pesca de investigación, gestión de embarques y reunión con armadores de las embarcaciones L/M Don Atilio y Don Pancraccio.
- Comisión a Caldera (04-08 de octubre); supervisión de actividades de muestreo, trámites de embarques en atención a cuota adicional de jurel para el puerto de Caldera.



- Comisión a Caldera (8-10 de noviembre); supervisión de actividades de muestreo, gestión de embarques, revisión y control de protocolos institucionales por Covid-19.
- Comisión a Caldera (06-07 de diciembre); supervisión de actividades de muestreo, trámites de embarques.

4.1.2 Principales características de la flota cerquera de la zona norte

A partir del 2018 se inició una actualización de las principales características operacionales de la flota pesquera en la zona norte. Recopilando información de los equipos de comunicación, pesca y detección, además de las características geométricas de las embarcaciones y las redes. Esta información fue recolectada por los Observadores Científicos que trabajan a bordo de las embarcaciones pesqueras, no obstante, estos antecedentes fueron cotejados con información proporcionada por la empresa pesquera.

Zona norte

Flota industrial y artesanal

En la **Figura 7** se muestran las embarcaciones que han operado en la zona norte entre 1980 y 2021, en términos de número y capacidad de bodega promedio. Se destaca el gran número de embarcaciones industriales en las décadas del 80 y 90 producto de la escasa regulación pesquera y en respuesta a altas abundancia de recursos pelágicos en la zona, situación que comienza a regularizarse a partir del 1986 (D. Ex. N°436) cuando se establece una medida de regulación del esfuerzo de pesca congelando el ingreso de nuevos barcos a la pesquería, cuotas de captura y límites máximos de captura por armador establecida a fines del 2002 lo cual aceleró el proceso de readecuación de las empresas. En tanto, posterior al 2016, las embarcaciones artesanales mostraron un aumento sostenido superando a las industriales, alcanzando el 2021 un total de 70 naves y solo 29 industriales. En relación a la capacidad de bodega (CB) promedio anual, se observa una tendencia creciente principalmente para industriales, destacando en la última década una CB promedio en torno a los 400 m³. En las embarcaciones artesanales la CB promedio registró un crecimiento hasta 2004, cuando se observó un leve descenso hasta el 2010 con una CB en torno a los 50 m³ promedio (**Figura 7 y Figura 8**).

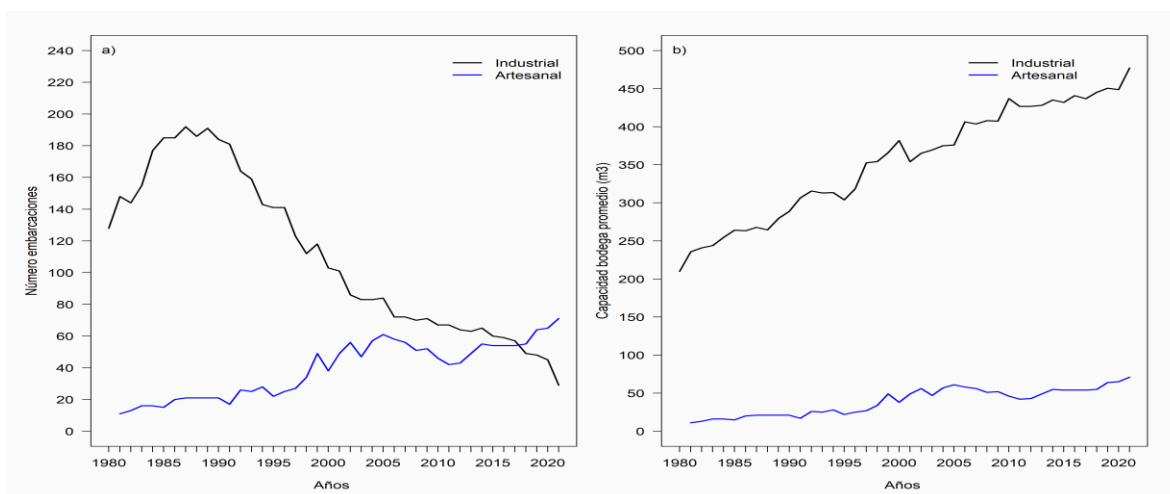


Figura 7. Número de embarcaciones industriales y artesanales (a) y capacidad de bodega promedio (b) por flota y año en la zona norte, entre 1980-2021.

El número de embarcaciones industriales por rango de CB muestra a partir del 2007 un predominio de embarcaciones con CB de 200-500 y mayores a 500 m³, sin embargo, en términos de la CB desplazada se observa un dominio de aquellas embarcaciones con capacidad de bodega mayores a 500 m³. La mayor operación de las embarcaciones artesanales en la última década, en términos de número y CB desplazada fueron aquellas mayores a 70 m³ (Figura 8 y Figura 9; Tabla 6).

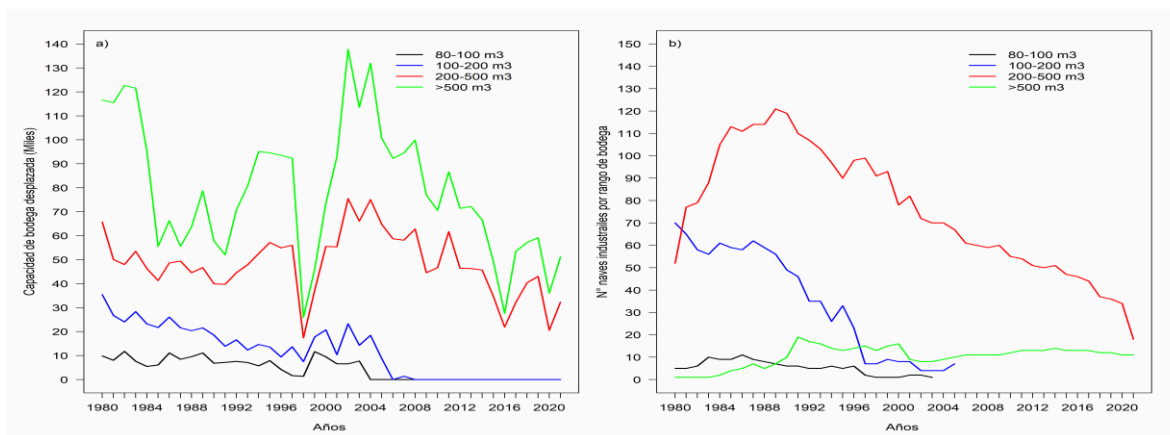


Figura 8. Capacidad de bodega desplazada y número de embarcaciones por rango para la flota industrial de la zona norte entre 1980 y 2021.

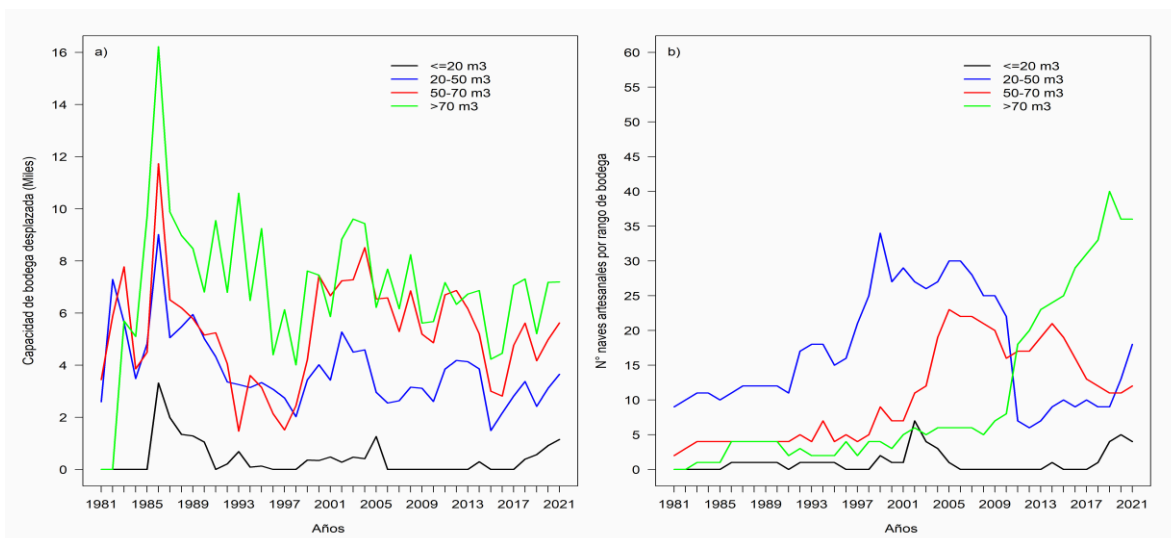


Figura 9. Capacidad de bodega desplazada y número de embarcaciones por rango para la flota artesanal de la zona norte entre 1980 y 2021.

Es importante mencionar que, durante los últimos años, las empresas pesqueras, han implementado en las embarcaciones con mayor capacidad de bodega ($>400 \text{ m}^3$), un sistema de agua circulante, que permite conservar adecuadamente la pesca a bordo recalando con la materia prima en óptima calidad. Así mismo destacar el uso de una embarcación auxiliar o “panga”, utilizada al calar la red para sostener uno de los extremos de ésta mientras la embarcación rodea el cardumen (**Figura 10**).

Las embarcaciones artesanales presentan un régimen operacional de pesca más corto, que se limita a un día de actividad, fijando su hora de zarpe según la distancia a la zona de pesca y recalando dentro del transcurso del día. De acuerdo a información obtenida en terreno, las plantas de reducción localizadas en los puertos de Arica y Mejillones solicitan una entrega mínima de 100 t de materia prima al día para procesar, dado que una cantidad inferior de pesca no es rentable para hacer funcionar la planta. Debido a esto las embarcaciones artesanales evalúan previamente el ambiente de pesca, no zarpando cuando el ambiente de pesca no es favorable. Si bien, la dinámica y estrategia de operación, se han manteniendo con salidas diarias en la medida, que tanto las condiciones meteorológicas como la disponibilidad de cuotas sean favorables, a partir del 2021 se ha registrado la operación de una embarcación “acarreadora” de pesca principalmente asociada con la flota artesanal. En la actualidad solo opera “El Duqueco”, con capacidad total de bodega de 1.149 toneladas, distribuidas en 9 bodegas con pesaje independiente, cada bodega es llenada con la captura de una nave artesanal, entregando en detalle la información de pesca, pudiendo desplazarse entre Arica y río Loa. Además, cuenta con 6 cámaras de video principalmente en cubierta y sitios de pesaje, posicionador satelital y bitácora electrónica (**Figura 11**).



Figura 10. Vista general de a) equipos de pesca utilizados en las embarcaciones industriales en la zona norte y b) embarcaciones industriales en faena de pesca con la operación de la embarcación auxiliar (panga).

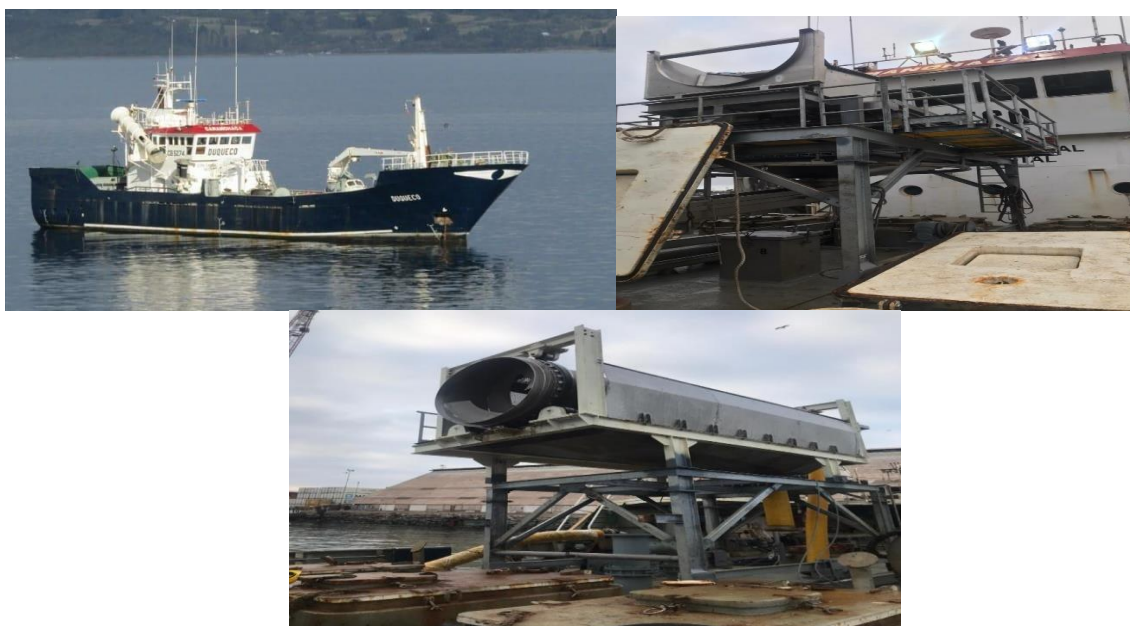


Figura 11. Embarcacion industrial “acarreadora” Duquenco que opero en la zona norte



Tabla 6. Número de embarcaciones (N°) y capacidad de bodega (CB) promedio con operación en la zona norte por flota y rango de bodega entre 1980 y 2021.

Años	Flota Artesanal									Flota Industrial								
	<20 m3			20-50 m3			50-70 m3			80-100 m3			100-200 m3			200-500 m3		
	N°	CB	N°	CB	N°	CB	N°	CB	N° total	N°	CB	N°	CB	N°	CB	N°	CB	N° total
1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	92	70	154	52	290	1	550	128
1981	0	0	9	49	2	61	0	0	11	5	92	65	157	77	308	1	550	148
1982	0	0	10	49	3	59	0	0	13	6	92	58	158	79	309	1	550	144
1983	0	0	11	46	4	58	1	100	16	10	93	56	157	88	313	1	550	155
1984	0	0	11	46	4	58	1	100	16	9	91	61	157	105	319	2	618	177
1985	0	0	10	46	4	58	1	100	15	9	92	59	157	113	322	4	607	185
1986	1	18	11	46	4	59	4	85	20	11	90	58	154	111	323	5	593	185
1987	1	18	12	46	4	59	4	85	21	9	90	62	154	114	324	7	595	192
1988	1	18	12	49	4	59	4	85	21	8	90	59	152	114	322	5	556	186
1989	1	18	12	49	4	59	4	85	21	7	88	56	153	121	328	7	647	191
1990	1	18	12	49	4	59	4	85	21	6	90	49	153	119	327	10	622	184
1991	0	0	11	48	4	59	2	80	17	6	93	46	154	110	330	19	611	181
1992	1	14	17	48	5	61	3	87	26	5	92	35	146	107	332	17	628	164
1993	1	14	18	48	4	60	2	80	25	5	92	35	146	103	333	16	621	159
1994	1	14	18	48	7	62	2	80	28	6	93	26	144	97	335	14	573	143
1995	1	14	15	48	4	62	2	80	22	5	92	33	144	90	336	13	567	141
1996	0	0	16	48	5	61	4	77	25	6	90	23	143	98	337	14	574	141
1997	0	0	21	44	4	59	2	80	27	2	90	7	140	99	338	15	580	123
1998	0	0	25	43	5	60	4	79	34	1	80	7	135	91	344	13	568	112
1999	2	15	34	40	9	59	4	79	49	1	80	9	136	93	345	15	652	118
2000	1	20	27	41	7	60	3	79	38	1	80	8	139	78	359	16	633	103
2001	1	20	29	39	7	60	5	76	42	2	79	8	139	82	357	9	583	101
2002	7	17	27	40	11	60	6	78	51	2	79	4	139	72	361	8	589	86
2003	4	13	26	41	12	58	5	78	47	1	80	4	139	70	362	8	589	83
2004	3	14	27	40	19	59	6	78	55	0	0	4	139	70	362	9	583	83
2005	1	20	30	39	23	59	6	78	60	0	0	7	139	67	371	10	575	84
2006	0	0	30	39	22	60	6	78	58	0	0	0	0	61	375	11	579	72
2007	0	0	28	38	22	59	6	78	56	0	0	1	138	60	376	11	579	72
2008	0	0	25	38	21	59	5	78	51	0	0	0	0	59	376	11	579	70
2009	0	0	25	39	20	59	7	78	52	0	0	0	0	60	376	11	579	71
2010	0	0	22	40	16	59	8	79	46	0	0	0	0	55	387	12	665	67
2011	0	0	7	43	17	62	18	78	42	0	0	0	0	54	388	13	588	67
2012	0	0	6	45	17	62	20	78	43	0	0	0	0	51	386	13	588	64
2013	0	0	7	45	19	61	23	78	49	0	0	0	0	50	387	13	588	63
2014	1	16	9	44	21	61	24	78	55	0	0	0	0	51	386	14	614	65
2015	0	0	10	43	19	62	25	79	54	0	0	0	0	47	389	13	588	60
2016	0	0	9	45	16	62	29	80	54	0	0	0	0	46	390	13	619	59
2017	0	0	10	44	13	62	31	81	54	0	0	0	0	44	392	13	588	57
2018	1	10	9	43	12	62	33	81	55	0	0	0	0	37	398	12	592	49
2019	4	14	9	40	11	62	40	80	64	0	0	0	0	36	403	12	592	48
2020	5	14	13	40	11	62	36	80	65	0	0	0	0	34	404	11	587	45
2021	4	13	18	39	12	62	36	80	70	0	0	0	0	18	410	11	587	29



Arte de pesca

En relación al material y tipo de red, ambos tipos de embarcaciones trabajan con redes “anchoveteras”, las cuales son diseñadas y construidas principalmente para capturar el recurso anchoveta, sin embargo, también les permite extraer otros recursos como jurel, caballa, sardina y pesca incidental (jibia, calamares, tiburón martillo, tortugas, delfines, lobos de mar etc). Las redes están confeccionadas principalmente con material de nylon y poliéster, sin embargo, en las embarcaciones industriales se hace la distinción en dos a tres cuerpos de la red más el copo de la proa, el antecopo, el pre antecopo y la popa los que están constituidos por la materia prima de nylon multifilamento retorcido anudado a diferencia de los cuerpos finos de la parte central de la red que están confeccionados con material de poliéster multifilamento continuo de alta tenacidad. Así como también en el tamaño de la red, el que en general utilizan 2 estándares de tipos de red los que van de acuerdo a la capacidad de bodega que presenta la embarcación (**Tabla 7**).

Tabla 7. Principales características de las redes anchoveteras utilizadas por la flota según capacidad de bodega en la zona norte.

Características de la red	Flota industrial 400 – 500 (m ³)	Flota artesanal 50 – 70 (m ³)
Longitud de relinga (brazas)	440 - 474	200 - 300
Altura (brazas)	65 - 70	35 - 40
Tamaño de malla (copo) (pulgadas)	5/8 - 1/2	1/2'
Tamaño de malla (pulgadas)	9/16	9/16
Número de cuerpos	26 - 28	10 - 16
Material de construcción	Nylon - PES	Poliéster

Fuente: Armadores de la zona norte.

Zona centro norte

Flota industrial y artesanal

En las zonas de Caldera y Coquimbo son las embarcaciones artesanales las que mantienen la actividad extractiva en el área, abasteciendo a las plantas de reducción ubicadas una en Caldera y otra en Coquimbo, operando principalmente en el primer semestre de cada año. Dado que las condiciones de vientos y marejadas propias de cada región son altamente variables, provocan que la operación normal de la pesca sea limitada, obligando a las naves en algunos casos, principalmente en el puerto de Caldera a quedarse en puerto o en la zona de pesca ante condiciones meteorológicas adversas. Entre sus características destaca, que la mayoría de las embarcaciones presentan el casco de madera y otras (menor cantidad) de acero.

En la **Figura 12** se muestran las embarcaciones que han operado en la zona centro norte entre 1980 y 2021, en términos de número y capacidad de bodega promedio. Se destaca el gran número de embarcaciones industriales en las décadas del 80 y 90 producto de la escasa regulación pesquera y en respuesta a altas abundancias de recursos pelágicos en la zona. Esta situación comienza a

modificarse a partir de 1986 (D. Ex. N°436) cuando se establece una medida de regulación del esfuerzo de pesca, congelándose el ingreso de nuevos barcos a la pesquería, cuotas de captura y Límites Máximos de Captura por Armador establecidas a fines del 2002 lo cual aceleró el proceso de readecuación de las empresas. Al inicio de la década del 2000 la flota industrial se reduce notablemente en la zona, concentrándose la operación de esta flota en aquellas naves con puerto base en la zona norte y centro sur. Al respecto, las escasas embarcaciones que se desplazan desde Iquique o Mejillones realizaron solo 2 viajes promedio. En tanto las naves que se desplazan desde la zona centro sur a Coquimbo siguiendo el desplazamiento del jurel, realizaron hasta el 2014 en promedio 14 viajes por embarcación, cifra que se reduce desde el 2015 a solo 1,3 viajes promedio (Tabla 8).

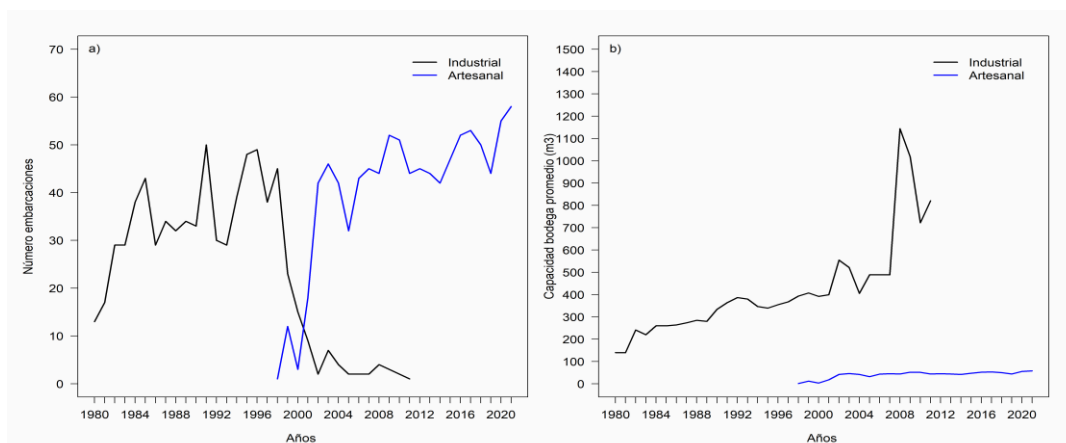


Figura 12. Número de embarcaciones industriales y artesanales (a) y capacidad de bodega promedio (b) por flota y año en la zona centro norte, entre 1980-2021.

La recopilación de información de la flota artesanal se inició en el 1998, principalmente por los bajos volúmenes desembarcados y el destino de las capturas, el cual fue principalmente como carnada o para consumo humano. Se destaca un aumento sostenido en el número de embarcaciones artesanales durante los últimos cinco años con un promedio de 52 naves y capacidad de bodega de 59 m³ (Figura 12 y Figura 13).

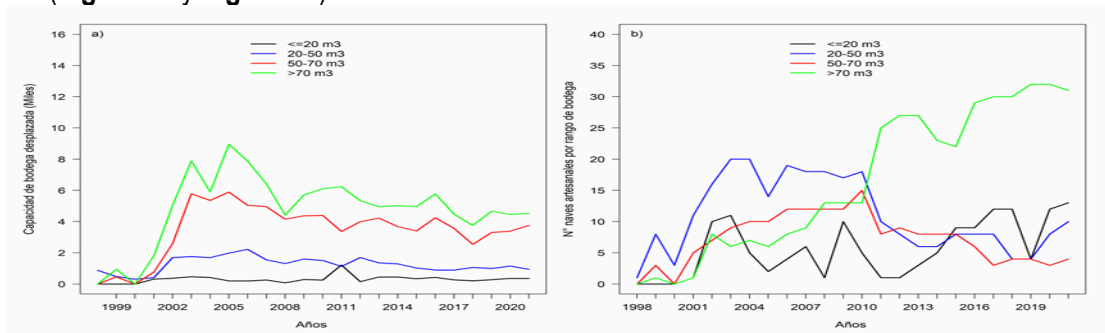


Figura 13. Capacidad de bodega desplazada (a) y número de embarcaciones (b), por rango de bodega en la flota cerquera artesanal para la zona centro norte.

**Tabla 8.** Número de embarcaciones (N°) y capacidad de bodega (CB) promedio con operación en la zona centro norte, por flota y rango de bodega entre 1980 y 2021.

Años	Flota Artesanal										Flota Industrial												
	<20 m3			20-50 m3			50-70 m3			>70 m3		Total		80-100 m3		100-200 m3		200-500 m3		>500 m3		Total	
	N°	CB	N°	CB	N°	CB	N°	CB	CB	N°	N°	CB	N°	CB	N°	CB	N°	CB	N°	CB	CB	N°	
1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	96	11	148	0	0	0	0	140	13		
1981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	96	15	145	0	0	0	0	139	17		
1982	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	94	12	141	16	325	0	0	241	29		
1983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	97	16	144	11	352	0	0	220	29		
1984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	94	15	141	22	348	0	0	259	38		
1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	94	17	144	25	344	0	0	259	43		
1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	94	10	148	18	337	0	0	264	29		
1987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	96	11	153	20	342	1	580	273	34		
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	96	13	151	13	354	4	588	284	32		
1989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	96	16	150	13	369	3	703	280	34		
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	96	12	157	13	376	6	677	334	33		
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	96	12	157	25	374	11	616	364	50		
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	96	6	173	13	374	9	612	387	30		
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	165	13	376	8	599	379	29		
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	80	13	158	16	378	9	593	347	39		
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	160	23	360	9	603	339	48		
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100	13	151	25	372	10	600	354	49		
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	155	20	353	9	611	367	38		
1998	0	0	1	35	0	0	0	0	35	1	0	0	0	7	151	26	362	12	601	393	45		
1999	0	0	8	32	3	55	1	86	42	12	1	95	4	145	10	383	8	609	407	23			
2000	0	0	3	33	0	0	0	0	33	3	0	0	4	145	6	374	5	610	392	15			
2001	1	20	11	31	5	55	1	86	40	18	0	0	2	140	4	370	3	610	399	9			
2002	10	16	16	31	7	58	8	84	0	41	0	0	0	0	1	398	1	711	554	2			
2003	11	15	20	32	9	59	6	82	40	46	0	0	1	138	2	416	4	669	521	7			
2004	5	18	20	33	10	60	7	82	46	42	0	0	1	140	1	398	2	541	405	4			
2005	2	19	14	36	10	60	6	82	51	32	0	0	0	0	1	398	1	580	489	2			
2006	4	16	19	36	12	60	8	83	50	43	0	0	0	0	1	398	1	580	489	2			
2007	6	12	18	35	12	60	9	83	48	45	0	0	0	0	1	398	1	580	489	2			
2008	1	12	18	37	12	60	13	81	56	44	0	0	0	0	1	398	3	1392	1144	4			
2009	10	13	17	36	12	60	13	81	48	52	0	0	0	0	1	398	2	1328	1018	3			
2010	5	12	18	35	15	61	13	81	52	51	0	0	0	0	1	398	1	1046	722	2			
2011	1	13	10	37	8	65	25	80	66	44	0	0	0	0	0	0	1	821	821	1			
2012	1	12	8	40	9	65	27	80	68	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2013	3	11	6	39	8	65	27	80	67	44	0	0	0	0	0	0	1	1610	1610	1			
2014	5	12	6	34	8	65	23	81	63	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2015	9	12	8	32	8	64	22	80	56	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2016	9	10	8	32	6	65	29	81	60	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2017	12	12	8	36	3	66	30	80	57	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2018	12	13	4	33	4	65	30	79	58	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2019	4	13	4	33	4	65	32	79	68	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2020	12	15	8	32	3	66	32	79	57	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2021	13	14	10	31	4	64	31	79	55	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

* Se consideraron las embarcaciones con mas de 5 viajes de operación al año.

En Caldera la flota cerquera que operó durante el 2021, estuvo conformada por 27 embarcaciones, cuya capacidad de bodega promedio fue de 68 m³, con una eslora que fluctuó entre 11 y 18 m y una potencia de motor de 100 a 400 HP. En Coquimbo operaron un total de 31 embarcaciones que registraron una capacidad de bodega promedio de 44 m³, con una eslora que osciló entre 10 y 18 m, y una potencia de motor que varió desde 100 hasta 500 HP (**Tabla 9** y **Tabla 10**). Las características de las redes que se utilizan en la zona centro norte, mantienen el estándar utilizado en la zona norte en lo que respecta al material con lo que las confeccionan y son similares en términos de tamaño (**Tabla 10**).



La mayor operación en la última década, en términos del número de embarcaciones y CB desplazada fue por aquellas embarcaciones con CB mayores a 70 m³ en la zona centro norte, destacando para estas embarcaciones una tendencia negativa desde el 2011 en la CB desplazada alcanzando los 4 mil m³ (Figura 13 y Tabla 9).

Tabla 9. Número de embarcaciones artesanales (N°) con operación en la zona centro norte, por zona y rango de bodega entre 1998 y 2021.

Años	Caldera										Coquimbo									
	<20 m3				20-50 m3				Total		<20 m3				20-50 m3				Total	
	N°	CB	N°	CB	N°	CB	N°	CB	CB	N°	N°	CB	N°	CB	N°	CB	N°	CB	CB	N°
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	35	0	0	0	0	35	1
1999	0	0	6	31	3	55	1	55	44	10	0	0	2	35	0	0	0	0	35	2
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	33	0	0	0	0	33	3
2001	0	0	5	29	5	55	1	55	46	11	1	20	6	33	0	0	0	0	31	7
2002	1	18	8	28	6	60	4	60	49	19	9	16	8	34	1	51	4	87	37	22
2003	1	18	9	29	6	61	3	61	47	19	10	15	11	34	3	53	3	84	35	27
2004	2	17	11	31	8	61	4	61	47	25	3	18	9	35	2	53	3	84	43	17
2005	1	18	7	35	8	61	4	61	53	20	1	20	7	37	2	53	2	86	47	12
2006	0	0	10	33	9	63	5	63	54	24	4	16	9	39	3	53	3	84	44	19
2007	0	0	6	31	9	63	6	63	59	21	6	12	12	37	3	53	3	84	38	24
2008	0	0	8	35	9	63	9	63	60	26	1	12	10	39	3	53	4	83	50	18
2009	1	18	6	33	9	62	9	62	60	25	9	12	11	38	3	53	4	83	38	27
2010	0	0	6	32	11	63	9	63	62	26	5	12	12	37	4	56	4	83	42	25
2011	0	0	6	37	6	66	18	66	68	30	1	13	4	36	2	63	7	82	61	14
2012	0	0	4	41	6	66	17	66	70	27	1	12	4	39	3	63	10	82	65	18
2013	1	18	4	36	6	66	18	66	68	29	2	8	2	43	2	63	9	82	64	15
2014	1	18	2	40	5	66	15	66	71	23	4	11	4	31	3	62	8	82	53	19
2015	1	18	2	34	6	65	14	65	68	23	8	11	6	31	2	63	8	82	44	24
2016	0	0	3	37	4	66	20	66	73	27	9	10	5	29	2	65	9	85	45	25
2017	0	0	2	45	2	65	20	65	75	24	12	12	6	33	1	68	10	84	43	29
2018	1	10	2	34	3	64	20	64	70	26	11	14	2	33	1	68	10	81	45	24
2019	1	10	2	34	3	64	22	64	71	28	3	14	2	32	1	68	10	82	62	16
2020	1	10	2	23	2	65	21	65	70	26	11	15	6	36	1	68	11	81	46	29
2021	1	10	3	24	3	63	20	63	68	27	12	14	7	34	1	68	11	81	44	31

* Se consideraron las embarcaciones con mas de 5 viajes de operación al año.

Tabla 10. Principales características de las redes utilizadas por la flota artesanal en la zona centro norte.

Características de la red	CB; 10 – 100 (m ³)
Longitud de relinga (brazas (brazas)	200 - 300
Altura (brazas)	20 - 50
Tamaño de malla (pulgadas)	9/16-1/2
Material de construcción	Poliéster

Fuente: Armadores de la zona centro norte.

4.1.3 Desembarques de recursos pelágicos en la zona norte

En las cuatro últimas décadas el desembarque de recursos pelágicos en la zona norte (puertos de Arica a Mejillones) ha presentado importantes fluctuaciones anuales, con un máximo de 3,5 millones de t (1986) a un mínimo de 201 mil t (1998), asociado fuertemente en el primer período de la serie (hasta 1989) a los desembarques de sardina española y en el segundo periodo a las fluctuaciones de la anchoveta (**Figura 14**). En la figura se aprecia claramente un primer período con desembarques promedios de 2,4 millones de t (1980-1995), luego un período con volúmenes intermedios (1,2 millones de t) para presentar en los últimos quince años los desembarques promedios más bajos de la serie histórica (630 mil t). En relación a los desembarques por puerto, Iquique concentra el 53% de los volúmenes anuales, asociado a la concentración de la flota -planta y a la mayor disponibilidad de recurso (**Figura 14**).

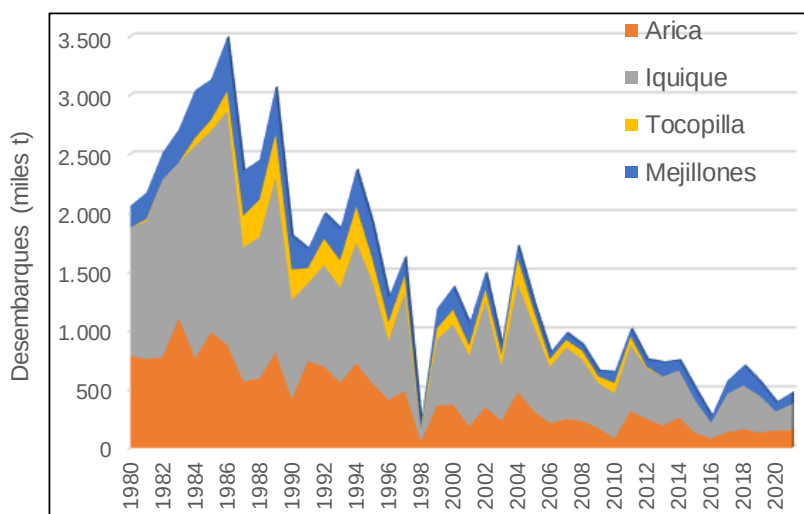


Figura 14. Serie histórica de los desembarques de las principales especies pelágicas en la zona norte, 1980-2021, por puerto.

El desembarque total en la zona norte durante el año 2021 alcanzó 469 mil t, volumen que presentó una fuerte reducción respecto al 2020 (-16%) y aumento en relación al 2019 (+21%), dado por la fuerte caída en los desembarques de anchoveta en el 2020 (Fuente: IFOP). Los mayores desembarques en el área de estudio están representados por la anchoveta con 367 mil t, seguido por el jurel (54 mil t) y la caballa (46 mil t), tendencia similar a lo observado en los últimos siete años. El aporte del ítem “otras especies” fue bajo al igual que la sardina española que centró sus escasos volúmenes en los puertos de Iquique y Mejillones (**Figura 15**, panel izquierdo). En la **Figura 15** (panel derecho) se muestran los desembarques de los principales recursos por puerto, concentrando los puertos de Arica e Iquique los mayores aportes de anchoveta (78%), sin embargo, la contribución del jurel y la caballa se centra en el puerto de Iquique. Este comportamiento está dado por la mayor actividad extractiva que ejerció la flota artesanal por la disponibilidad de anchoveta en las primeras millas de la costa donde la flota industrial no pudo operar en las áreas de perforación por un recurso de protección interpuesto por el sector artesanal.

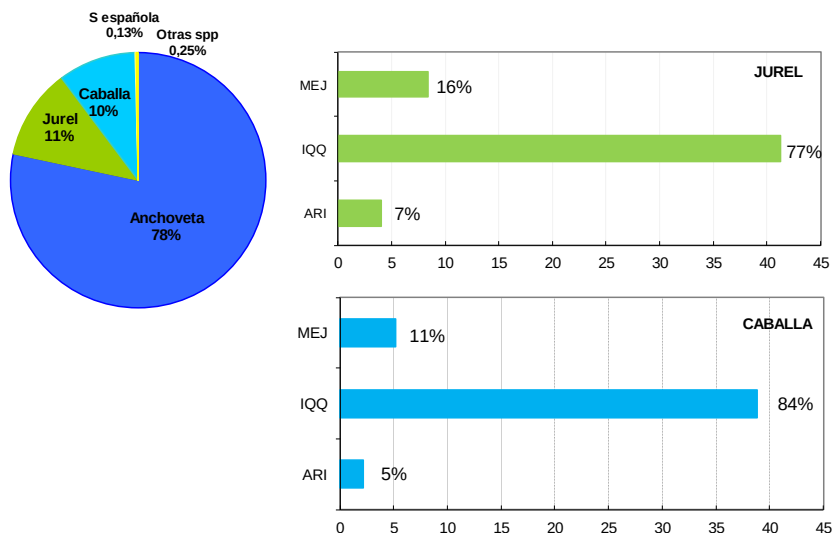


Figura 15. Desembarques de las principales especies pelágicas en la zona de estudio, año 2021. Por puerto y especie (panel derecho) y acumulado por especie (panel izquierdo).

Desembarque sardina española

En el 2021 el desembarque de sardina española en la zona norte alcanzó 613 t, registro que disminuyó respecto a los tres últimos años. El puerto de Mejillones concentró los desembarques con un valor máximo en la semana 29 (161 t) (**Tabla 11** y **Figura 16**).

Tabla 11. Desembarques (t) mensuales de sardina española de la flota cerquera en la zona norte, por puerto. Año 2021.

PUERTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
ARICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IQUIQUE	0	0	0	0	8	33	44	0	0	0	0	0	84
MEJILLONES	41	14	273	0	0	0	180	0	0	12	4	6	529
ARICA - MEJILLONES	41	14	273	0	8	33	224	0	0	12	4	6	613

Fuente: datos recopilados por IFOP.

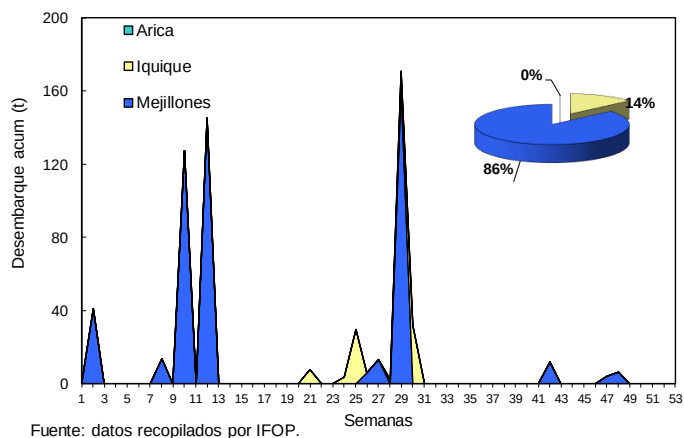


Figura 16. Desembarques semanales de sardina española extraída por la flota cerquera total, por puerto. Año, 2021.

4.1.4 Desembarques de recursos pelágicos en la zona centro norte

El desembarque de recursos pelágicos en la zona centro norte (puertos de Caldera y Coquimbo) ha presentado importantes fluctuaciones interanuales, concentrando los mayores niveles en las décadas de los 80 y 90 con desembarques promedios de 220 mil t para disminuir drásticamente a un promedio de 85 mil t en los siguientes años asociado a la disminución de la disponibilidad de recursos y a la operación centrada en la flota artesanal (**Figura 17**). En la figura se aprecia que el puerto de Caldera ha presentado los mayores desembarques, aportando por sobre el 65% del total (excepto algunos años).

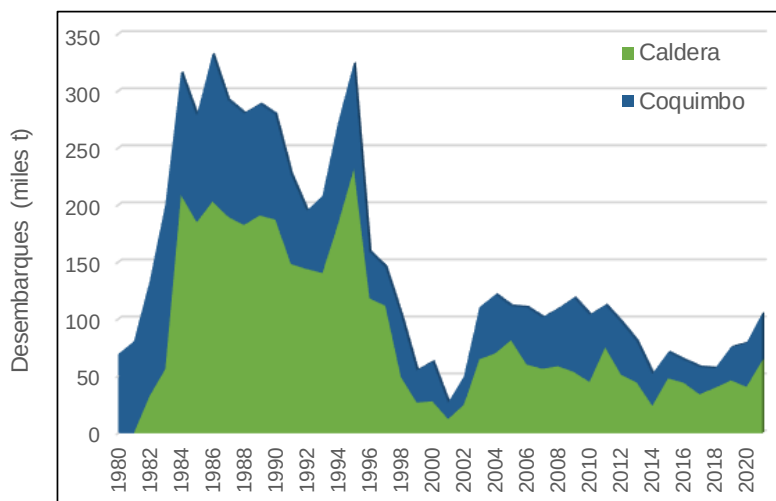


Figura 17. Serie histórica de los desembarques de las principales especies pelágicas en la zona centro norte, 1980-2021, por puerto.

Durante el 2021 el desembarque total en el área de estudio alcanzó 105 mil t, aumentando en un 33% respecto al año anterior siendo similar al nivel alcanzado en el periodo 2005-2011, dado el aumento en los desembarques de jurel en el puerto de Coquimbo (Fuente: Datos recopilados por IFOP). El aporte del ítem “otras especies” fue de 1% y corresponde principalmente a desembarques de machuelo en el puerto de Coquimbo. Los escasos desembarques de sardina española se registraron en ambos puertos, sin embargo, Caldera concentró el 89% de éstos. En la **Figura 18** (panel derecho) se muestran los desembarques de los principales recursos por puerto, concentrando el puerto de Coquimbo los mayores volúmenes de anchoveta y Caldera los desembarques de jurel y caballa.

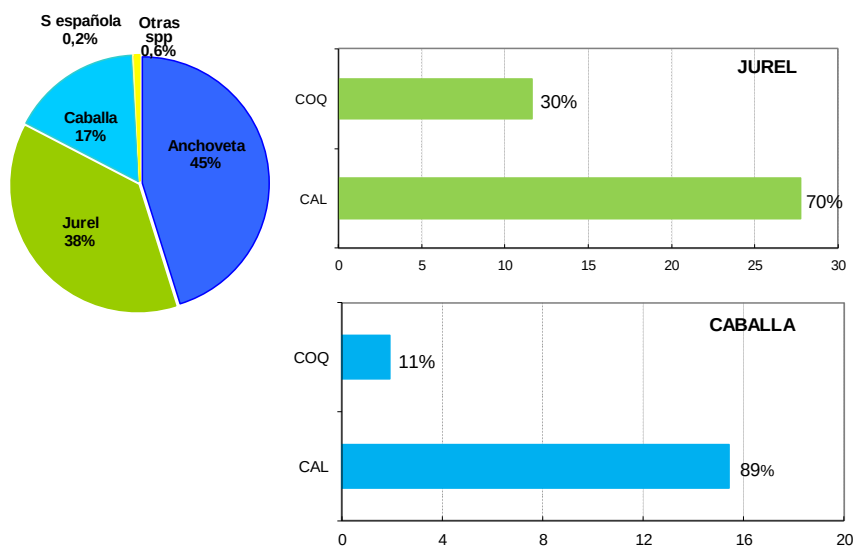


Figura 18. Desembarques de las principales especies pelágicas en la zona centro norte, año 2021. Por puerto y especie (panel derecho) y acumulado por especie (panel izquierdo).

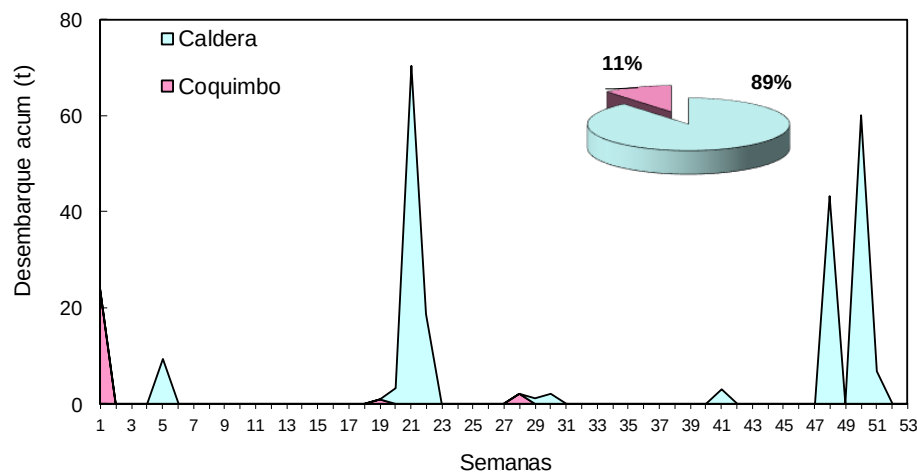
Desembarque sardina española

En la zona centro norte los desembarques de sardina española fueron de 245 t menor respecto a las 596 t y 879 t del 2020 y 2019, respectivamente (**Tabla 12**). Los desembarques semanales son fluctuantes y escasos concentrándose el 89% en el puerto de Caldera y con un volumen máximo de 70 t, en cambio en el puerto de Coquimbo el desembarque semanal fue más bajo no superó las 24 t (**Figura 19**).

Tabla 12. Desembarques (t) mensuales de sardina española de la flota cerquera en la zona centro norte, por puerto. Año 2021.

PUERTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CALDERA		9			75	17	3		0	3	43	67	218
COQUIMBO	24				1		2						27
CALDERA - COQUIMBO	24	9	0	0	76	17	5	0	0	3	43	67	245

Fuente: datos recopilados por IFOP.



Fuente: Datos recopilados por IFOP.

Figura 19. Desembarques semanales de sardina española extraída por la flota cerquera total, por puerto. Año, 2021

4.2 Objetivo específico 3.2.2. *Caracterizar y analizar las capturas y/o desembarques de las especies objetivo, a través de la estimación de indicadores y sus variaciones espacio-temporales, así como los factores determinantes de su desempeño.*

Se entrega un análisis de la evolución de los principales indicadores de captura, esfuerzo y rendimientos de pesca que caracterizan la actividad extractiva desarrollada en la zona norte en el período enero-diciembre 2021, realizando una comparación con igual período del 2020 y la serie histórica reciente. Por otra parte, se entregan los indicadores biológicos relevantes, como son la

composición de talla - edad y los índices reproductivos, conjuntamente con analizar los cambios en las condiciones oceanográficas imperantes en la región.

4.2.1 Condicion ambiental zona norte

Condiciones ambientales el Pacifico ecuatorial

En el período 2015-2022 presentado para la región ecuatorial (**Figura 20**), los eventos ENOS más destacables según lo informado por NOAA en sus boletines de discusión (https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/), corresponden a un evento cálido El Niño de intensidad fuerte que se desarrolló entre 2015-16, seguido de un evento frío La Niña de carácter débil desde fines de 2017 a comienzos de 2018, posteriormente, hasta julio de 2020 la condición ecuatorial se mantuvo neutral. Un nuevo evento La Niña fue decretada por al NOAA entre agosto de 2020 y marzo de 2021, luego, seguido de un breve período neutral. Desde septiembre de 2021 se declaró un nuevo evento frío la Niña, el que a marzo de 2022 aún se encontraba en desarrollo.

El índice Ecuatorial MEIV2, ha permanecido negativo con valores superiores a 0,7 (absoluto) desde el bimestre mayo-junio de 2020 hasta al menos febrero-marzo de 2022, con máximos negativos entre junio y noviembre de 2021 ($>1,34$). En el océano Pacífico ecuatorial, esto se reflejó en valores negativos $>0,5^{\circ}\text{C}$ (absoluto) en las ATSM de la región central (Niño3.4) desde agosto de 2020 a abril de 2021 y desde octubre a abril de 2022 ($>0,7^{\circ}\text{C}$, absoluto), entre mayo y septiembre de 2021 las ATSM de esta región se debilitaron a valores negativos cercanos a cero. En la región oriental (Niño1+2) en tanto, ATSM negativas mayores a $0,5^{\circ}\text{C}$ (absoluto) se registraron entre junio de 2020 y mayo 2021, seguido de un período con valores menores (cercanos a cero) entre junio y octubre. Otro período de ATSM negativas mayores a 5°C (absoluto) se ha desarrollado desde noviembre y al menos hasta abril de 2022, con máximos en diciembre 2021 ($1,53^{\circ}\text{C}$), febrero ($1,43^{\circ}\text{C}$) y abril de 2022 ($1,42^{\circ}\text{C}$) (**Figura 20**).

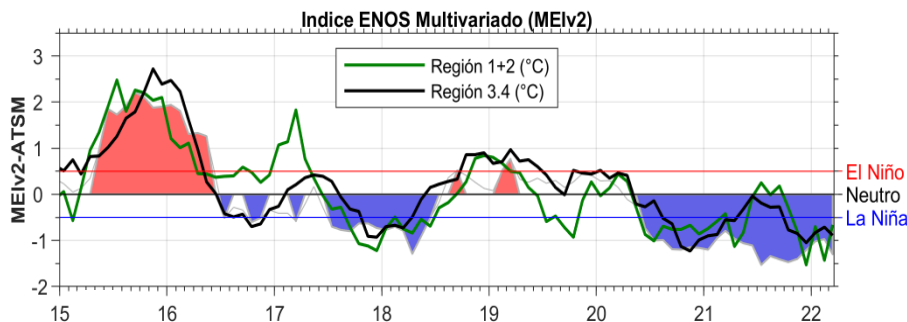


Figura 20. Series de tiempo para el período enero 2015-marzo 2022 del índice ecuatorial ENOS (MEIVv2) y las ATSM ($^{\circ}\text{C}$) de las regiones Niño₁₊₂ (verde) y Niño_{3.4} (negro).



Condiciones ambientales locales durante 2021

El efecto del evento La Niña 2020-21 en la zona norte de Chile se observó a través de una disminución de la TSM, lo que se reflejó en una tendencia negativa de las ATSM desde agosto-septiembre 2020, con valores negativos en la subárea norte (18°S-23°S) (**Figura 21 a y b**). La mayor expresión de la condición fría de este período se observó entre enero y febrero de 2021 cuando toda la zona mostró ATSM negativas con máximos de hasta 1,5°C (absoluto) al norte de 20°S (**Figura 21 d y e**). En marzo la cobertura de ATSM negativas disminuyó, dejando promedios positivos por zona. Desde mayo de 2021 a marzo de 2022 se observó una tendencia negativa en las anomalías, lo que se reflejó en un predominio de valores negativos >0,5°C (absoluto) en toda la zona, con máximos en marzo (1,7°C) en la costa norte y en enero en la costa sur (1,6°C), en el sector oceánico los máximos negativos se dieron en febrero y enero respectivamente (**Figura 21 a y b**).

La serie de concentración promedio de clorofila-a costera (**Figura 22a**) da cuenta de una recuperación en las concentraciones en relación al año anterior (2020) en toda la zona, principalmente en la subzona sur (23°S-26°S). Las concentraciones de la subzona norte, habitualmente son mayores que en la subzona sur, condición que se repitió este año. Las mayores concentraciones del año se dieron en el mes de mayo (>4 mg/m³) en la subserie norte y en octubre en la subzona sur (las más altas de la serie 2015-21). De la serie 2015-21, las menores concentraciones corresponden al año 2015.

El diagrama Hovmöller en el período 2015-2022 (**Figura 22b**) da cuenta de las áreas recurrentes de altas concentraciones de clorofila-a (5-10 mg/m³): Arica, Mejillones y Antofagasta. Los bloom estacionales de primavera-verano pueden abarcar desde septiembre hasta mayo destacándose, a parte de las áreas señaladas, el área de los 19°30'S-21°30'S con altas concentraciones (>5 mg/m³) en el período 2018-19 y en menor intensidad el período 2016-17. En 2021 destacaron importantes focos productivos en el área entre 19°30'S y 20°30'S entre febrero y mayo, y al sur de Antofagasta hasta 25°30'S en octubre con máximos >10 mg/m³.

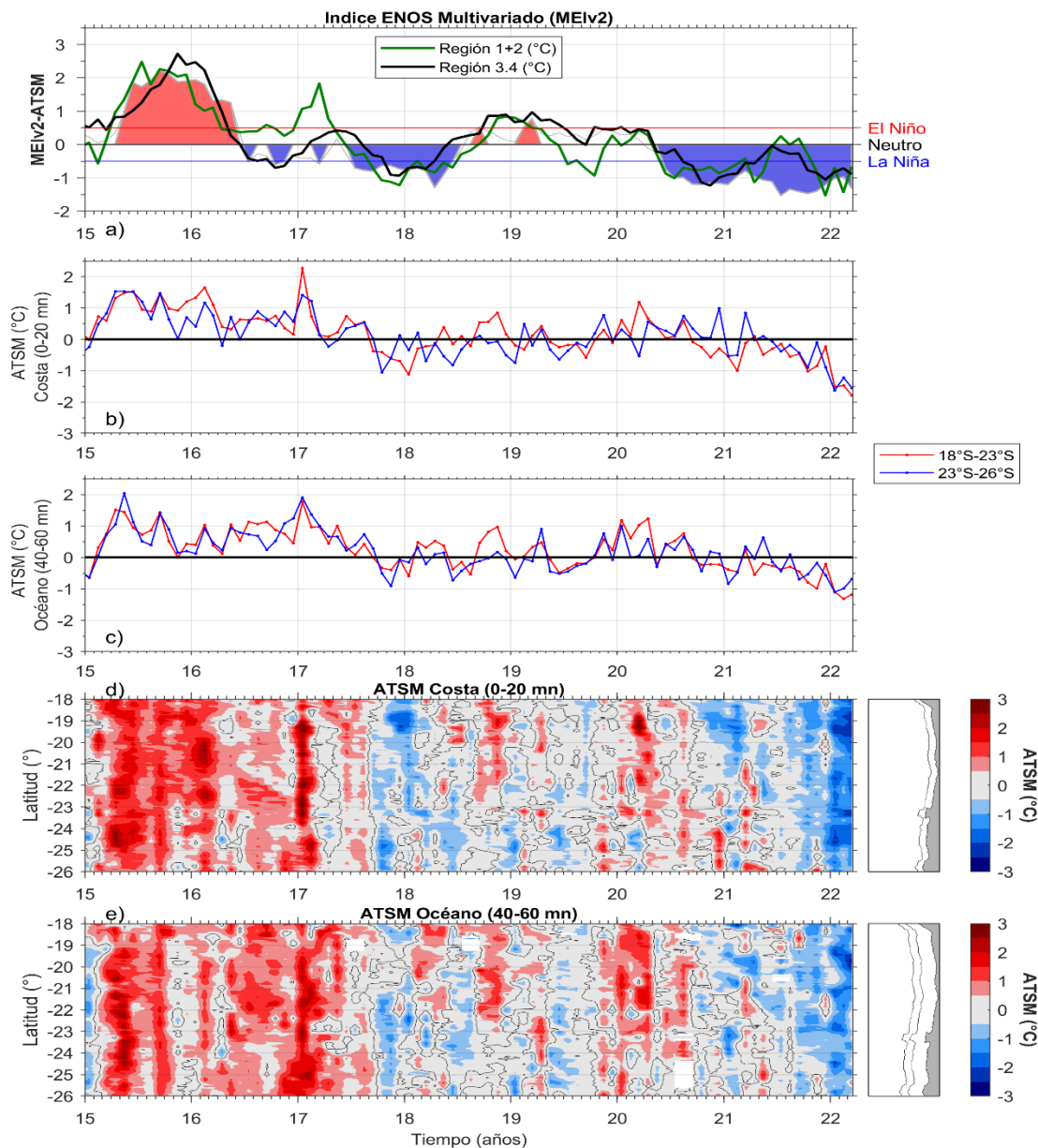


Figura 21. Series de tiempo para el período enero 2015-marzo 2022 de a) Índice Ecuatorial ENOS (MEI.v2) y las ATSM (°C) de las regiones Niño₁₊₂ (verde) y Niño_{3.4} (negro), b) ATSM promedio en las subáreas: norte (18°-23°S) y sur (23°-26°S), en los sectores: b) costero y c) oceánico. Diagrama Hovmöller de ATSM del área total (18°-26°S), en los sectores: d) costero y e) oceánico.

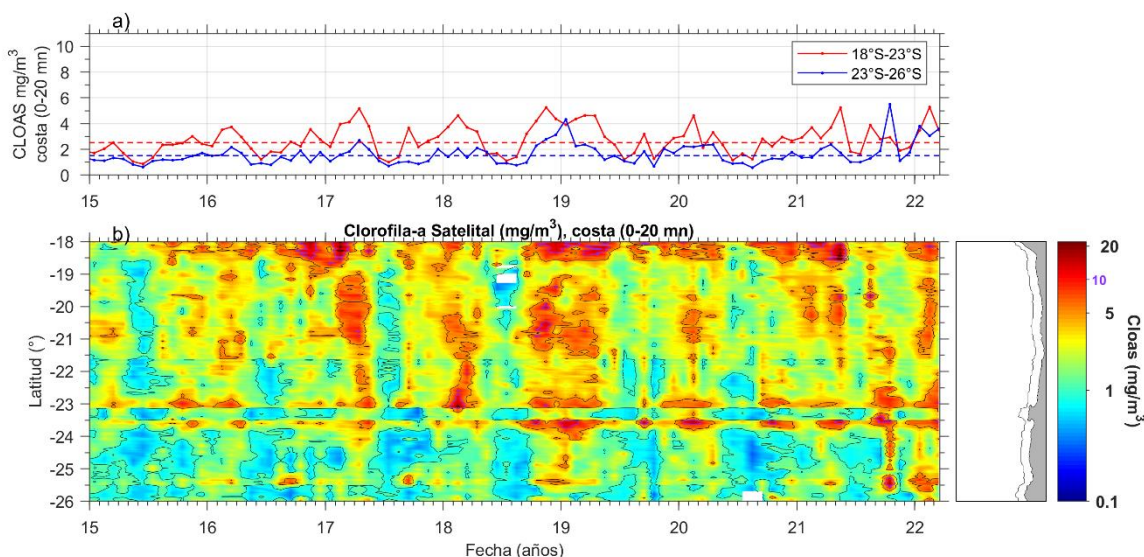


Figura 22. Series de tiempo para el período enero 2015 – marzo 2022: a) Promedio de las concentraciones de clorofila-a (mg/m^3) en las subáreas: costeras norte (18°S - 23°S) y sur (23°S - 26°S), b) Diagrama Hovmöller de las concentraciones de clorofila-a (mg/m^3) en el sector costero (18° - 26°S).

Condiciones locales mensuales con información de cruceros e imágenes satelitales

Diciembre de 2020 se muestra en la **Figura 23**. En este mes se presentó una condición La Niña a nivel ecuatorial la que afectó parcialmente a nivel local. El promedio mensual del viento (satelital) del mes de diciembre 2020 mostró el habitual predominio de vientos débiles en la costa en la zona norte de Chile, provenientes desde el sur y soroeste (Correa-Ramirez *et al.*, 2012; Rutlant *et al.*, 2004; Shaffer *et al.*, 1997), lo cual favoreció la formación de estructuras oceanográficas que reflejan la ocurrencia de eventos de surgencia costera. La TSM en tanto aumentó de entre 1° y 2°C en relación al mes de noviembre, con valores de 20°C presente hasta los 27°S , esto coincidió con el aumento de temperatura estacional, sin embargo, las ATSM indicaron un predominio de valores positivos, con focos de $+1^\circ\text{C}$ y $+2^\circ\text{C}$ en la costa al sur de los 22°S y en el sector oceánico, estos sobrepasaron los 76°W entre los 21°S y 23°S . ATSM negativas en tanto, se mantuvieron al norte de los 21°S , con un máximo negativo de 1°C (absoluto) en el área costera de Arica, mientras que, ATSM positivas dominaron la zona al sur de los 22°S , con amplios focos de $+1^\circ\text{C}$. La clorofila-a tuvo focos de altas concentraciones ($5\text{-}10 \text{ mg}/\text{m}^3$) entre Arica y Antofagasta, más un foco en los 26°S . Entre 25°S y 26°S concentraciones $>1 \text{ mg}/\text{m}^3$ sobrepasaron los 72°W asociado a un giro ciclónico que exportó el pigmento del sector costero al oceánico. En el sector oceánico, una corriente de meandro con velocidades $>20 \text{ cm}/\text{s}$ estuvo centrada en 74°W , desde el extremo sur hasta los 23°S , hacia el norte esta corriente perdió intensidad.

Previo al período de análisis (año 2021), el crucero de diciembre de 2020 (**Figura 24**) indicó a nivel local una condición fría en la costa al norte 23°S , con máximos negativos de ATSM de 3°C en los 19°S , en Iquique y Tocopilla, mientras que, desde los 23°S al sur la condición fue cálida. Por tanto, la condición fría La Niña no habría afectando la zona entre los 23°S y 25°S . Como es habitual

para la época, hubo un predominio de AST a nivel superficial, principalmente en las 20 mn, acentuando el gradiente de temperatura costa-oceano al encontrarse con los focos de surgencia costera con TSM $<17^{\circ}\text{C}$, asociadas a aguas más densas entre Arica y punta Lobos y desde los $21^{\circ}30'\text{S}$ a $22^{\circ}30'\text{S}$. En Antofagasta, un foco costero dentro de la bahía de mayor TSM y densidad y menor salinidad, indicaron aguas retenidas. Por otra parte, las anomalías de salinidad de cruce mostraron un predominio de valores positivos al sur de los $22^{\circ}20'\text{S}$, con un máximo de 0,2 al sur de 24°S .

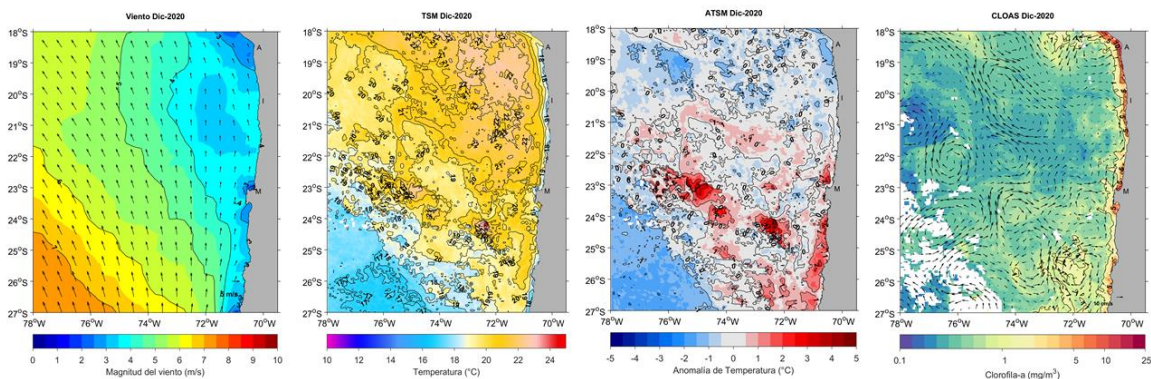


Figura 23. Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta del mes de diciembre 2020: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.

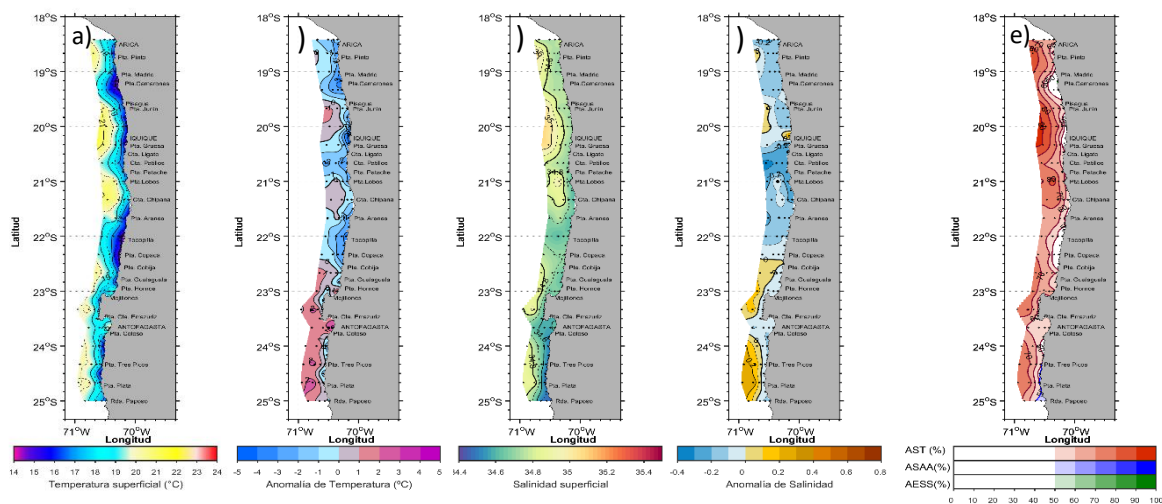


Figura 24. Distribución superficial de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad superficial, d) anomalía de salinidad y e) porcentajes de participación de las masas de agua con PPMA $>50\%$: Agua Subtropical (AST), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Agua Subantártica (ASAA); PPMA $<50\%$ corresponden a procesos de mezcla de las masas de agua. Cruce diciembre 2020.



Durante los meses de enero-marzo 2021 (**Figura 25**), los últimos meses con condiciones La Niña en el Pacífico ecuatorial 2020-21, se observó el mayor efecto de esta condición fría ecuatorial a nivel local, con un predominio de ATSM negativas en la zona en enero y febrero, sin embargo, ATSM cercanas a cero estuvieron ampliamente distribuidas entre la costa y los 74°W. En marzo TSM > 20°C muy cercanas a la costa se tradujo en ATSM positivas en la costa con hasta +2°C (21°S) y un predominio de ATSM neutrales en el sector oceánico. El viento predominante fue desde el sur con intensidades débiles en la costa (<20 mn). La clorofila-a de diciembre a enero aumentó la cobertura de focos >5 mg/m³ generando una franja continua de altas concentraciones entre Arica y Antofagasta. En febrero focos >10 mg/m³ se desarrollaron entre Arica e Iquique. En febrero, al norte de 21°S las concentraciones >1 mg/m³ se extendieron a >40 mn, reduciéndose a <20 mn en los 22°S, producto un giro anti horario que se ubicó en la costa entre enero y marzo, el que extrajo del pigmento de la zona costera en su borde norte. Entre 21°S y 22°S desde Antofagasta a 25°30'S se registraron corrientes geostróficas hacia el norte paralelas a la costa con intensidades ≥10 cm/s.

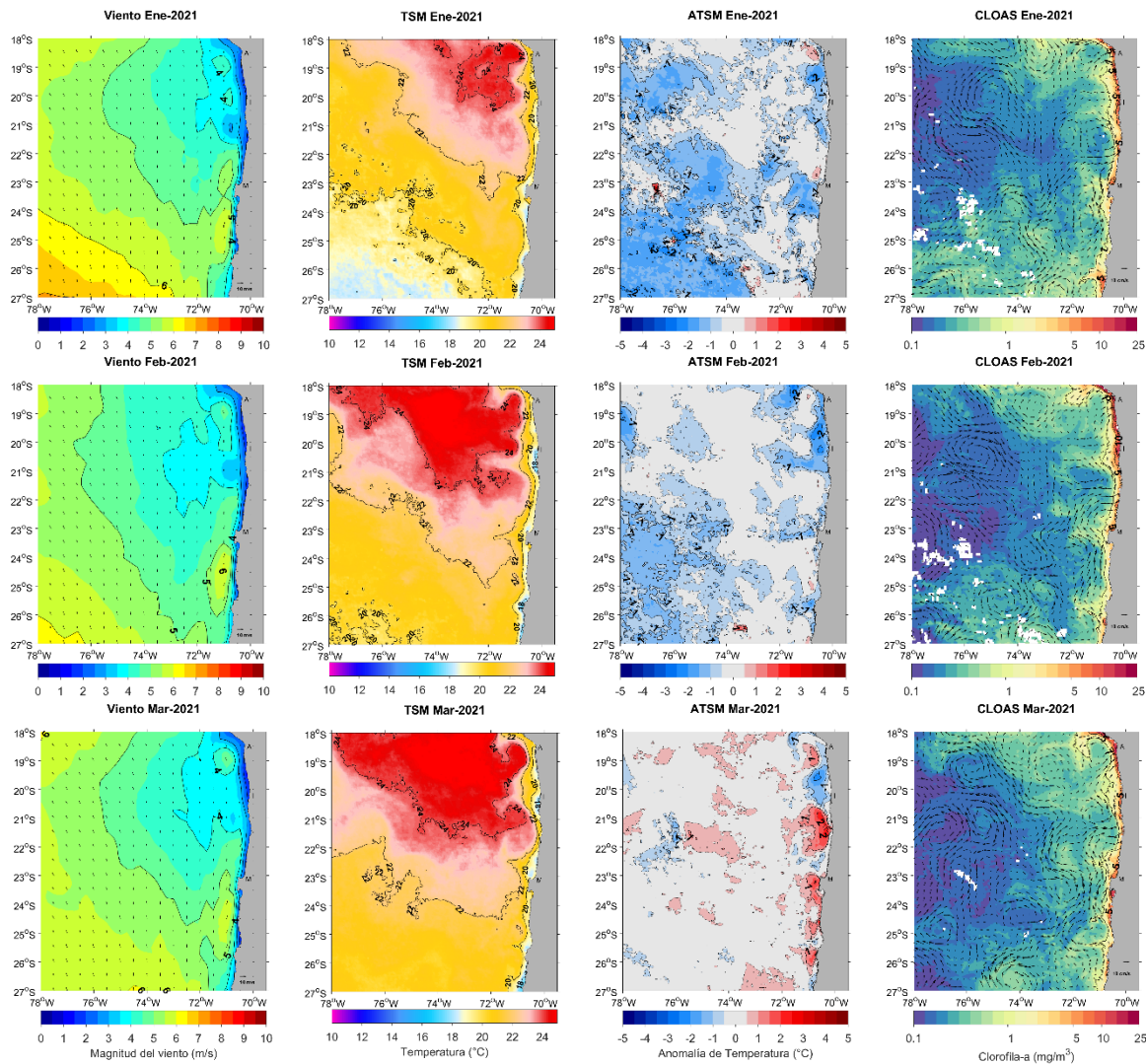


Figura 25. Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrófica superpuesta de los meses de enero a marzo 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.

Entre abril y agosto de 2021 la condición ecuatorial fue neutra, aunque el MELv2 permaneció con valores negativos $>0,7$ (absoluto). A nivel local (**Figura 26** y **Figura 27**), en este período la TSM disminuyó debido al ciclo estacional, con mínimos en agosto donde toda la zona fluctuó en $\sim 16^{\circ}\text{C}$. En abril la TSM entre 20 y 22°C se tradujeron en ATSM principalmente negativas con máximos de 1°C (absoluto) al norte de 22°S , mientras que al sur de los 24°S las ATSM predominantes fueron cercanas a cero, en mayo en tanto, predominaron las ATSM positivas, respondiendo a una condición local. Entre junio y agosto las ATSM positivas estuvieron en focos aislados, con un aumento relativo



de ATSM negativas ya que el predominio fue de valores cercanos a cero, principalmente en agosto. Por su parte, el viento promedio mensual entre abril y junio fue favorable a la surgencia en la costa y se mantuvo con bajas intensidades, <5 m/s, aumentando a moderadas (>5 m/s) hacia el sector oceánico. En julio y agosto, al sur de los 22°S , aumentó la magnitud del viento fuera de las 20 mn, 6-7 m/s.

Entre Arica y Antofagasta, entre abril y mayo (**Figura 26 y Figura 27**) la clorofila-*a* mostró un bloom ($5\text{-}10\text{ mg/m}^3$), con máximos en Arica. En junio y julio las concentraciones descendieron, manteniendo esporádicos focos de valores $>5\text{ mg/m}^3$, como en Antofagasta. En agosto comenzó el bloom estacional de primavera entre Arica y Antofagasta. Al sur de Antofagasta las mayores concentraciones se registraron entre abril y mayo, con valores inferiores a la subzona norte. En abril, concentraciones del pigmento $>1\text{ mg/m}^3$ se extendieron >60 mn entre 21°S - 22°S , producto de la exportación debido a la actividad del giro anticiclónico visto en los meses previos, en mayo este giro se debilitó y en junio cambió de dirección, sin embargo, esto coincidió con focos $>1\text{ mg/m}^3$ que se ubicaron $>74^{\circ}\text{W}$.

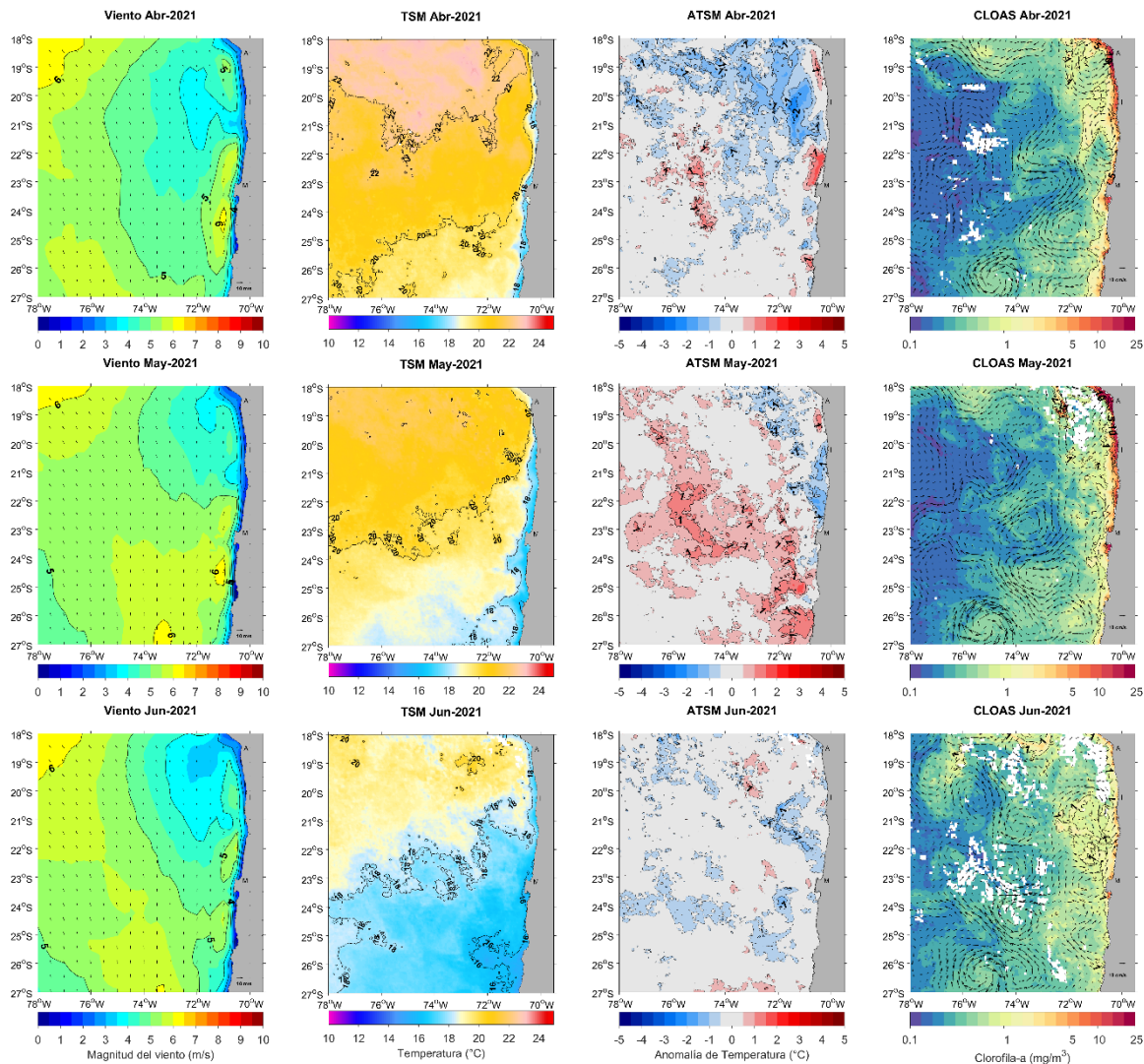


Figura 26. Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta de los meses de abril a junio 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.

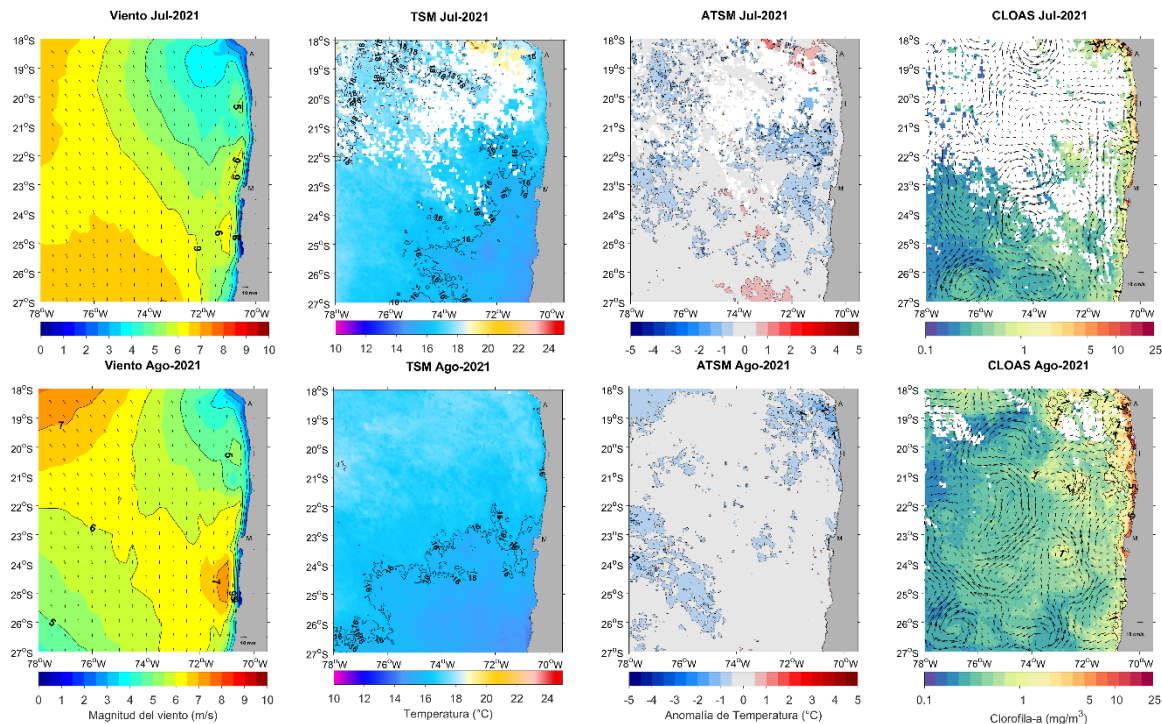


Figura 27. Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta de los meses de julio y agosto 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.

El crucero de primavera, septiembre de 2021 (**Figura 28**), coincidió con el inicio de una condición ecuatorial fría La Niña. Localmente, las condiciones oceanográficas en la costa norte de Chile evidenciaron una tendencia fría en toda la zona, con gran cobertura espacial de ATSM negativas $>0,5^{\circ}\text{C}$ (absoluto) principalmente en el sector costero, las que se intensificaron en octubre a 1°C (absoluto). El campo de viento satelital durante el período del crucero presentó componente sur, con intensidad característica de la zona norte de Chile, de débil a moderada, lo que favoreció el desarrollo de procesos de surgencia costera, con mayor intensidad entre las localidades de Pisagua y rada Paposo ($19^{\circ}40'\text{S}$ - 25°S). En septiembre y octubre se consolidó el bloom de primavera con un aumento en las concentraciones de clorofila-a, aunque el área de cobertura cambió de Arica-Antofagasta en agosto y septiembre a desde los 21°S a cerca de 26°S en octubre con valores $>10\text{ mg/m}^3$ (las concentraciones $>1\text{ mg/m}^3$ abarcaron meridionalmente toda la zona).

La información del crucero septiembre-octubre (**Figura 29**) mostró anomalías de temperatura negativas en toda la zona, levantamiento de la isolínea de 15°C hacia el sector costero, y surgencia de agua baja en oxígeno y con altos porcentajes de participación de AESS cerca de la costa, características típicas de surgencia costera, que son propias de la zona norte de Chile (Letelier *et al.*, 2012) y que se han registrado de manera recurrente al norte de la península de Mejillones en los últimos cruceros MOBIO-MPDH (Angulo *et al.*, 2019; Bonicelli *et al.*, 2020, 2021).

En la sub zona sur (al sur de 23°S), la información de crucero mostró temperaturas $<14^{\circ}\text{C}$, anomalías positivas de salinidad, densidades $>26 \text{ kg/m}^3$, oxígeno disuelto $< 5 \text{ mL/L}$, porcentajes de participación de la AEES $> 60\%$, concentraciones de clorofila-a superficial $> 5 \mu\text{g/L}$ y levantamiento de la isoterma de 13°C y de la isolínea de 1 mL/L de OD. Estas características reflejan el desarrollo de un evento de surgencia durante el periodo cuando el crucero estuvo en ese sector, aunque no necesariamente características de eventos de surgencia recurrentes durante todo el mes de octubre.

La información satelital de septiembre-octubre se muestra en la **Figura 28**. La zona al sur de la península de Mejillones, se ha destacado por ser un sector de bajas concentraciones de clorofila-a, debido a la topografía de la costa y al mayor transporte de Ekman que es capaz de romper la resistencia del frente costero (Letelier et al., 2012). En este crucero, a diferencia de lo documentado por Letelier et al. (2012) y lo registrado en los últimos cruceros MOBIO-MPDH (Bonicelli et al., 2020, 2021), se detectaron altas concentraciones de clorofila-a en el sector costero al sur de la península y hasta 26°S , una persistencia de estas aguas productivas en el mes de octubre. Esta condición, que es poco común para esta zona, refleja la ocurrencia de un mecanismo que ha favorecido la producción primaria en términos de la permanencia de concentraciones elevadas de clorofila-a cerca de la costa.

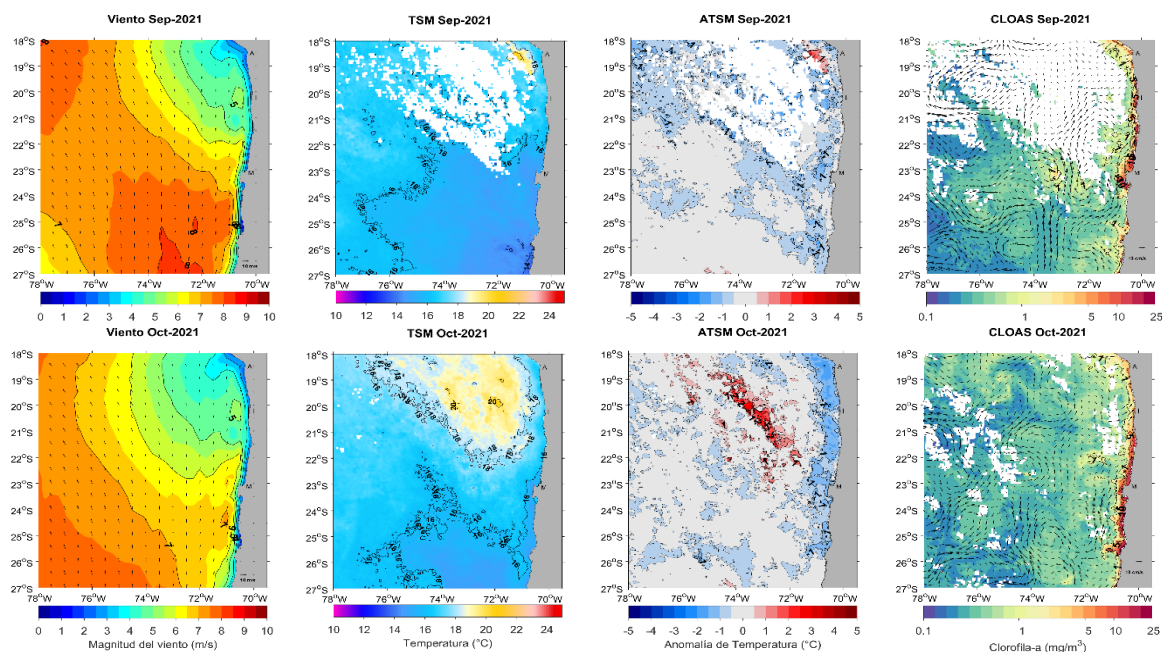


Figura 28. Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta de los meses de septiembre y octubre 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.

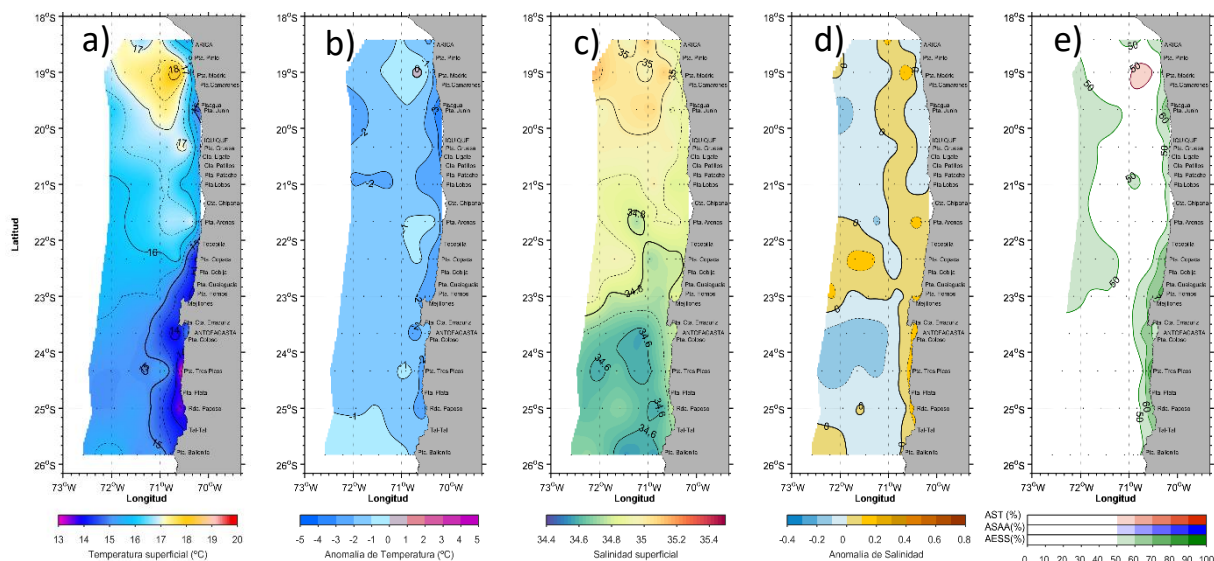


Figura 29. Distribución superficial de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad, d) anomalía de salinidad y e) porcentajes de participación de las masas de agua con PPMA >50%: Agua Subtropical (AST), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Agua Subantártica (ASAA); PPMA <50% corresponden a procesos de mezcla de las masas de agua. Crucero septiembre-octubre 2021.

Entre noviembre y diciembre 2021 (**Figura 30**) continuó la condición ecuatorial fría La Niña. Localmente, las condiciones oceanográficas en la costa norte de Chile presentaron tendencia fría, con amplia cobertura espacial de anomalías térmicas negativas de hasta 1°C(absolute) en sectores costeros, desde Antofagasta al norte en noviembre y al sur de esta localidad en diciembre. Sin embargo, en noviembre y al sur de 24°S predominaron focos de ATSM positivas, mientras que en diciembre la mayor cobertura de TSM >20°C se tradujo en un foco de intensas ATSM positivas (+2 a +3°C) que se desarrollaron en el sector oceánico entre 76°W y al menos 78°W, entre 19°S y 23°S, más una amplia área de valores positivos >0,5°C fuera de los 72°W y al sur de 21°S. En ambos meses predominó el viento sur favorable a la surgencia, con magnitud de débil a moderado, en las primeras 20 mn con intensidades predominantes <4 m/s, aumentando hasta >7 m/s en el extremo sur occidental de la zona en noviembre y a >5 m/s en diciembre. En diciembre de 2021, el patrón de vientos al sur de los 22°S mostró vientos más débiles en relación a lo del observado en diciembre 2020.

Las concentraciones de clorofila-a mostraron una clara disminución entre octubre y noviembre. Se mantuvo la banda costera >1 mg/m³ desde Antofagasta al norte, con algunas áreas donde sobrepasaron los 5 mg/m³, como Mejillones. En diciembre, dentro de las primeras 10 mn aumentó la presencia de focos >5 mg/m³, Arica, Iquique-21°S, Mejillones, Antofagasta, 25°S y 26°30'S. Un remolino de mesoescala de giro ciclónico de gran diámetro (>300 km) se destacó entre 23°S y 25°S, con velocidades de corriente ~20 cm/s favoreció el transporte costa afuera de clorofila-a >1 µg/L alrededor de 25°S.

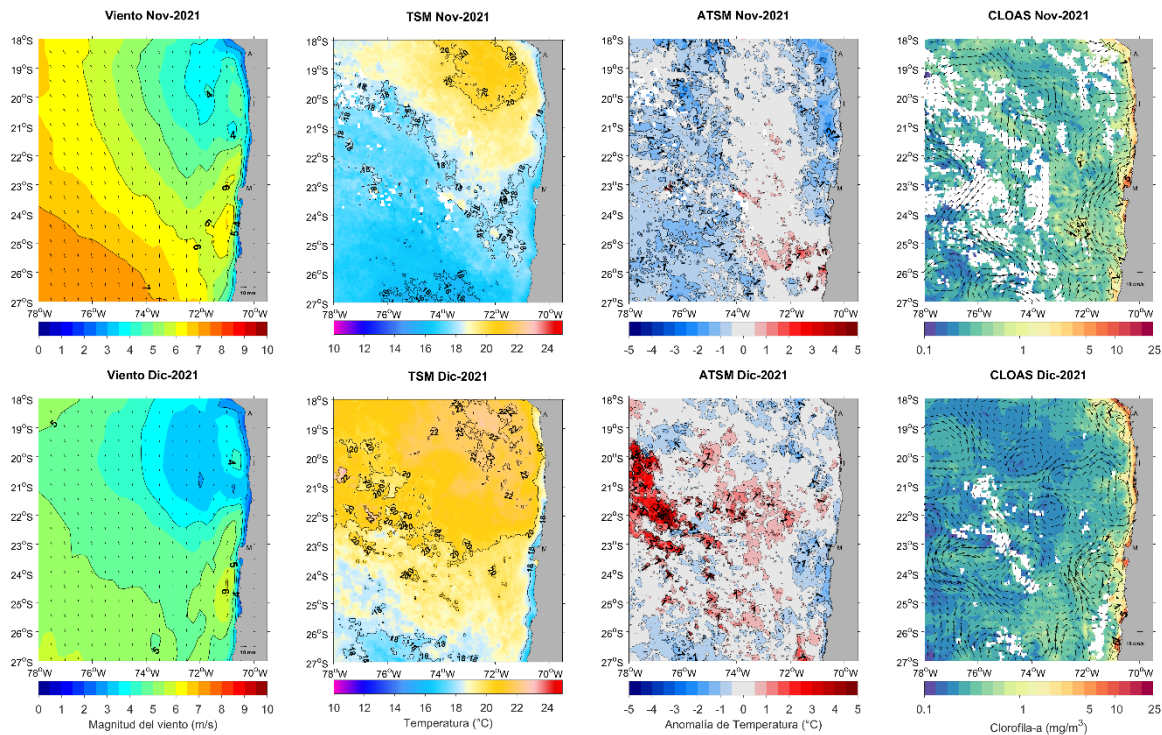


Figura 30. Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrófica superpuesta de los meses de noviembre y diciembre 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.

4.2.2 Condicion ambiental zona centro norte

En el período 2015-22 para la región ecuatorial, los eventos ENOS declarados, según lo informado por NOAA en sus boletines (https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/) (Figura 31), fueron un evento cálido El Niño de intensidad fuerte entre 2015-16, seguido de un evento frío La Niña de carácter débil desde fines de 2017 a comienzos de 2018, posteriormente, hasta julio de 2020 la condición ecuatorial se mantuvo neutral. Entre agosto de 2020 y marzo de 2021, se decretó un evento La Niña, seguido de un breve período neutral, desde septiembre de 2021 se declaró un nuevo evento frío la Niña, el que a marzo de 2022 aún se encontraba en desarrollo

El índice Ecuatorial MEIv2, ha permanecido negativo con valores superiores a 0,7 (absoluto) desde el bimestre mayo-junio de 2020 hasta al menos febrero-marzo de 2022, con máximos negativos entre junio y noviembre de 2021 ($> -1,34$). En el océano Pacífico ecuatorial, esto se reflejó en valores negativos $>0,5^{\circ}\text{C}$ (absoluto) en las ATSM de la región central (Niño_{3,4}) desde agosto de 2020 a abril de 2021 y desde octubre a abril de 2022 ($>-0,7^{\circ}\text{C}$), entre mayo y septiembre de 2021 las ATSM de esta región se debilitaron a valores negativos cercanos a cero. En la región oriental (Niño₁₊₂) en tanto, ATSM negativas mayores a $0,5^{\circ}\text{C}$ (absoluto) se registraron entre junio de 2020 y mayo 2021, seguido de un período con valores menores (cercanos a cero) entre junio y octubre. Otro período de ATSM negativas mayores a 5°C (absoluto) se ha desarrollado desde noviembre y al menos hasta abril de 2022, con máximos negativos en diciembre 2021 ($-1,53^{\circ}\text{C}$), febrero ($-1,43^{\circ}\text{C}$) y abril de 2022 ($-1,42^{\circ}\text{C}$) (Figura 31).

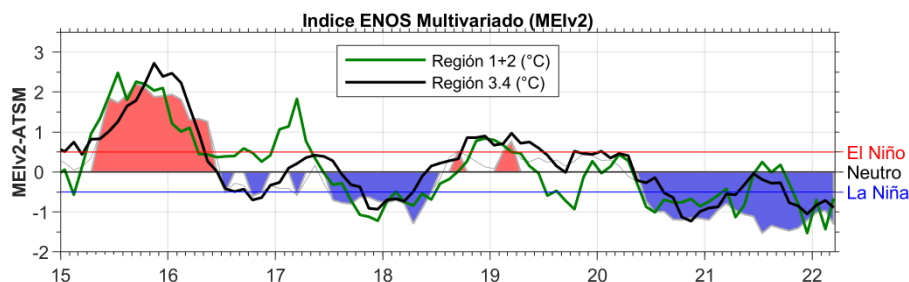


Figura 31. Series de tiempo para el período enero 2015-marzo 2022 del índice ecuatorial ENOS (MEIv2) y las ATSM ($^{\circ}\text{C}$) de las regiones Niño₁₊₂ (verde) y Niño_{3,4} (negro).

Condiciones ambientales locales durante 2021

En la zona centro-norte de Chile (25°S - 33°S) una tendencia decreciente de la temperatura comenzó en mayo 2020 (Figura 32 b y c), a lo que se sumó el efecto del evento La Niña 2020-21 que se reflejó en débiles ATSM negativas entre septiembre y octubre 2020. En diciembre 2020 la subzona norte (25°S a 29°S) localmente presentó ATSM positivas $>0,5^{\circ}\text{C}$, mientras que en la subzona sur 29°S - 33°S estas fueron negativas. Sin embargo, en enero y febrero de 2021 toda la zona mostró



ATSM negativas, con mayor intensidad en la subzona sur $\sim 1^{\circ}\text{C}$ (absoluto). Desde marzo a mayo la tendencia fue positiva con un máximo en los dos últimos meses (cerca de $+1^{\circ}\text{C}$). Desde junio a septiembre los valores de ATSM fueron cercanos a cero y entre octubre y noviembre la tendencia en las anomalías fue negativa, sin embargo, en diciembre al igual que en el periodo anterior (diciembre 2020), y solo por un mes, predominaron ATSM positivas. El efecto más intenso del evento La Niña 2021-22 en la zona se observó a comienzos de 2022, cuando toda la zona presentó ATSM negativas, especialmente en la zona costera.

Los diagramas latitud v/s tiempo mostraron un débil efecto de La Niña 2020-21 en la zona, con máximos relativos entre $0,5^{\circ}$ y 1°C (absoluto) al sur de los 30°S (**Figura 32 d y e**). En el trimestre marzo-mayo dominaron ATSM $>0,5^{\circ}\text{C}$. Entre junio y septiembre toda la zona estuvo bajo una condición neutral con ATSM cercanas a cero (en el rango $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$). La niña 2020-21 tuvo un efecto débil a finales de 2020, 0°C a $-0,5^{\circ}\text{C}$, intensificándose en enero en el sector costero hasta valores de -2°C al norte de 27°C y al sur de 31°S . En la serie 2015-22, en la zona han predominado los efectos de los periodos cálidos ecuatoriales, mientras que las condiciones frías ecuatoriales han producido ATSM negativas débiles y de corto periodo (tres meses), siendo el de mayor intensidad el observado a comienzos de 2022.

La concentración mensual promedio de clorofila-a satelital, registró un aumento sostenido en las concentraciones del pigmento en los últimos tres años (**Figura 33 a**). En relación a lo anterior, la zona al sur de 29°S ha presentado entre 2021 y 2022 las mayores concentraciones, promedio anual, de la serie 2015-22. En esta serie, el principal foco recurrente de altas concentraciones se ubicó en el sistema de bahías de Coquimbo con concentraciones entre $5\text{--}10\text{ mg/m}^3$, seguido por el área entre los 32°S y 33°S y en menor intensidad aquella entre 25°S y 26°S (**Figura 33 b**). Se destacan las altas concentraciones a comienzo de 2022, con focos $>5\text{ mg/m}^3$ presentes en gran parte de la zona, lo que es poco usual para la época y la zona.

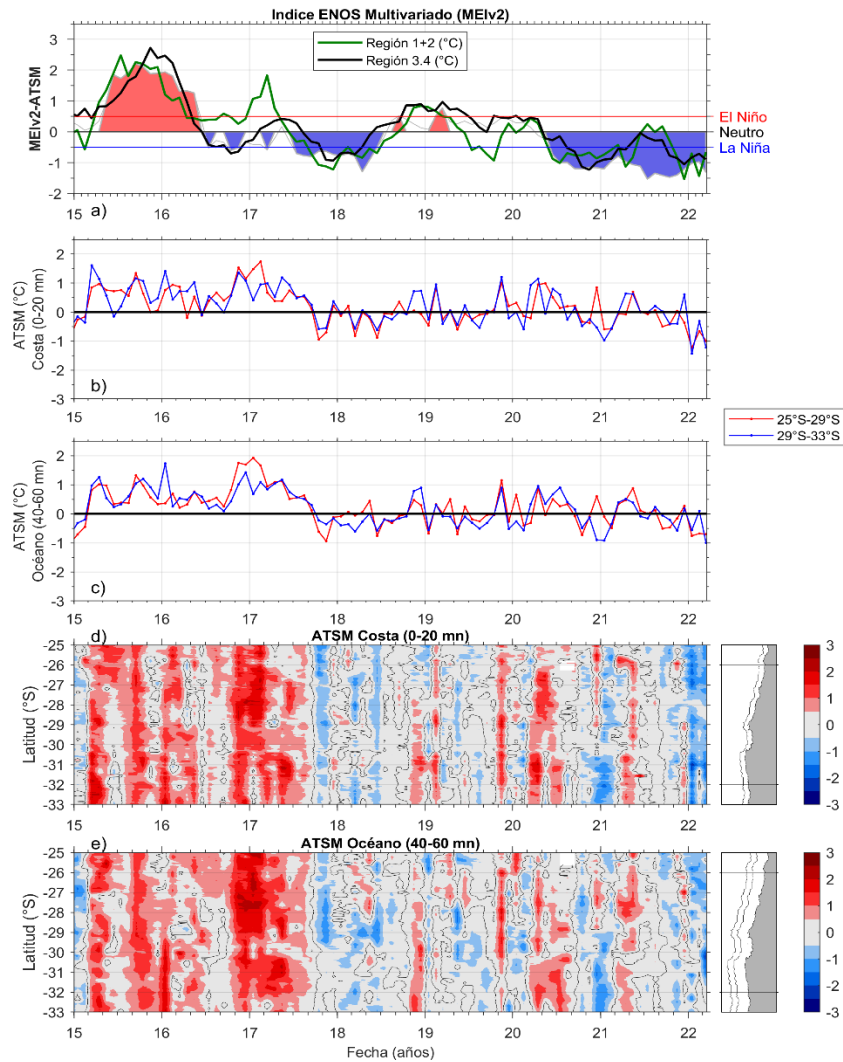


Figura 32. Series de tiempo del período enero 2015 – marzo 2022 de: a) MEI y ATSM en las regiones Niño₁₊₂ (verde) y Niño_{3.4} (negro). Definición de: El Niño (línea roja) >0,5; La Niña (línea azul) <-0,5; neutro (línea negra). Series de tiempo en el período enero 2014-marzo 2021 del promedio de ATSM (°C) en el área norte (25°-29°S, línea roja) y área sur (29°-33°S, línea azul), en los sectores: b) costero, y c) oceánico. Diagramas Hovmöller de ATSM del área total (25°-33°S), en los sectores: d) costero y e) oceánico.

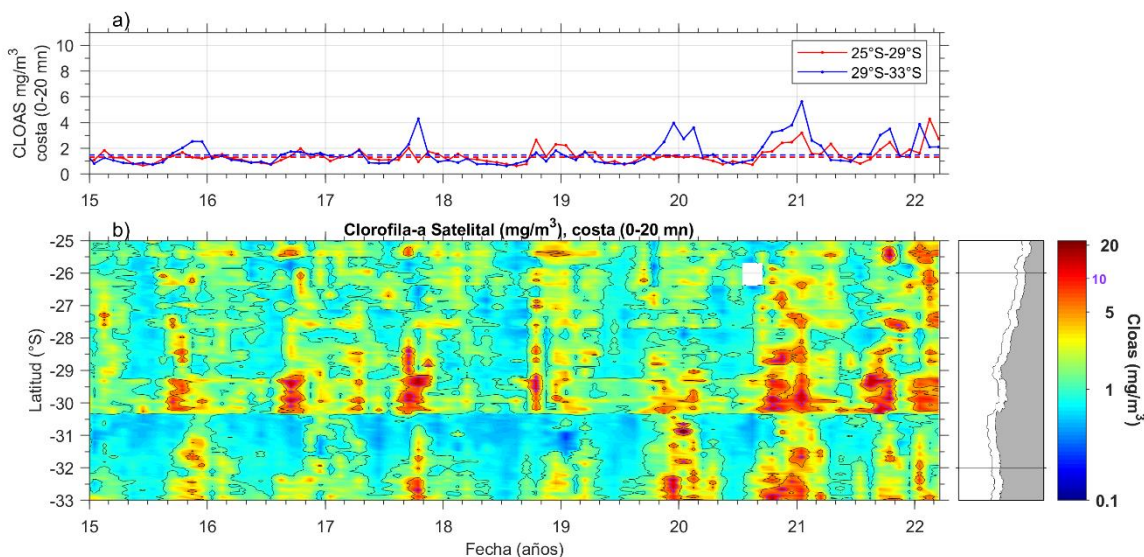


Figura 33. Serie de tiempo de clorofila-a del período enero 2015-marzo 2022 en el área norte (25°-29°S, línea roja) y área sur (29°-33°S, línea azul) y b) diagramas Hovmöller de clorofila-a del área total (25°-33°S) en la costa.

Condiciones locales obtenidas de cruceros e imágenes satelitales

En el mes de enero 2021 la condición ecuatorial y local en la zona centro norte de Chile (25°S-33°S) fue fría, principalmente fuera de la costa (>73°W) (**Figura 34**). En la costa, al norte de 27°S, un cuerpo de agua con TSM >20°C implicó ATSM neutras ≤0,5°C mientras que, en el resto de la zona predominaron ATSM negativas de 1°C (absoluto). El viento, con dirección del sur, favorable a la surgencia tuvo intensidades débiles en la costa (<5 m/s; <20 mn) aumentando a moderado hacia el sector oceánico, >8 m/s en el extremo sur occidental de la zona (>30°S). Se sabe que la estrecha plataforma continental y la fuerte pendiente orográfica a lo largo de la costa en el norte y centro de Chile facilitan la ocurrencia de vientos favorables a la surgencia durante todo el año, con pulsos cuasi-semanales asociados con perturbaciones atmosféricas atrapadas a la costa (“bajas costeras”) (Rutllant & Montecino, 2002). Los vientos a pesar de tener una componente favorable a la surgencia todo el año, muestran una clara variabilidad estacional con componentes anuales y semestrales. El pico máximo del esfuerzo del viento a lo largo de la costa ocurre en primavera, el segundo aumento es en otoño y el mínimo en invierno (Bravo et al., 2016).

La concentración de clorofila-a en enero mostró altos valores en toda la zona y principalmente en el sistema de bahías de Coquimbo (>10 mg/m³). Entre los 74°W y 76°W una intensa corriente geostrofica de meandro (>20 cm/s) con dirección norte coincidió con focos oceánicos de concentraciones de clorofila >0,5 mg/m³, mientras que a la altura de Coquimbo un filamento del pigmento >1 mg/m³ coincidió con un giro en sentido horario, 28°S-30°S, que extendió estas concentraciones hasta 73°W.

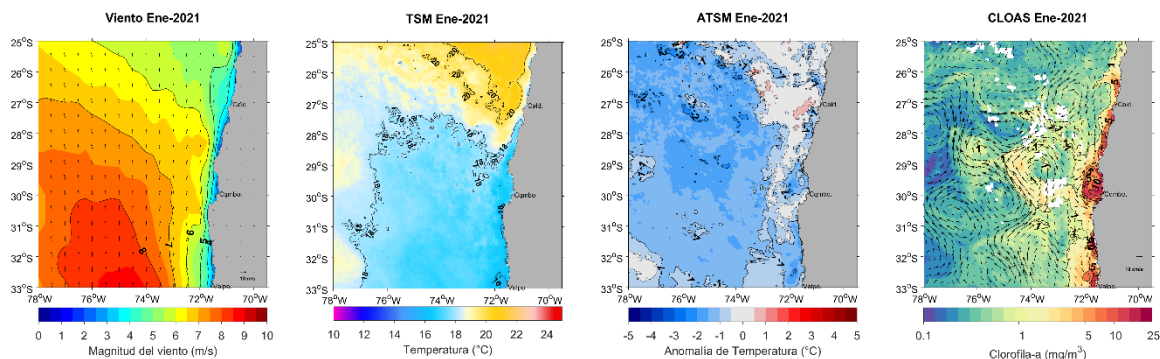


Figura 34. Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta del mes de enero 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.

De febrero a marzo el evento La Niña se debilitó en la zona ecuatorial al igual que sus efectos a nivel local, en este sentido en febrero se debilitaron las ATSM negativas (**Figura 35**), principalmente en la costa ($<0,5^{\circ}\text{C}$, absoluto), y en marzo predominaron valores neutrales (cerca de cero), con focos positivos entre la costa y los 74°W . Los vientos también se debilitaron en relación a enero. Las concentraciones de clorofila-a descendieron notablemente en relación al mes anterior, manteniendo escasos focos $>5\text{ mg/m}^3$ dentro de las 10 mn.

El crucero de verano, realizado de mediados de febrero a mediados de marzo 2021, mostró una condición neutra a nivel local (**Figura 36**), lo que coincidió con lo informado por la Comisión Multisectorial ENFEN (Perú) para la costa sudamericana (ENFEN, 2021). En el período de muestreo los vientos dominantes fueron desde el sur, los que provocaron pulsos de surgencia cuasi-semanales (Rutlant & Montecino, 2002), sin embargo, hubo un aumento en la proporción de vientos con intensidad débil y un aumento en la proporción de calmas en relación a años previos. A pesar de esto, las distintas variables oceanográficas indicaron que la surgencia estuvo activa en gran parte de la zona, con focos más intensos entre $25^{\circ}40'\text{S}$ y $26^{\circ}40'\text{S}$, en bahía Salada ($27^{\circ}40'\text{S}$), en caleta Peña Blanca ($26^{\circ}40'\text{S}$) y entre $30^{\circ}30'\text{S}$ y 31°S . Los datos de crucero también indicaron (variables no mostradas) que la profundidad del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto (LSZMO) estuvo en general menos profundo, la termoclina estuvo debilitada y la capa de mezcla presentó los menores espesores de los últimos cinco años, esto implicaría una compactación del hábitat de la anchoveta hacia la superficie y probablemente una débil estabilidad de la columna. La clorofila-a satelital mostró que el último período de primavera-verano 2020-21 ha sido el más productivo de la serie 2014-21, bloom que terminó entre febrero-marzo de 2021, por tanto, al momento del muestreo realizado a fines de febrero-comienzos de marzo, las concentraciones del pigmento en profundidad fueron altas para la época.

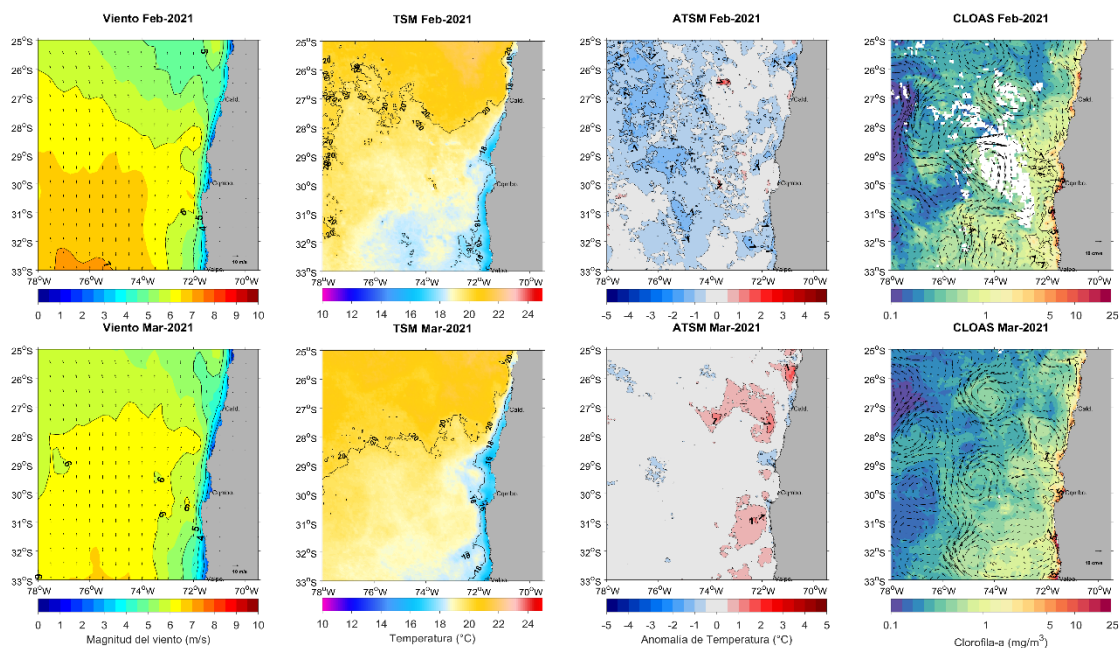


Figura 35. Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta de los meses de febrero y marzo 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.

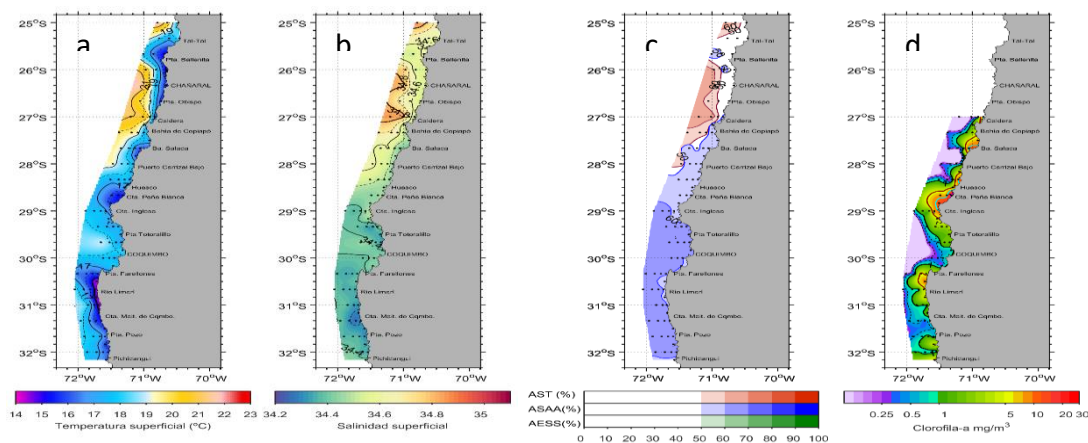


Figura 36. Distribución superficial de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, e) porcentaje de participación de masa de agua (PPMA) superiores al 50% del tipo de agua: Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y d) clorofila-a (CLOAS, $\mu\text{g/L}$). Crucero febrero-marzo 2021.

El crucero de abril 2021 se realizó, durante condiciones neutrales en la región ecuatorial. A nivel local (**Figura 37**), dominaron focos de ATSM positivas ($>0,5^{\circ}\text{C}$), en la costa desde 27°S al sur, por tanto, la zona estuvo bajo una condición oceánica neutral, con tendencia cálida en la costa. Los

vientos moderados (≤ 6 m/s) fueron favorables a la surgencia y los datos de crucero fueron consistentes con procesos de surgencia en la zona costera, con baja temperatura ($< 17^\circ\text{C}$) y mayor densidad, y un ascenso de las isolíneas de las distintas variables en todas las transectas, lo que fue más intenso en el área del sistema de bahías de Coquimbo y en Valparaíso con predominio de agua Subantártica (ASAA) en el agua surgente (**Figura 38**).

En cuanto a la concentración promedio de clorofila-a, la información satelital del área de estudio de 25°S a 29°S , señala que en abril tuvo el mayor valor, en relación a igual mes de años anteriores, y mayor que el registrado en el área sur entre 28°S a 33°S . En el área sur, previo al crucero, se destacó la primavera-verano 2020-21 como la más productiva de la serie 2015-20, quedando de ésta un remanente en el área de Valparaíso al momento de crucero (**Figura 37**). Por otra parte, la actividad de mesoescala contribuyó al secuestro del pigmento hacia el sector oceánico, principalmente al sur de los 25°S , expandiendo concentraciones $\sim 0,5$ mg/m³ incluso fuera de los 75°W .

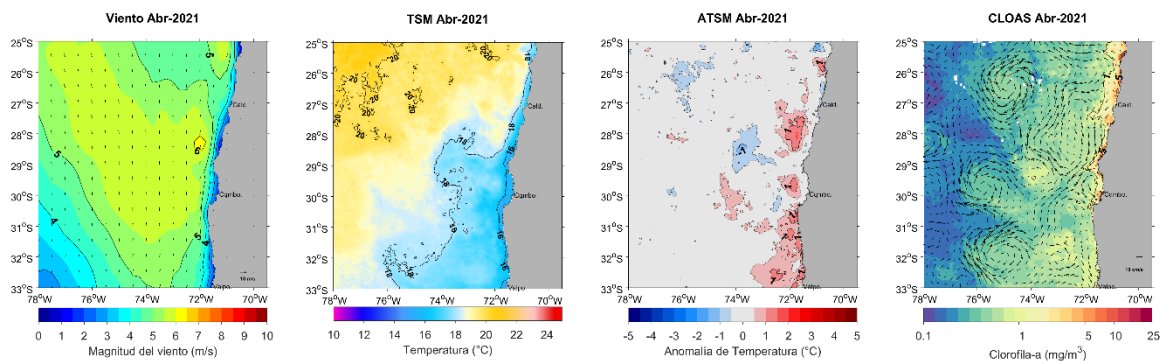


Figura 37. Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta del mes de abril 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.

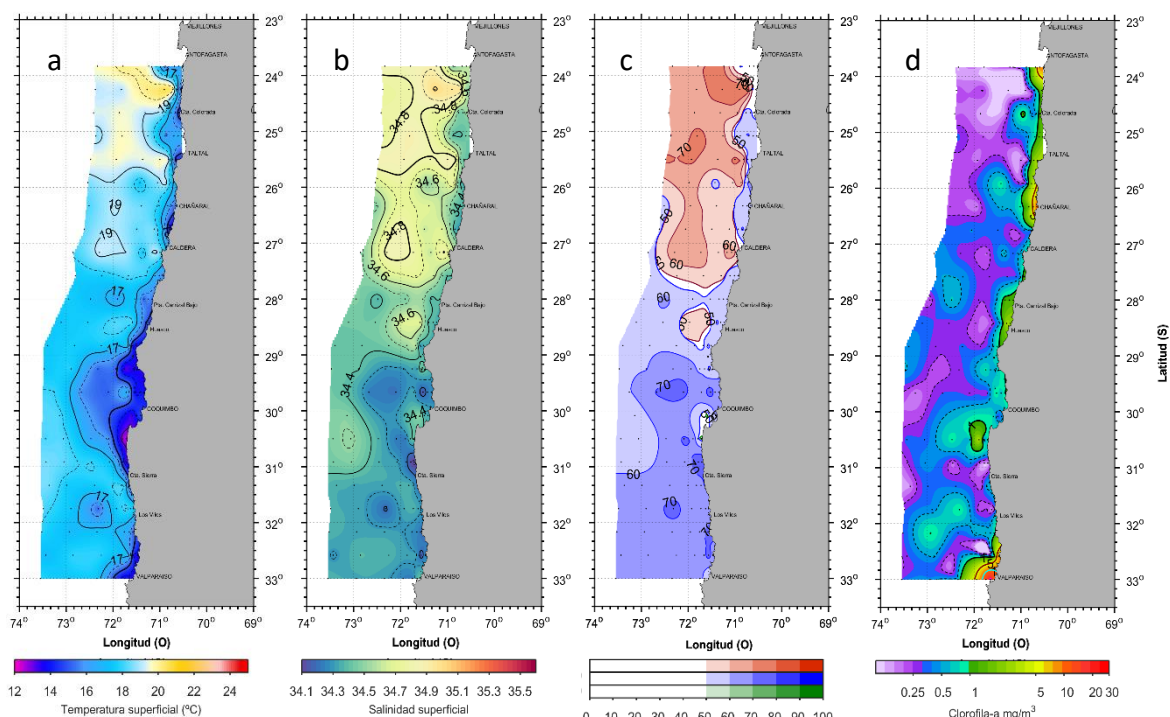


Figura 38. Distribución superficial de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) porcentajes de participación (PPMA $>50\%$) de las masas de agua: Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y Ecuatorial subsuperficial (AEES) y d) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$). Crucero abril 2021.

Entre los meses de mayo y julio de 2021, en el Pacífico ecuatorial las condiciones ENOS permanecieron neutrales. A nivel local el campo de vientos mostró una dirección predominante desde el sur con intensidades débiles principalmente en junio (**Figura 39**), en julio fuera de la costa los vientos se intensificaron a moderados con máximos de 7 m/s. La TSM disminuyó $\sim 1^{\circ}\text{C}$ por mes con un predominio de ATSM positivas en el sector costero al norte de Coquimbo en mayo, condición cálida con focos de $+1^{\circ}\text{C}$, en tanto que, en el sector oceánico y en los dos meses siguientes predominaron ATSM cercanas a cero, lo que reflejó una condición neutral. Las concentraciones de clorofila-a fueron bajas, manteniendo focos $>5 \text{ mg/m}^3$ dentro de las 5 mn en el área del sistema de bahías de Coquimbo, principalmente en julio. Las corrientes geostróficas mostraron numerosas estructuras de mesoescala con velocidades $>20 \text{ cm/s}$ fuera de 74°W , en la costa destacó un giro anticiclónico al interior del sistema de bahías de Coquimbo en mayo y junio.

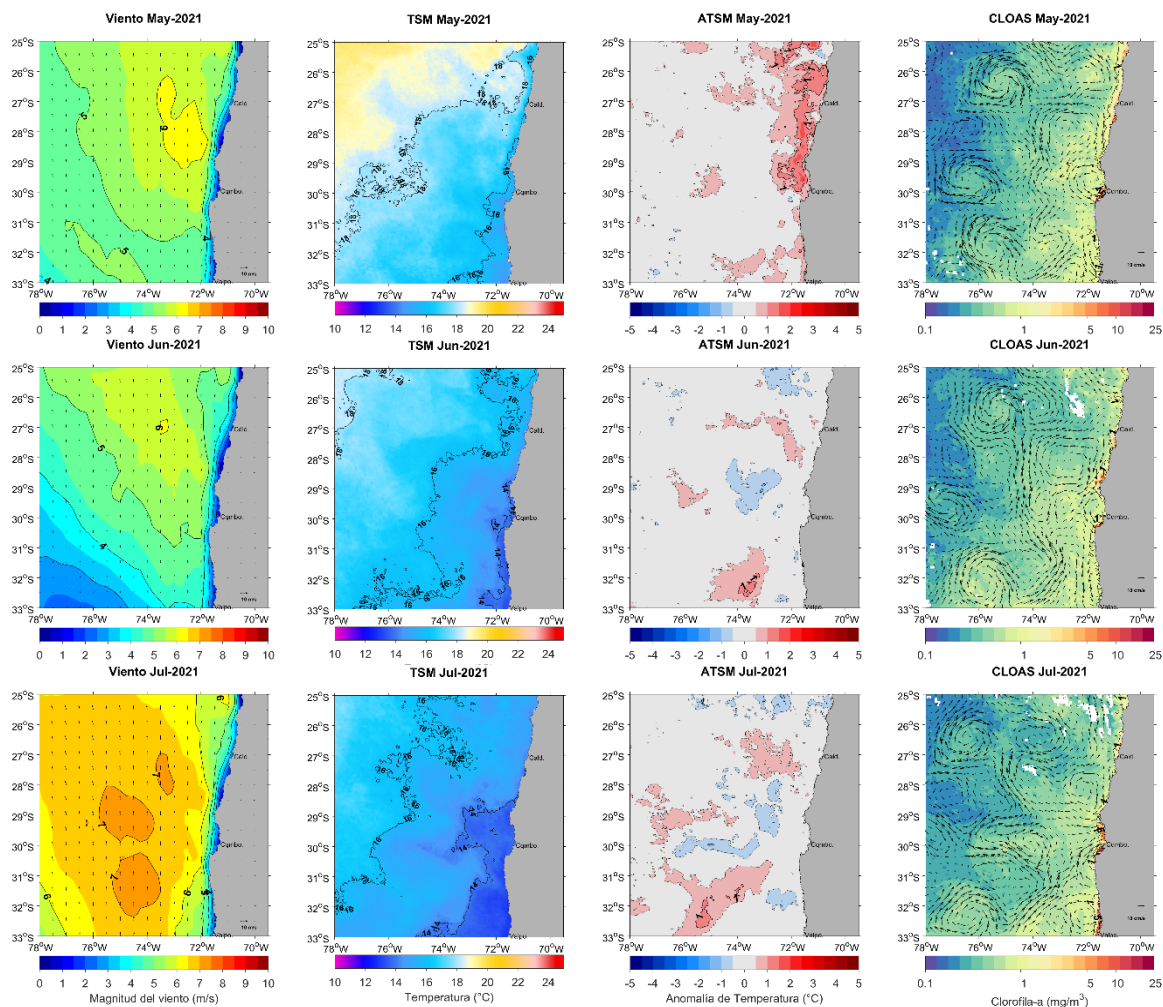


Figura 39. Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrofica superpuesta de los meses de mayo, junio y julio de 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.

En el mes de agosto de 2021 la zona ecuatorial el sistema océano-atmósfera reflejó un ENSO-neutral, pero tendiendo hacia La Niña, mientras que, a nivel local, la zona se mantuvo una condición neutra (ATSM cercanas a cero) con TSM costeras $\pm 14^{\circ}\text{C}$ (**Figura 40**). En septiembre en tanto, se decretó el inicio de una condición fría La Niña en la zona ecuatorial (**Figura 31**) y a nivel local, aunque predominaron las anomalías neutras, aumentó la presencia de focos negativos en el sector costero al norte de Caldera, $>0,5^{\circ}\text{C}$ (absoluto) (**Figura 40**). El viento se debilitó de julio a agosto con mínimos <4 m/s al sur de 31°S y máximos >6 m/s al norte de 29°S , mientras que en septiembre aumentó la magnitud entre 1 y 2 m/s, con un máximo >8 m/s entre 26°S - 29°S en torno a 73°W . Las concentraciones mensuales de clorofila-a mostraron en agosto, un aumento en relación al trimestre previo al interior del sistema de bahías de Coquimbo, con focos de >10 mg/m^3 , los que en el mes de

septiembre ampliaron su distribución meridional hacia el norte. En septiembre, toda la costa mostró una banda $>1 \text{ mg/m}^3$, con extensiones hacia el oeste de 60 mn en ambos extremos de la bahía y entre 32°S y 33°S asociadas a corrientes geostróficas $\geq 10 \text{ cm/s}$ y giros ciclónicos y anticiclónicos cercanos a la zona costera.

El crucero de agosto-septiembre de 2021 se realizó, luego de una condición neutra breve e inicio de una condición fría La Niña en la zona ecuatorial. A nivel local, aunque hubo un debilitamiento de los vientos en agosto, la surgencia estuvo presente en gran parte de la zona, con un predominio de la masa de agua tipo ASAA en el agua surgente (**Figura 41**). Esta masa tuvo una mayor presencia en relación a los tres años anteriores, en desmedro del agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), sin embargo, la concentración de clorofila-a dio cuenta de altas concentraciones durante la primavera 2020-21, con máximos en el sistema de bahías de Coquimbo, similar a lo visto en el crucero de 2020, siendo estos dos años, los más productivos del período 2014-21. De acuerdo a lo anterior este año, en relación a los tres años anteriores, el agua estuvo menos salina, entre 0,1 y 0,3 con una reducida presencia del núcleo asociado a la masa de AESS (salinidades de $\sim 34,8$) a nivel subsuperficial, lo que influyó en que las aguas estuvieran menos densas (entre 0,1 y $0,4 \text{ kg/m}^3$). Sin embargo, la temperatura de la capa de los primeros 100 m estuvo similar al muestreo del año 2020, y estos dos años han mostrado un aumento de $0,1^\circ\text{C}$ en relación a los años 2018 y 2019.

Adicionalmente, la información complementaria, en cuanto al oxígeno disuelto (variable no mostrada), indicó para este año, que las aguas de los primeros 30 m estuvieron más oxigenadas, lo que estuvo asociado a una profundización de la zona de mínimo oxígeno, en relación a los tres años anteriores (2018, 2019 y 2020) (figura no mostrada), lo que sería positivo para la sobrevivencia de los primeros estadíos de la anchoveta (Claramunt *et al.*, 2022).

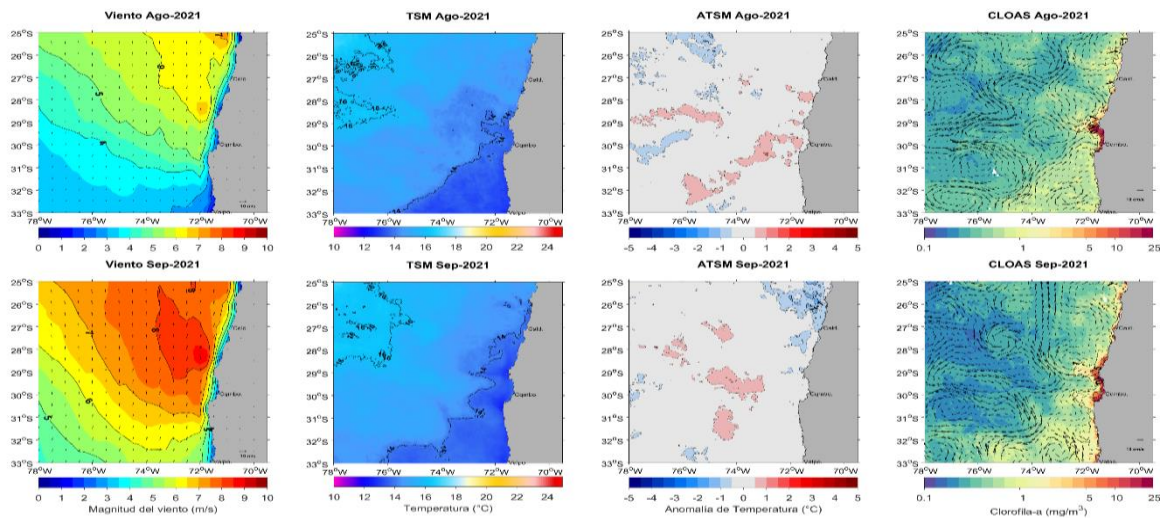


Figura 40. Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrófica superpuesta de los meses de agosto y septiembre de 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.

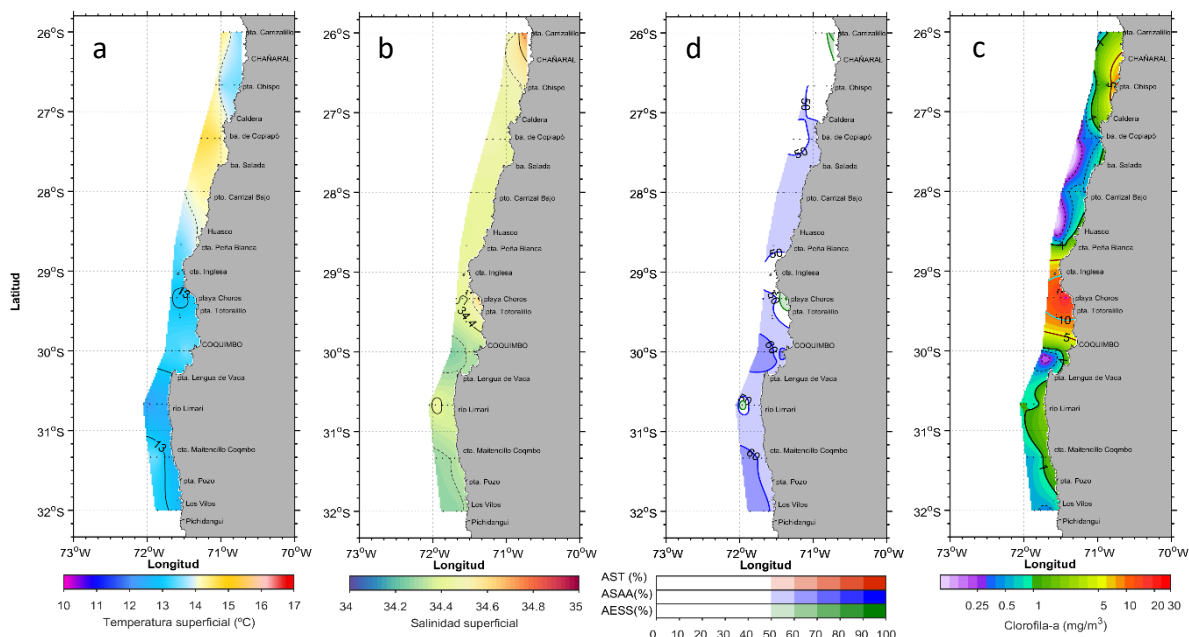


Figura 41. Distribución superficial de: a) temperatura (°C), b) salinidad, c) porcentaje de participación de masa de agua (PPMA) superiores al 50% de agua: Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y d) clorofila-a ($\mu\text{g/L}$). Crucero septiembre-octubre 2021.

Entre los meses de octubre a diciembre de 2021, en el Pacífico ecuatorial continuó la condición de ENOS-fría La Niña. A nivel local, al inicio de este trimestre se fortaleció la cobertura de vientos 6-8 m/s, para debilitarse hacia noviembre y diciembre a intensidades ≤ 5 m/s entre la costa y 73°W (**Figura 42**). De octubre a diciembre la TSM aumentó 2°C , apareciendo al final del período un foco $>18^\circ\text{C}$ al norte de 28°S . En cuanto a las ATSM, aumentó la cobertura de valores negativos $>0,5^\circ\text{C}$ (absoluto), principalmente en el sector oceánico con máximos de 1°C (absoluto) en noviembre y diciembre. En la costa, por el contrario, en noviembre focos de ATSM positivas $>0,5^\circ\text{C}$ estuvieron presentes al norte de 26°S , los que aumentaron su cobertura en diciembre, abarcando gran parte de la zona costera, lo que se tradujo en promedios positivos para el sector oceánico y para la costa al sur de 29°S . En cuanto a la distribución de las concentraciones de clorofila-a en octubre aumentó la frecuencia de focos $>10 \text{ mg/m}^3$, correspondiendo al máximo de primavera, en noviembre y diciembre disminuyó la frecuencia y las concentraciones de los focos productivos a 5 mg/m^3 en diciembre. En noviembre reapareció un giro anticiclónico al interior de la bahía de Coquimbo, el que intensificó su corriente a $>20 \text{ cm/s}$ en diciembre.

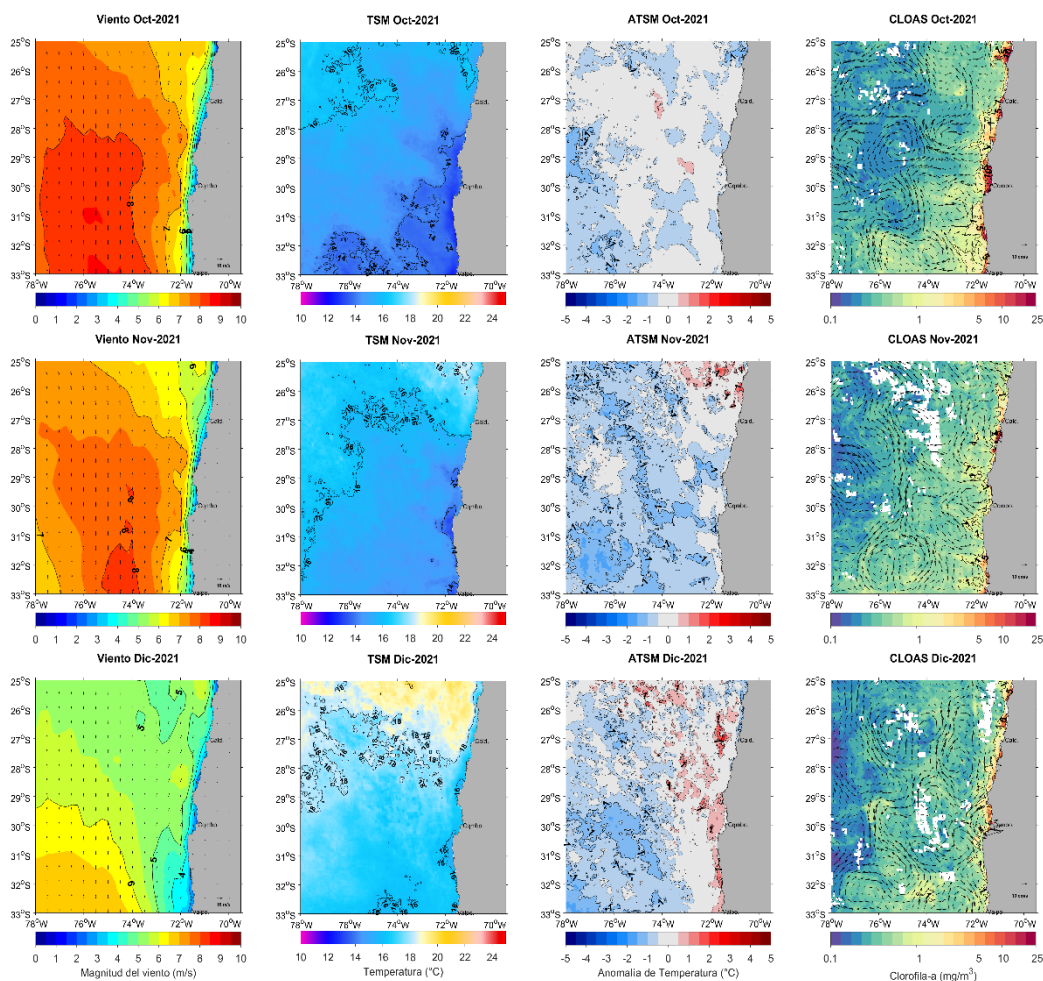


Figura 42. Distribución superficial de viento, temperatura superficial del mar (TSM), anomalía de TSM (ATSM) y clorofila-a (CLOAS) superficial con circulación geostrófica superpuesta de los meses de octubre, noviembre y diciembre 2021: El mes, la variable y las unidades se indican en cada figura.

4.2.3 Indicadores del desempeño de la pesquería

Capturas totales

En el ecosistema de surgencia de la Corriente de Humboldt ubicado entre los 4°S (Perú y Ecuador) y 45°S (sur de Chile) existen tres regiones con diferentes niveles de productividad pesquera, centro-norte de Perú (4°30'-16°S); sur de Perú-norte de Chile (16°-24°S), norte-centro de Chile (25°-32°S) y centro-sur de Chile (32°-41°S).

La pesquería pelágica del norte de Chile del sistema de surgencia de la Corriente de Humboldt es parte del stock compartido entre la zona sur de Perú y norte de Chile (16°-24°S). En esta zona la



pesquería se concentra principalmente en anchoveta (*Engraulis ringens*), sardina española (*Sardinops sagax*), jurel y caballa. Entre el año 1950 y a la fecha se ha registrado alternancia entre especies de pequeños pelágicos que habitan el ecosistema con periodos de coexistencia entre ellas. En la zona norte de Chile, la pesquería pelágica ha presentado tres periodos: el primero de 1955 a 1976, basado casi exclusivamente en la extracción de anchoveta, donde se observó un crecimiento sostenido del recurso hasta 1966 alcanzando 1,1 millones de toneladas (t), para luego registrar una fuerte reducción de las capturas (promedio 1967-1972 de 540 mil t), siendo más notable posterior al evento El Niño 1972-73, con niveles promedio de 330 mil t (1974-1976). El segundo periodo comienza a mediados de la década del 70 y corresponde a una etapa de bajas capturas de anchoveta y un aumento notable en la abundancia de sardina española, especie que sostuvo la pesquería hasta fines de la década del 80 con capturas promedio de 1,8 millón de t entre 1978 y 1989. El tercer periodo se establece desde 1986 y se caracteriza por una mayor abundancia y estabilización en las capturas, las que se nivelan en torno a los 1,3 millones de t, cifra que fue disminuyendo en el periodo 2006-2014 para promediar las 787 mil t, destacando los años posteriores capturas bajas con un promedio de solo 486 mil t en total (**Figura 43**).

La proporción de anchoveta fue mayor al 80% en la primera fase entre 1955 y 1973 en relación a la segunda fase donde se registró una proporción importante de caballa y jurel principalmente entre el 1992 y 2009 donde la proporción de caballa y jurel son cercanas a 30%, desde el 2011 la proporción de anchoveta aumenta alcanzando el 90% (**Figura 43**, panel inferior).

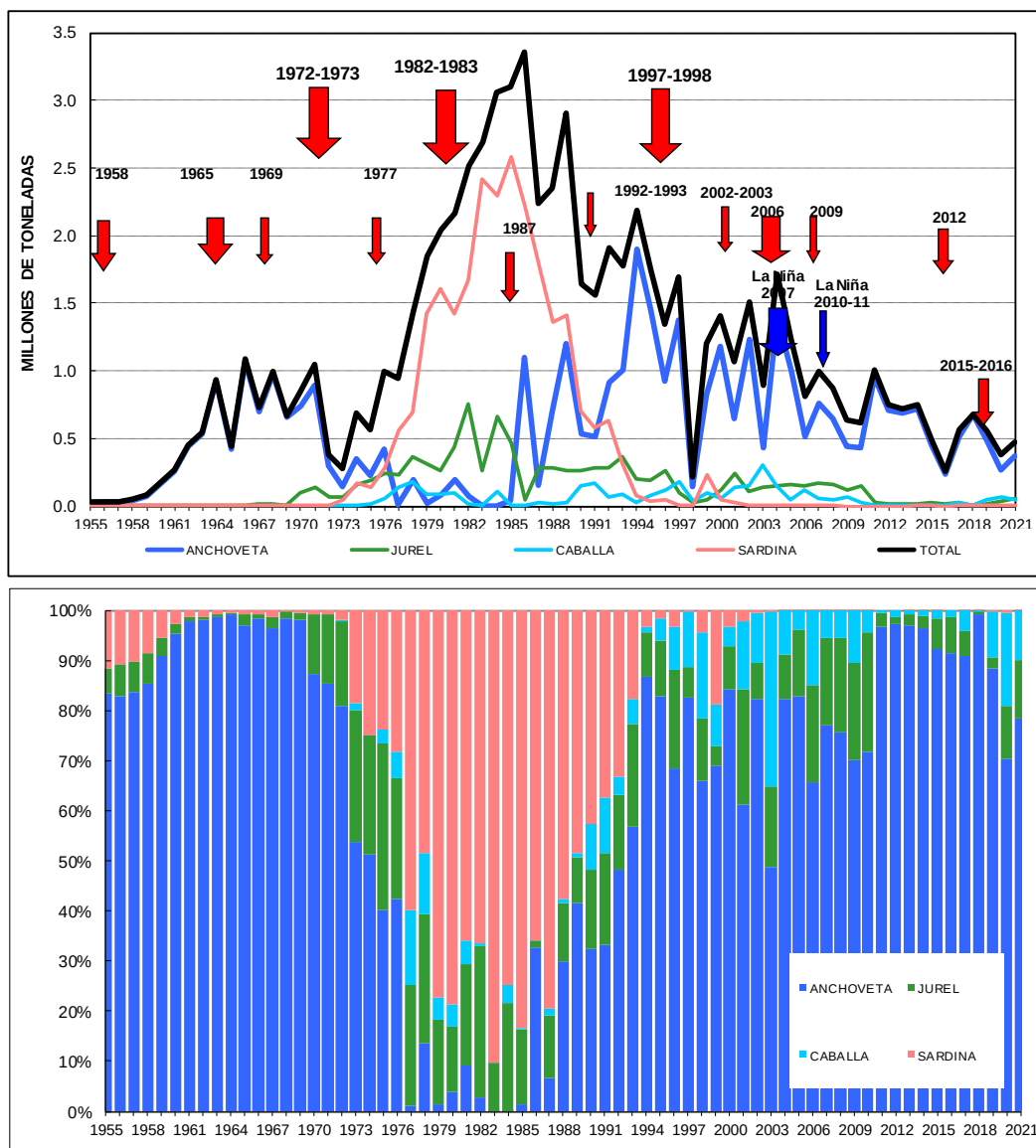


Figura 43. Evolución de las capturas por especies en la zona norte y su relación con El Niño (panel superior) y la proporción de especies, 1955-2021.

Los indicadores pesqueros por flota en la zona norte, muestran predominio de la flota industrial. En términos de productividad del sistema, se destacan tres periodos, el primero asociado con la fase cálida favorable a la sardina española y a otros pelágicos como jurel y caballa (Chávez *et al.*, 2003) alcanzando capturas totales promedio de 2,18 millones de t y rendimiento de 85 t/vcp, con máximo de 4 millones de t. En la fase fría favorable a la anchoveta se observan dos cambios de productividad del sistema, el primero con capturas totales promedio cercanas a 1,13 millones de t y rendimientos en torno a 60 t/vcp, el 2006 se produce el segundo cambio de productividad del sistema con capturas totales promedio de 700 mil t y rendimientos de 59 t/vcp. Estos cambios de productividad del sistema traen consigo cambios en la participación de la flota industrial en términos

de captura, es así que entre 1980 y 1997 esta flota capturó el 98% disminuyendo en los periodos más recientes de 91 a 83% el periodo posterior al 2006. Si bien, la menor participación se explica principalmente por los cambios de productividad del sistema, que derivó en la reducción del número de embarcaciones, existen otros factores que podrían explicar esta reducción como la aplicación del LMCA programando las salidas de acuerdo a la disponibilidad de recursos, cuotas y los requerimientos de las plantas y la distribución más costera de la anchoveta (**Figura 44**). Al respecto, se destaca a partir del año 2015 un aumento en los viajes de pesca de la flota artesanal, superando los últimos dos años los viajes realizados por la flota industrial, comportamiento que también se observó en el rendimiento para la flota artesanal los cuales mostraron una tendencia al aumento.

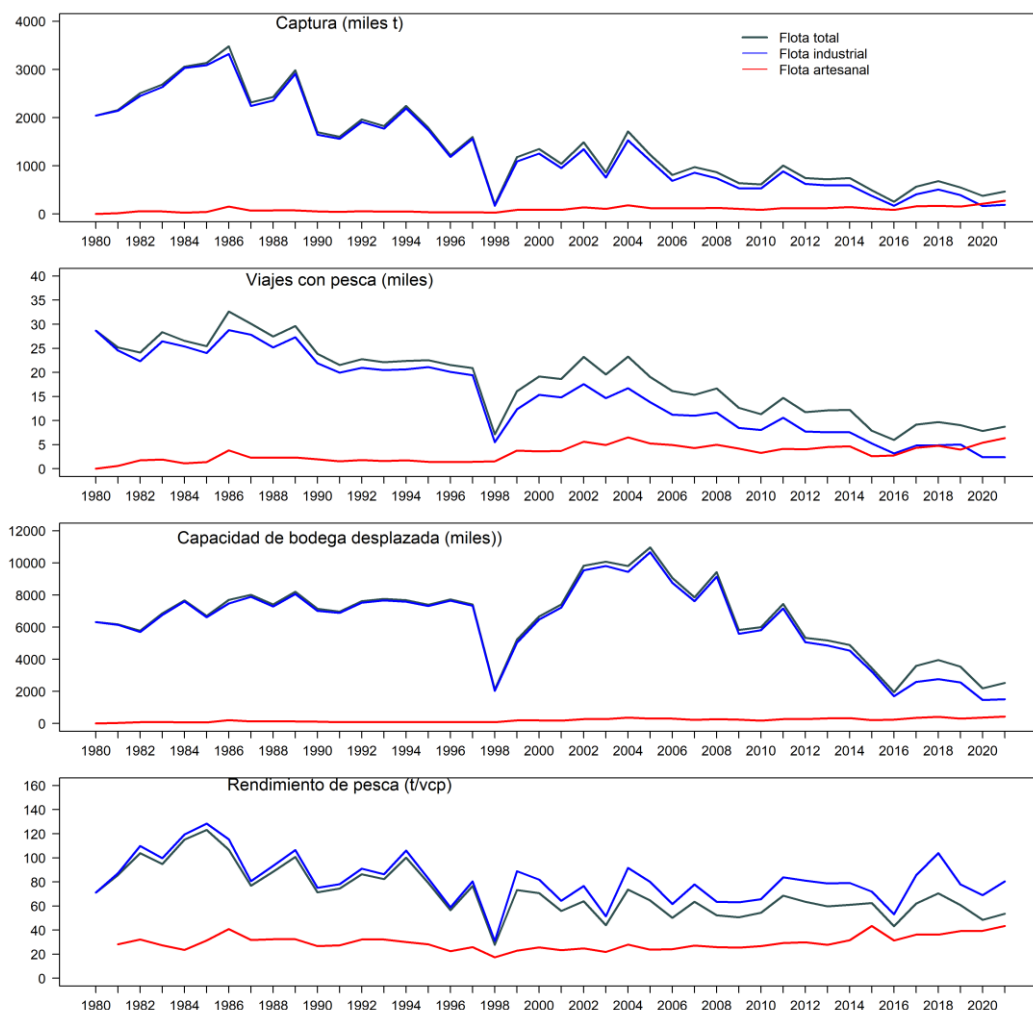


Figura 44. Principales indicadores operacionales de la pesquería en la zona norte por flota y total entre 1980 y 2021. a) captura; b) viajes con pesca; c) capacidad de bodega desplazada y d) rendimiento de pesca.

Para la zona centro norte de Chile, la pesquería se centra principalmente sobre anchoveta, jurel, caballa y sardina española. Se identifican tres periodos: i) 1980-1992, con predominio de sardina destacando una mayor participación de jurel los últimos cinco años de este periodo, alcanzando una

captura total de 377 mil t en 1990 siendo el valor más alto en este período ii) 1993-2001 se observó una captura máxima total de 440 mil t coincidiendo con el registro histórico de anchoveta de 275 mil t en 1995, especie que mostró un repunte a partir de 1986 y iii) 2002-2021 las capturas disminuyen sin superar las 140 mil t, sustentadas principalmente por anchoveta y jurel (**Figura 45**, panel superior). Se destaca una leve tendencia a aumentar en las capturas desde el 2017 asociado con una mayor presencia con una mayor disponibilidad de anchoveta y jurel-caballa los últimos tres años. Esta pesquería presenta variaciones operacionales con cambios en la participación de la flota, entre 1980 y 2000 mostró predominio de la flota industrial, 2001-2012 la actividad se desarrolló principalmente por la flota artesanal, en tanto entre 2013-2021, la actividad es netamente artesanal (**Figura 46**). No obstante, es importante señalar que los rendimientos altos que se observan de la flota industrial en el período 2002-2021 se asocia con el desplazamiento de embarcaciones industriales que ingresan desde la región del Bio Bio a pescar en la zona de Coquimbo, principalmente jurel.

En la zona centro norte la proporción de anchoveta es menor en comparación con la zona norte. La contribución representa en el último período (2002-2021) en promedio un 45%, con mayor relevancia de jurel-caballa en algunos años (**Figura 45**, panel inferior).

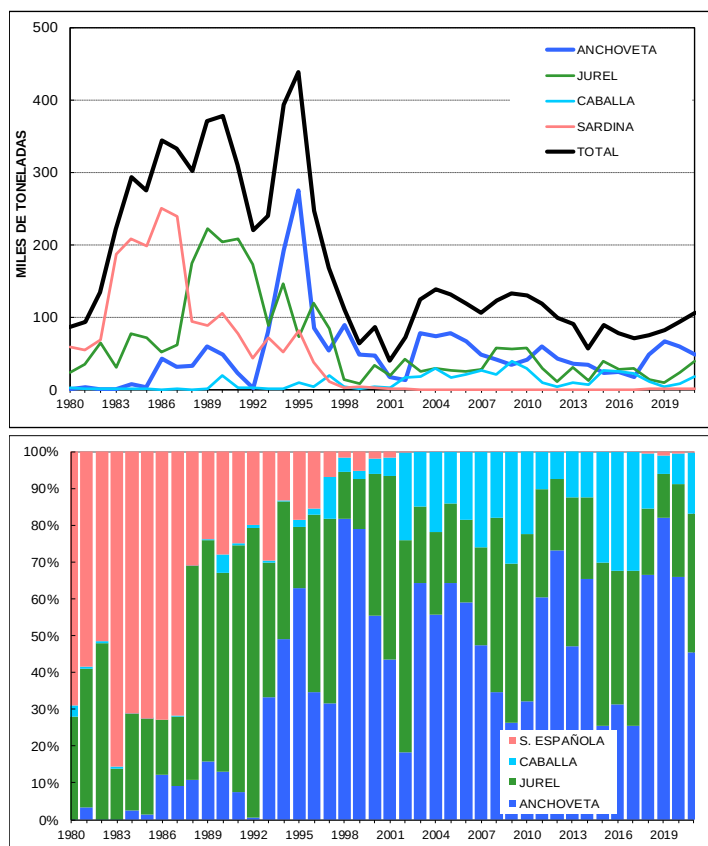


Figura 45. Evolución de las capturas por especies en la zona centro norte (panel superior) y la proporción de especies (panel inferior), 1980-2021.

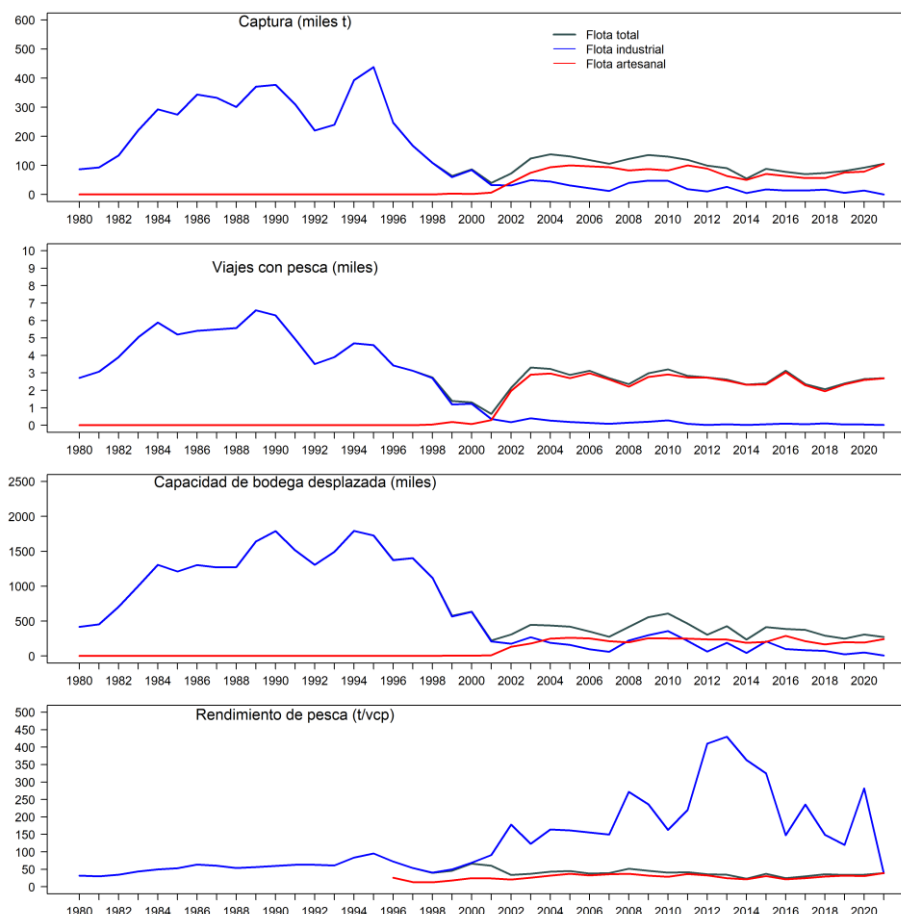


Figura 46. Principales indicadores operacionales de la pesquería en la zona centro norte por flota y total entre 1980 y 2021.

4.2.4 Recurso jurel

1. Indicadores pesqueros

Captura, esfuerzo y rendimiento de pesca

En la zona Arica-Coquimbo las capturas presentan una caída entre el año 2001 (264 mil t) y 2002 (147 mil t), posteriormente se registra una estabilidad con niveles promedio en torno a 185 mil t (2003-2010), período en que la flota prácticamente completó la cuota asignada durante el primer semestre, lo que implicó una reducción del esfuerzo en el segundo semestre. Desde el 2011 hasta el 2019 se registra una baja con niveles promedio de 39 mil t, reducción que alcanzó las 20 mil t en promedio los últimos dos años. Esta reducción del último periodo está relacionada con la modificación de cuotas de captura de jurel de 159 mil t (2010) a 52 mil t (2017) sumado al efecto de El Niño y a una mayor disponibilidad de anchoveta



en áreas próximas a sus puertos de operación lo que reduce la operación en áreas de distribución de jurel. Sin embargo, se destaca una tendencia positiva en las capturas de jurel entre 2020 y 2021 con 78 mil t en promedio, con un incremento 170% con respecto al año 2019 (**Figura 47**) marcando una mayor operación fuera de las 40 millas.

La zona norte (Arica-Antofagasta) concentró entre el 2001 y 2008 sobre el 80% de las capturas de jurel, proporción que disminuyó a partir del 2009 alcanzando sólo el 41% el año 2016 con un incremento el 2014 con el 63% (**Figura 47 a** y **Figura 48**). En esta zona casi el 100% de las capturas son extraídas por la flota industrial, dado que sólo algunas embarcaciones artesanales cuentan con permiso de pesca para este recurso (**Figura 47 b**). Es importante señalar que la anchoveta es la especie objetivo de la flota en esta zona, dado que las empresas que operan destinan su materia prima a la industria de reducción, por lo que no habría mayores incentivos para capturar jurel. Hasta el 2011 la extracción del jurel en la zona se realizó bajo el esquema de pesca de investigación, situación que permitió financiar estudios de trofodinámica del jurel y caballa, estudios histológicos reproductivos del jurel apoyándose con embarques de observadores científicos en los principales puertos de las regiones de AyP a ANTOF. Las capturas extraídas por la flota industrial presentan un promedio de 120 mil t hasta el año 2010, en adelante las capturas son escasas y no superan las 30 mil t, destacando el 2018 con solo 5 mil t. El 2020 y 2021 se registró un incremento sustancial en la zona en las capturas industriales alcanzando las 40 mil t (+200%) y 53 mil t (+35%) respectivamente. La flota artesanal registra en la zona escasas capturas que no superan las 500 t, salvo el año 2005 y 2014 que se registran capturas de 2.300 y 1.400 t (**Figura 48**).

La zona de Caldera-Coquimbo concentra menos de un 20% de las capturas hasta el año 2007, registrando entre el 2008 y 2018 un aumento en la contribución siendo superior al 50% desde 2011, en tanto los últimos tres años no supera el 50% (**Figura 47 a**). El aporte de las capturas por flota en esta área ha registrado alternancia, los años 2001 a 2003, 2005, 2009 a 2013 ha predominado la flota industrial, en tanto en el 2004, 2006 a 2008 y 2014-2017 la flota artesanal (**Figura 47 d**). En los últimos años la actividad es ejercida mayoritariamente por las embarcaciones artesanales y eventualmente por naves industriales que ingresan de la región del Bio Bio (**Figura 47**). En la zona centro norte la flota industrial extrajo entre 2001 y 2007 como promedio 15 mil t, aportando a la pesquería de jurel menos del 20% de las capturas. A partir del 2008 las capturas industriales muestran una tendencia negativa disminuyendo de 31 mil t a <10 mil t, salvo 2019 con capturas de solo 4 (**Figura 49 b**). La flota artesanal presenta una tendencia creciente entre 2001 y 2021 alcanzando las 39 mil t el último año, destacando capturas mínimas entre los años 2012 y 2014 con capturas promedio de 5 mil t y entre 2018 y 2020 con capturas promedio de 10 mil t, destacando un incremento +180% el 2021 alcanzando las 39 mil t (**Figura 49 c**).

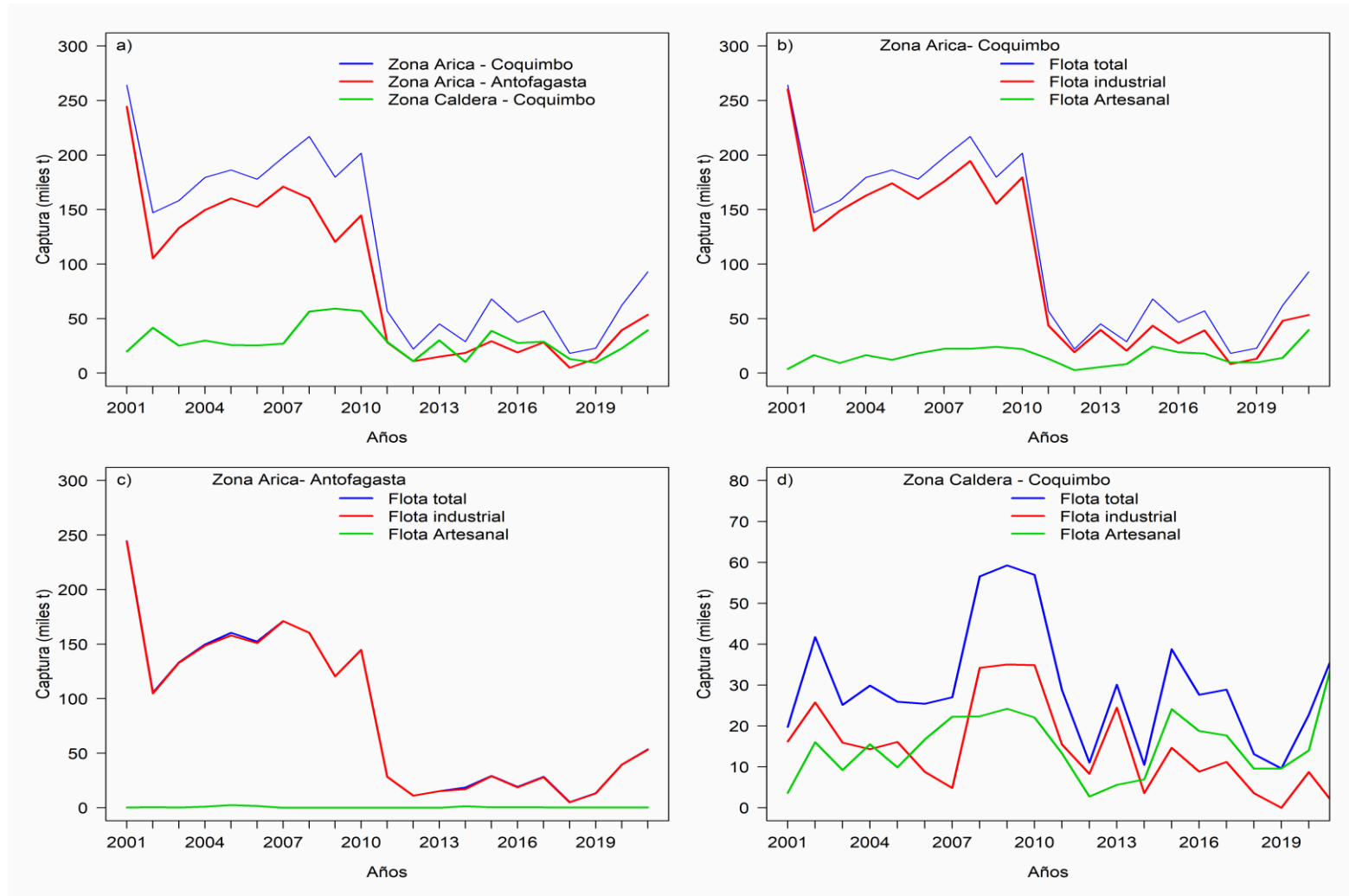


Figura 47. Evoluci3n de las capturas anuales de jurel en el per3odo 2001-2021 en el 1rea de estudio. a) Capturas por zona; b) capturas por flota; c) captura por flota, zona Arica-Antofagasta y d) captura por flota, zona Caldera-Coquimbo.

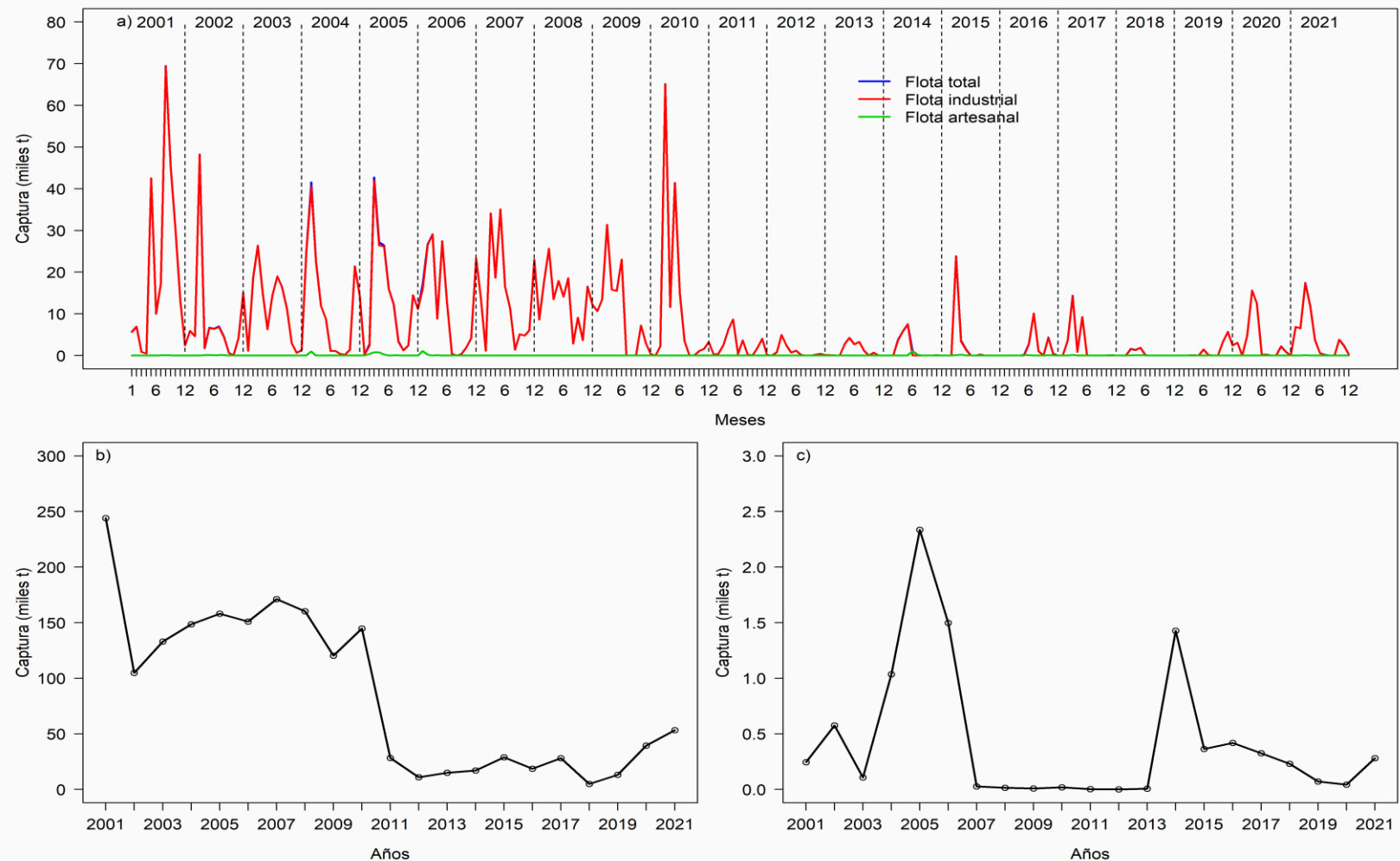


Figura 48. Evolución de las capturas de jurel en la zona Arica-Antofagasta en el período 2001-2021. a) Capturas mensuales por flota. b) capturas anuales de la flota industrial y c) capturas anuales de la flota artesanal.

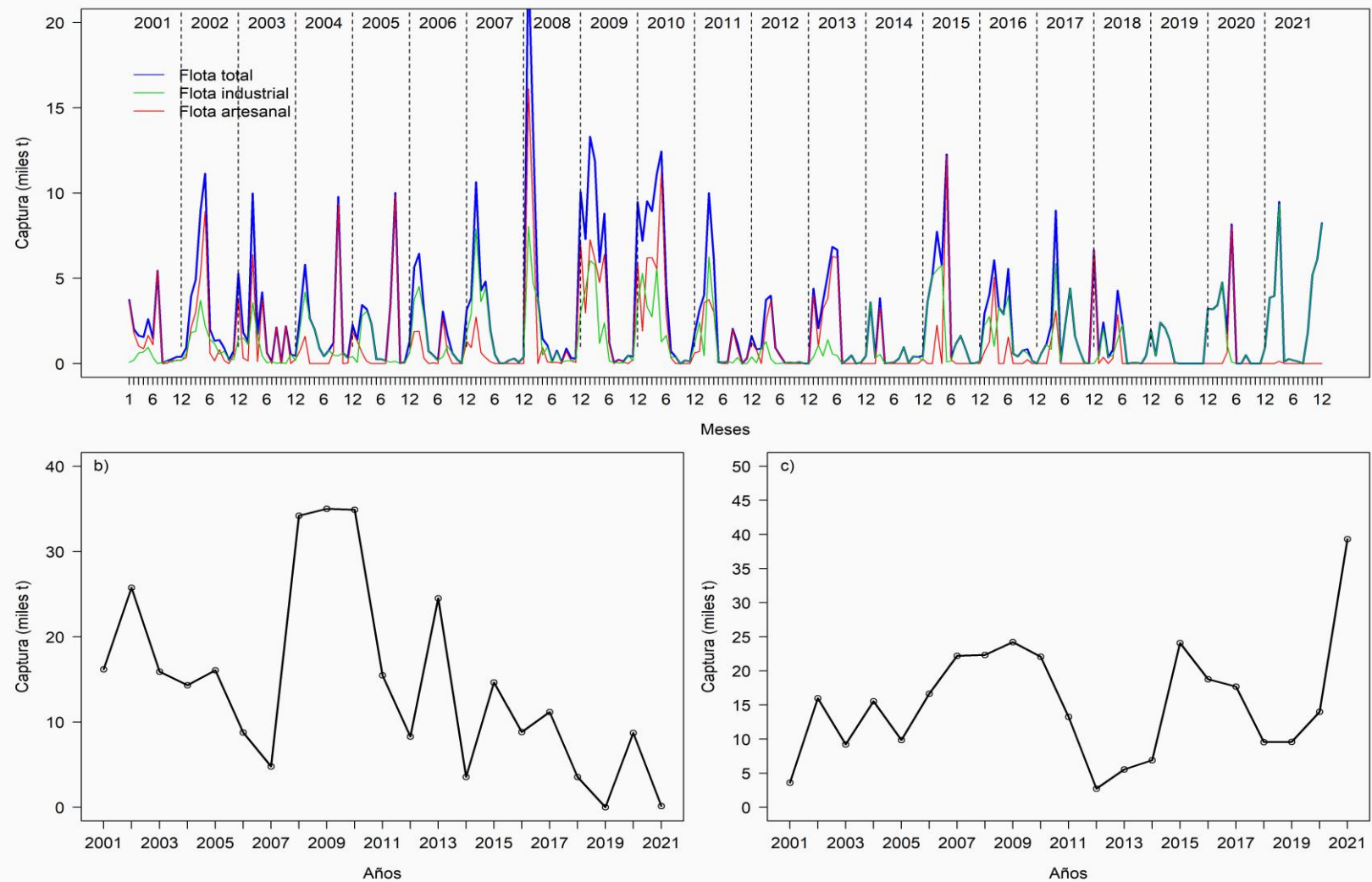


Figura 49. Evolución de las capturas de jurel en la zona centro norte en el período 2001-2021. a) Capturas mensuales por flota. b) capturas anuales de la flota industrial y c) capturas anuales de la flota artesanal.



2. Distribución espacial de las capturas

En la zona de estudio la especie objetivo es la anchoveta, por lo tanto, la distribución del jurel responde principalmente a la disponibilidad, abundancia y niveles de cuotas disponible de la especie objetivo. Al respecto, la distribución del jurel reporta una variabilidad inter e intra anual en la zona de estudio con una concentración histórica en la zona norte donde la operación realizada principalmente por las embarcaciones industriales dado que pocas naves artesanales cuentan con permiso de pesca en esta área. La distribución en la zona centro norte está limitada a los puertos de desembarque, precisando que no es posible el análisis interanual de las capturas dado que la operación es realizada por embarcaciones artesanales que no reportan en forma detallada sus áreas de pesca.

Zona norte y centro norte

En la zona norte la distribución de jurel se centró al norte de los 22°29'S, en tanto, entre 2009 y 2013 la distribución se desplazó al sur distribuyéndose entre 21° y 23°S. (**Figura 50** y **Tabla 13**). En relación a la distribución costa – océano, se destaca una distribución principalmente fuera de las 20 millas de la costa, con excepción de 2011, 2012, 2014, 2015 y 2017 donde la distribución fue principalmente entre la costa y las 20 millas, asociado principalmente con la distribución costera de la anchoveta especie objetivo y al predominio de la flota artesanal en el área de accionar netamente costero. Resalta la baja concentración de las capturas en la franja entre la costa y las 5 millas, asociado con la operación en esta zona solo de la flota artesanal la cual no cuenta con permisos para pescar jurel (**Figura 51** y **Figura 53** a **Figura 54**).

En la zona centro norte el jurel presenta dos focos de concentración, el primero frente a Caldera entre 26°30' y 28°S y frente Coquimbo entre 29°30' y 31°S, destacando un desplazamiento de este último foco hacia el sur después del 2014. Resalta una distribución más al sur en relación a la anchoveta tanto en Caldera como en Coquimbo (**Tabla 13**). En relación a la distribución costa – océano, a diferencia de la zona norte, la distribución de las capturas se registró principalmente dentro de las primeras 20 millas de la costa, destacando una distribución fuera de las 20 millas entre 1998 y 2010. (**Figura 50**).

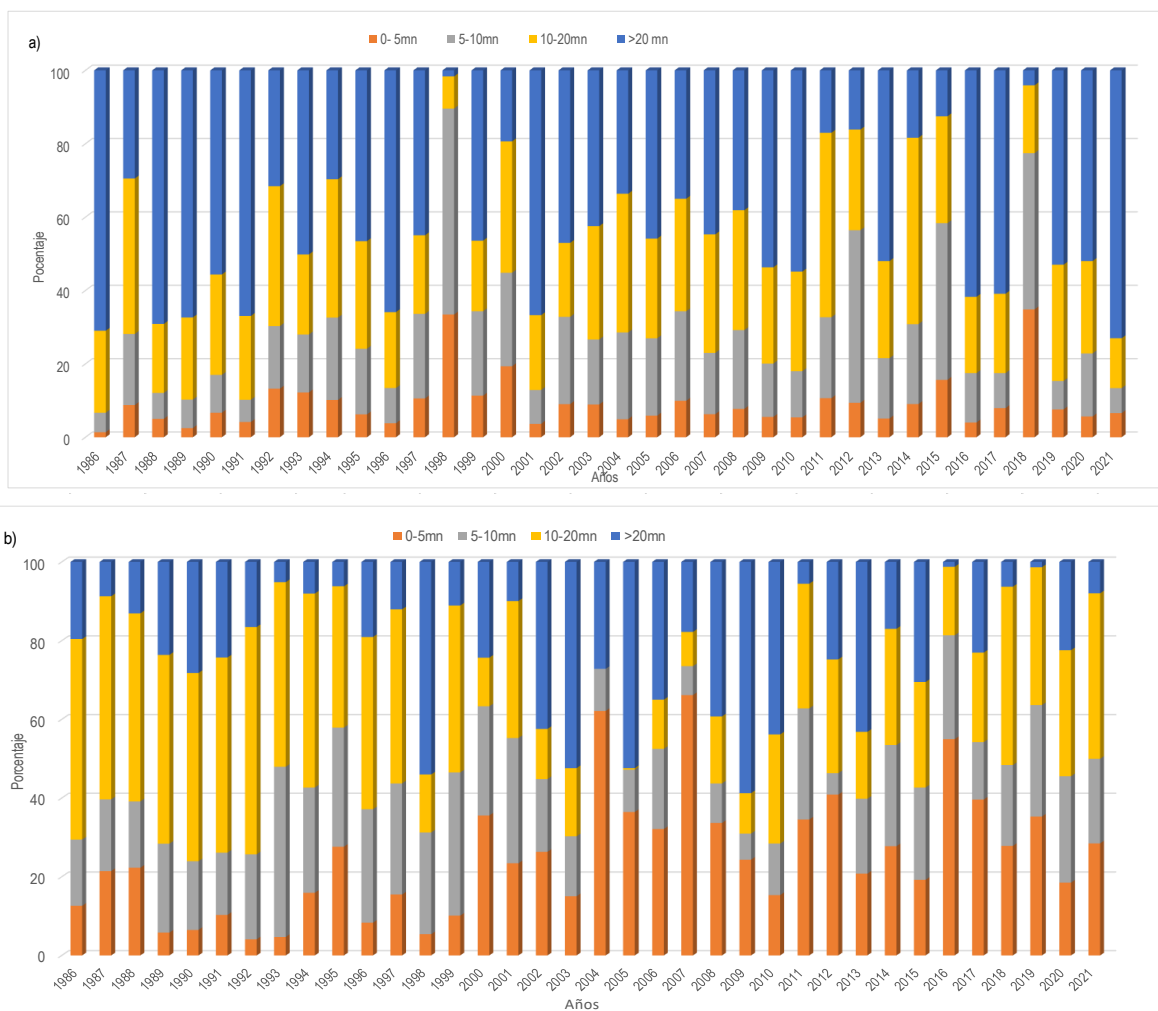


Figura 50. Evolución en la proporción de captura de jurel en la zona norte (a) y centro norte (b), por distancia a la costa. Años 1986 a 2021.

**Tabla 13.** Porcentaje de captura de jurel en la zona norte y centro norte, por rango latitudinal. Años 1986 a 2021.

Zona norte																																					
Rangos latitud	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
18°21' 18°59'	5	5	27	6	5	30	9	41	32	29	14	14	8	20	15	1	19	17	9	9	32	11	9	8	2	5	6	26	9	7	0	1	2	26	5	3	
19°00' 19°29'	2	7	18	5	4	7	4	9	10	8	7	9	13	21	7	5	1	16	1	5	11	12	5	2	3	2	2	1	4	1	4	0	4	7	16	4	
19°30' 19°59'	1	7	10	4	2	3	9	6	18	11	2	24	24	9	2	4	2	11	4	9	12	9	3	3	5	1	2	1	15	6	35	0	2	4	6	4	
20°00' 20°29'	3	20	7	11	9	7	13	13	5	7	7	17	1	6	5	5	7	4	3	11	12	19	8	7	6	4	6	2	3	3	18	2	3	7	11	16	
20°30' 20°59'	7	23	4	28	17	17	27	11	5	6	17	7	13	9	7	38	9	16	6	21	10	4	23	12	11	17	18	5	9	15	4	12	7	8	10	22	
21°00' 21°29'	14	24	10	21	23	11	13	10	6	10	18	11	5	5	25	20	13	13	21	19	10	15	27	22	8	27	31	20	22	17	1	7	21	22	13	27	
21°30' 21°59'	9	4	5	15	11	6	10	5	9	8	8	1	0	8	14	18	6	8	20	15	8	13	7	17	7	16	13	16	23	10	2	10	17	15	10	7	
22°00' 22°29'	10	5	4	4	13	7	8	3	3	4	9	2	0	6	14	4	5	8	8	2	2	9	3	10	6	10	7	13	6	6	2	9	10	8	6	12	
22°30' 22°59'	20	2	2	3	6	7	4	2	7	8	13	6	13	13	4	4	11	5	13	3	2	4	5	10	17	12	12	9	4	29	3	51	17	2	8	5	
23°00' 23°29'	20	2	5	1	4	5	2	1	3	4	2	3	12	2	3	0	24	1	10	5	1	2	6	8	12	4	1	3	5	4	18	6	13	2	11	1	
23°30' 23°59'	8	1	9	2	7	0	1	0	2	5	4	6	11	2	3	0	3	1	6	1	1	0	5	2	22	3	0	3	0	4	12	2	4	0	4	0	
Zona centro norte																																					
24°00' 24°29'	2	2	6	7	15	1	0	0	1	4	4	4	4	0	10	4	0	10	6	1	0	0	4	14	29	0	0	2	0	5	1	5	22	0	3	0	0
24°30' 24°59'	1	0	0	2	6	4	0	0	0	1	3	2	0	0	3	1	2	3	0	1	0	0	0	2	9	0	0	0	0	1	8	0	2	0	5	0	
25°00' 25°29'	3	1	1	9	7	6	6	0	4	4	2	4	1	0	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	
25°30' 25°59'	4	0	4	1	4	4	6	2	2	2	2	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
26°00' 26°29'	4	9	12	4	8	13	5	8	6	9	3	9	1	21	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	8	3	0	4	2	13	1	1	0	
26°30' 26°59'	3	6	17	6	8	12	9	5	5	11	11	9	0	2	2	2	0	1	15	3	2	1	12	7	4	16	5	8	2	4	14	15	25	10	2	21	
27°00' 27°29'	28	45	29	29	16	18	36	16	28	13	17	25	3	27	7	4	0	0	11	42	1	1	37	9	14	44	5	18	25	36	16	21	10	22	16	46	
27°30' 27°59'	14	1	4	11	6	6	10	6	7	5	10	9	1	8	1	1	1	4	15	11	0	0	9	1	1	6	1	1	6	1	2	0	0	11	6	2	
28°00' 28°29'	2	0	1	2	3	8	1	4	7	3	5	6	2	10	1	0	0	0	0	0	0	0	9	7	0	7	5	0	0	0	0	0	0	9	0	0	
28°30' 28°59'	0	0	0	1	1	1	1	1	3	6	0	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	2	0	4	6	0	2	4	0	0	0	0	0	0	
29°00' 29°29'	21	20	8	11	15	12	6	32	11	13	9	20	24	23	22	26	30	7	4	11	6	5	10	0	7	6	24	0	1	5	0	1	4	0	3	0	
29°30' 29°59'	9	2	4	6	4	7	3	9	7	24	3	1	3	2	22	20	19	48	11	6	23	12	6	24	12	3	1	0	15	10	17	3	11	23	25	9	
30°00' 30°29'	10	13	16	12	7	8	17	18	19	4	2	7	6	1	13	8	27	14	37	2	30	70	3	30	17	5	46	13	18	16	38	18	10	23	15	21	
30°30' 30°59'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	5	7	0	0	0	3	0	3	0	
31°00' 31°29'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	25	3	0	9	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	28	4	0	0	21	0	10	0	
31°30' 31°59'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20	1	18	1	8	22	20	0	0	22	39	11	0	2	1	0	5	14	17	18	0	13	0	0	9	0	

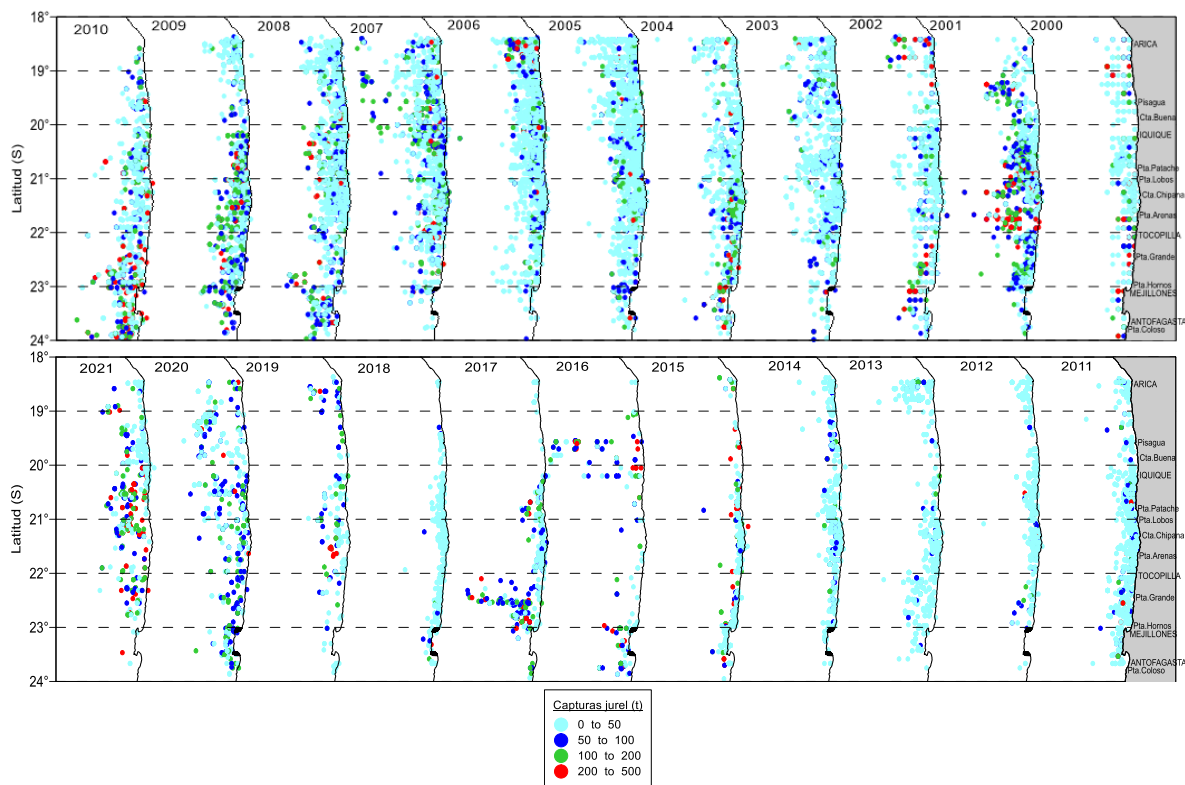


Figura 51. Distribución espacial de las capturas por viaje de jurel en la zona norte, años 2000 a 2021.

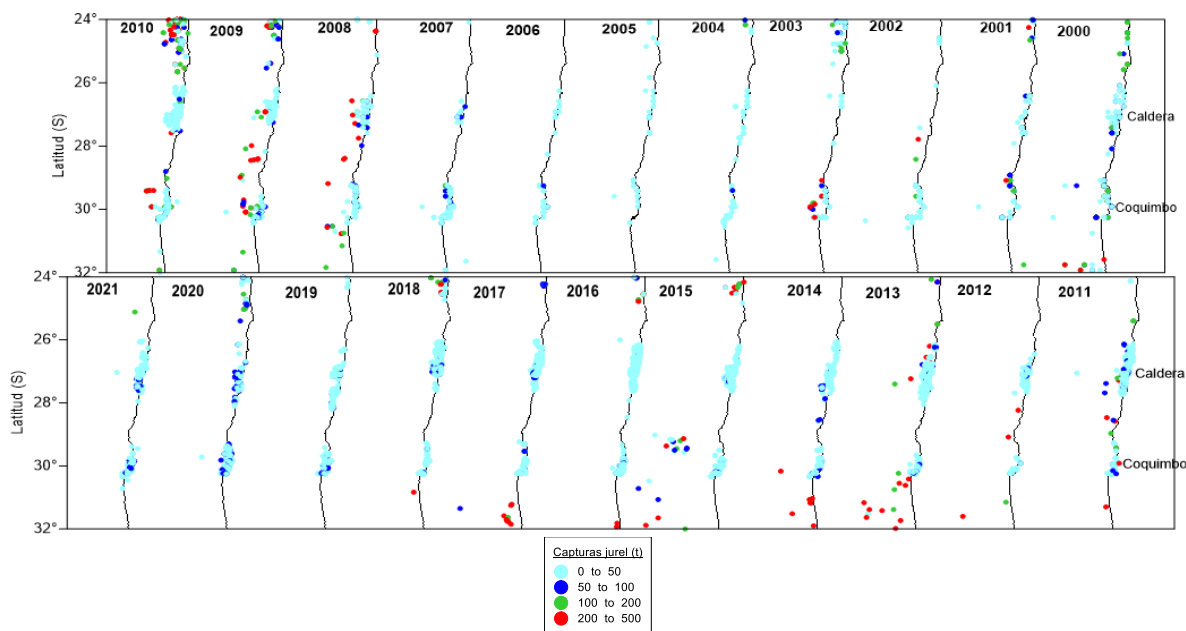


Figura 52. Distribución espacial de las capturas por viaje de jurel en la zona centro norte, años 2000 a 2021.

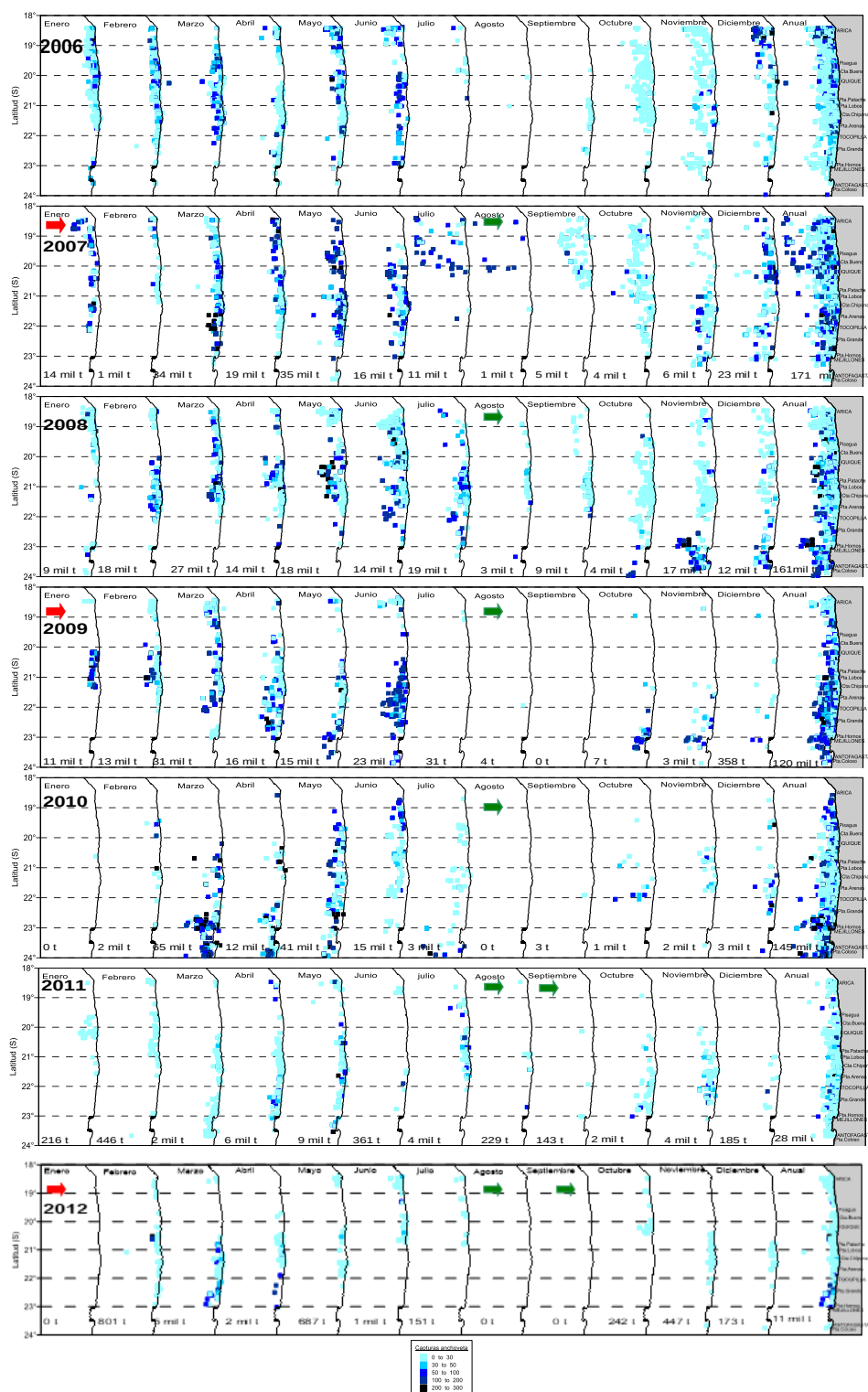


Figura 53. Evolución mensual de las capturas de jurel en la zona norte, años 2006-2012. (Las flechas rojas indican vedas de reclutamiento y las verdes reproductivas que se establecieron para la anchoveta).

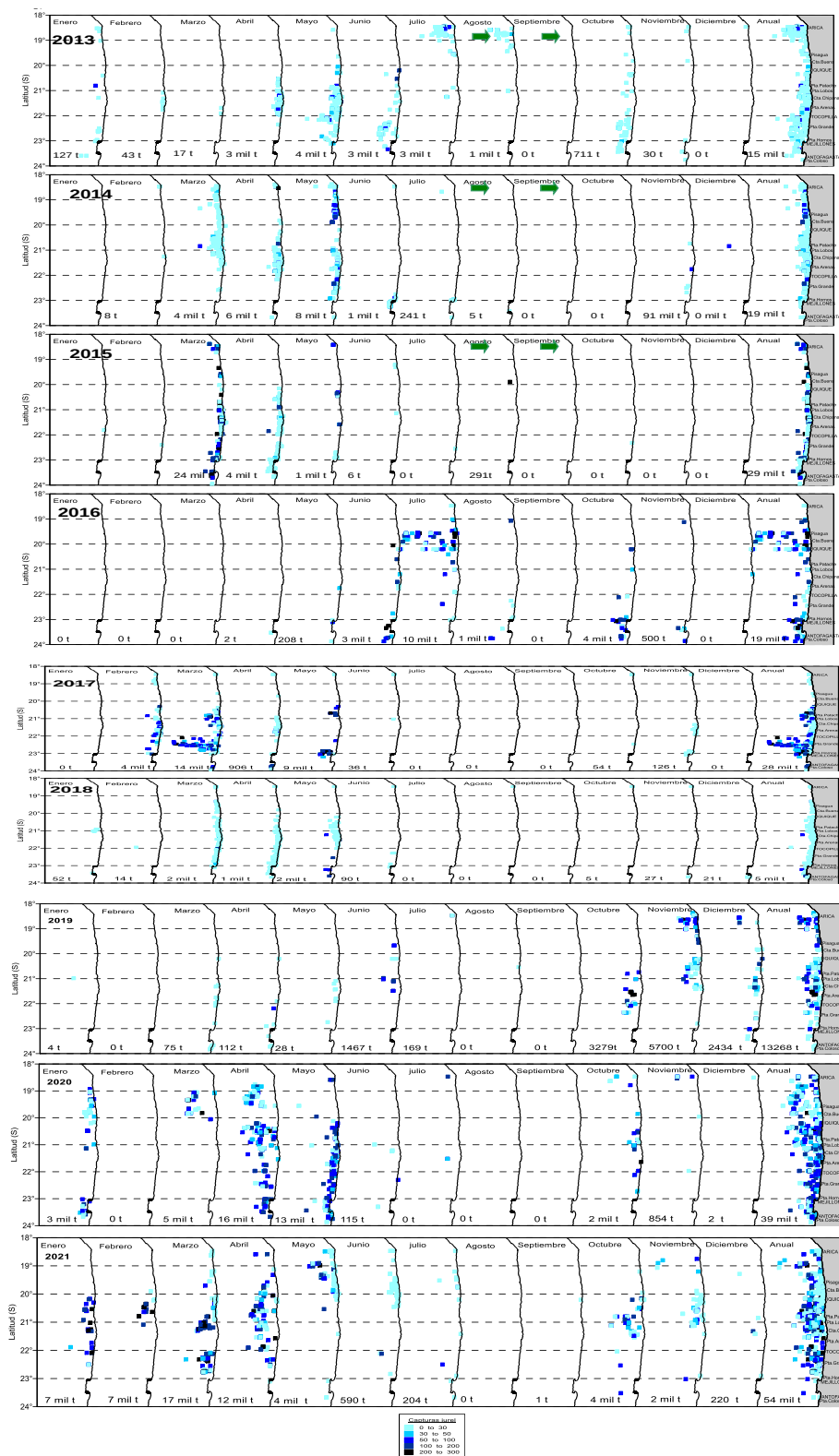


Figura 54. Evolución mensual de las capturas de jurel en la zona norte, años 2013-2021.



3. Indicadores biológicos

Estructura de talla (Anexo 2 y 3)

La proporción por grupo de tallas de jurel en la zona norte muestra a partir de 1993, una mayor participación de ejemplares menores a 26 cm superando el 50% y alcanzando en varios períodos sobre el 90% (2001, 2006, 2011, 2013, 2014 y 2018) (**Figura 55** y **Figura 57**). Lo anterior, señala que la pesquería ejercida en la zona norte se ha sustentado por cerca de tres décadas, principalmente en ejemplares juveniles (<23 cm LH) y en ejemplares cuyas tallas están entre los 24 y los 26 cm de LH, siendo estos el potencial de reserva de reclutas de la pesquería. Se destaca, los últimos tres años un quiebre en este patrón con una escasa contribución de individuos bajo los 26 cm, predominando los ejemplares sobre los 30 cm LH. Este patrón se ve claramente reflejado en la talla media, la cual se registró desde 1993 bajo la talla mínima de 26 cm de longitud horquilla, mostrando un aumento en la talla media después del 2019 alcanzando los 36,4 cm (2021). Además, se destaca un aumento en el rango de tallas de jurel, mostrando hasta el 2018 ejemplares entre 7 y 50 cm LH, después del 2019 se observó un aumento en el rango superior e inferior registrando jureles entre 5 y 67 cm LH (**Figura 56**).

En la zona Arica-Antofagasta el jurel analizado proviene, en su mayoría, de la flota industrial el cual presentó en el año 2021 un rango de tallas entre 9 y 55 cm con una estructura bimodal, con moda principal en 34 cm (8%) y secundaria en 15 cm. A diferencia de lo observado en años anteriores, se destaca una escasa presencia de individuos menores a 26 cm, si bien, se observó un mayor aporte (20%) en relación al 2020 (1%), este grupo es escaso comparado con la serie anterior al 2018 cuando este grupo registró un aporte superior al 50%, en tanto los últimos tres años solo 13% en promedio de individuos menores a 26 cm LH (**Figura 57** y **Figura 58**). El análisis mensual muestra hasta junio del 2021, dos grupos, el primero y el más importante con tallas entre 32 y 44 cm (68%) y un segundo grupo, con tallas entre 10 y 20 cm (20%). Posteriormente, se observó un crecimiento modal desde 32 cm en junio a 45-47 cm en diciembre. En comparación con las estructuras registradas el 2020, estas no mostraron participación del grupo menores a 26 cm el primer semestre, destacando entre marzo y abril 2020 estructuras focalizadas en ejemplares con modas entre 27 y 28 cm, respectivamente, desplazándose en los meses siguientes a ejemplares mayores a 26 cm con modas que aumentan de 32 cm (mayo) a noviembre (37 cm), destacando octubre por una mayor participación de ejemplares adultos los que alcanzaron hasta los 53 cm, comportamiento que también se observó en el 2019 con presencia de jureles hasta los 67 cm. (**Figura 59**).

La proporción por grupo de tallas en la zona centro norte muestra un predominio de ejemplares mayores a 30 cm de longitud horquilla, si bien este grupo registró una disminución posterior a 1998, mantiene su importancia mostrando una proporción similar al grupo de talla entre 26 y 30 cm (**Figura 55**). La talla media en esta zona fue mayor a 26 cm en casi todo el periodo, salvo entre los años 1999 y 2007, mostrando una tendencia positiva en la talla media desde el 2017 alcanzando los 32,7 cm (**Figura 56**).



Durante el 2021 en la zona centro norte la distribución de tallas de jurel se observó entre 25 y 53 cm, con moda principal en los 33 cm (12%), destacando un predominio de los jureles de 29 a 34 cm (59%) (**Figura 58**). La zona de Caldera presentó una estructura unimodal con individuos entre 25 y 53 cm y moda en los 33 cm LH (**Figura 58 y Figura 59**). En esta zona no se registró presencia de jureles < 26 cm. Para el año 2021, las estructuras de jurel provienen de la flota artesanal, principalmente desde septiembre concentradas en ejemplares entre 30 y 43 cm. En tanto, para el año 2020, la estructura el mes de mayo provienen de la flota industrial con base en Iquique que operó en el área norte (24°-24°30'S) con la moda más baja del área (27 cm) en relación a los muestreos de la flota artesanal. El resto de los meses corresponde a la flota artesanal que opera en esta zona y que concentró las capturas en jureles de mayor talla, con modas que fluctuaron de 35 cm (enero) a 32 cm (febrero-marzo).

Históricamente en Coquimbo la estructura de tallas ha estado desplazada a tallas mayores respecto a la zona de Caldera, comportamiento que no se observó en los dos últimos años. En la zona de Coquimbo, la estructura fue similar a la registrada en Caldera, destacando un menor rango superior con jureles entre los 24 y 47 cm y moda en los 29 cm (**Figura 58**), en tanto el rango para 2020 osciló entre 24 y 59 cm con moda en 27 cm (19%). Mensualmente las estructuras para los años 2020 y 2021, mostraron hasta junio un comportamiento similar, caracterizado por la presencia de un grupo de jureles entre 26 y 32 cm LH: El segundo semestre del 2021 se caracterizó por la presencia de un grupo con tallas entre 28 y 42 cm LH, menores en comparación con el 2020 donde el grupo mayoritario se concentró entre 35 y 42 cm (**Figura 58 y Figura 59**).

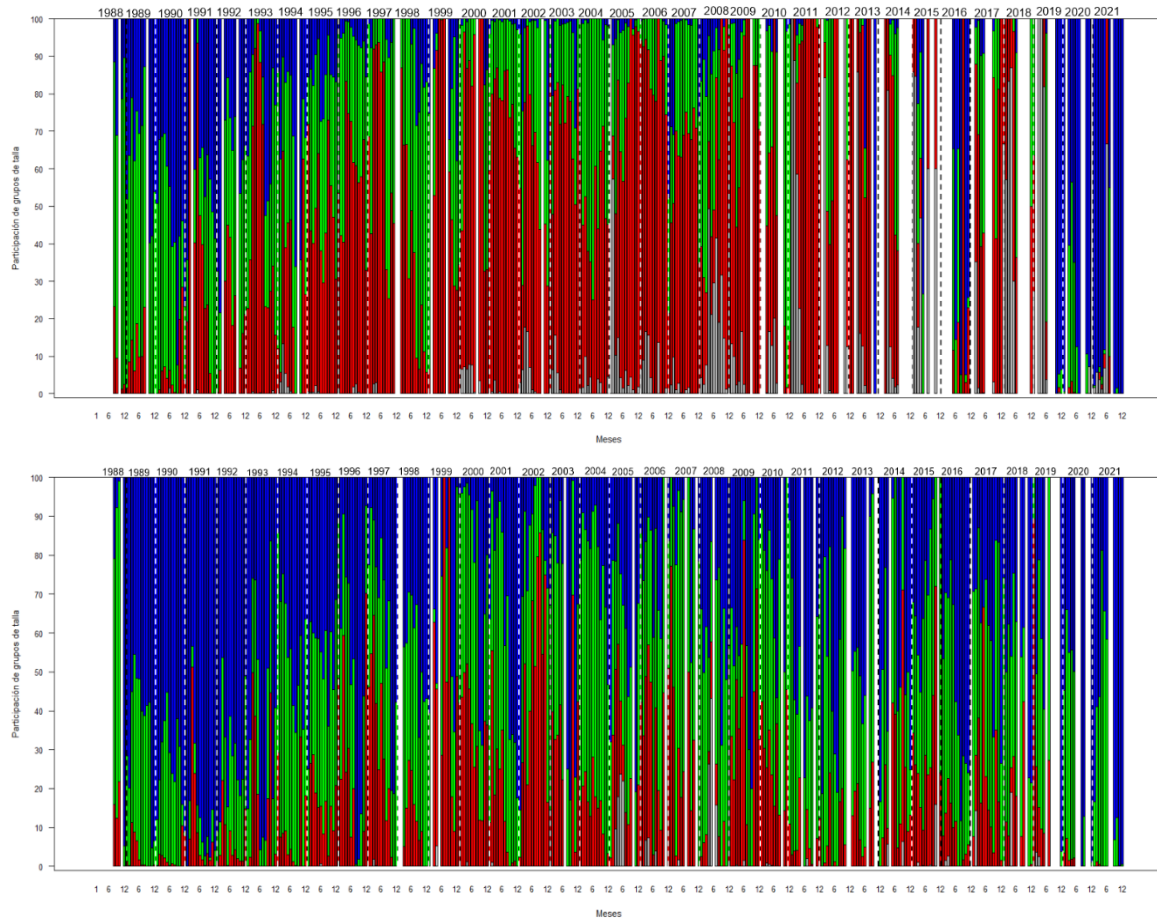


Figura 55. Proporción mensual de jurel por grupo de tamaño entre 1988 y 2021. Grupo de longitud ≤ 16 cm (gris), grupo entre 16 a 25 cm (rojo), grupo 26 a 30 cm (verde) y el grupo >30 cm (azul). Zona norte (panel superior) y centro norte (panel inferior).

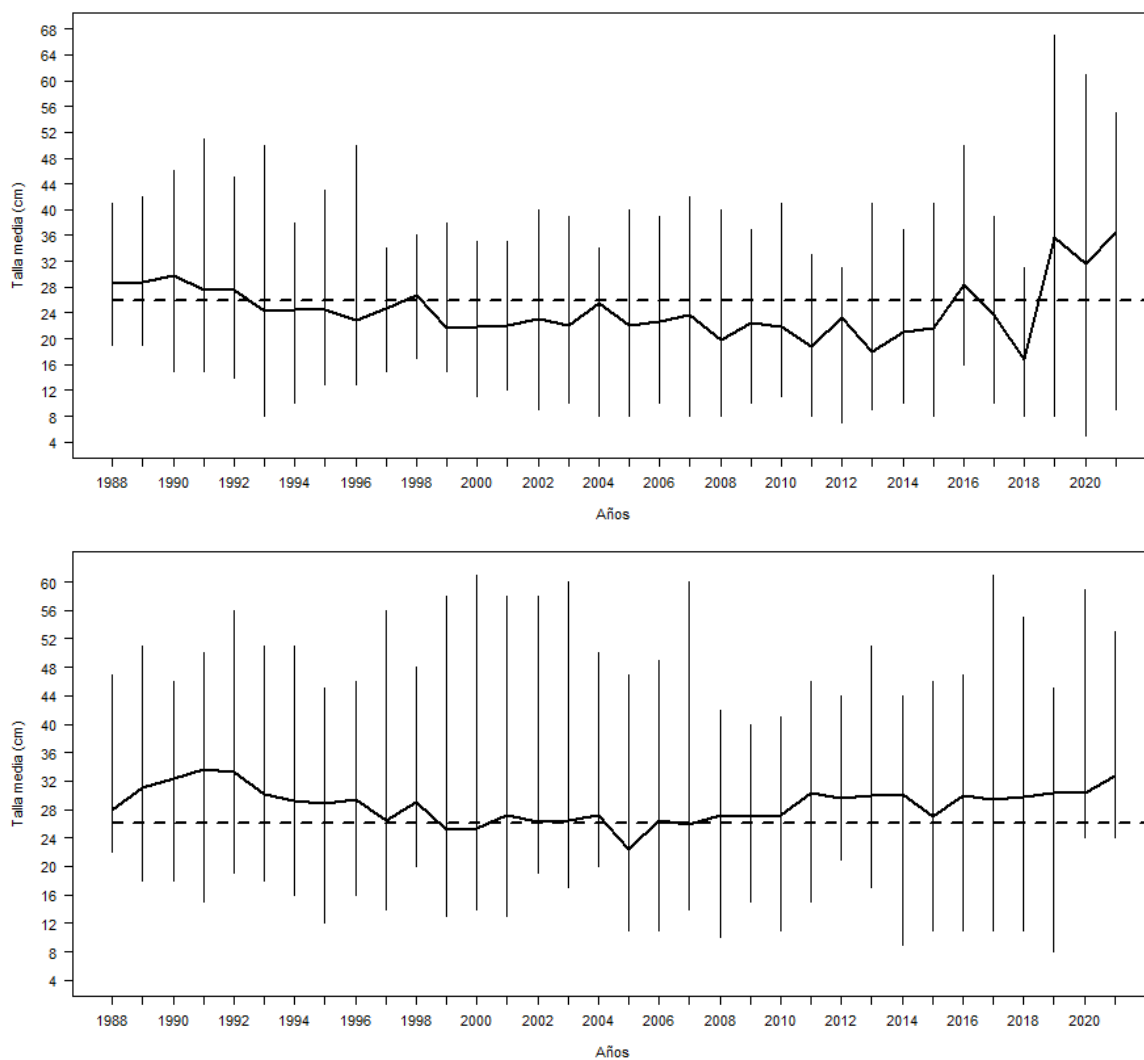


Figura 56. Talla media del jurel entre 1988 y 2021. Zona norte (panel superior) y centro norte (panel inferior).

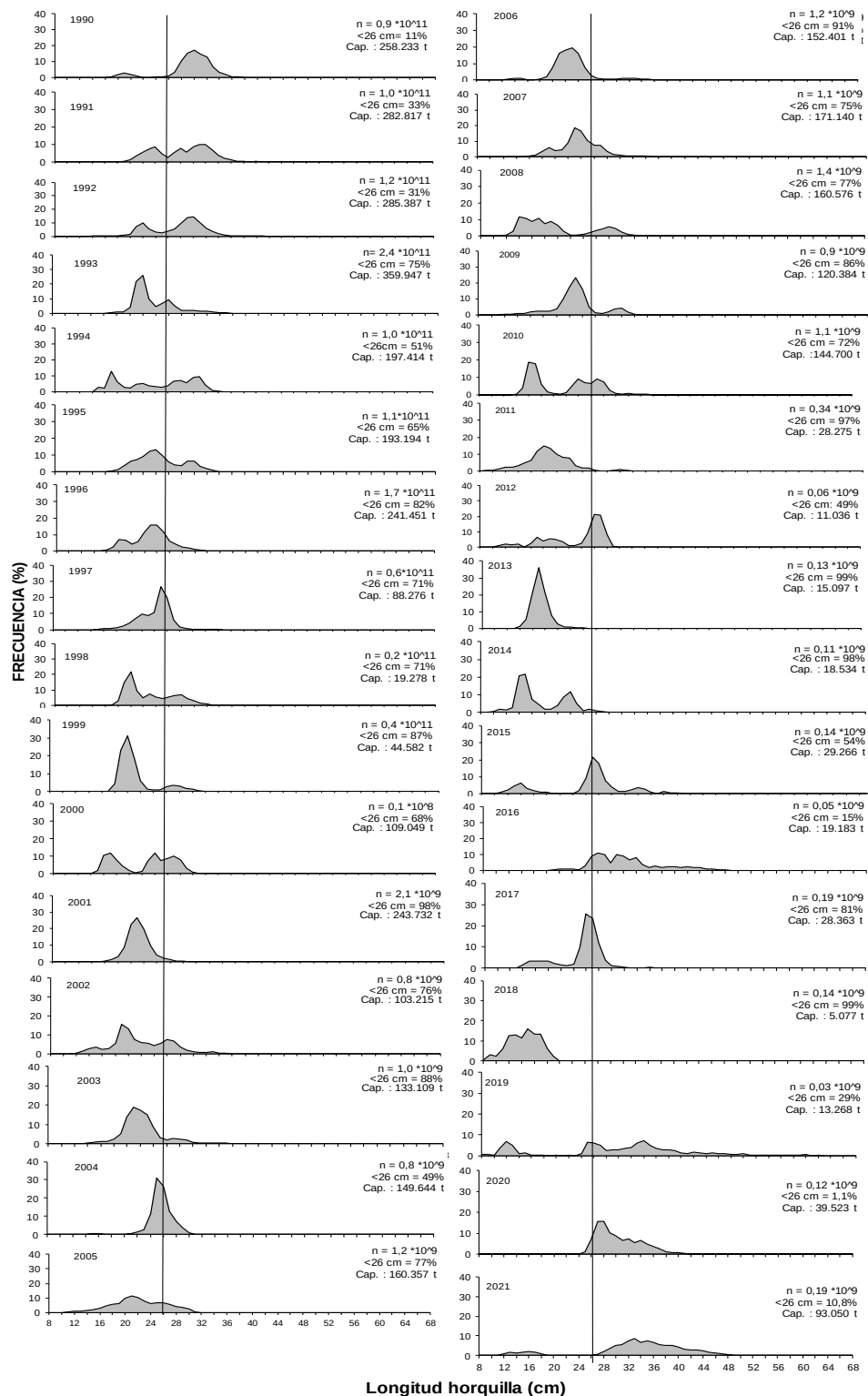


Figura 57. Estructura histórica de las tallas del jurel en la zona norte, años 1990-2021.

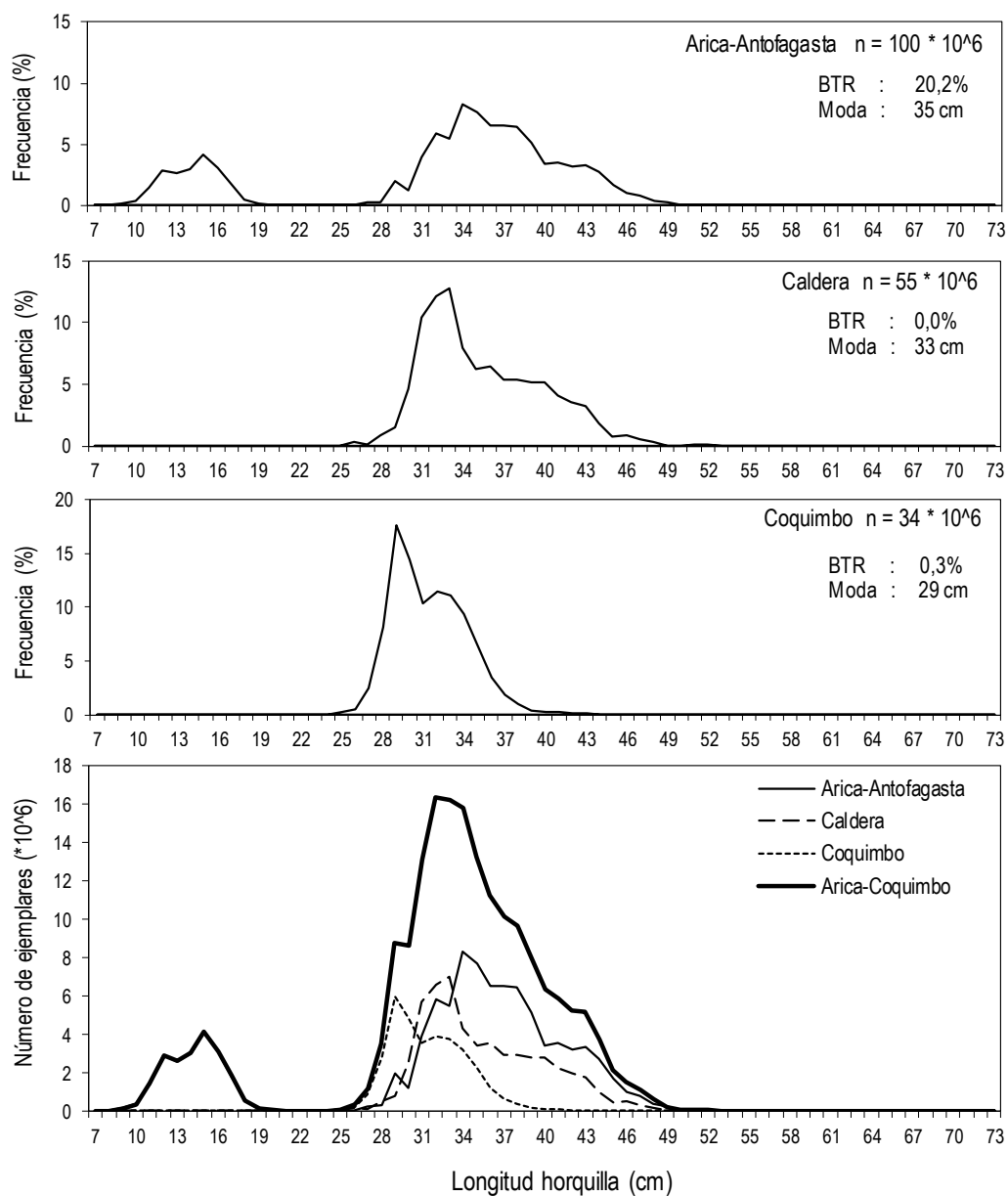


Figura 58. Captura en número de jurel según tallas, zona Arica-Coquimbo. Flota total, año 2021.

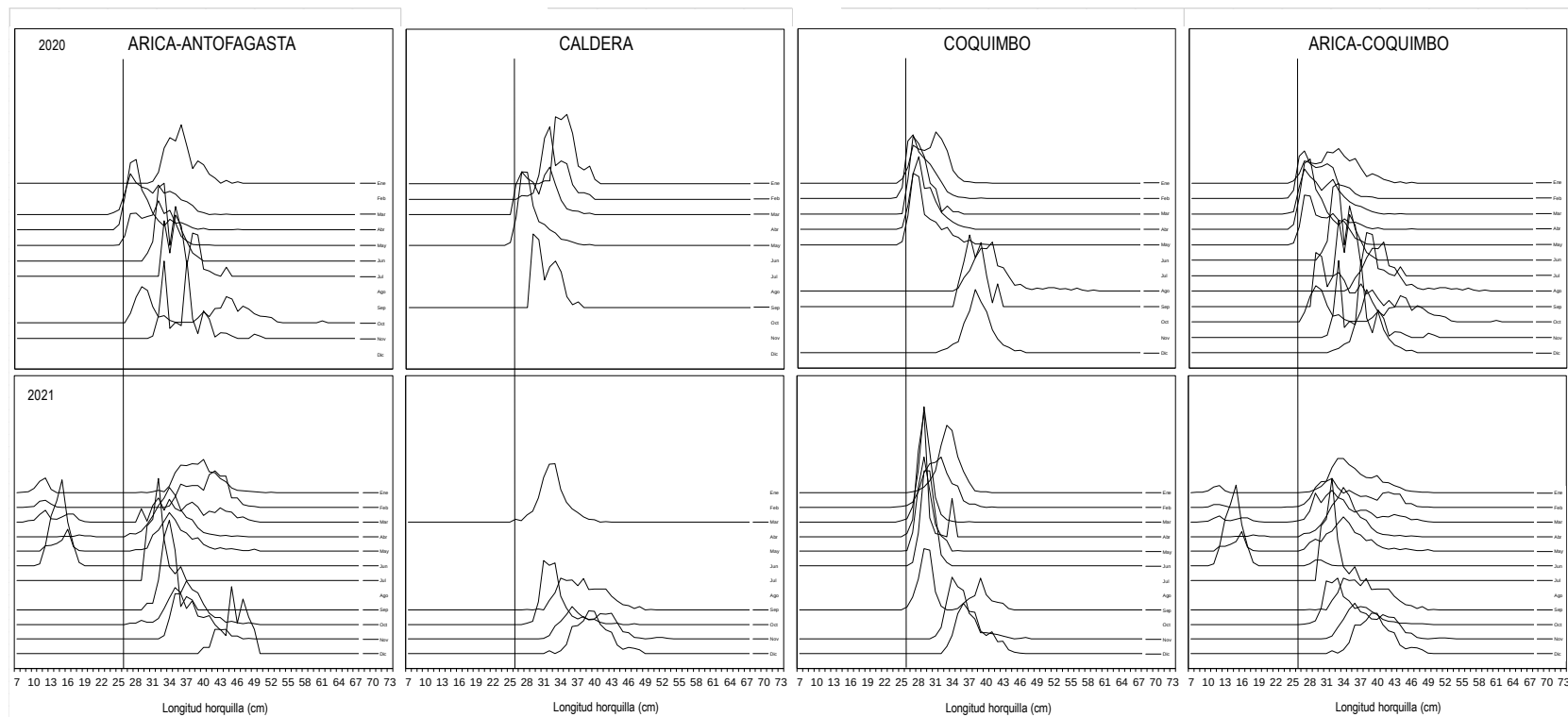


Figura 59. Distribución de frecuencias de longitudes en las capturas de jurel, zona Arica-Coquimbo. Flota total, años 2019 y 2021.



4. Estructura de la captura por edad (Anexo 4 y 5).

El material biológico proviene del muestreo de rutina realizado en las principales zonas de desembarques de la flota cerquera industrial y artesanal de Arica-Antofagasta y Caldera-Coquimbo durante el año 2021.

Estructura por peso y número

Entre Arica y Coquimbo el desembarque alcanza 93.050 toneladas(ton), equivalentes a un número estimado de 188 millones de ejemplares. Entre Arica y Antofagasta el desembarque fue de 53.596 ton (57,5%), que corresponden a 100 millones de (53,1%). Entre Caldera y Coquimbo se registraron un total de 39.454 ton (42,5%), equivalentes a 88 millones de ejemplares (46,9%).

Por último, cabe destacar que el porcentaje bajo la talla mínima legal (BTML) para toda la macrozona norte corresponde a 10,8%. Entre Arica y Antofagasta un 20,3% y entre Caldera y Coquimbo un 0,1%. (**Tabla 14**).

Tabla 14. Captura en peso, número y BTML de la flota según zona de pesca el 2021

Zonas de Pesca	Capturas en peso (t)				Capturas en Número		BTML*
	Total	Sin muestreo	Empleada en Procesos	(%)	(N°)	(%)	
Arica-Antofagasta	53.596	610	52.986	57,5	100.082.524	53,1	20,2
Caldera-Coquimbo	39.454	333	39.121	42,5	88.405.235	46,9	0,1
Total Zona (Arica-Coquimbo)	93.050	943	92.107	100,0	188.487.758	100,0	10,8

*BTML: Bajo talla mínima legal (26cm).

Clave talla edad

Se realizó muestreo biológico a un total de 6.620 ejemplares de jurel de los cuales se seleccionaron 2.999 pares de otolitos. Posteriormente, para la construcción de la clave talla edad se emplearon 1.290 otolitos de los cuales 344 fueron colectados entre Arica y Antofagasta y 946 entre Caldera y Coquimbo (**Anexo 4**). Cabe destacar que para el segundo y tercer trimestre de la zona Arica – Antofagasta, debido a falta de otolitos suficientes para construir una clave talla edad en esos trimestres, se utilizó la clave talla edad anual estimada para la misma macrozona. Además, destacar que la estructura de edad reportada en el siguiente informe corresponde al procedimiento de lectura de anillos anuales.

Macrozona Arica - Coquimbo

Entre Arica y Coquimbo la estructura de edad estuvo constituida por 12 grupos de edad (GE) distribuidos entre el GE I (clase anual 2020) y el GE XII (clase anual 2009) (**Figura 60**). Las edades más representativas en número fueron los GE VI (clase anual 2015) y VII (clase anual 2014) con un 26,8% y



26,2% respectivamente. Estas edades constituyen el 27,1% y 31,7% del total del desembarque en peso (**Anexo 5**).

Zona Arica - Antofagasta

En esta zona la estructura de edad presenta 12 grupos de edad (GE) distribuidos entre el GE I (clase anual 2020) y el GE XII (clase anual 2009) (**Figura 60**). Los GE VI (clase anual 2015) y VII (clase anual 2014) fueron los más importantes en número con un 25,7% y 25% respectivamente, constituyendo además el 28,3% y 32% del total del desembarque en peso (**Anexo 5**).

Zona Caldera - Coquimbo

La estructura de edad entre caldera y coquimbo abarca 9 grupos de edad (GE) entre el GE IV (clase anual 2017) y el GE XII (clase anual 2009) (**Figura 60**). Las edades más importantes en número fueron los GE VI (clase anual 2015) y VII (clase anual 2014) con un 28% y 27,6% respectivamente. Estas edades constituyen el 25,8% y 31,1% del total desembarque en peso (**Anexo 5**).

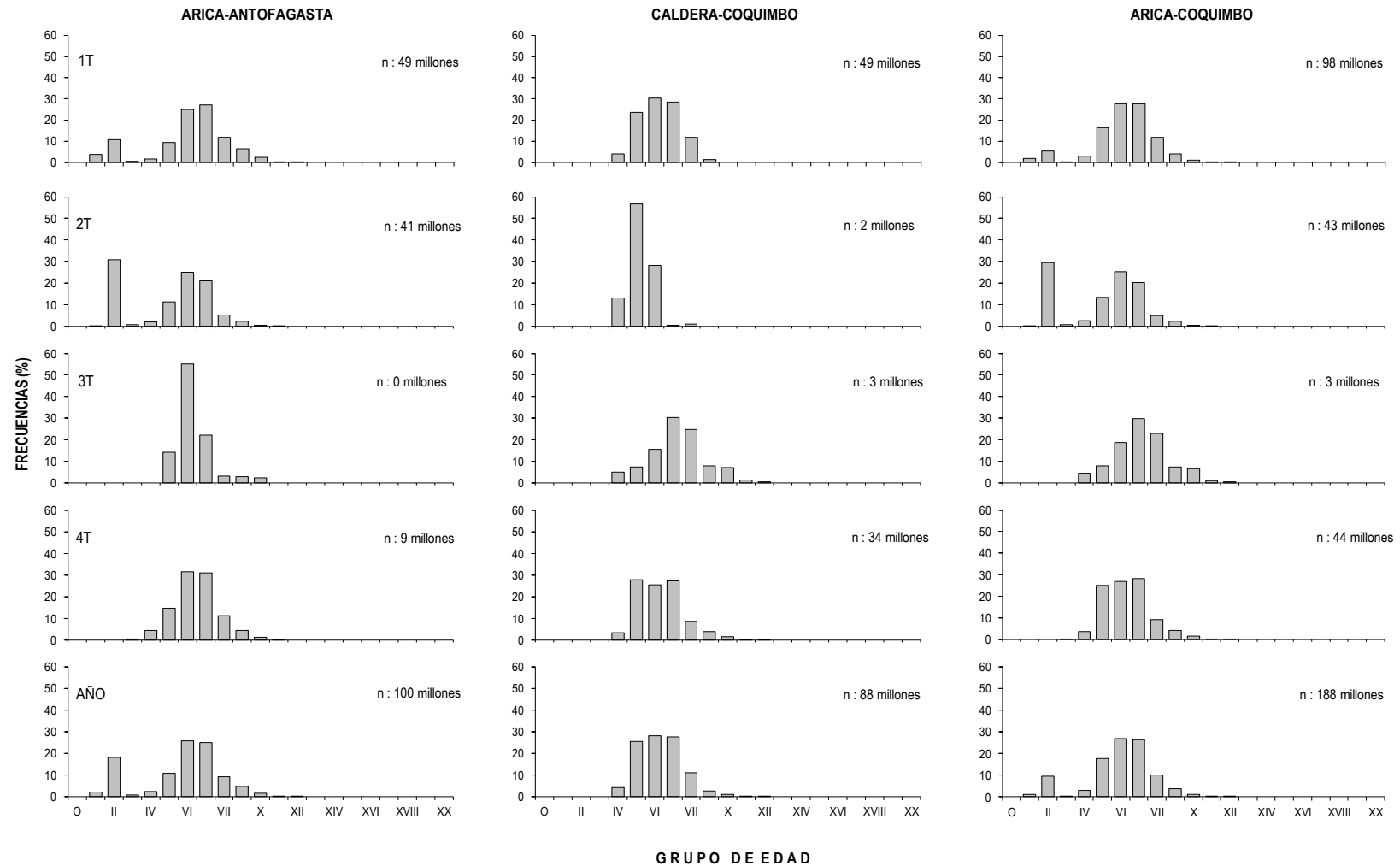


Figura 60. Estructura de edad trimestral en las capturas de jurel de la zona Arica – Coquimbo, año 2021.



Análisis histórico para la macrozona Arica – Coquimbo

Macrozona Arica - Coquimbo

En términos generales en la zona comprendida entre Arica y Coquimbo la estructura etaria ha estado predominada por adultos de mediano tamaño (entre 20 y 45 cm aproximadamente). Sin embargo, se han registrado variaciones interanuales cíclicas, incorporándose cada dos a cuatro años una fracción de ejemplares juveniles, lo cual podría estar vinculado a pulsos de reclutamiento (**Figura 61 y Figura 62**).

Durante el año 2013 el grupo GE II fue el predominante y se registró un 70% de BTML. En el año 2014 observamos un escenario similar donde la captura está compuesta en su mayoría por un GE (GE II) y un 77% de BTML. En contraste, en el año 2015 se registró una composición etaria conformada por GE adultos (GE IV y V) y un porcentaje BTML de 40%, esto último puede ser resultado de la fuerte entrada de ejemplares del GE II dos años atrás. En el 2016 la situación es bastante similar donde los GE IV y GE V son los más importantes y un valor de BTML de 38,5%. En el 2017 también los GE IV y GE V son los más representativos, aunque el porcentaje BTML aumenta considerablemente alcanzando el 59,8%. En el 2018 se observó un fuerte ingreso de juveniles a la fracción explotable (al igual que en el año 2013) conformados principalmente por el GE II, con un valor de BTML 81,3%. En el 2019 la captura vuelve a estar compuesta en su mayoría por los GE IV, GE VI y un porcentaje BTML muy bajo (25,4%) (**Figura 61 y Figura 62**). Durante el 2020 se registró una estructura de edad similar al año anterior compuesta principalmente por ejemplares de los GE IV, GE IV, GE VI. Un punto importante a destacar es la baja representatividad de los ejemplares BTML con uno de los valores más bajos registrados en la serie histórica (cercano al 1%). Esta situación se visualiza tanto en la zona Arica – Antofagasta como en Caldera – Coquimbo (**Figura 61 y Figura 62**). Durante el 2021 se repite hasta cierto punto el escenario del 2020 aunque con un porcentaje menor de ejemplares conformando el GE II.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

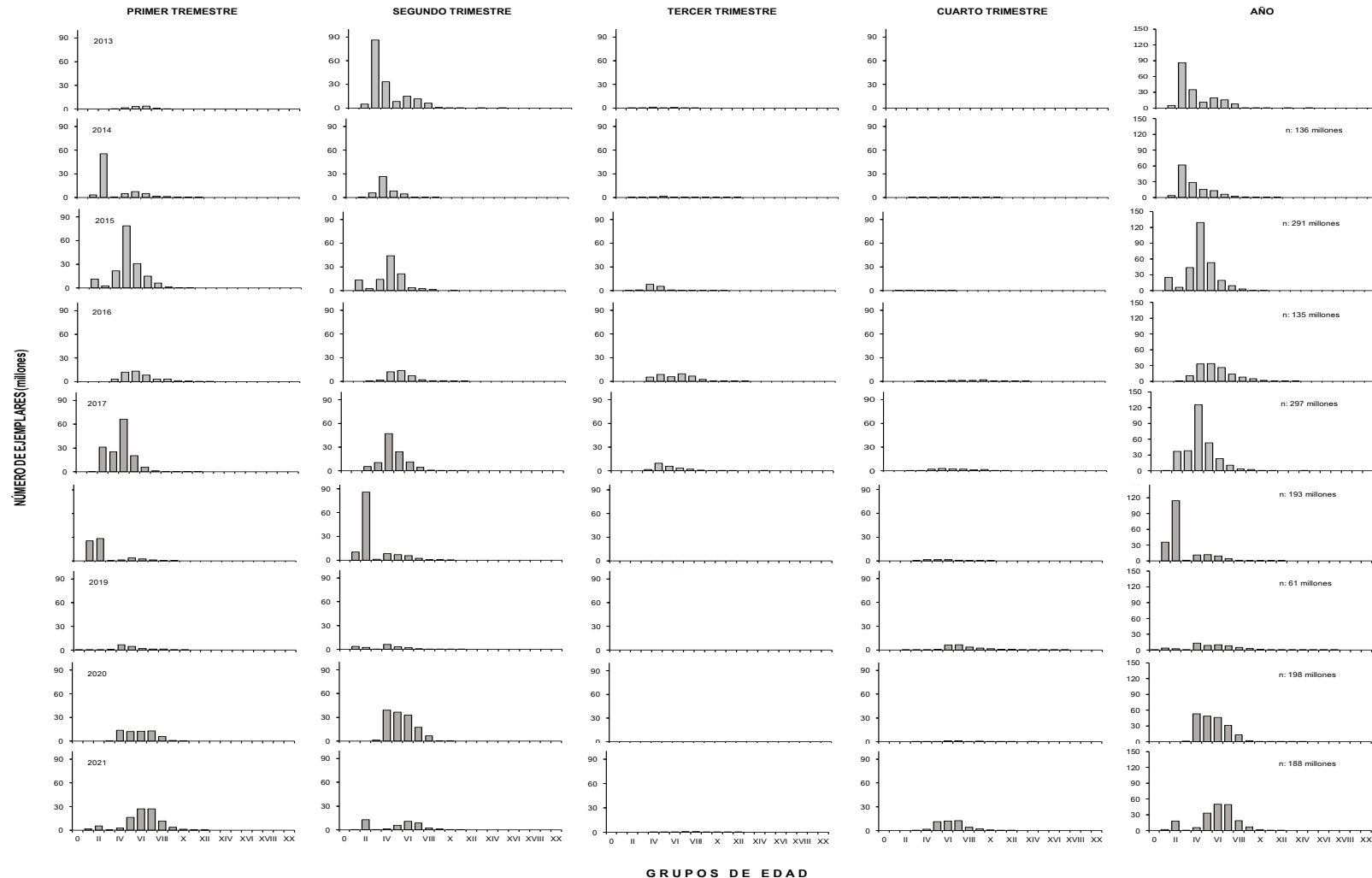


Figura 61. Número de ejemplares por grupo de edad en las capturas trimestrales y anuales de jurel. Zona Arica – Coquimbo, entre 2013 y 2021.



Zona Arica – Antofagasta

Entre Arica y Antofagasta la estructura de edad del jurel se caracteriza por estar compuesta por peces de pequeño tamaño, esto debido a que el esfuerzo de pesca se concentra en juveniles. Lo anteriormente expuesto se traduce en una predominancia de los GE cercanos al GE II y un alto porcentaje de ejemplares bajo la talla mínima legal (BTML) (**Figura 62**).

Durante el año 2013 el grupo GE II fue el predominante y se registró un 99,1% de BTML. En el año 2014 observamos un escenario similar donde hubo un alto porcentaje del GE II y un 94% de BTML. En contraste, en el año 2015 se encontró una composición etaria conformada por adultos (GE IV y GEV) y un porcentaje BTML de 54,4%. En el 2016 los GE IV y GE VI son los más importantes y se registró un valor de BTML del 25,9%. En el 2017 también los GE V y VI son los más representativos, aunque el porcentaje BTML aumenta considerablemente alcanzando el 80,8%. En el caso de 2018, al igual que en 2013, la estructura de edad estuvo conformada casi en su totalidad por los GE I y II con un valor de BTML de 99,8%. En el 2019 la captura está representada en su mayoría por los GE IV y VI, además un valor de BTML relativamente bajo (28,8%), se observa además una moda secundaria en el GE II (**Figura 62**). El 2020 la distribución de edades tuvo un rango etario unimodal, con un porcentaje considerable del desembarque concentrado entre los GE V al VIII y ausencia de edades inferiores al GE IV (**Figura 62**). Durante el 2021 se observa un escenario similar al 2020, aunque con la inserción marginal de ejemplares más jóvenes, durante el primer semestre (**Figura 62**).

Zona Caldera - Coquimbo

En la zona comprendida entre Caldera y Coquimbo históricamente ha registrado desembarques principalmente compuestos por adultos (GE IV, V y VI), sin presentar mayores variaciones interanuales en la composición etaria y relativamente bajos valores de BTML (**Figura 62**).

En 2013 los grupos de edad más representativos fueron los GE V y GE VI (BTML: 5,9%). El 2014, los grupos de edad importantes corresponden al GE IV y V (BTML: 7,5%). El 2015 se generó un escenario algo distinto a la tendencia histórica con la presencia de GE algo más jóvenes (GE III, IV y V) y un porcentaje de BTML considerablemente mayor al año anterior (26,8%). El 2016 se observó el predominio de los GE IV, V y VI con un BTML menor al 2015 registrando 12,6% BTML. El 2017 los GE más importantes fueron el GE IV y el V, con BTML de 22,1%. Nuevamente el 2018 los GE IV y V y VI son los más representativos y un registro de 30,1% de BTML. El 2019 el escenario es similar al año anterior con una predominancia de los GE IV y V y un 21,9% BTML (**Figura 62**). Tanto el año 2020, como ahora en el 2021, se ha observado una estructura de edad compuesta totalitariamente por ejemplares adulto, lo que se expresa en una dominancia casi total de los GE IV, V, VI y ausencia de ejemplares menores a 4 años (2020 BTML 1%; 2021 BTML 0.1%).

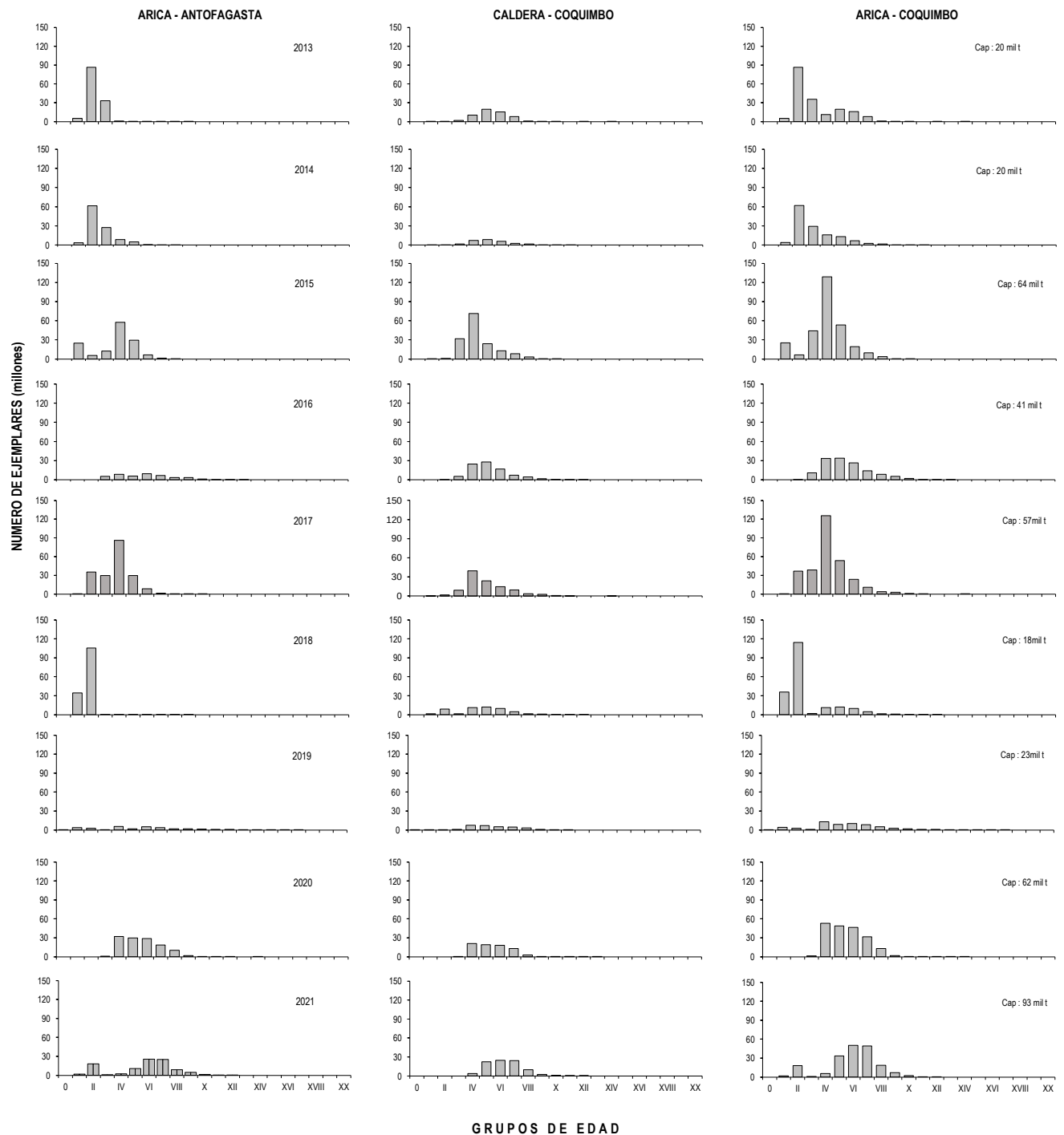


Figura 62. Estructura de edad en n3mero de ejemplares de las capturas de jurel, por zona de pesca, entre 2013 y 2021.



5. Aspectos reproductivos (Anexo 6 y 7)

En la **Figura 63** se observan los principales indicadores biológicos para el jurel en la zona norte entre 1990 y 2021 marcando la tendencia en el largo plazo entre 1990 y 2008 debido a que fuera de este periodo la información es escasa. Antes 1999, el proceso reproductivo del jurel, registró el inicio de la actividad en julio con altos valores hasta diciembre. Entre los años 2000 y 2008, la actividad reproductiva mostró un desfase de un mes marcando el inicio en agosto y una menor intensidad (<IGS), posteriormente no se dispone de datos suficientes (**Figura 64a**). En el largo plazo el IGS mostró entre 1990 y 2008 una tendencia decreciente relacionado principalmente con la dominancia del grupo de talla menores a 26 cm longitud horquilla y la reducción del grupo de individuos mayores a 30 cm desde 1993 con una escasa participación a partir del 1997 (**Figura 63 a**).

El factor de condición entre 1990 y 1999, presenta un patron intra anual marcado por un máximo en febrero, luego una tendencia a disminuir alcanzando un mínimo en junio, mostrando una tendencia a aumentar desde julio a diciembre. Entre 2000 y 2008 se resgistró una menor condición corporal del jurel, mostrando una tendencia a disminuir desde enero con valores minimos en julio, para luego mostrar una clara tendencia a aumentar hasta diciembre (**Figura 64b**). Hacia el último trimestre de cada año se observa un aumento en el factor de condición, indicando una condición fisiológica en correspondencia con el proceso reproductivo. En el largo plazo el factor de condición muestra entre 1990 a 2008 una tendencia decreciente, posteriormente no se dispone de información suficiente para analizar las tendencias (**Figura 63 b**).

El peso medio de jurel mostró entre 1990 y 1999 valores máximos en verano (enero-marzo) seguido de una tendencia a disminuir con un mínimo entre abril y mayo, seguido de un aumento en los pesos hasta diciembre. Entre 2000 y 2008 los pesos medios mostraron un patron distinto, marcado por una tendencia a disminuir hasta septiembre y un leve aumento en los pesos el último trimestre (**Figura 64c**). El peso medio para el jurel en la zona norte muestra entre 1990 y 2008 tres puntos de quiebre en 1991, 1995 y 2005 marcando una tendencia creciente entre 1988 a 1991 y 2005 a 2008, en tanto entre 1991 a 1995 una tendencia decreciente seguido un periodo con una leve tendencia positiva entre 1996 y 2005 (**Figura 63 c**).

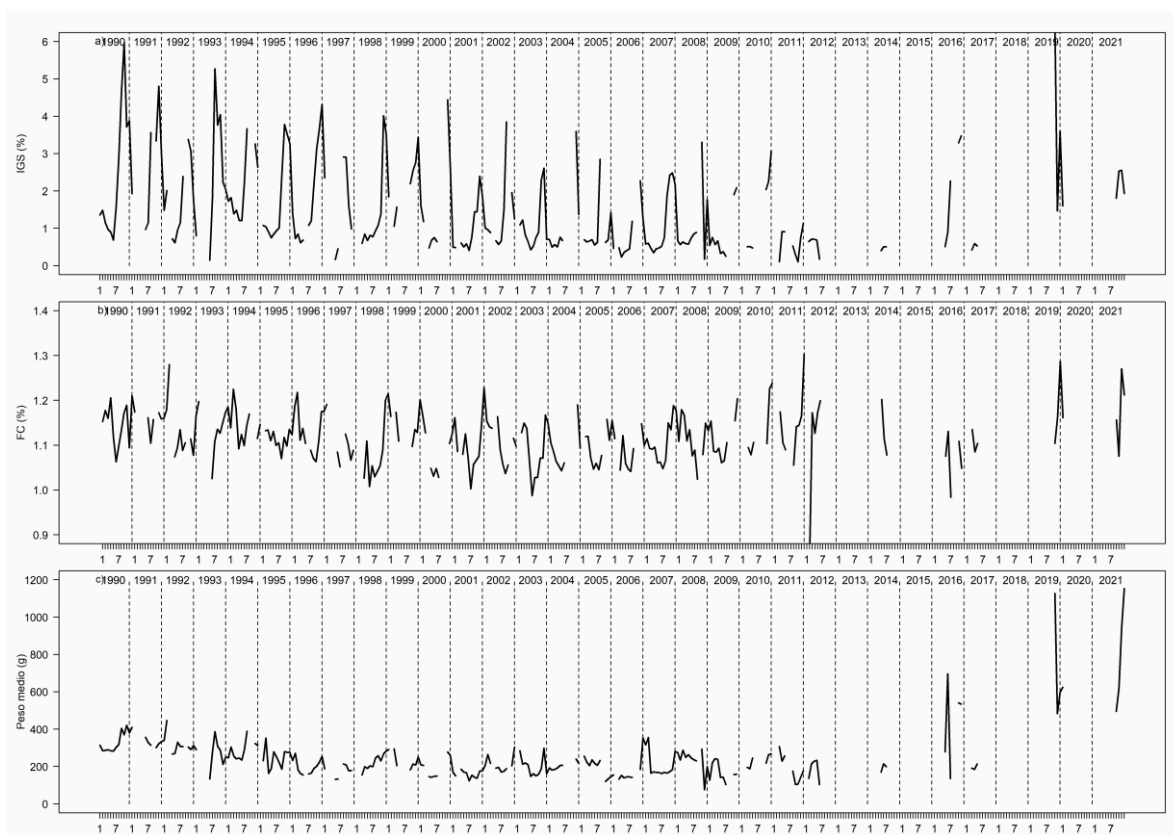


Figura 63. Serie de los indicadores biológicos del jurel obtenidos en la zona norte, flota total. Años 1990 a 2021. a) Índice gonadosomático, b) factor de condición y c) peso medio.

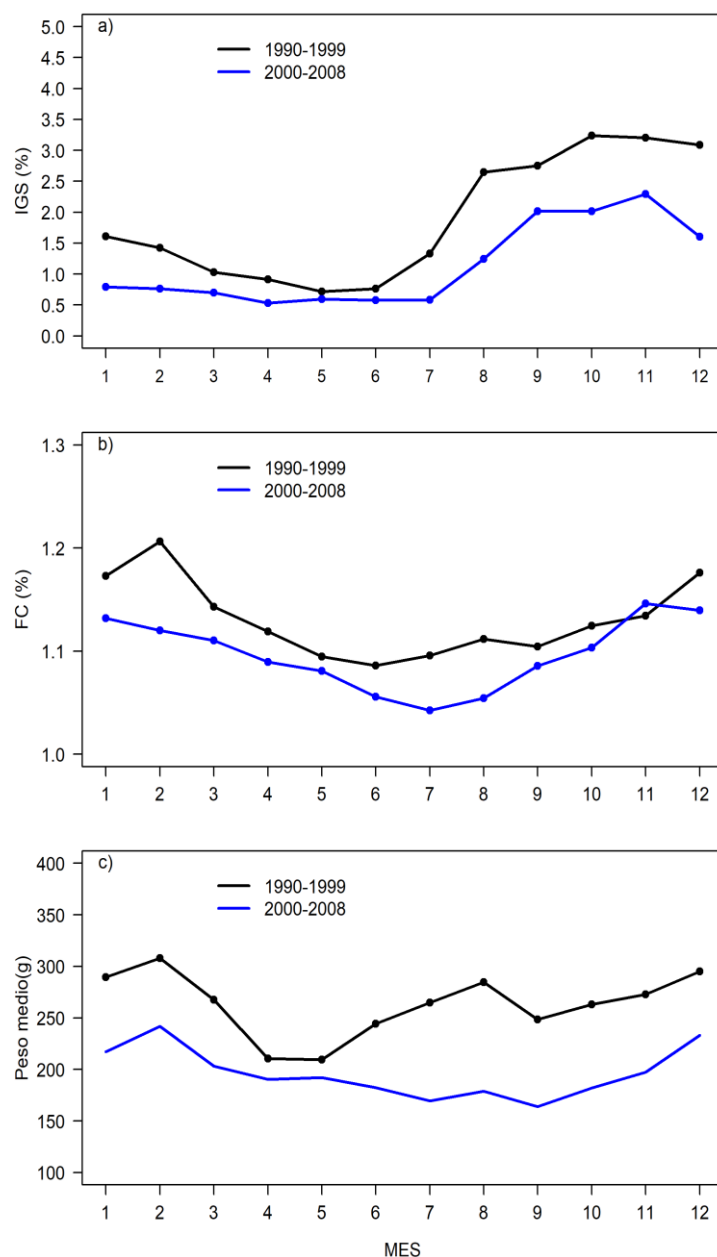


Figura 64. Evolución mensual de los indicadores biológicos del jurel obtenidos en la zona norte, flota total. Años 1990 a 2008. a) Índice gonadosomático, b) factor de condición y c) peso medio.

El proceso reproductivo para jurel en la zona centro norte registró entre 1990 y 1999 un reposo reproductivo desde marzo a julio con un aumento en el IGS desde agosto con máximos entre octubre y noviembre manteniendo altos valores hasta febrero. Posterior al 2000, el ciclo reproductivo en la zona presentó menor intensidad con valores máximos entre noviembre y diciembre, destacando una menor actividad reproductiva entre enero y febrero en relación al periodo anterior (Figura 65 y Figura 66). El comportamiento en el largo plazo muestra entre 1988 y 2016 una



tendencia creciente hasta 1992, posteriormente se observa una tendencia decreciente hasta 2016 (**Figura 65 a**).

El factor de condición entre 1990 y 1999, presenta un patrón intra anual marcado por una tendencia negativa desde enero hasta julio, seguido de un aumento desde agosto a noviembre. Posterior al año 2000, el patrón estacional es similar al descrito anteriormente destacando una menor condición en el periodo reciente (**Figura 66b**). En el largo plazo, el factor de condición muestra tres puntos de quiebre en 1999, 2003 y 2011, con una tendencia positiva los tres primeros periodos marcados por baja en los valores del factor de condición, el último periodo muestra una tendencia decreciente en el factor de condición (**Figura 65 b**). El peso medio de jurel en la zona centro norte mostró entre 1990 y 1999, valores máximos en verano (enero-febrero) seguido de una tendencia a disminuir con un mínimo en marzo, aumentando hasta noviembre, destacando una caída en octubre. Posterior al 2000 los pesos medios mostraron un patrón distinto, marcado por una tendencia a disminuir hasta mayo y aumento en los pesos hasta diciembre (**Figura 66c**). El peso medio muestra una tendencia creciente hasta 1993, luego el peso medio se mantiene estable en torno a los 280 g (**Figura 65 c**).

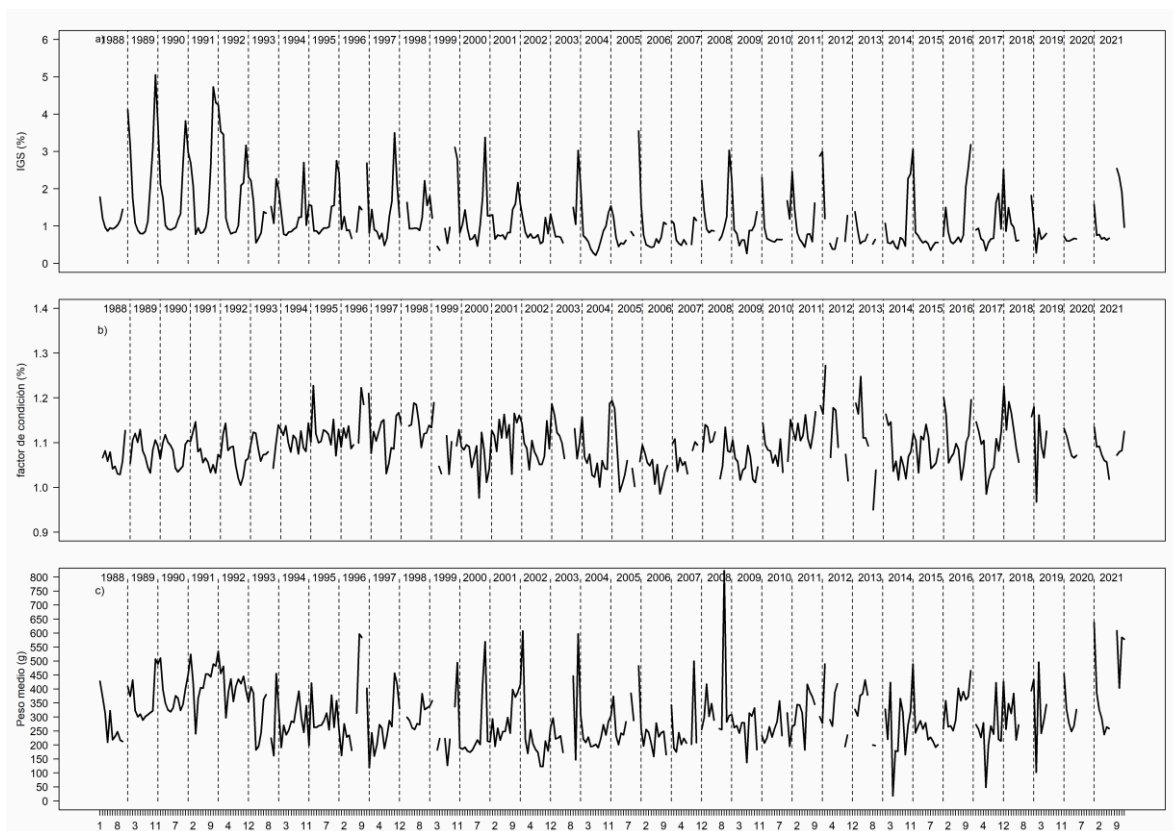


Figura 65. Serie de los indicadores biológicos del jurel obtenidos en la zona centro norte, flota total. Años 1988 a 2021. a) Índice gonadosomático, b) factor de condición y c) peso medio.

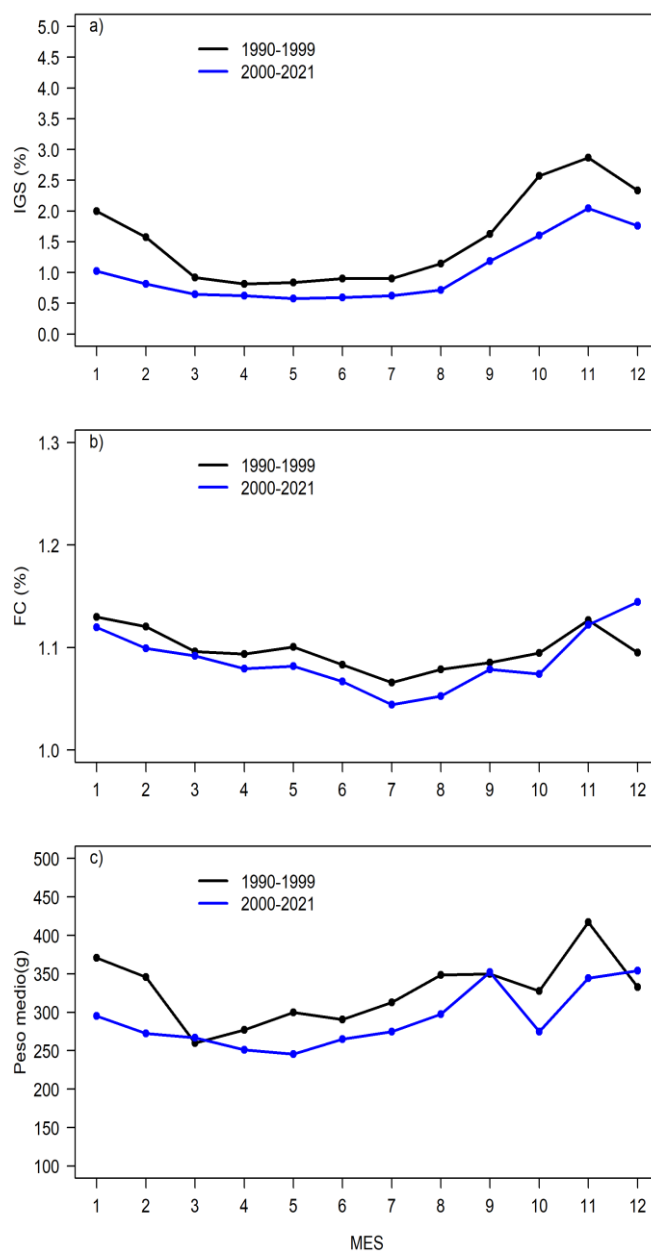


Figura 66. Evolución mensual de los indicadores biológicos del jurel obtenidos en la zona centro norte, flota total. Años 1990 a 2021. a) Índice gonadosomático, b) factor de condición y c) peso medio.



4.2.5 Recurso caballa

1. Indicadores pesqueros

El análisis de la pesquería de caballa resulta complejo dado que el recurso no está sujeto a cuotas, además es necesario considerar que la extracción de esta especie resulta una alternativa a la baja disponibilidad de anchoveta y que su captura se realiza en muchas ocasiones, en pescas mixtas con jurel, especie que ha estado sujeta a una disminución en su cuota y por último la caballa se considera una especie “buffer” con sobre y subreportes, principalmente en la zona de Caldera donde la actividad se concentra en la flota artesanal sin obligación de certificar los desembarques.

En este contexto, el análisis de las capturas en la zona Arica-Coquimbo, presenta una importante variabilidad en el período 2001-2010 marcando capturas máximas el 2003 de 314 mil t, para luego disminuir hasta 54 mil t (2010). Entre el 2011 y el 2018, las capturas de caballa se estabilizan en 22 mil t, los últimos tres años se observa una tendencia al aumento en las capturas con un promedio de 65 mil t. Este aumento en las capturas, podría estar relacionado con un sobre reporte en la zona Caldera-Coquimbo debido a la disminución de la cuota de jurel (**Figura 67 a**). Las capturas son extraídas por la flota industrial en la zona norte en tanto en la zona centro norte se concentra en la flota artesanal (**Figura 67 c y d**).

Las capturas realizadas por la flota industrial en la zona de estudio presentan una importante variabilidad con capturas promedio de 185 mil t entre 2001 y 2004. A partir del 2005 se observa una reducción con capturas que no superaron las 80 mil t (excepto el año 2006 con 118 mil t), disminuyendo fuertemente en el 2011 y 2018 (promedio: 9 mil t), destacando el periodo entre 2019 y 2021 cuando las capturas promedio fueron de 43 mil sobrepasando casi en 500% las capturas en el período previo (9 mil t) (**Figura 67 y Figura 68 b**).

En la zona norte la flota artesanal registra escasas capturas entre 2001 y 2020, destacando el año 2002 y 2014 con volúmenes cercanos a 2 mil t, representando menos del 1% de las capturas totales de caballa en la zona de Arica-Coquimbo (**Figura 68 c**).

En la zona centro norte las capturas de caballa son extraídas principalmente por la flota artesanal mostrando una tendencia al aumento hasta el 2009 alcanzando las 33 mil t, luego bajas capturas con un promedio de 9 mil t, exceptuado el periodo entre 2015 y 2017 con un promedio de 23 mil t (**Figura 69 c**). La flota industrial presenta escasas capturas, mostrando una alta variabilidad desde el 2012 con capturas promedios de 1 mil t (**Figura 69 c**), destacando previo al 2012 las capturas más altas debido a la mayor participación de embarcaciones industriales en la zona.

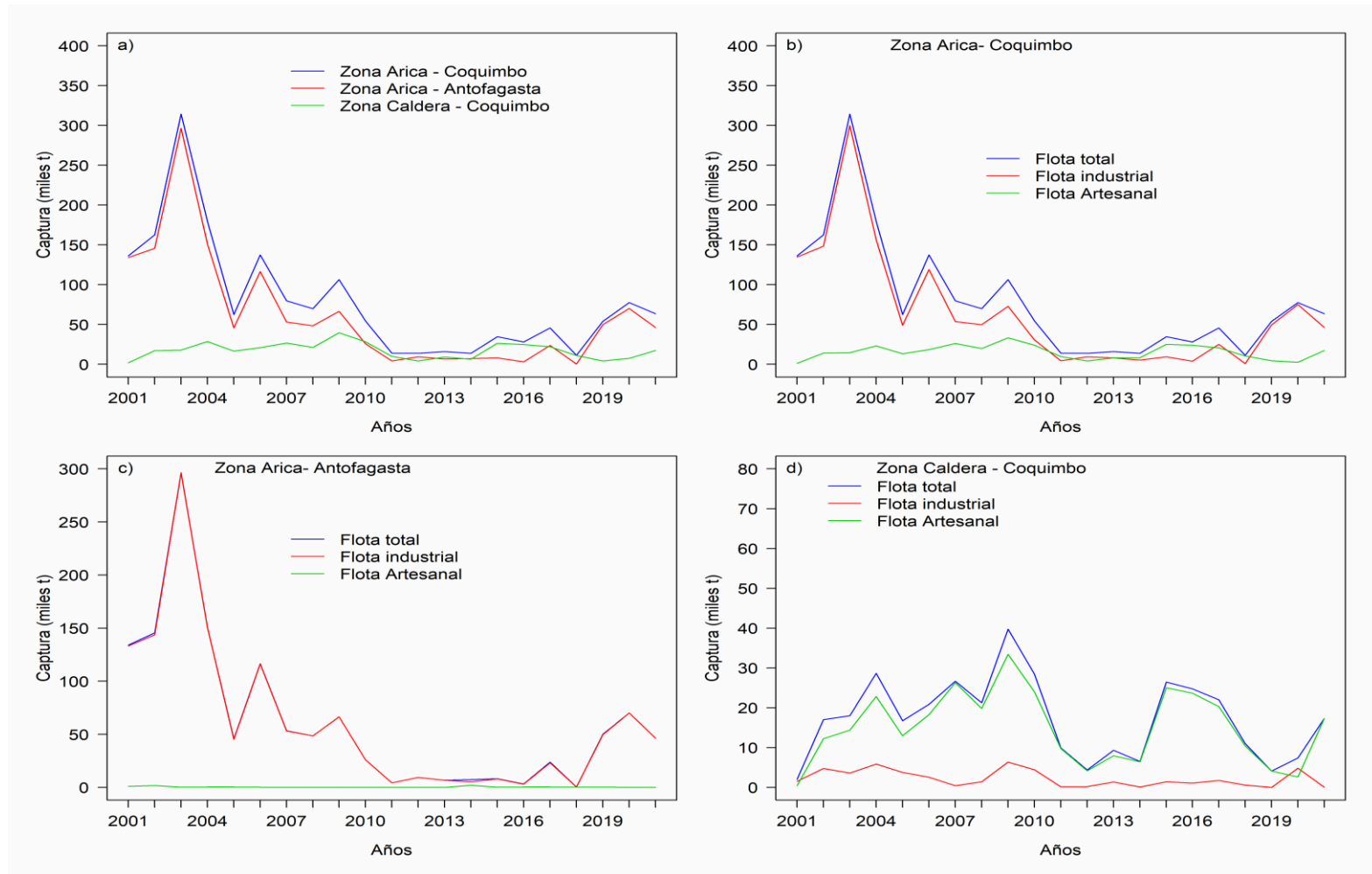


Figura 67. Evolución de las capturas anuales de caballa en el período 2001-2021 en el área de estudio. a) Capturas por zona; b) capturas por flota; c) captura por flota, zona Arica-Antofagasta y d) captura por flota, zona Caldera-Coquimbo.

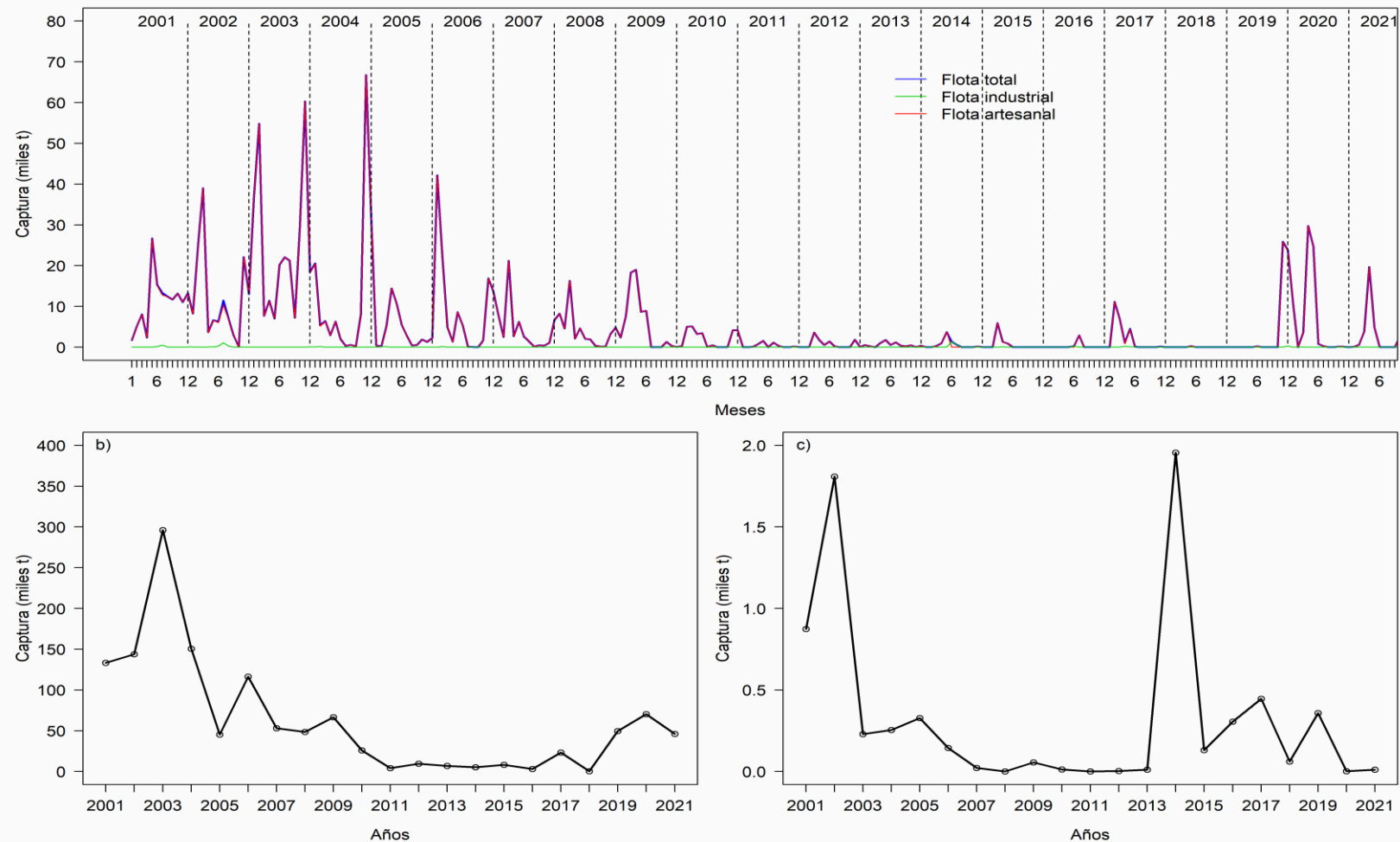


Figura 68. Evoluci3n de las capturas de caballa en la zona norte en el per3odo 2001-2021. a) Capturas mensuales por flota; b) capturas anuales de la flota industrial y c) capturas anuales de la flota artesanal.

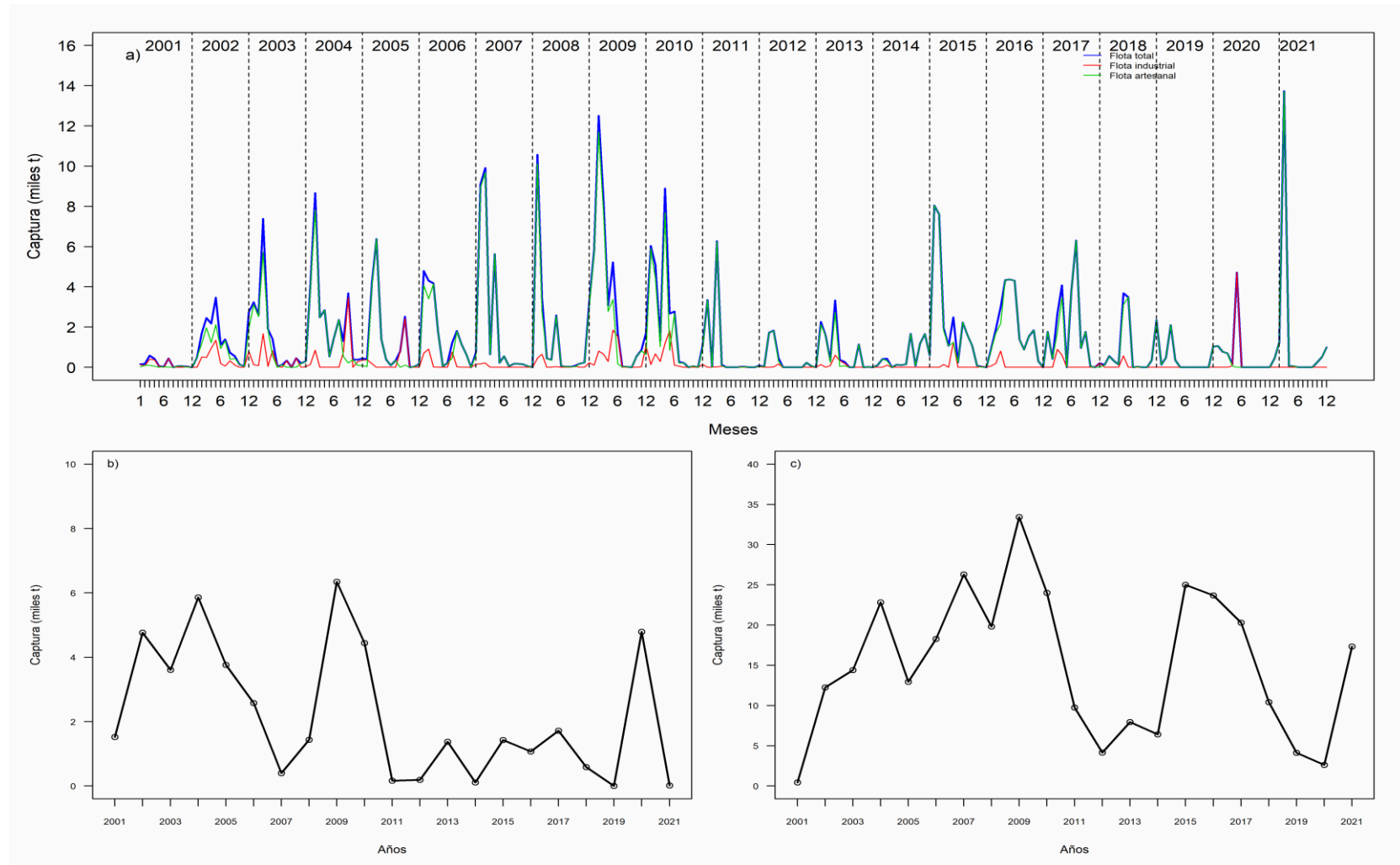


Figura 69. Evolución de las capturas de caballa en la zona centro norte en el período 2001-2021. a) Capturas mensuales por flota; b) capturas anuales de la flota industrial y c) capturas anuales de la flota artesanal.



2. Distribuci3n espacial de las capturas

En la zona de estudio la especie objetivo es la anchoveta, por lo tanto, la distribuci3n de la caballa responde a la disponibilidad, abundancia y niveles de cuotas disponible de la especie objetivo. Sin embargo, la distribuci3n de la caballa reporta una variabilidad inter e intra anual en la zona de estudio con una concentraci3n hist3rica en la zona Arica-Antofagasta, operaci3n realizada principalmente por las embarcaciones industriales dado que pocas naves artesanales cuentan con permiso de pesca en esta 1rea para esta especie. La distribuci3n en la zona Caldera-Coquimbo est1 limitada a los puertos de desembarque, precisando que no es posible el an1lisis interanual de las capturas dado que la operaci3n es realizada por embarcaciones artesanales que no reportan en forma detallada sus 1reas de pesca.

Zona norte y centro norte

En la zona norte la distribuci3n de caballa se centr3 al norte de los 22°29'S, en tanto, entre 2009 y 2013 la distribuci3n se desplaz3 al sur distribuy3ndose entre 21° y 24°S. Posterior al 2005 la caballa presenta una distribuci3n m1s amplia al sur de los 19° S (**Tabla 15**). En relaci3n a la distribuci3n costa – oc3ano, se destaca una distribuci3n m1s amplia alcanzando m1s all1 de las 70 millas de la costa hasta el 2010. Posteriormente se registra una distribuci3n menor entre las 30-40 millas, asociado principalmente con la distribuci3n costera de la anchoveta especie objetivo y a la mayor presencia de la flota industrial en relaci3n a la zona centro norte. Destaca una baja concentraci3n de las capturas en la franja entre la costa y las 5 millas, asociado con la operaci3n en esta zona principalmente de la flota artesanal (**Figura 70 a y Figura 71**).

En la zona centro norte la caballa presenta dos focos de concentraci3n, el principal frente a Caldera entre 26°30' y 28°S y otro frente Coquimbo entre 29°30' y 31°S, destacando un desplazamiento de este 1ltimo foco hacia el sur despu3s del 2014. Tanto en Caldera como en Coquimbo resalta una distribuci3n m1s al sur en relaci3n a la anchoveta (**Tabla 15**). Con respecto a la distribuci3n costa – oc3ano, se destaca una distribuci3n m1s amplia alcanzando m1s all1 de las 70 millas de la costa hasta el 2013, posteriormente se registra una distribuci3n m1s costera, asociado principalmente con la distribuci3n costera de la anchoveta especie objetivo y al predominio de la flota artesanal en el 1rea de accionar netamente costero (**Figura 70 b y Figura 72**).

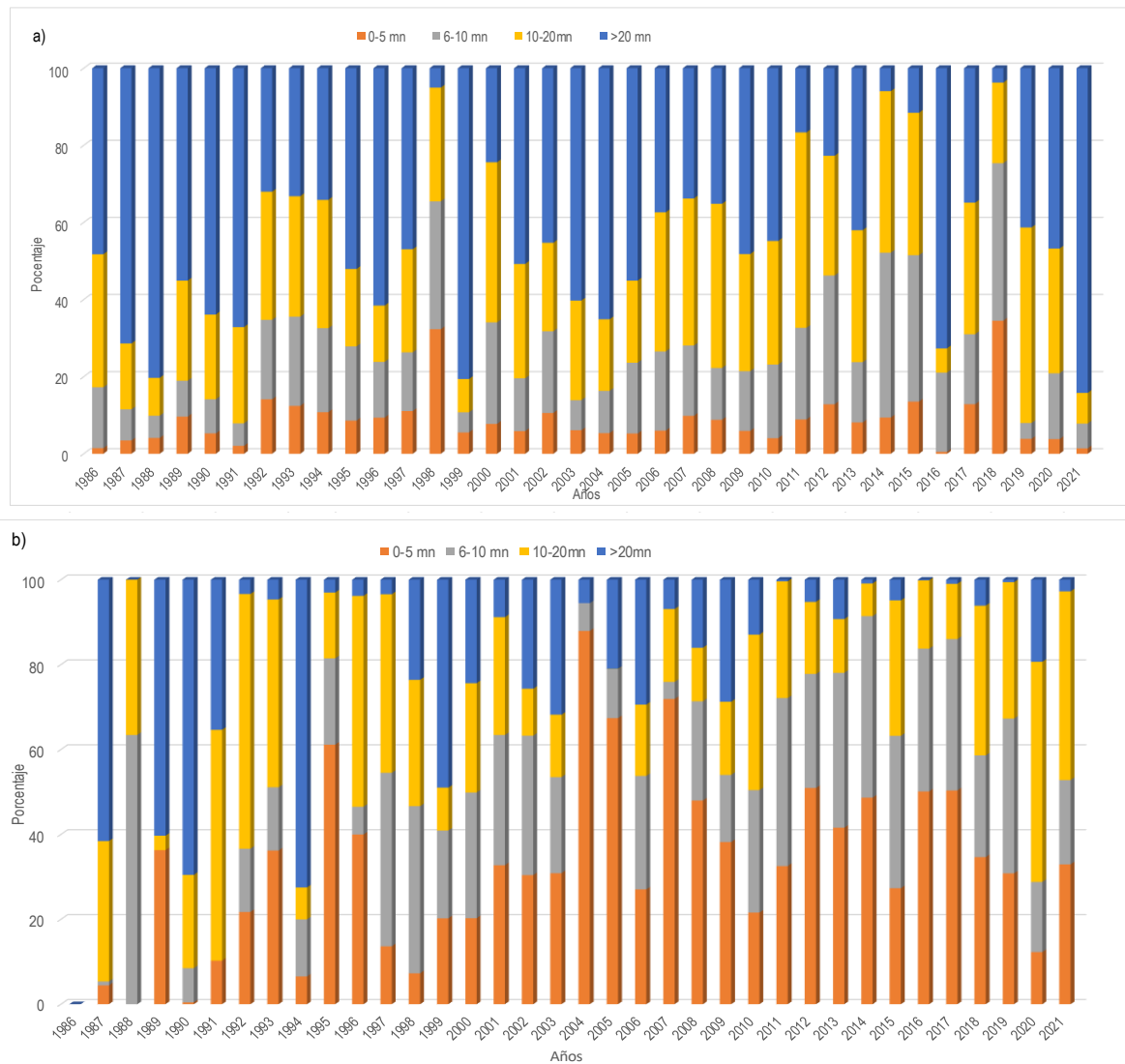


Figura 70. Evolución en la proporción de captura de caballa en la zona norte (a) y centro norte (b), por distancia a la costa. Años 1986 a 2021.

**Tabla 15.** Porcentaje de captura de caballa en la zona norte y centro norte, por rango latitudinal. Años 1987 a 2021.

Zona norte																																			
Rangos latitud	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
18°21' 18°59'	6	30	8	16	28	11	23	29	14	11	13	6	19	2	5	24	28	10	8	34	23	29	18	1	8	4	23	11	5	1	1	9	1	3	6
19°00' 19°29'	5	9	5	10	13	18	8	6	8	5	12	2	14	2	9	8	12	3	5	19	19	15	4	12	7	2	4	9	1	10	0	0	1	14	6
19°30' 19°59'	15	19	14	6	9	11	7	10	8	4	14	1	25	6	8	5	14	10	10	14	7	8	8	3	1	2	1	26	5	61	0	0	5	8	6
20°00' 20°29'	18	19	23	11	13	13	18	16	7	15	29	3	15	18	11	16	14	10	23	17	11	4	4	9	9	9	1	0	4	17	1	0	31	9	20
20°30' 20°59'	27	7	14	16	13	22	18	7	11	18	17	34	19	9	28	14	12	22	22	4	3	16	8	8	19	20	9	2	11	0	10	1	25	10	27
21°00' 21°29'	23	11	16	16	13	8	12	11	13	25	6	17	5	32	15	14	9	18	21	4	14	14	20	14	24	30	17	11	26	1	15	27	15	12	25
21°30' 21°59'	3	2	13	7	4	7	5	12	10	8	1	2	1	16	12	5	6	16	7	3	8	3	13	11	8	12	24	8	12	8	27	8	10	9	3
22°00' 22°29'	1	2	6	9	4	6	2	2	4	6	3	0	1	9	5	3	3	7	2	3	13	1	6	10	5	4	5	3	9	0	7	4	8	6	5
22°30' 22°59'	1	0	1	6	3	1	1	1	9	6	3	16	1	2	7	7	1	3	1	1	2	3	13	12	14	16	12	12	24	0	33	14	2	9	2
23°00' 23°29'	0	0	1	0	0	1	5	3	10	1	1	13	0	3	1	4	0	1	1	0	1	4	3	7	2	0	1	18	4	2	5	22	3	15	0
23°30' 23°59'	1	1	0	2	0	1	1	2	6	1	1	6	0	1	0	1	0	1	0	0	0	2	2	13	2	0	2	0	0	0	2	15	0	5	0
Zona centro norte																																			
24°00' 24°29'	62	0	16	19	0	49	0	0	28	47	3	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	13	8	0	0	0	0	1	0	4	5	0	18	0
24°30' 24°59'	0	0	36	29	5	0	21	0	3	10	5	0	0	11	15	0	1	0	0	0	0	0	10	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	32	0
25°00' 25°29'	0	0	45	14	5	22	22	8	18	20	12	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
25°30' 25°59'	0	0	0	11	10	1	31	0	6	6	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26°00' 26°29'	0	0	0	1	36	0	6	64	3	6	22	22	4	12	7	0	0	5	2	1	0	3	1	4	1	0	1	7	0	8	6	42	3	1	2
26°30' 26°59'	0	0	0	6	3	0	5	1	1	1	5	0	8	7	23	0	3	26	4	8	0	15	5	11	25	23	8	5	20	26	44	37	13	2	28
27°00' 27°29'	0	0	0	4	20	1	0	9	16	3	22	4	20	27	1	0	0	18	54	7	1	28	14	43	61	44	59	82	60	35	29	6	16	8	56
27°30' 27°59'	0	0	0	4	0	0	6	0	4	0	2	1	0	0	2	1	3	37	25	0	0	5	0	0	9	2	15	2	2	4	2	1	38	3	2
28°00' 28°29'	0	0	0	4	5	0	0	0	3	0	1	6	41	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11	0	0
28°30' 28°59'	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
29°00' 29°29'	23	100	3	5	15	14	4	11	5	6	7	38	16	10	20	42	12	1	9	3	2	25	0	1	0	2	0	0	1	0	0	1	0	4	0
29°30' 29°59'	11	0	0	2	2	3	2	0	11	0	0	3	1	3	2	12	42	4	5	24	13	8	20	9	1	1	2	0	3	6	5	5	15	14	2
30°00' 30°29'	4	0	0	0	0	10	4	6	0	1	3	5	2	27	3	33	30	6	0	20	78	10	34	19	2	27	7	2	10	21	5	3	4	4	9
30°30' 30°59'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31°00' 31°29'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	15	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	3	0	0	0	0
31°30' 31°59'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	11	11	0	1	0	37	5	0	1	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	1	0

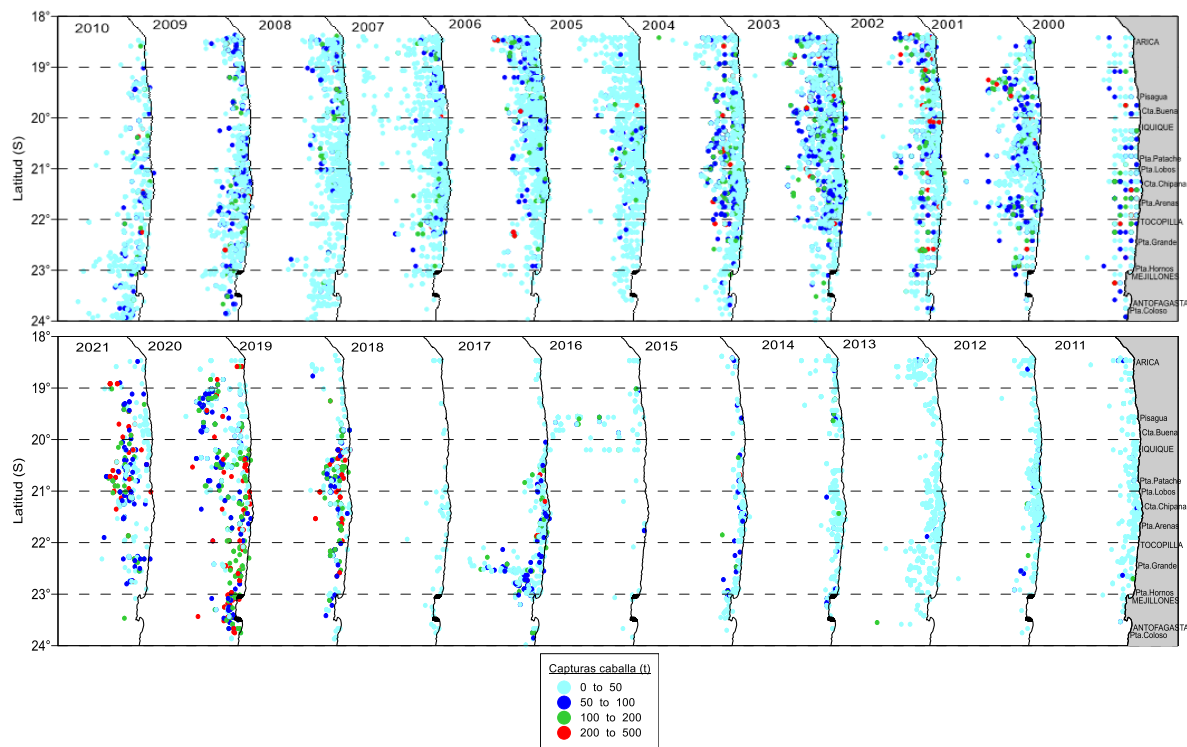


Figura 71. Evolución anual de las capturas de caballa en la zona norte, años 2000 a 2021.

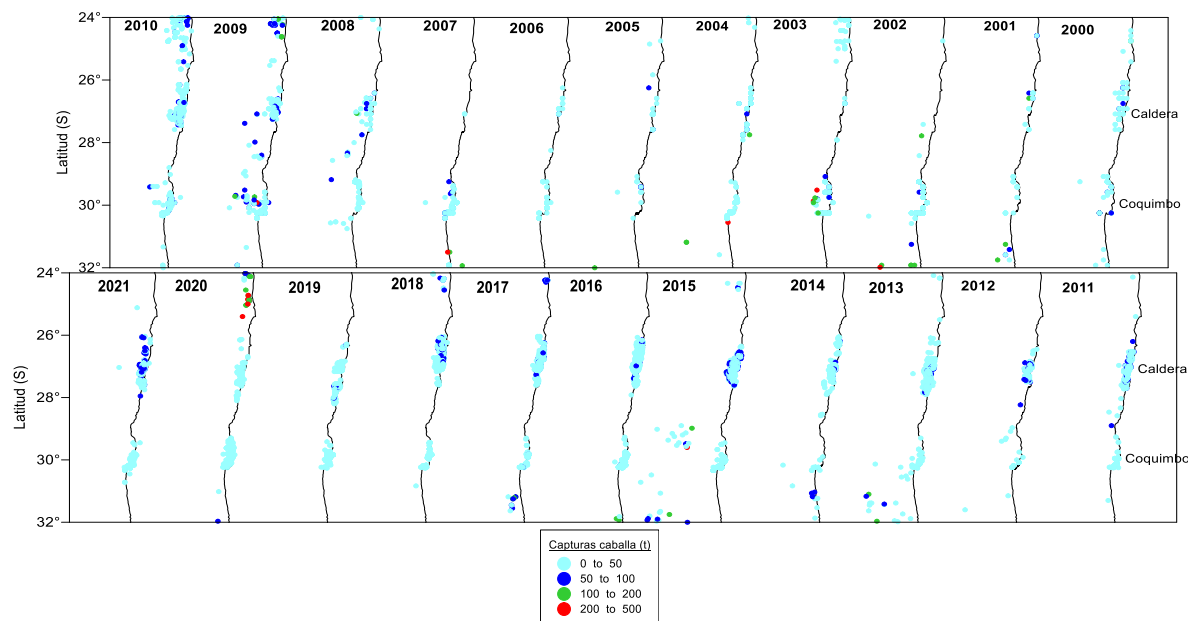


Figura 72. Evolución anual de las capturas de caballa en la zona centro norte, años 2000 a 2021.

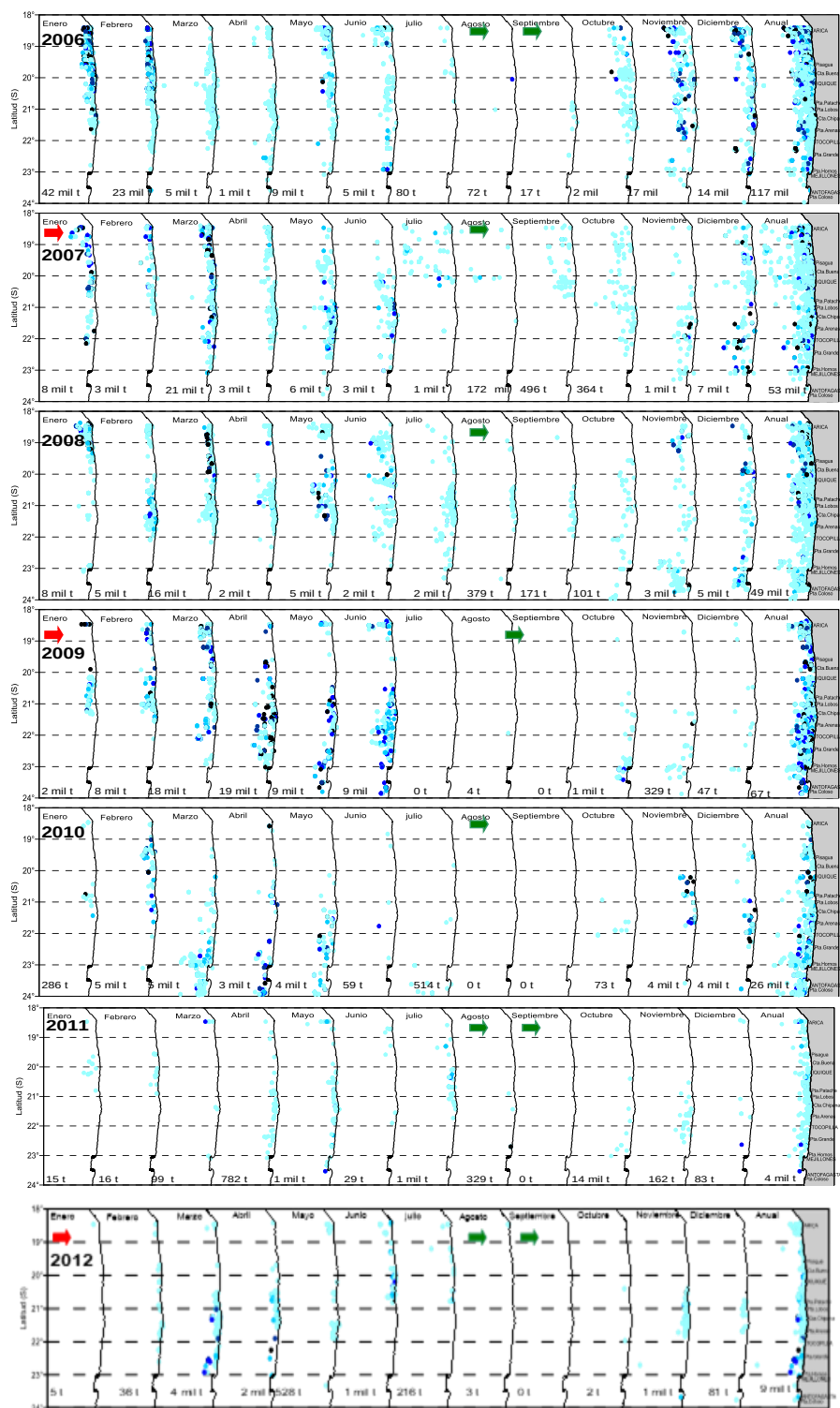


Figura 73. Evolución mensual de las capturas por viaje de caballa en la zona norte, años 2006-2011. (Las flechas rojas indican vedas de reclutamiento y las verdes vedas reproductivas que afectaron a la anchoveta).

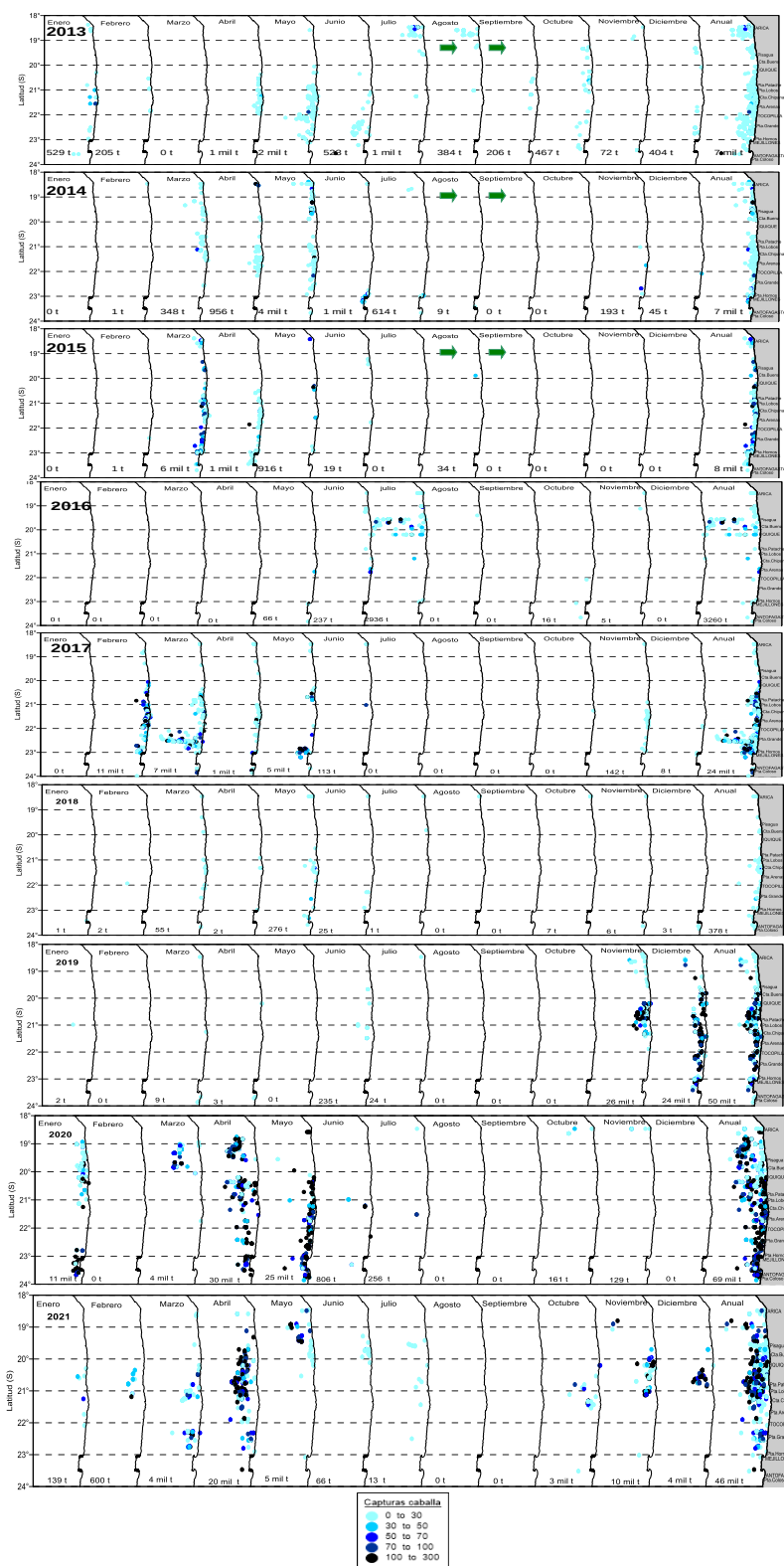


Figura 74. Evoluci3n mensual de las capturas por viaje de caballa en la zona norte, a1os 2013-2021.

3. Indicadores biológicos

Estructura de talla (Anexo 2)

El recurso caballa presenta en la zona norte dos grupos de tallas, entre 17 a 28 cm y mayor a 30 cm. A partir del 2010 se registra escasa presencia de caballa en las capturas predominando el grupo entre 16 y 29 cm. En general, en la zona norte la talla media de caballa se ha mantenido bajo la talla referencial (29 cm), salvo entre 1990 y 1996, entre 2006 y 2010. Los últimos tres años se observa tallas medias por sobre la tendencia histórica en la serie analizada (**Figura 75** y **Figura 76**). En la zona centro norte, se reporto escasa información para determinar un patron en realización a los grupos dominantes, se observó predominio del grupo mayor a 30 cm, principalmente posterior al 2013. En relación a la talla media de caballa en la zona centro norte, este reporto valores por sobre la talla referencia (29 cm LH). Destacando antes del 2014, tallas medias cercanas a la talla referencial en torno a los 30,5 cm antes del 2014 y un rango entre 17 y 44 cm. Después 2015, la talla media aumenta cerca de 3 cm, con tallas sobre a los 33,5 cm y un rango entre 11 y 42 cm (**Figura 76**).

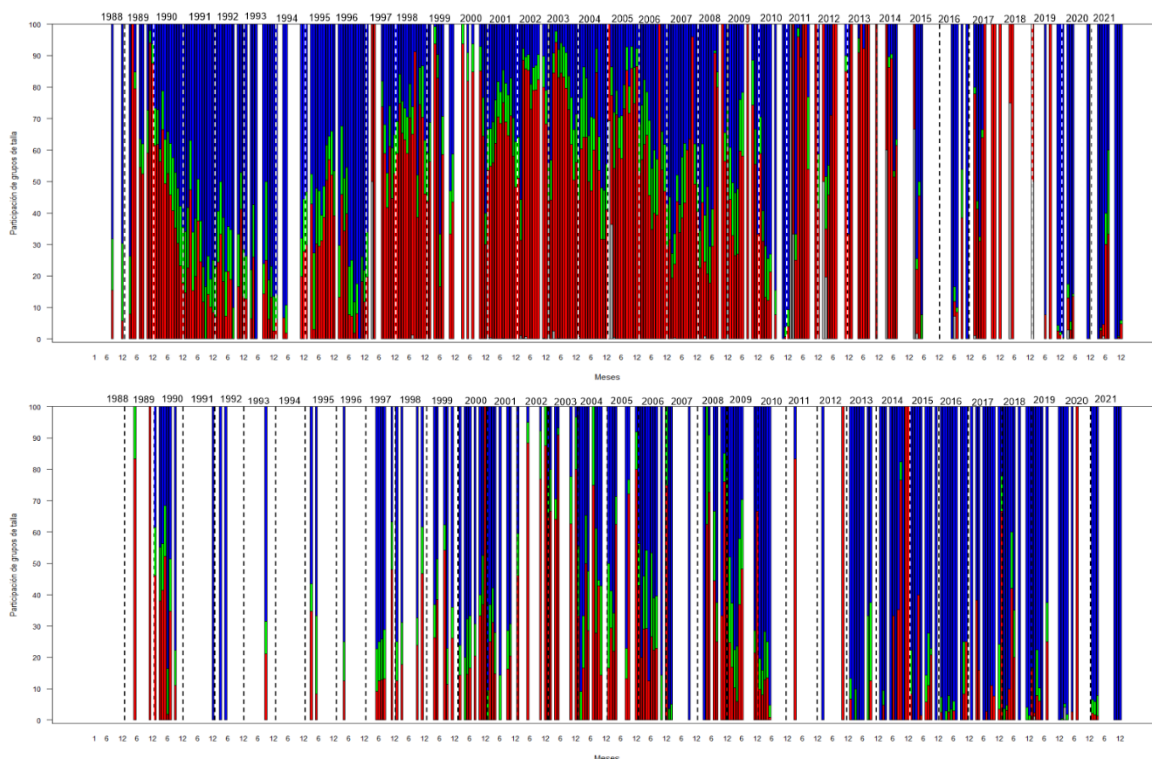


Figura 75. Proporción mensual de caballa, por grupo de tamaño entre 1988 y 2021. Grupo de longitud ≤ 16 cm (gris), grupo entre 17 a 28 cm (rojo), grupo 29 a 30 cm (verde) y el grupo >30 cm (azul). Zona norte (panel superior) y centro norte (panel inferior).

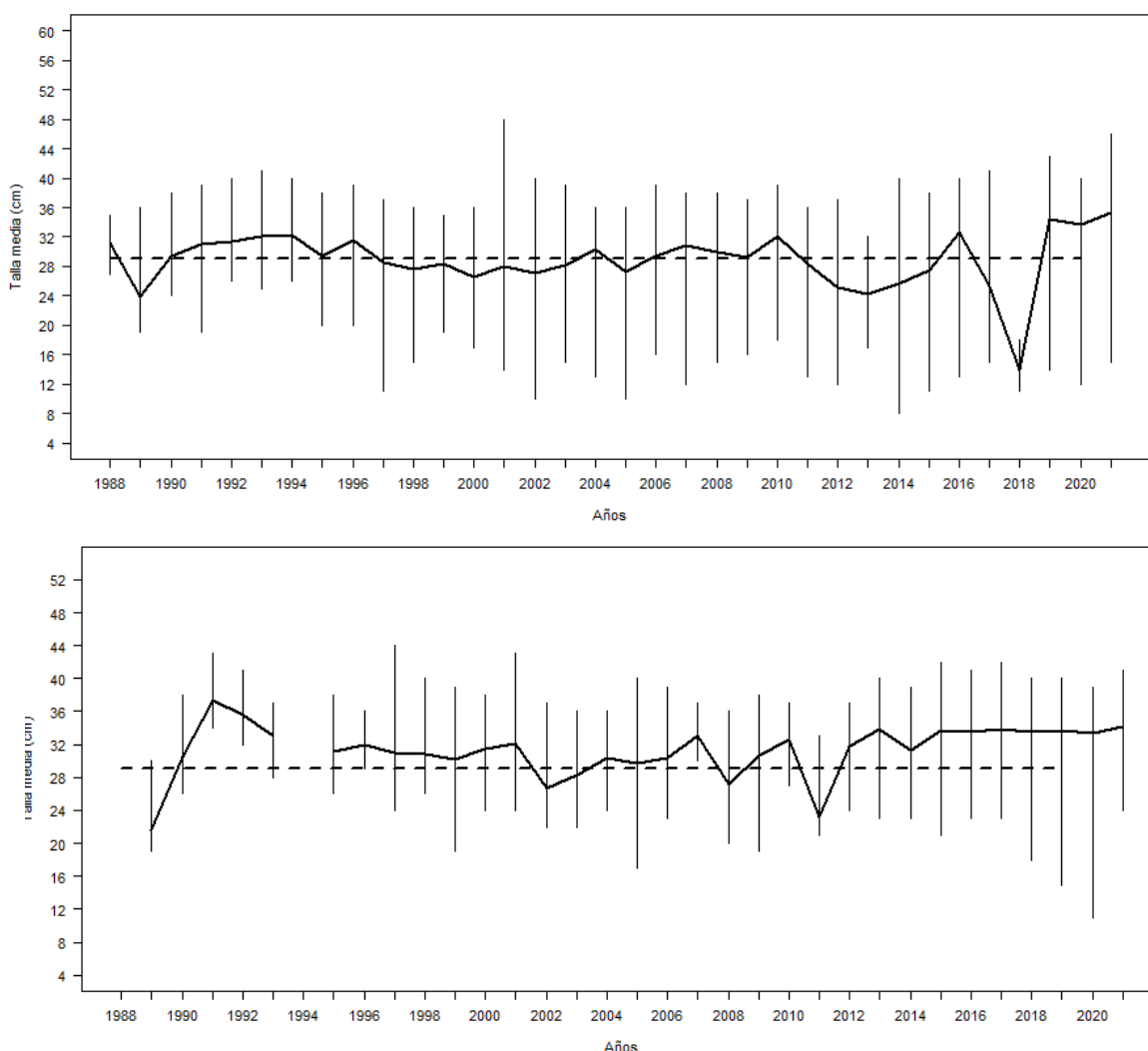


Figura 76. Talla media de la caballa entre 1988 y 2021. Zona norte (panel superior) y centro norte (panel inferior).

Durante el 2020 la distribución de tallas de la caballa en la zona Arica-Antofagasta proviene de la flota industrial y se dispuso de muestras en enero y de marzo a mayo, meses en que la flota concentró las capturas. La distribución de tallas estuvo acotada en ejemplares de 24 a 46 cm, concentrando el 72% de éstos entre 34 y 37 cm (**Figura 77** y **Figura 78**). En el 2020 el rango de tallas osciló entre 24 a 40 cm, concentrando el 71% de éstos entre 32 y 36 cm. Las estructuras mensuales de caballa entre 2020 y 2021, mostraron modas entre 33 y 35 cm el primer semestre, con una entrada de caballas entre 24 y 28 cm los meses de mayo y junio. El segundo semestre las tallas modales son mayores entre 36 y 37 cm.

En la zona de Caldera la distribución de tallas estuvo conformada por un grupo reducido, entre los 29 a 41 cm, mayoritariamente centrado en longitudes entre 33 y 36 cm LH que agrupa el 70%, con moda en 34 cm (20%). Esta amplitud de tallas es similar a lo observado en el año 2020 donde el

rango fue de 30 a 38 cm con moda en los 33 cm (33%). (**Figura 78**). En la zona de Coquimbo la distribución fue unimodal con disponibilidad de muestras en el primer trimestre, meses que concentraron las capturas. El rango de tallas de la caballa fluctuó de 24 a 41 cm, con moda principal en 35 cm (23%). Esta amplitud de tallas es similar a lo observado en el año 2020 donde el rango fue de 30 a 39 cm con moda en los 34 cm (31%).

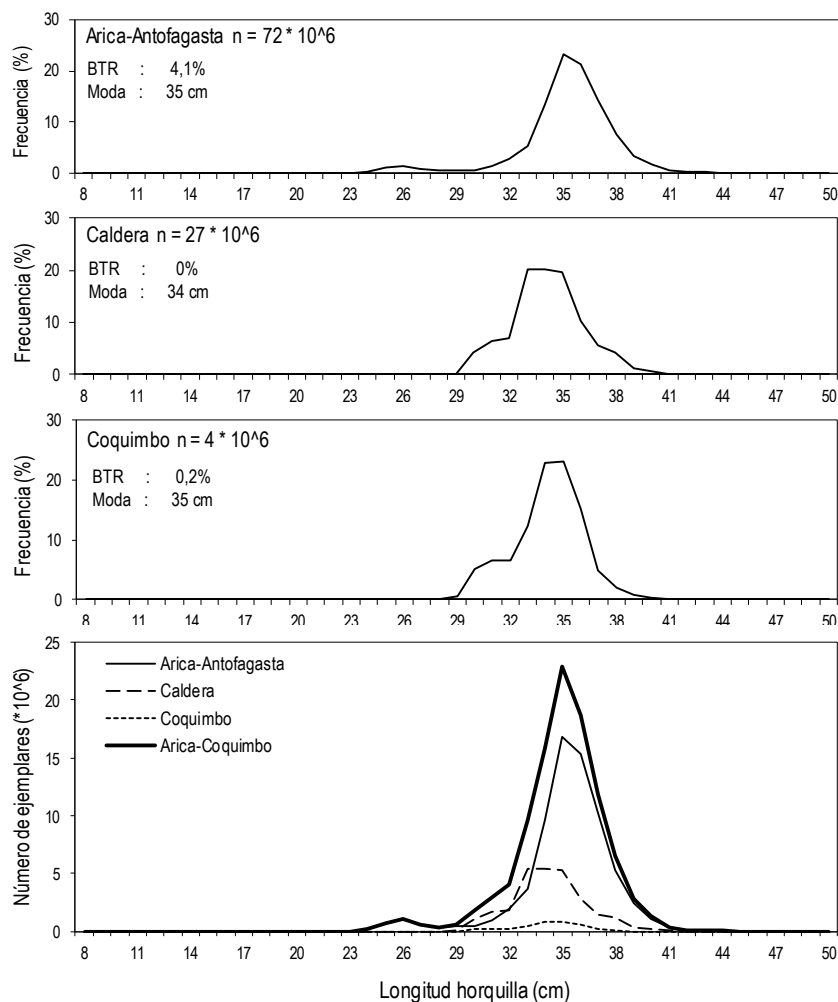


Figura 77. Captura en número de caballa según tallas, zona Arica-Coquimbo. Flota total, año 2021.

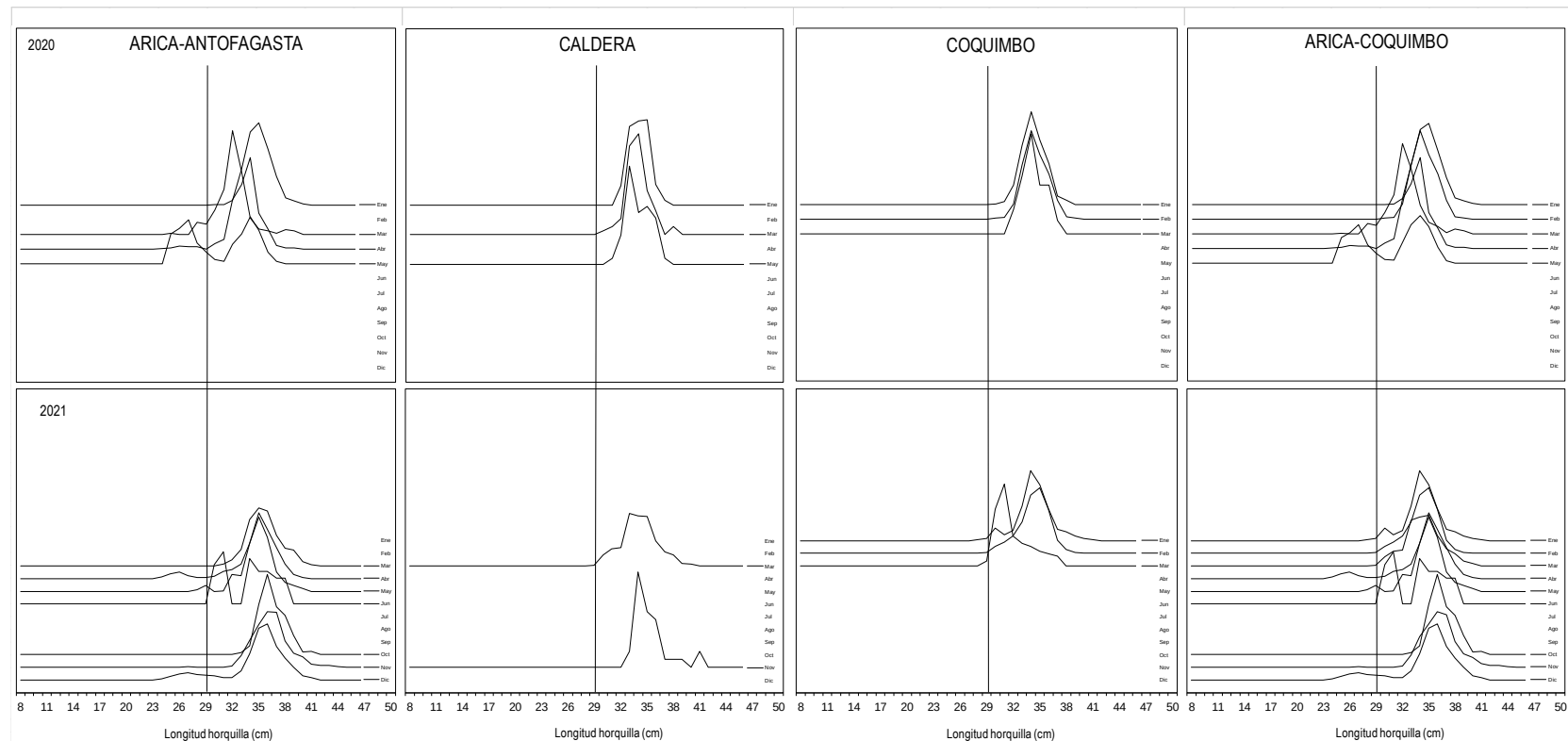


Figura 78. Distribución de frecuencias de longitudes en las capturas de caballa, zona Arica-Coquimbo. Flota total, años 2019 y 2021.



4. Aspectos reproductivos (Anexo 6)

El patrón reproductivo a través del IGS para la caballa, presentó entre 1990 y 1999 máximos IGS en verano, disminuyendo con mínimos en mayo y julio marcando un periodo de reposo y entre agosto y diciembre periodo de desove con los mayores valores de IGS. Posterior al 2000, la actividad reproductiva de la caballa mostró una menor intensidad, con un reposo reproductivo más largo hasta septiembre marcando un desfase de dos meses en el inicio de la mayor actividad reproductiva (**Figura 79 a y Figura 80 a**). En el largo plazo se observa una tendencia decreciente entre 1990 hasta el año 2008, posteriormente a este año, los valores entregados responden al patrón antes mencionado, evidenciando un periodo estival del 2021, menores valores a los registrados en veranos pasados, sin embargo, es importante mencionar que, dada la falta de capturas de caballa en ciertas épocas del año, no se cuenta con la serie anual completa (**Figura 79 a**).

La tendencia estacional del factor de condición para la caballa mostró entre 1990 y 1999 una tendencia negativa entre enero y junio, posteriormente se observó un aumento en los valores alcanzando valores 1.37. Posterior al 2000 el patrón es similar destacando que los menores valores se mantienen hasta julio aumentando desde agosto (**Figura 79 b y Figura 80b**). En el largo plazo se estimaron entre 1990 y 2008 tres puntos de quiebre 1994, 1997 y 2000, destacando para el primer y tercer periodo una tendencia creciente, en tanto el segundo periodo muestra una leve tendencia decreciente debido a El Niño 1997/98, el periodo entre 2000 al 2008 muestra una tendencia del factor de condición en torno a valores a 1,2, condición que entre el periodo 2008-2014 se registra con valores <1,2, sin embargo, a partir del 2015 se observa una tendencia al aumento, alcanzando en el 2021 valores mayores a 1.3 similar a lo registrado en la década de los 90' (**Figura 79 b**).

El peso medio de la caballa presentó entre 1990 y 1999, mayores pesos el primer semestre en relación al segundo semestre. Posterior al 2000, la caballa presentó mayores pesos con una tendencia a disminuir desde enero hasta julio-agosto, seguido de un aumento en el peso hasta diciembre (**Figura 79 c y Figura 80c**). En el largo plazo, el peso medio de caballa registró entre 1990 y 2008 tres puntos de quiebre 1994, 1997 y 2000, destacando una tendencia creciente durante todos los periodos marcando los puntos de quiebre una baja en los pesos medios (**Figura 79 c**).

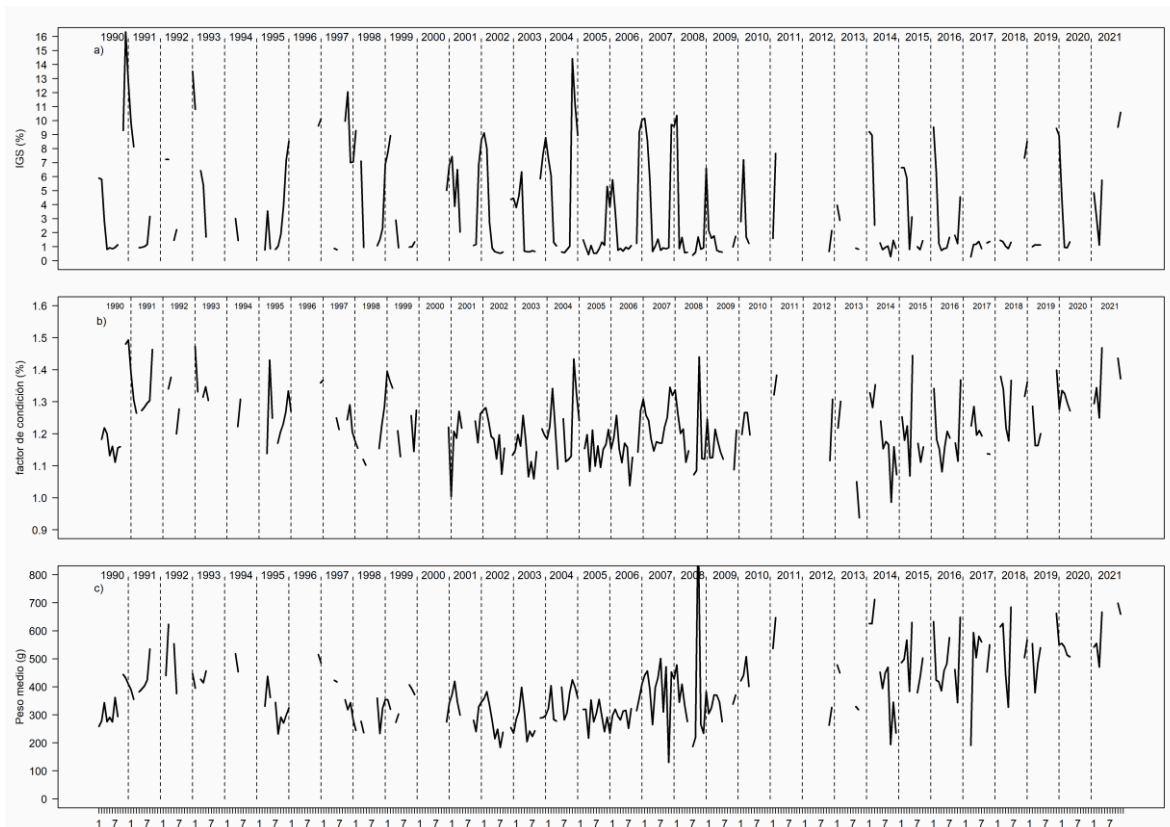


Figura 79. Serie de los indicadores biológicos de la caballa obtenidos en la zona Arica-Coquimbo, flota total. Años 1990 a 2021. a) Índice gonadosomático, b) factor de condición y c) peso medio.

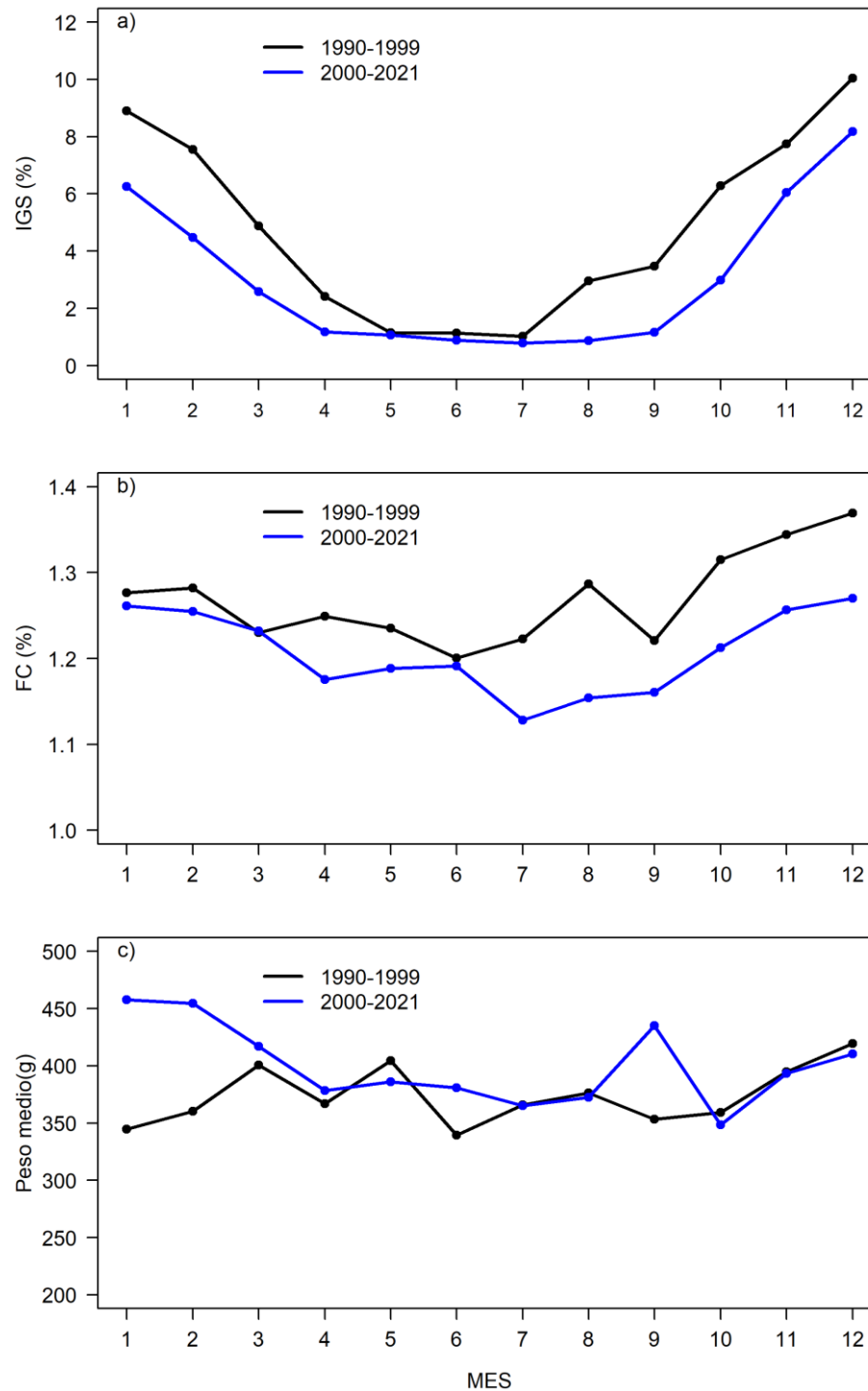


Figura 80. Evolución mensual de los indicadores biológicos de caballa obtenidos en la zona norte y entro norte, flota total. Años 1990 a 2021. a) Índice gonadosomático, b) factor de condición y c) peso medio.



4.3 Objetivos específico 3.2.3. *Caracterizar y analizar la fauna acompañante, captura incidental y sus aspectos ambientales y oceanográficos asociados a estas pesquerías, a través de la estimación de indicadores y sus variaciones espacio-temporales.*

A lo largo de la costa chilena, la inyección de nutrientes desde aguas profundas hacia aguas superficiales a través de los eventos de surgencia resulta en alta producción primaria; lo que promueve al zooplancton y la producción de peces sobre extensas áreas, lo que, a su vez, sostiene niveles tróficos superiores, incluyendo grandes poblaciones de aves y mamíferos marinos (Thiel *et al.* 2007). Esto ha permitido el desarrollo de una actividad pesquera enfocada en pequeños peces pelágicos, la cual suele atraer otros animales que se acercan para alimentarse de la captura y terminan siendo capturados por los artes y/o aparejos de pesca. Esto se conoce como captura incidental, la cual conforme a la legislación chilena (Ley 20.625, Art. 2) es definida como aquella conformada por especies que no son parte de la fauna acompañante y que están constituida por reptiles marinos, aves marinas y mamíferos marinos, situación que actualmente constituye una amenaza para una adecuada administración de las pesquerías.

A nivel mundial se ha visto que a medida que la actividad pesquera aumenta, también lo hace la interacción con grupos de animales como mamíferos marinos (Szteren & Paez 2002). En Chile se reporta que el lobo común es la única especie que causa daños durante las operaciones de pesca (Oliva *et al.* 2003), el cual ha aprendido a seguir a las embarcaciones (Huckstadt & Antezana, 2003; Northridge & Hofman, 1999). Otros estudios como el realizado por Wickens en el año 1995 indican que las interacciones entre mamíferos y la pesquería pueden ser de dos tipos: (1) biológicas, en la que tanto pescadores como mamíferos compiten por un mismo recurso, y (2) operacionales, en la que los mamíferos son considerados perjudiciales para las actividades pesqueras, tales como enmalle en redes, rotura de paños de redes y lentitud en el virado de la red.

Las aves marinas por su parte, son un grupo que suele alimentarse de crustáceos, moluscos y peces, lo que les permite ubicarse, junto con los mamíferos marinos, en los niveles superiores de las cadenas tróficas en el ambiente marino. Esto las convierte en un componente clave de los ecosistemas pelágicos como indicadores del estado de conservación tanto de los ecosistemas marinos como de las poblaciones de las presas que consumen (Munilla, 2014, Furness, 1978).

Es así que la evaluación del impacto de una pesquería sobre las poblaciones de mamíferos, aves o tortugas marinas presenta algunos problemas como la dificultad en la evaluación del tamaño poblacional las consecuencias de una tasa de captura incidental relativamente baja e impredecible. Sin embargo, la incapacidad de las poblaciones de delfines de recuperarse puede indicar que existen mortalidades adicionales indirectas causadas por la pesca y los efectos de otros factores que aún no son bien comprendidos (Kelleher, 2008).

En la zona norte los registros de captura incidental a bordo de la flota cerquera industrial comenzaron a registrarse a partir del año 2017, mientras que en la zona centro norte comenzó a recopilarse a partir del año 2018 en el marco del Programa de Seguimiento de las principales

pesquerías Pelágicas y del Programa de Observadores Científicos con énfasis en un enfoque eco sistémico.

Zona norte (Arica-Antofagasta)

Flota industrial jurel

Durante los viajes comerciales destinados a la captura de la especie objetivo jurel por parte de la flota industrial, en la zona norte, se reportó la captura de 904 animales, agrupados en 3 especies (Tabla 16). El 99% de las capturas estuvieron representadas por el lobo marino común, los cuales estuvieron localizados dentro de las 120 millas de la costa y entre Punta Paloma (18°32'S) hasta Paposo (25°02'S) (Figura 81). Los ejemplares de lobo marino común muertos se localizaron frente a punta Chomache (21°08'S) y frente a Isla Guamán (23°33'S).

Tabla 16. Captura y mortalidad incidental por especie en la flota cerquera industrial que operó sobre el recurso jurel, en la zona norte. Datos provenientes del registro de observadores científicos sobre 720 lances de pesca comerciales durante el periodo 2017-2021.

Nombre común	Nombre Científico	Captura	Muertos	Mort (%)	CIP	CV _{CIP}	MIP	CV _{MIP}
Lobo Marino Común	<i>Otaria flavescens</i>	902	3	0,3	1,25	296	0,004	1999
Calderón	<i>Globicephala</i> sp	1	0	0	0,001	2683	0	
Lobo fino austral	<i>Arctocephalus australis</i>	1	0	0	0,001	2683	0	

Mort (%) = Mortalidad = Número de animales muertos/Número de animales capturados.

Captura Incidental Promedio (CIP) = Número de animales capturados/Número de lances observados.

Coefficiente de Variación Captura Incidental Promedio (CV_{CIP}).

Mortalidad Incidental Promedio (MIP) = Número de animales muertos/Número de lances observados.

Coefficiente de Variación Mortalidad Incidental Promedio (CV_{MIP}).

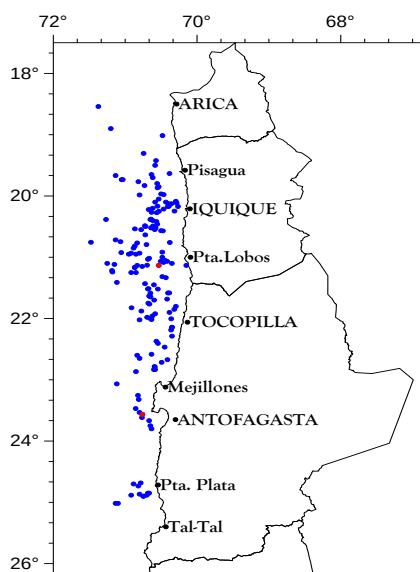


Figura 81. Distribución espacial de los lances con registro de captura (azul) y mortalidad incidental (rojo) de mamíferos marinos realizados por la flota industrial de jurel, en la zona norte, durante el periodo 2017-2021.



Por tipo de pesquería

El análisis por tipo de pesquería presentó diferencias significativas solo para el grupo de aves marinas, donde la mayor la captura de este grupo se observó en la flota industrial-anchoveta, sin reportes de captura en la flota industrial-jurel. En el grupo de mamíferos marinos se reportan capturas en todas las pesquerías y cuyas mayores tasas de captura incidental se observaron en la flota industrial-jurel. Respecto a reptiles marinos se reportan capturas solo para la pesquería artesanal e industrial cuya especie objetivo era anchoveta (**Tabla 17**).

Tabla 17. Captura incidental promedio por grupo de especie ($\pm$ desviación estándar) por tipo de pesquería en la flota cerquera que operó entre las regiones de AyP y Antof. Datos provenientes del registro de observadores científicos en el periodo 2017-2021. Valores P indican resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis usada para comparar tasas de captura entre pesquerías.

Grupo de especies	Pesquería			Valor P
	Anchoveta artesanal	Industrial anchoveta	Industrial jurel	
Mamíferos marinos	0,9 $\pm$ (3,0)	1,5 $\pm$ (5,1)	1,3 $\pm$ (3,7)	0,275
Aves costeras	0,4 $\pm$ (7,0)	0,2 $\pm$ (5,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	< 2,2E-16*
Procelariformes	0,01 $\pm$ (0,2)	0,1 $\pm$ (5,1)	0,0 $\pm$ (0,0)	
Reptiles marinos	0,001 $\pm$ (0,03)	0,002 $\pm$ (0,04)	0,0 $\pm$ (0,0)	

(*) Diferencias significativas

Análisis interanual

El análisis interanual de la captura incidental promedio para las pesquerías que operaron entre la región de AyP a ANTOF, arrojó diferencias significativas en las capturas de mamíferos marinos para todas las pesquerías y cuyas mayores capturas ocurrieron durante el año 2019 en la pesquería Industrial de anchoveta y jurel, mientras que las mayores capturas observadas en la pesquería artesanal de anchoveta ocurrieron el año 2021. En el grupo de las aves costeras se observaron diferencias significativas solo en la pesquería industrial de anchoveta cuyas mayores capturas ocurrieron el año 2020. En el grupo de los procelariformes se observaron diferencias significativas en la pesquería artesanal e industrial de anchoveta con mayores capturas durante el año 2019 y 2017 respectivamente. En el grupo de los reptiles marinos solo se observaron diferencias significativas en las capturas ocurridas en la pesquería industrial de anchoveta, la cual fue superior en el año 2018 (**Tabla 18**).



Tabla 18. Captura incidental promedio por grupo de especie ($\pm$ desviación estándar) entre años de estudio, en la flota cerquera que operó entre la Región de AyP y ANTOF. Datos provenientes del registro de observadores científicos en el periodo 2017 - 2021. Valores P indican resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis para comparar las capturas promedio entre los diferentes años. (AA: Artesanal Anchoveta, IA: Industrial Anchoveta, IJ: Industrial Jurel)

Pesquería	Grupo de especies	Año					Valor P
		2017	2018	2019	2020	2021	
AA	Mamíferos marinos	0,9 $\pm$ (2,7)	1,0 $\pm$ (3,3)	1,0 $\pm$ (2,5)	0,6 $\pm$ (2,1)	1,2 $\pm$ (4,2)	0,037*
IA		0,5 $\pm$ (2,3)	0,9 $\pm$ (2,6)	2,7 $\pm$ (7,9)	1,8 $\pm$ (3,7)	1,9 $\pm$ (7,2)	< 2,2E-16*
IJ		0,05 $\pm$ (0,3)	0,0 $\pm$ (0,0)	2,5 $\pm$ (6,6)	2,3 $\pm$ (3,7)	0,6 $\pm$ (1,7)	< 2,2E-16*
AA	Aves costeras	1,6 $\pm$ (15,9)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,03 $\pm$ (0,2)	0,1 $\pm$ (0,8)	1,1 $\pm$ (1,9)	0,067
IA		1,1 $\pm$ (2,0)	0,01 $\pm$ (0,1)	0,1 $\pm$ (1,3)	1,2 $\pm$ (16,0)	0,02 $\pm$ (0,1)	0,001*
IJ		0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	--
AA	Procelariformes	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,04 $\pm$ (0,4)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,009*
IA		0,6 $\pm$ (10,2)	0,03 $\pm$ (0,6)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	< 2,2E-16*
IJ		0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	--
AA	Reptiles marinos	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,01 $\pm$ (0,07)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,147
IA		0,001 $\pm$ (0,03)	0,01 $\pm$ (0,07)	0,001 $\pm$ (0,03)	0,003 $\pm$ (0,05)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,001*
IJ		0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	--

(*) Diferencias significativas

Zona centro norte (Caldera-Coquimbo)

Flota artesanal jurel

En la flota artesanal que operó sobre el recurso jurel, en la zona centro norte se reportó la captura incidental de 101 animales (**Tabla 19**), donde los mamíferos marinos representaron el 94% de las capturas y el 6% restante a aves marinas costeras. El 75% de los mamíferos (lobo marino común) fueron capturados en la región de Coquimbo (**Figura 82A**) y sin registros de mortalidad. La captura de aves estuvo representada por dos especies, observándose mortalidad solo para el pelicano en la región de Coquimbo (**Figura 82B**).

Tabla 19. Captura y mortalidad incidental por especie en la flota cerquera artesanal que operó sobre el recurso jurel, en la zona centro norte. Datos provenientes del registro de observadores científicos sobre 153 lances de pesca comerciales durante el periodo 2017-2020.

Nombre común	Nombre Científico	Captura	Muertos	Mort (%)	CIP	CV _{CIP}	MIP	CV _{MIP}
Lobo Marino Común	<i>Otaria flavescens</i>	95	0	0	0,62	300		
Pelicano peruano	<i>Pelecanus thagus</i>	5	5	100	0,03	1237	0,033	1237
Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i>	1	0	100	0,01	1237		

Mort (%) = Mortalidad = Número de animales muertos/Número de animales capturados.

Captura Incidental Promedio (CIP) = Número de animales capturados/Número de lances observados.

Coefficiente de Variación Captura Incidental Promedio (CV_{CIP}).

Mortalidad Incidental Promedio (MIP) = Número de animales muertos/Número de lances observados.

Coefficiente de Variación Mortalidad Incidental Promedio (CV_{MIP}).

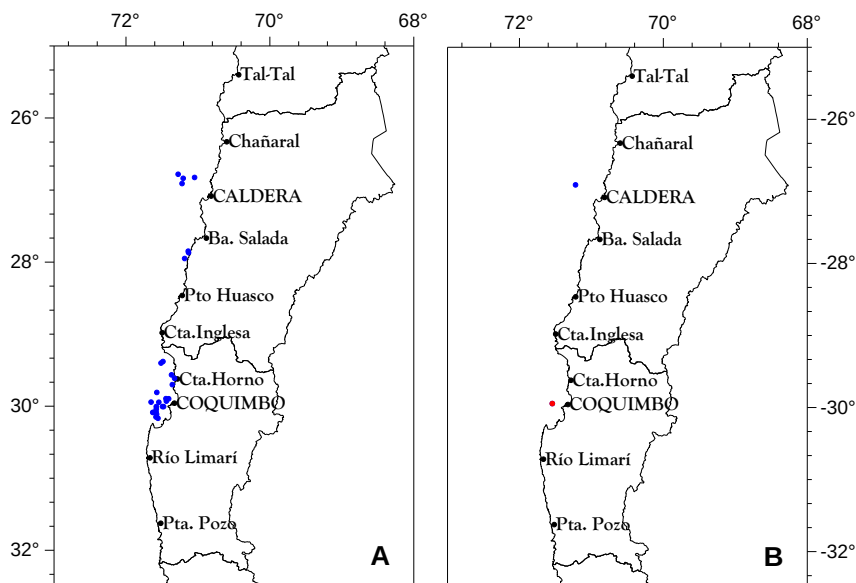


Figura 82. Distribución espacial de los lances con registro de captura (azul) y mortalidad incidental (rojo) realizados por la flota artesanal de jurel, en la zona centro norte, durante el periodo 2018-2021. A) Mamíferos marinos, B) Aves marinas costeras.

Análisis interanual

El análisis interanual de la captura incidental promedio mostró que las mayores capturas de mamíferos marinos ocurrieron en los años 2020 y 2021 sin arrojar diferencias significativas en las capturas, mientras que la captura de aves costeras solo se observó en el año 2021 y sin arrojar diferencias significativas. (**Tabla 20**).

Tabla 20. Captura incidental promedio por grupo de especie ($\pm$ desviación estándar) entre años de estudio, en la flota cerquera artesanal que operó sobre el recurso jurel entre la Región ATCMA y COQ. Datos provenientes del registro de observadores científicos en el periodo 2018 - 2021. Valores P indican resultados de la Prueba de Kruskal - Wallis para comparar las tasas de captura entre años.

Grupo de especies	Año				valor P
	2018	2019	2020	2021	
Mamíferos marinos	0,0 $\pm$ (0,0)	0,4 $\pm$ (1,5)	0,7 $\pm$ (1,3)	0,7 $\pm$ (2,4)	0,306
Aves marinas costeras	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,0 $\pm$ (0,0)	0,05 $\pm$ (0,3)	0,373

(*) Diferencias significativas



Análisis estacional

El análisis estacional mostró que las capturas tanto de mamíferos marinos como de aves costeras se concentraron en el periodo primavera-verano, siendo superior en ambos casos durante el verano, sin observar diferencias significativas y sin reportes de captura en otoño-invierno (**Tabla 21**).

Tabla 21. Captura incidental promedio (+ desviación estándar), en la flota cerquera artesanal que operó sobre el recurso jurel entre las regiones de ATCMA - COQ. Datos provenientes del registro de observadores científicos en el periodo 2018 - 2021. Valores P son el resultado de la prueba de Kruskal-Wallis usada para comparar la captura entre estaciones.

Grupo de especies	Estación				Valor P
	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	
Mamíferos marinos	0,7 ± (2,1)	0,0 ± (0,0)	0,0 ± (0,0)	0,4 ± (1,1)	0,333
Aves marinas costeras	0,05 ± (0,5)	0,0 ± (0,0)	0,0 ± (0,0)	0,03 ± (0,2)	0,697

(*) Diferencias significativas

Registro de incidencia de fauna acompañante

Pesquería Industrial de jurel Zona Norte

Durante el periodo 2017-2021, se reportó la captura de 17 especies y 3 grupos sin identificar. Los peces teleósteos agruparon el 55% de las especies y el 77% del total de incidencias, donde el bonito, fue la especie con mayor incidencia en este grupo. Los condricios agruparon 5 especies, correspondientes al 16% del total de incidencias donde el tiburón pejezorro representó el 48% de las incidencias de este grupo. Los invertebrados agruparon 3 especies y 1 grupo sin identificar (medusas) y representaron apenas el 7% del total de incidencias. (**Tabla 22**, **Figura 83** y **Figura 84**)



Tabla 22. Listado de especies que componen la fauna acompañante registradas como presencia a bordo de la pesquería industrial de jurel en la zona norte, en el periodo 2017-2021. FI: Frecuencia de Incidencia, FO (%): Frecuencia de ocurrencia. Datos provenientes de 733 lances de pesca.

Pesquería	Grupo	Nombre Científico	Nombre común	FI	FO%
Industrial Jurel Zona norte	Teleósteos	<i>Sarda chiliensis</i>	Bonito	60	8,19
		<i>chiliensis</i>			
		<i>Scomberesox saurus</i>	Agujilla	19	2,59
		--	Pez volador sin identificar	12	1,64
		<i>Seriola lalandi</i>	Vidriola	9	1,23
		<i>Coryphaena hippurus</i>	Dorado de altura	7	0,95
		<i>Mola mola</i>	Pez Luna	6	0,82
		<i>Vinciguerra sp</i>	Pez linterna	5	0,68
		<i>Tetrapturus audax</i>	Marlín rayado	3	0,41
		<i>Xiphias gladius</i>	Pez espada	3	0,41
		<i>Leptonotus blainvillaeus</i>	Pez aguja	3	0,41
		<i>Istiophoridae</i>	Marlín sin identificar	1	0,14
	Condriictios	<i>Alopias vulpinus</i>	Tiburón pejezorro	13	1,77
		<i>Prionace glauca</i>	Tiburón azulejo	9	1,23
		<i>Sphyrna zygaena</i>	Tiburón martillo	3	0,41
		<i>Mustelus mento</i>	Tollo común	1	0,14
		<i>Isirus oxyrinchus</i>	Tiburón marrajo	1	0,14
	Invertebrados	<i>Pleuconcodes monodon</i>	Langostino enano	5	0,68
		Scyphozoa	Medusas	3	0,41
		<i>Dosidicus gigas</i>	Jibia	3	0,41
		<i>Loligo gahi</i>	Calamar	1	0,14

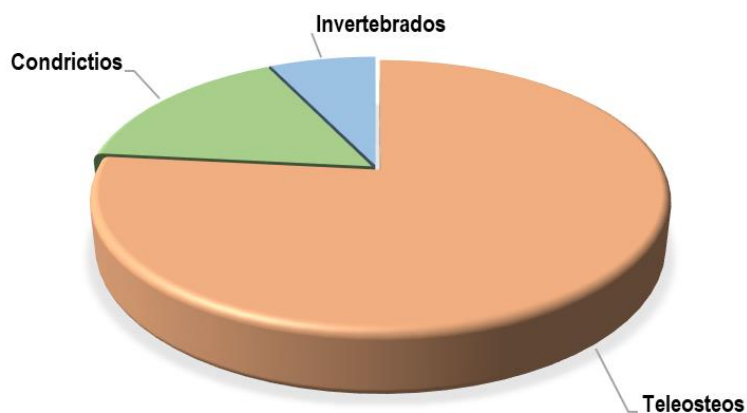


Figura 83. Proporción de la presencia de los grupos que componen la fauna acompañante en la pesquería industrial de jurel norte durante el periodo 2017-2021

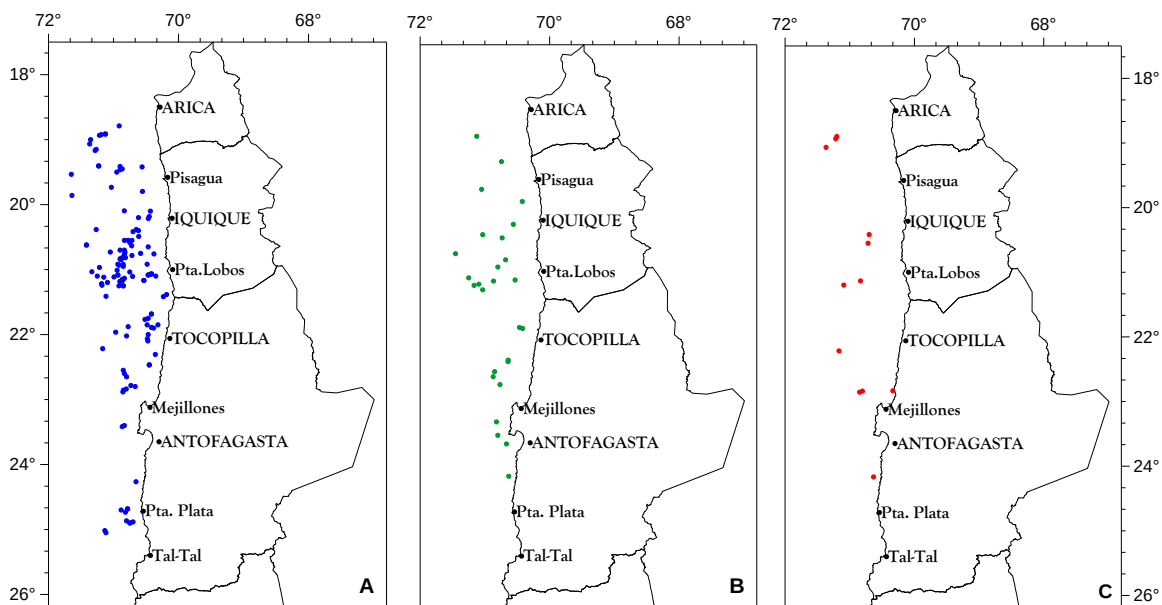


Figura 84. Distribución espacial de los lances con registro de presencia de fauna acompañante a bordo de la pesquería industrial de jurel norte, durante el periodo 2017-2021. A) Teleosteos, B) Condriktios, C) Invertebrados.

Pesquería Artesanal de jurel Zona Centro Norte

En el periodo 2018-2021, se reportó la captura de 3 especies y 1 grupo identificado a nivel de clase. Los peces teleósteos agruparon el 75% de las especies y el 42% del total de presencias, donde la agujilla, fue la especie con mayor presencia en este grupo. Los invertebrados estuvieron compuestos solo por las medusas, quienes representaron el 57% del total de incidencias. Todos los registros fueron observados en la región de Coquimbo (**Tabla 23**, **Figura 85** y **Figura 86**)

Tabla 23. Listado de especies que componen la fauna acompañante registradas como presencia a bordo de la pesquería industrial de jurel centro norte, en el periodo 2018-2021. FI: Frecuencia de Incidencia, FO (%): Frecuencia de ocurrencia. Datos provenientes de 179 lances de pesca.

Pesquería	Grupo	Nombre Científico	Nombre común	FI	FO%
Artesanal Jurel Centro norte	Teleósteos	<i>Scomberesox saurus</i>	Agujilla	7	3,91
		<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>	Bonito	1	0,56
		<i>Odontesthes regia</i>	Pejerrey de mar	1	0,56
	Invertebrados	Scyphozoa	Medusas	12	6,70

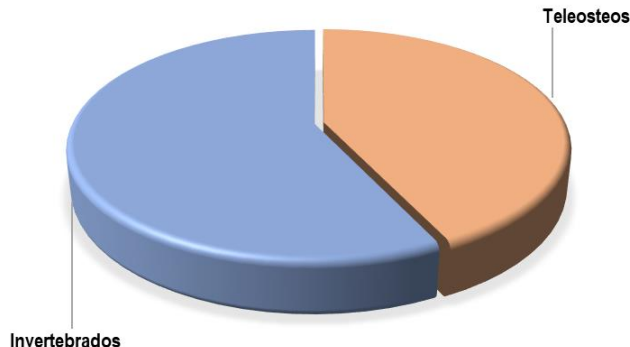


Figura 85. Proporción de la presencia de los grupos que componen la fauna acompañante en la pesquería artesanal de jurel centro norte durante el periodo 2018-2021

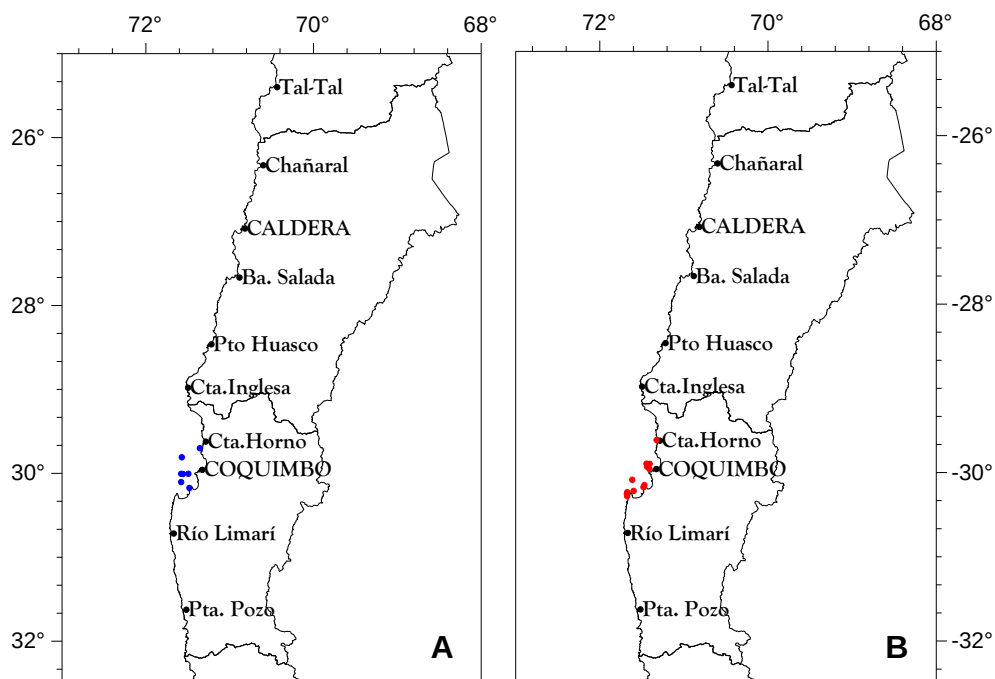


Figura 86. Distribución espacial de los lances con registro de presencia de fauna acompañante a bordo de la pesquería artesanal de jurel centro norte, durante el periodo 2017-2021. A) Teleósteos, B) Invertebrados.



4.4 Objetivos específico 3.2.4. Implementar un Programa de Mejoramiento Continuo de la Calidad de la Asesoría (PMCCA) del programa de Seguimiento de las Pesquerías.

Cabe señalar que IFOP lleva a cabo un proceso de mejora continua de la calidad de la recopilación, almacenamiento y validación de los datos, en las pesquerías pelágicas de la zona norte, siguiendo el respectivo manual de muestreo de pesquerías ((IT-1/PE-7-2), instructivo de trabajo enmarcado en el Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001/2015, cuya acreditación tiene el IFOP, las que contemplan revisiones constantes de los procedimientos de muestreo. En esta línea y con el propósito de avanzar hacia un análisis con enfoque ecosistémico se ha avanzado en la recopilación de las interacciones entre aves, mamíferos y las faenas de pesca, además el registro de las capturas incidentales de éstas. Esta actividad se ha desarrollado en conjunto con el proyecto Descarte para estandarizar los criterios de levantamiento de datos.

El programa de monitoreo para el manejo conlleva la responsabilidad de mantener las líneas de investigación bajo estándares de calidad actualizados y que aseguren el buen uso de los recursos disponibles. A su vez, la administración pesquera exige el diseño de acciones tendientes a identificar oportunidades de mejoras en el proceso de asesoría científica, mediante un análisis integral del proceso, desde la toma del dato hasta la generación del producto. En este camino, se busca la evaluación de pesquerías con “estándar completo” de datos y análisis, lo que desemboca finalmente en un conocimiento de calidad, confiable y seguro. Por tal motivo, el IFOP deberá mantener un proceso de recopilación de datos bajo criterios de mejoramiento continuo y deberá evaluar las mejoras requeridas en la asesoría científica para el manejo.

a) Calidad en la recopilación de datos

El IFOP lleva a cabo un proceso de mejora continua de la calidad en la recopilación, almacenamiento y validación de los datos, que en este proyecto considera el recurso anchoveta y jurel. Este proceso se encuentra certificado actualmente bajo la Norma de Calidad ISO 9001/2015 por ABS Quality Evaluations Inc, desde el año 2006 y el proyecto Seguimiento de las Pesquerías Pelágicas de la zona norte ha implementado paulatinamente este formato a todas las pesquerías monitoreadas en este estudio, estrategia que se mantendrá y potenciará durante los próximos años.

b) Calidad en la asesoría

En el corto plazo se continuará revisando las tareas tendientes a identificar y mejorar algunos aspectos, tanto en la recopilación de información como en la asesoría directa. Para la identificación de los aspectos deficitarios se realizarán reuniones con los técnicos de Subpesca y en lo posible, con investigadores de otros estudios (evaluadores de stock, evaluadores directos e integrantes de los comités científicos), en las que se deberá consensuar una visión general sobre las mejoras requeridas, poniendo énfasis en la obtención de datos e información para que cada pesquería avance a un estado de “estándar completo”, teniendo en consideración el avance hacia un enfoque ecosistémico del manejo.



Desde la perspectiva en la mejora en la colecta de datos y su análisis, las capacitaciones a los observadores científicos, con el fin de perfeccionar y avanzar en las capacidades de recopilación de información a bordo. Esta capacitación consiste en la realización de cursos que abarcan diferentes ámbitos entre la toma del dato y la digitación en la base de datos, actividad que cuenta con una parte teórica y una segunda parte práctica. Además, se realizaron los cursos básicos requeridos por el Reglamento de observadores científicos.

Se continuarán realizando reuniones con Subpesca, de manera de consensuar una visión sobre las mejoras requeridas, poniendo énfasis en la generación de información para alcanzar un “estándar completo” en cada pesquería, incorporando paulatinamente un enfoque ecosistémico. Uno de los aspectos de mejora identificados, tiene relación con el desarrollo de la pesca de investigación del proceso de reproductivo y de reclutamiento de la anchoveta. Además, de estudios de que tienen que ver con recopilación de información en cuanto a diseño y tamaño de muestra a una escala temporal (semanal) que se ajuste a los requerimientos actuales para el manejo, principalmente relacionado con los procesos de reproducción y reclutamiento. En la misma línea se incrementará la presencia a bordo de los observadores científicos tendientes a mejorar la cobertura y oportunidad de muestreo. Todo ello redundará a mediano plazo en mejoras de la data, resultados, precisión y menor incertidumbre para focalizarlos en los estatus modelo basado de la pesquería.

Con la entrega del informe año 2019 se realizó a solicitud de la Subpesca una reestructuración en la entrega de los resultados del informe final, separando por unidad de pesquería: 1) Unidad de pesquería anchoveta y sardina española de la zona norte (Arica-Antofagasta), 2) Unidad de pesquería anchoveta y sardina española de la zona centro norte (Caldera-Coquimbo) y 3) Unidad de pesquería jurel y caballa de la zona norte y centro norte. Además, se incorporó un capítulo de integración de resultados para las dos primeras unidades de pesquería. Este formato se mantendrá e irá mejorando para facilitar el análisis de las pesquerías.

Durante el año 2021 se dio por finalizada la validación y migración de la base de datos histórica a la base institucional.

Durante el año 2020 se implementó el cálculo de las estructuras mensuales ponderadas a la captura en programación R, para disponer de la serie histórica con el propósito de mejorar los análisis internos y poner a disposición de otros equipos que lo requieran.

A partir del 2018 se inició la estandarización metodológica en la recopilación de datos a bordo de las embarcaciones pesqueras entre los programas de seguimiento y descarte de la zona norte. A través de talleres se implementó que los OC de ambos proyectos realicen las mismas actividades con los criterios establecidos. Se contempla continuar con los talleres metodológicos para asegurar la estandarización en la recopilación debido a la rotación de los OC. No obstante, esta actividad se vio afectada por la pandemia, pero parcialmente se logró en algunas zonas.



5. DISCUSIÓN

Un rasgo común de muchos stocks pesqueros alrededor del mundo, es que han sufrido fuertes variaciones poblacionales, en respuesta a una intensa actividad pesquera a lo largo de un periodo de tiempo determinado y a la sucesión de bajos reclutamientos producto de una gran variabilidad en las condiciones medio ambientales (Larkin, 1996). Lo anterior es reflejo de lo que se observa en la población de jurel desde décadas pasadas hasta la actualidad, dado que este recurso se caracteriza por presentar una amplia distribución espacial, la cual depende en su totalidad de las condiciones medio-ambientales físicas que predominan y a la presencia de diferentes masas de agua que restringen su hábitat a un menor o mayor espacio, provocando un desplazamiento de éste, tanto en sentido vertical como horizontal.

Aracena *et al.* (1998) señalan para la zona sur del sector abierto del Pacífico suroriental, que es la principal área de desove del jurel se encuentra delimitada por la isoterma de 16,5°C, cuya posición varía anualmente de 37° a 42°S y entre 80° y 88°O. Otros autores como Bailey (1989), Grechina *et al.* (1994) y Arancibia *et al.* (1995), indican para América del Sur, un área principal de desove que se localiza entre 16° y 40°S por fuera de las 60 millas de la costa. Así mismo, Quiñones *et al.* (1997), Arcos *et al.* (2004), Cubillos *et al.* (2008), menciona la existencia de un fuerte patrón migratorio relacionado a procesos de alimentación y reproducción, con una migración hacia la zona oceánica durante primavera en donde se desarrolla el desove, y una migración hacia la costa durante la época otoñal relacionada con una mayor disponibilidad de alimento en el sector costero. Antecedentes biológicos-pesqueros que refuerza la distribución espacial observada en el presente estudio, donde se registran cambios inter e intra anual en la distribución del jurel, determinándose para la zona norte una distribución que se concentra al norte de los 22°S, en tanto, entre 2009 y 2013, la distribución se desplazó hacia la zona sur entre 21° y 23°S. En la distribución costa-oceano se observó presencia de jurel principalmente fuera de las 20 millas de la costa, con excepción de 2011, 2012, 2014, 2015 y 2017 donde la distribución fue principalmente entre la costa y las 20 millas.

En la zona centro norte se observaron dos focos de concentración, el primero frente a Caldera entre 26°30' y 28°S y frente Coquimbo entre 29°30' y 31°S, destacando un desplazamiento de este último foco hacia el sur después del 2014. Este comportamiento espacial registrado coincide con lo mencionado por Cubillos *et al.* 1998, quienes señalan que el jurel es un recurso que se caracteriza en su vida histórica por presentar un uso diferencial de la costa y hábitat oceánico.

Los análisis de la actividad reproductiva (IGS) obtenidos en el presente informe, reforzaron el hecho histórico de que el jurel en la zona norte registra su periodo principal de desove entre septiembre y enero de cada año, concordando con Leal *et al.* (2013), quienes reportan que el periodo principal de desove de jurel en la costa de Chile se extiende en el mismo periodo. Así mismo concuerda con lo reportado por Aracena *et al.* (1998), Arancibia & Cubillos (1993) y Grechina *et al.* (1998), quienes mencionan que la mayor actividad reproductiva se registró en los meses de primavera-verano con máximos entre octubre y noviembre, extendiéndose hasta enero en aguas costeras y oceánicas frente a Chile. La estructura de talla de jurel, mostró a partir del año 1993 que más del 50% de las capturas se centraron en el grupo ejemplares menores a 26 cm LH, comportamiento que se mantuvo hasta el 2018 con excepción del año 2016 donde este grupo solo represento solo un 15%. A partir



del año 2019 la estructura se centró en jureles de mayores a 26 cm LH, alcanzando los 67 cm LH. Lo anterior, es concordante con descrito por Serra (1991), donde señala que la zona norte de Chile es una zona de crianza para el jurel. Sin embargo, también podría estar relacionado con la operación de la flota industrial, la cual concentra su actividad en la anchoveta recurso que se distribuye principalmente entre la costa y las 20 millas, área donde se reporta jureles de bajas tallas. En este sentido, destacar que a partir del año 1993 más del 60% de las capturas de jurel se concentraron en las primeras 20 millas de la costa coincidiendo con las máximas capturas de anchoveta en el área. Sin embargo, desde 2016, se evidencia un cambio en la distribución de la anchoveta concentrándose en las primeras 10 millas de la costa, sumado a la imposibilidad desde 2019 (octubre) de esta flota para penetrar el área de reserva artesanal y el aumento de ejemplares de juveniles de anchoveta, gatillando un cambio de estrategia de la flota industrial con exploraciones fuera del área costera extrayendo jureles de mayores tallas no registrados en el área. Los jureles de mayores tallas en la zona podrían ser explicado en parte por el accionar más oceánico de la flota como se menciona anteriormente como con condiciones ambientales favorables para su crecimiento.

La caballa es un escómbrido que se acerca a la costa norte principalmente en los períodos de desove (a fines e inicios de año), se extrae como fauna acompañante de la pesquería de jurel y anchoveta, asociado al comportamiento de cardumen de los peces pelágicos, que se agrupan entre especies con tallas y distribución espacial similares. Su captura habitualmente se localiza al oeste de la franja costera de las 20 millas, y se relaciona su presencia con masas de agua de temperaturas superficiales entre 24 y 25°C (<http://www.fishbase.se>). Es importante mencionar que este recurso no esta sujeto a una cuota de captura.

En el 2003 y 2004 se observó su presencia a 40 millas de la costa de Arica, situación que no se registró entre el 2005 y 2008, en donde se encontró el recurso principalmente dentro de las primeras 20 millas (asociada a la anchoveta y jurel) y puntualmente entre las 40 a 70 millas (asociada al jurel), entre el 2009 y 2010 se registró la presencia de caballa en toda el área de estudio, destacando concentraciones <1000 t localizada al norte de la región de Atacama. Entre el 2011-2019 se observaron focos de concentración frente las costas de Caldera y Coquimbo, sin embargo, en los años 2013 -2015 se registra una expansión en su distribución espacial hasta los 32°S. Al respecto Martínez *et al.* (2007), mencionan que este recurso se caracteriza por distribuirse en épocas cálidas en la región centro norte, mientras que en períodos fríos esta se dispersa en pequeños núcleos de concentración localizándose más al sur. En el 2020 las capturas de caballa en la zona norte presentaron una amplia distribución espacial costa- océano similar a los registrado en el 2003 alcanzando las 3 mil t. Mientras que en la zona centro norte las mayores capturas se focalizaron en el sector norte de la bahía de Caldera y frente a la bahía de Coquimbo presentando capturas menores que el 2019.

La actividad extractiva enfocada en la captura de jurel presenta algunas diferencias respecto a la pesquería de anchoveta. Estas diferencias radican en que estos recursos presentan dinámicas poblacionales distintas, ya sea en ámbitos reproductivos, migratorios y de forrajeo, lo que determina, a su vez, una mayor o menor disponibilidad en sus capturas en determinados periodos del año. En este sentido, el jurel posee una distribución más oceánica que la anchoveta, debido a su naturaleza migratoria (Serra, 1991). De esta manera se observa que los lances dirigidos a jurel poseen una



mayor cobertura espacial en la zona norte, tanto a nivel latitudinal (hasta 25°28'S) como longitudinal (hasta 120 millas) que los dirigidos a anchoveta (hasta 90 millas de la costa y 24°54'S). Sin embargo, esta diferencia en las distribuciones no es evidente en la zona centro-norte, donde jurel y anchoveta muestran el mismo patrón de distribución espacial. Además, se aprecia una marcada estacionalidad en sus capturas, donde el 75% y el 90% de los lances registrados a bordo se efectuaron durante el periodo primavera-verano en la zona norte y centro norte, respectivamente, periodo que coincide con las mayores capturas. Esto se reflejó en que las capturas incidentales de mamíferos marinos se concentraron durante la primavera, tanto en la pesquería industrial norte y artesanal centro norte.

En la pesquería industrial de jurel de la zona norte, el único grupo de animales capturados incidentalmente fueron los mamíferos marinos, ya que tienen una dieta basada en peces de distintos tamaños como sardinas, anchoveta, merluza, jurel, caballa, corvina, salmón y atún (George-Nascimento *et al.* 1985; Muñoz *et al.* 2013; Overholtz & Waring, 1991; Sepúlveda *et al.* 2016). Sin embargo, a pesar de que los lances dirigidos al jurel solo representan un 16% de los lances totales realizados por la flota industrial, captura incidental promedio es muy similar a la observada en la pesquería de anchoveta. Por otro lado, la ausencia en la captura de aves marinas en esta pesquería se debería a un menor tiempo de permanencia de este grupo en faenas pesqueras debido a que las características del pico (largo, ancho, alto y fuerza), actúan como indicadores de segregación trófica, es decir que el tamaño y fuerza del pico estaría relacionado con el tipo y tamaños de las presas (Acosta *et al.* 2003), lo que no les permitiría alimentarse fácilmente de especies como el jurel y la caballa.

A partir del año 2019 se observó un incremento en los lances dirigidos al recurso jurel tanto en la zona norte como centro norte, lo que, a su vez, originó un aumento en la interacción y captura de mamíferos marinos. Además, en la zona centro norte durante el año 2021 se reportó por primera vez la captura de aves costeras en lances con recurso objetivo jurel, lo que sería contrario a lo reportado en la zona norte, pero dado que una de las especies capturadas es el pelicano, este tiene la facilidad de alimentarse de especies de mayor tamaño que la anchoveta gracias a la ayuda de su bolsa gular, de hecho, también ha sido observado interactuando en faenas pesqueras de la zona norte, aunque sin capturas aún. En el caso de la gaviota dominicana, esta se encontraría alimentándose de desechos de pescado, sin alcanzar a escapar durante el virado de la red. Por, último, el incremento en la captura de animales durante el periodo primavera-verano se debería a un mayor esfuerzo de pesca en este periodo (94% de los lances)

El número de especies reportadas como presencia de fauna acompañante en las dos pesquerías que operan sobre el jurel, en la zona norte y centro norte es notoriamente distinta, ya que en esta última solo se registró la presencia de 3 especies de teleósteos y medusas en el grupo de invertebrados. Esto estaría asociado al mayor número de lances observados, dimensiones de la red y mayor cobertura espacial por parte de la pesquería industrial de jurel en la zona norte, lo que le permitiría capturar mayores densidades de peces y especies de hábitat más oceánico como condriktios. Por otro lado, aquellas especies que no pudieron ser identificadas al nivel taxonómico más bajo posible (especie o género) son aquellas a las que los observadores no tuvieron acceso directo, ya sea porque se mantuvieron dentro del cerco mientras se encontraba aun en el agua, no



fueron recolectadas durante el muestreo biológico o bien fueron devueltas al mar rápidamente por parte de la tripulación.

Los estudios de la incidencia de fauna acompañante en la pesquería pelágica de jurel en complemento con los reportes de captura y desembarques medidos en peso pueden brindar, con el tiempo, información relevante para conocer las especies no objetivo asociadas a cardúmenes de jurel y revisar las actuales resoluciones acerca de los porcentajes de captura y desembarque de dichas especies.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M., A. de la C. López y L. Mugica. 2003. Relación entre la morfología del pico y la segregación trófica de las especies en la comunidad de aves acuáticas del agroecosistema arrocero. *Biología*, 17(1).
- Angulo, J., Díaz, E., Grendi, C., Pizarro, M., Bustamante, A., Cifuentes, U., et al. (2019). Condiciones Bio-oceanográficas y Evaluación del stock desovante de anchoveta entre la XV y II Regiones, año 2018. Informe Final. Convenio de desempeño 2018. Instituto de Fomento Pesquero.
- Arcos, D., L. Cubillos and S. Núñez. 2001. The jack mackerel fishery and El Niño 1997-1998 effects off Chile. *Progress in Oceanography* 49, 597-617.
- Arcos, D., C. Gatica, P. Ruiz, A. Sepúlveda, M. A. Barbieri, R. Alarcón, S. Núñez, J. Chong, J. Córdova, H. Rebolledo, C. Gonzalez, F. Contreras, M. Aguayo, F. Vejar, P. Torres y C. Toro. 2005. Condición biológica del jurel en altamar, año 2004. Informes técnicos FIP. INPESCA. 281 p.
- Aracena, O., R. Alarcón, S. Collado, I. López y D. Arriagada. 1998. Aspectos reproductivos del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) de la pesquería de cerco de la octava Región, Chile, 1994-1995. En: D. Arcos (Ed). *Biología y Ecología del Jurel en Aguas chilenas*. Instituto Investigación Pesquera, Talcahuano-Chile. 216 p.
- Arancibia H., L. Vilugrón y D. Arcos. (Eds). 1995. Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro – sur, V a IX Regiones. Informe Final, Proyecto FIP 018 – 93. Organismo ejecutor: Instituto de Investigación Pesquera Octava Región.
- Arancibia, H. y L. Cubillos. 1993. Análisis de la pesquería industrial de cerco, dinámica poblacional y situación del recurso jurel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Documento Técnico 2: 1-23, Instituto Investigación Pesquera (IIP), Talcahuano.
- Barría, P., A. Aranís, S. Mora, G. Böhm, R. Serra, C. Martínez, V. Catasti, H. Reyes, G. Muñoz y A. Gómez. 2003. Diagnóstico de la Pesquería Chilena de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*). En E. Yáñez (ed) *Actividad Pesquera y de Acuicultura en Chile*. Pp 123-141. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile.
- Bailey, K. 1989. Description and surface distribution of juvenile Peruvian jack mackerel, *Trachurus murphyi*, Nichols from the Subtropical Convergence Zone of the Central South Pacific. *Fishery Bulletin*, U.S. 87: 273-278.
- Bonicelli, J., Grendi, C., Bustamante, A., Cifuentes, U., Osorio, F., Cornejo, M., et al. (2020). Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre



- las regiones de Arica y Parinacota, y Antofagasta, año 2019 (Informe Final. Convenio Desempeño 2019. Subsecretaría Economía y EMT). Instituto de Fomento Pesquero.
- Bonicelli, J., Grendi, C., Cifuentes, U., Osorio, F., Berger, T., Bustamante, A., et al. (2021). Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota, y Antofagasta, año 2020 (Informe Final. Convenio Desempeño 2020. Subsecretaría Economía y EMT). Instituto de Fomento Pesquero.
- Bravo, L., Ramos, M., Astudillo, O., Dewitte, B., & Goubanova, K. (2016). Seasonal variability of the Ekman transport and pumping in the upwelling system off central-northern Chile based on a high-resolution atmospheric regional model (WRF). *Ocean Science*, 12(5), 1049–1065. <https://doi.org/10.5194/os-12-1049-2016>
- Claramunt, G., Araya, M., Castro, L., & Herrera, L. (2022). Sobrevivencia de los estadios tempranos de anchoveta y su relación con los factores ambientales entre las regiones de Arica y Parinacota y de Antofagasta (Informe Final, FIPA 2018-34). Disponible en <https://www.subpesca.cl/fipa/613/w3-article-101105.html>
- Correa-Ramirez, M.A., Hormazabal, S.E., & Morales, C.E. (2012). Spatial patterns of annual and interannual surface chlorophyll-a variability in the Peru–Chile Current System. *Progress in Oceanography*, 92–95(0), 8–17. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2011.07.008>
- Cubillos, L. A., J. Paramo, P. Ruiz, S. Núñez and A. Sepúlveda. 2008. The spatial structure of the oceanic spawning of jack mackerel (*Trachurus murphyi*) off central Chile (1998–2001). *Fisheries Research*. 90, 261-270.
- Cubillos, L. y A.S. Grechina. 1998. Crecimiento del jurel, *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) del Pacífico Suroriental mediante análisis de progresión modal. In: "Biología y ecología del jurel en aguas chilenas", D. Arcos (Ed.), Instituto de Investigación Pesquera, Editora Aníbal Pinto, Concepción, p. 151-161.
- Chávez, F., J. Ryan, S. Lluch-Cota and M. Niquén. 2003. From anchovies to sardines and back: Multidecadal change in the Pacific Ocean. *Review. Science*, 299(5604): 217–221.
- Chirichigno, N. y J. Vélez. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú (2da edición). Pub. Esp. Inst. Mar Perú. 500 p.
- ENFEN. 2021. Comisión multisectorial encargada del estudio nacional del fenómeno “El Niño”. Comunicado Oficial ENFEN N°02-2021 <https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/02-2021.pdf>
- Furness, R.W. 1978. Energy requirements of seabird communities: A Bioenergetics model. *Journal of Animal Ecology* 47: 39-53.



- George-Nascimento, M., R. Bustamante and C. Oyarzún. 1985. Feeding ecology of the South American sea lion *Otaria flavescens*: food contents and food selectivity. Marine Ecology Progress Series 21: 135-143.
- Grechina, A.S. 1998. Historia de investigaciones y aspectos básicos de la ecología del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en alta mar del pacífico sur. En: Biología y ecología del jurel en aguas chilenas. Instituto de Investigación Pesquera, D. Arcos (Ed.). Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano-Chile. 11-34.
- Grechina, A., S. Núñez y D. Arcos. 1994. Desove del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el Océano Pacífico sur. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 3 (3): 44 p.
- Hückstädt, L. A. and T. Antezana. 2003. Behaviour of the southern sea lion (*Otaria flavescens*) and consumption of the catch during purse-seining for jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) off central Chile. ICES Journal of Marine Science 60: 1003-1011.
- Jones, J. B. 1990. Jack mackerel (*Trachurus spp.*) in New Zealand waters. N. Z. Fish. Tech. Rep. 23: 28 p.
- Kelleher, K. 2008. Discards in the world's marine fisheries. An update. FAO Fisheries Technical Paper:131. Rome.
- Larkin, P.A. 1996. Concepts and issues in marine ecosystem management. Reviews in Fish Biology and Fisheries 6:139–164.
- Leal, E., E. Díaz, J. C. Saavedra y G. Claramunt. 2013. Ciclo reproductivo, longitud y edad de madurez de jurel *Trachurus murphyi*, en la costa de Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía. Vol. 48, N°3: 601-611.
- Letelier, J., L. Soto-Mardones, S. Salinas, L. Vincenti, R. Pavéz y M. Arriagada. 2012. Influencia de la península de Mejillones en la variabilidad oceanográfica anual e interanual frente al norte de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 47(3), 513–526. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572012000300013>.
- Martínez, C., G. Böhm, F. Cerna, E. Díaz, P. Muñoz, A. Aranís, L. Caballero, L. Ossa, R. Aravena, L. Miranda, M. Medina, G. Claramunt, M. Donoso y J. Sánchez. 2007. Estudio Biológico – pesquero de la caballa entre las I- X Regiones. Informe Final. Instituto Fomento Pesquero Valparaíso, Chile. FIP N°2005-19, pp 545.
- Medina, M. y H. Arancibia. 2002. Dinámica trófica del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el norte de Chile. Invest. Mar. Valparaíso 30(1):45-55.



- Munilla, I. 2014. Guía básica de aves marinas del parque nacional de las islas Atlánticas de Galicia y de las rías baixas.
- Muñoz, L., G. Pavéz, R. Quiñones, D. Oliva, M. Santos and M. Sepúlveda. 2013. Diet plasticity of the South American sea lion in Chile: stable isotope evidence. *Revista de biología marina y oceanografía*, 48(3), 613-622.
- NOAA. 2020. El Niño/Southern Oscillation (ENSO), recent evolution. Current status and predictions. 14 de febrero de 2020. https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_feb2019/enso_discSp.pdf.
- Northridge, S. P. and R. J. Hofman. 1999. Marine mammal interactions with fisheries. Pages 99–119 in J. R. Twiss Jr. and R. R. Reeves, editors. *Conservation and management of marine mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Oliva, D., W. Sielfeld, L. Durán, M. Sepúlveda, M. Pérez, L. Rodríguez, W. Stotz y V. Araos. 2003. Interferencia de mamíferos marinos con actividades pesqueras y de acuicultura. Informe Final Proyecto FIP 03-32: 1-216. Subsecretaría de Pesca, Valparaíso. <http://www.fip.cl/Archivos/Hitos/Informes/inffinal%202003-32.pdf>.
- Overholtz, W. and G. Waring. 1991. Diet Composition of Pilot Whales *Globicephala* sp. and Common Dolphins *Delphinus delphis* in the Mid-Atlantic Bight during Spring 1989. *Fishery Bulletin*, U. S. 89.
- Peña-Torres, J. 1997. The political economy of fishing regulation: the case of Chile. *Marine Resources Economics* 12 (4): 239-248.
- Quiñones, R., R. Serra, S. Núñez, H. Arancibia, J. Córdova y F. Bustos. 1997. Relación espacial entre el jurel y sus presas en la zona centro-sur de Chile. In: Tarifeño, E. (Ed.), *Gestión de sistemas oceanográficos del Pacífico oriental*. UNESCO COI/INF – 1046, pp. 187–202.
- Rutlant, J. & Montecino, V. (2002). Multiscale upwelling forcing cycles and biological response off north-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75(1), 217–231. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2002000100020>
- Rutlant, J., Rosenbluth, B., & Hormazábal, S. (2004). Intraseasonal variability of wind-forced coastal upwelling off central Chile (30°S). *Continental Shelf Research*, 24, 789–804.
- Shaffer, G., Pizarro, O., Djurfeldt, L., Salinas, S., & Rutlant, J. (1997). Circulation and Low-Frequency Variability near the Chilean Coast: Remotely Forced Fluctuations during the 1991–92 El Niño. *Journal of Physical Oceanography*, 27(2), 217–235. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1997\)027<0217:calfvn>2.0.co;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1997)027<0217:calfvn>2.0.co;2)



- Sepúlveda, M., G. Pavéz, M. Santos-Carvalho, C. Balbontin, G. Pequeño and S. D. Newsome. 2016. Spatial, temporal, age, and sex related variation in the diet of South American sea lion in southern Chile. *Marine Mammal Science*, 33, 480-495.
- Serra, R. 1991. Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. *Invest. Pesq. Chile*, 36: 67-83.
- Szteren, D. and E. Páez. 2002. Predation by Southern sea Lion (*Otaria flavescens*) and artesanal fishing catches in Uruguay. *J Mar Freshw Res* 53, 1161-1167.
- Thiel, M., E. C. Macaya, E. Acuña, W. Arntz, H. Bastias, K. Brokordt, P. A. Camus, J. C. Castilla, L. Castro, M. Cortés, C. P. Dumont, R. Escribano, M. Fernández, J. A. Fajardo, C. F. Gaymer, I. Gómez, A. E. González, H. González, P. A. Haye, J. E. Illanes, J. L. Iriarte, D. A. Lancellotti, G. Luna-Jorquera, C. Luxoro, P. H. Manríquez, V. Marín, P. Muñoz, S. A. Navarrete, E. Pérez, E. Poulin, J. Sellanes, H. Hito Sepúlveda, W. Stotz, F. Tala, A. Thomas, C. A. Vargas, J. A. Vásquez and J. M. Alonso Vega. 2007. The Humboldt current system of northern and central Chile. *Oceanographic processes, Ecological interactions and socioeconomic 50 feedback. Oceanography and Marine Biology: An Annual review* 45: 195-344.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl



www.ifop.cl