



INFORME DE AVANCE N°1

Convenio de Desempeño 2020.

Evaluación hidroacústica de los stocks de anchoveta y
sardina común entre las Regiones de Valparaíso
y Los Lagos, Año 2021.

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Marzo 2021



INFORME DE AVANCE N°1

Convenio de Desempeño 2020.

Evaluación hidroacústica de los stocks de anchoveta y
sardina común entre las Regiones de Valparaíso
y Los Lagos, Año 2021.

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Marzo 2021

REQUIRENTE

**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO**

Julio Alberto Pertuze Salas

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo

Luis Parot Donoso

Jefe (I) División Investigación Pesquera:

Sergio Lillo Vega

JEFE DE PROYECTO

Álvaro Saavedra Godoy



AUTORES

Estimaciones biomasa, abundancia y distribución recursos

Álvaro Saavedra Godoy
René Vargas Silva

Biología Pesquera

Esteban Molina Guerrero

Oceanografía

Katherine Grendi Celedon
Adrian Bustamante Maino
Tomás Berger Muñoz
Katherine Gómez Campos

COLABORADORES

Prospección hidroacústica BC Abate Molina

Alvaro Saavedra Godoy
René Vargas Silva
Adrián Ibieta Figueroa

Muestreo Biológico BC Abate Molina

Roberto Lorca Aghemio
Eduardo Irribarra Riquelme
Carlos Concha Palza
Daniel Beroiza Castillo

Muestreo Oceanográfico BC Abate Molina

Carlos Mendoza Valdebenito
Andrés Ruiz Minio
Claudia Rozas Pérez
Darleene Riveros Castillo

Muestreo Plancton Personal INPESCA

Jocelyn Silva Aburto
Daniela De la Barra Luegmayer
Rubén Luna Aguayo

Prospección hidroacústica sesgo de orilla

Felipe Sánchez González
Manuel Rojas García



RESUMEN EJECUTIVO

Se entregan los resultados preliminares de la evaluación de la biomasa, abundancia por talla y distribución espacial de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile, determinada mediante el método hidroacústico durante el verano de 2021, así como las estadísticas de captura, estructuras de tallas y relación longitud-peso obtenidas en los lances de pesca de identificación del primer crucero comprometido en el proyecto.

El crucero fue realizado a bordo del B/C Abate Molina, operando entre las latitudes 32°10'S y 40°20'S en el período comprendido entre el 5 de enero y el 5 de febrero de 2021; a esto se agregaron los datos recolectados por las L/M Don Luis Alberto y L/M Alberto M, que operaron realizando los sesgos de orilla en las Regiones de Ñuble y Biobío (Ñuble-BBio) y en las Regiones de La Araucanía y los Ríos (Arau-Rios), respectivamente.

El B/C Abate Molina realizó 50 transectas diurnas perpendiculares a la costa, 4 transectas dentro del golfo de Arauco; 135 estaciones bio-oceanográficas y 52 lances de pesca de media-agua. La L/M Don Luis Alberto (Sesgo Ñuble-BBio) realizó 17 transectas de prospección perpendiculares a la costa y 11 lances de cerco, mientras que la L/M Punta Brava (Sesgo Arau-Rios) completó 18 transectas diurnas perpendiculares a la costa y 5 lances de cerco en la zona de prospección.

La captura del crucero estuvo compuesta (en peso) por un 7,3% por anchoveta, 30,8% de sardina común y 61,9% de otras especies, principalmente medusas y jibia. Las estructuras de talla obtenidas para ambas especies fueron polimodales; para anchoveta el grupo modal principal se localizó 15,5 cm LT, mientras que para sardina común los grupos modales principales se centraron en torno a 8,5 y 7 cm LT. Los stocks evaluados de ambas especies presentaron mezcla de individuos juveniles y adultos, con predominio de individuos juveniles en el sector ubicado al norte de los 38° de latitud sur.

La abundancia y biomasa de anchoveta y sardina común fueron estimadas con los métodos bootstrap y geoestadístico, incluyéndose los resultados de los sesgos de orilla realizados. La abundancia sumada de ambas especies mediante método geoestadístico alcanzó los 353.904 millones de individuos, correspondiendo el 93,1% para sardina común y el 6,9% para anchoveta. La biomasa total de ambas especies alcanzó las 2.879.753 t, con un 82,1% de sardina común y un 17,9% de anchoveta.

Respecto a las especies por separado, la abundancia total de sardina común, estimada por el método geoestadístico, alcanzó a 329.634 millones de ejemplares, de los cuales el 92,0% correspondió a reclutas (<11,5 cm). La biomasa total de sardina común alcanzó a 2.363.380 t, correspondiendo el 66,9% a reclutas. El mayor aporte regional de biomasa y abundancia se concentró en las Regiones Ñuble-BBio con el 59,3% y 69,3%, respectivamente, seguidas de las Regiones Arau-Rios con el 22,5% en biomasa y Valpo-Maule con el 21,2% en abundancia.

La abundancia de anchoveta estimada con el método geoestadístico alcanzó los 24.270 millones de ejemplares, con el 17,3% correspondiente a reclutas (<12 cm). La biomasa total de anchoveta resultó en 516.374 t, con el 4,1% de reclutas. Respecto a la distribución regional, el mayor aporte de biomasa y abundancia se registró en las Regiones Arau-Rios con el 67,5% y 59,9%, respectivamente, seguidas de las Regiones Ñuble-BBio, con el 25,5% de la biomasa y 32,3% de la abundancia.



Respecto a las condiciones ambientales, el crucero de enero de 2021 se llevó a cabo bajo una condición fría, La Niña en el Pacífico ecuatorial, que ha afectado con anomalías térmicas negativas la zona costera de Chile, especialmente en el centro sur. La Niña ha reforzado el anticiclón del Pacífico sur y los vientos que fuerzan la surgencia costera. Localmente, esta condición se observó tanto en las imágenes satelitales como en las condiciones *in situ* a nivel superficial, con aguas caracterizadas por menor temperatura, gran cobertura espacial de anomalías térmicas negativas al norte de 40°S y bajo contenido de oxígeno disuelto, el cual fue inferior a 3 mL/L entre los 35°00'y 36°00'S. El aporte de la masa de Agua Ecuatorial Subsuperficial que asciende desde niveles profundos con gran cantidad de nutrientes, sustentó que las concentraciones de clorofila fueron elevadas en la zona (32°00'-42°00'S), destacando un segundo máximo histórico (2002-2021) seguido de enero de 2020, al norte del 37°30'S.



ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|---|--------|
| RESUMEN EJECUTIVO..... | i |
| ÍNDICE GENERAL | iii |
| ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS | v |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| 2. ANTECEDENTES | 2 |
| | |
| 3. OBJETIVOS | 3 |
| 3.1 Objetivo general | 3 |
| 3.2 Objetivos específicos | 3 |
| | |
| 4. METODOLOGÍA..... | 4 |
| 4.1 Aspectos generales del crucero | 4 |
| 4.2 Metodología por objetivo | 4 |
| 4.2.1. Objetivo 3.2.1. Estimar el tamaño del stock de los recursos anchoveta y sardina común y su distribución espacial en el período de máximo reclutamiento a la pesquería presentes en la zona de estudio | 4 |
| 4.2.1.1 Diseño muestral..... | 4 |
| 4.2.1.2 Calibración del sistema acústico | 5 |
| 4.2.1.3 Identificación de especies | 5 |
| 4.2.1.4 Procesamiento de la información acústica | 5 |
| 4.2.1.5 Correcciones de la información acústica..... | 6 |
| 4.2.1.6 Estimación de la Abundancia (en número) y la biomasa (en peso) | 6 |
| 4.2.2 Objetivo 3.2.2. Caracterizar y analizar la composición demográfica de los stocks evaluados mediante indicadores biológicos analizados en un contexto espacial y temporal..... | 11 |
| 4.2.2.1 Determinación de las capturas por lance y proporción de especies | 11 |
| 4.2.2.2 Estructuras de talla y peso medio | 13 |
| 4.2.2.3 Estratificación de las estructuras de talla | 14 |
| 4.2.2.4 Relación longitud-peso | 14 |
| 4.2.3 Objetivo 3.2.3. Caracterizar y analizar las condiciones bio-oceanográficas presentes en el área de estudio y su relación con la distribución espacial de los recursos | 15 |
| 4.2.3.1 Distribución espacial de los recursos | 15 |
| 4.2.3.2. Caracterización de las condiciones oceanográficas | 15 |



| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5. | RESULTADOS | 18 |
| 5.1 | Itinerario del crucero | 18 |
| 5.2. | Objetivo 3.2.1. Estimar el tama1o del stock de los recursos anchoveta y sardina com1n y su distribuci3n espacial en el per3odo de m1ximo reclutamiento a la pesquer3a presentes en la zona de estudio | 18 |
| 5.2.1. | Estimaci3n de la abundancia y biomasa | 18 |
| 5.3 | Objetivo 3.2.2. Caracterizar y analizar en un contexto espacio-temporal, composici3n demogr1fica y su variaci3n interanual de los stocks evaluados mediante indicadores biol3gicos | 20 |
| 5.3.1 | Determinaci3n de las capturas por lance y proporci3n de especies | 20 |
| 5.3.2 | Estructuras de talla y peso medio | 20 |
| 5.3.3 | Estratificaci3n de las estructuras de talla | 20 |
| 5.3.3.1 | An1lisis estad3stico de la estratificaci3n de tallas mediante la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$) | 21 |
| 5.3.4. | Relaci3n longitud – peso | 22 |
| 5.4. | Objetivo 3.2.3. Caracterizar y analizar las condiciones bio-oceanogr1ficas presentes en el 1rea de estudio y su relaci3n con la distribuci3n espacial de los recursos. | 22 |
| 5.4.1. | Distribuci3n espacial de los recursos | 22 |
| 5.4.2 | Condiciones oceanogr1ficas..... | 23 |
| 5.4.3 | Informaci3n satelital..... | 24 |
| 6. | REPORTES Y TALLERES | 26 |
| 7. | AN1LISIS DE RESULTADOS..... | 28 |
| 8. | CONCLUSIONES | 31 |
| 9. | REFERENCIAS BIBLIOGR1FICAS..... | 32 |

FIGURAS
TABLAS



ÍNDICES DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

- Figura 1.** Localización de las transectas acústicas y prospecciones costeras efectuadas por el B/C Abate Molina (azul) y la prospección de L/M Don Luis Alberto y L/M Alberto M (rojo), localización de lance de pesca (rojo Abate molina, verde lanchas) y estaciones bio-oceanográficas (negro).
- Figura 2.** Abundancia y biomasa de sardina común por región y total.
- Figura 3.** Abundancia y biomasa de anchoveta por región y total.
- Figura 4.** Estructura de talla total obtenida para anchoveta, a partir de los lances de identificación.
- Figura 5.** Estructura de talla total obtenida para sardina común, a partir de los lances de identificación.
- Figura 6.** Estructuras de talla obtenidas para anchoveta por zona.
- Figura 7.** Estructuras de talla obtenidas para sardina común por zona.
- Figura 8.** Relación de longitud-peso establecida para anchoveta, zona total de estudio.
- Figura 9.** Relación de longitud-peso establecida para sardina común, zona total de estudio.
- Figura 10.** Distribución espacial de la densidad acústica de sardina común durante el crucero.
- Figura 11.** Distribución espacial de la densidad acústica de anchoveta durante el crucero.
- Figura 12.** Distribución superficial de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) densidad, sigma-t (kg/m^3) y d) oxígeno disuelto (mL/L). Crucero RECLAS 2101, enero 2021.
- Figura 13.** Imágenes satelitales, promedio mensual de enero 2021: a) temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$), b) anomalía de temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$), c) campo de viento (m/s), y d) concentraciones de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) superpuestas al campo de circulación geostrófica (las flechas negras indican la intensidad de la corriente geostrófica en cm/s).
- Figura 14.** Series de tiempo para el período julio 2002- enero 2021 de: a) MEI.v2 y ATSM en la Región Niño1+2 (línea verde) y Región Niño3.4 (línea negra), con rangos MEI por mes y clasificación de la intensidad de los ciclos ENOS y eventos declarados El Niño (línea roja), La Niña (línea azul) y neutros (línea negra). Series de tiempo ATSM ($^{\circ}\text{C}$) en los sectores: b) costero, y c) oceánico, entre el área norte (32°S - $37,5^{\circ}\text{S}$, línea roja) y el área sur ($37,5^{\circ}\text{S}$ - 42°S , línea azul). Diagramas Hovmöller de ATSM en los sectores: e) costero, y f) oceánico, entre 32°S - 42°S .
- Figura 15.** a) Serie de tiempo costera de concentraciones de clorofila-a, entre julio 2002 - enero 2021, en el área norte (32°S - $37,5^{\circ}\text{S}$, línea roja) y área sur ($37,5^{\circ}\text{S}$ - 42°S , línea azul) y b) diagrama Hovmöller de clorofila-a en el área total (32°S - 42°S).



Figura 16. Abundancia y biomasa de anchoveta y sardina común total (línea gruesa) y reclutas (línea delgada) en los periodos de verano 2000-2021.

TABLAS

- Tabla 1.** Categorías por densidad.
- Tabla 2.** Abundancia (millones) de sardina común por talla y subzona entre las Regiones de Valparaíso y Los Ríos, enero 2021, según método geoestadístico.
- Tabla 3.** Biomasa (Toneladas) de sardina común por talla y subzona entre las Regiones de Valparaíso y Los Ríos, enero 2021, según método geoestadístico.
- Tabla 4.** Abundancia (millones de individuos) y biomasa (toneladas) de sardina común estimada por métodos bootstrap y geoestadístico.
- Tabla 5.** Distribución regional de la abundancia y biomasa de sardina común.
- Tabla 6.** Abundancia (millones) de anchoveta por talla y subzona entre las Regiones de Valparaíso y Los Ríos, enero 2021, según método geoestadístico.
- Tabla 7.** Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla y subzona entre las Regiones de Valparaíso y Los Ríos, enero 2021, según método geoestadístico.
- Tabla 8.** Abundancia (millones de individuos) y biomasa (toneladas) de anchoveta estimada por métodos bootstrap y geoestadístico.
- Tabla 9.** Distribución regional de la abundancia y biomasa de anchoveta.
- Tabla 10.** Aportes del sesgo de orilla en crucero de verano 2021
- Tabla 11.** Resumen operacional de los lances de identificación y capturas realizadas por el B/C Abate Molina.
- Tabla 12.** Resumen operacional y proporción (%) de especies en las muestras obtenidas a partir de los lances de identificación realizados por la embarcación artesanal L/M Don Luis Alberto (Sesgo 1).
- Tabla 13.** Resumen operacional y proporción (%) de especies en las muestras obtenidas a partir de los lances de identificación realizados por la embarcación artesanal L/M Alberto M (Sesgo 2).
- Tabla 14.** Captura (kg) por especie y total realizada por el B/C Abate Molina con red de arrastre de media agua.
- Tabla 15.** Límites de las zonas establecidas para anchoveta y lances de pesca de identificación asignados por zona.
- Tabla 16.** Límites de las zonas establecidas para sardina común y lances de pesca de identificación asignados por zona.



Tabla 17. Comparación de la estructura de talla, por zona de anchoveta y sardina común, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$).

Tabla 18. Comparación de la estructura de talla de anchoveta y sardina común de los lances asignados a cada zona, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$).



1. INTRODUCCIÓN

La hidroacústica constituye una poderosa herramienta para evaluar la biomasa y abundancia de los peces en forma directa e independiente de la actividad extractiva, pudiendo medirse simultáneamente las condiciones ambientales asociadas a su distribución. Esta técnica se debe aplicar de acuerdo al hito biológico a medir, cubriendo toda el área de distribución de la especie en estudio. En el caso del reclutamiento de la anchoveta y sardina común, la campaña principal se debe realizar centrada al periodo que se maximiza la presencia de juveniles, esto es en el verano y repetir la prospección en otoño para incrementar la certeza de la estimación o para hacer un seguimiento de la evolución del proceso.

En este sentido las evaluaciones acústicas de estos recursos en la zona centro-sur de Chile en el periodo estival, se iniciaron en la primavera de 1995 y desde 1999 se han mantenido ininterrumpidamente, lográndose establecer la intensidad y distribución espacial del reclutamiento de los recursos objetivo, estudiándose además las asociaciones con las condiciones hidrográficas predominantes. A partir de 2005 se agregaron las evaluaciones en el periodo otoñal, lo que ha permitido establecer la estacionalidad en la abundancia de estos recursos y hacer un seguimiento del reclutamiento de verano.

Lo anterior implica la necesidad de mantener estos seguimientos, con el propósito de obtener la información necesaria que permita incrementar la certeza de las estimaciones asociadas al reclutamiento de estos stocks, lo cual sumado a información oceanográfica ambiental y trófica permitirán tomar las medidas de manejo pertinentes para la conservación de ambos recursos.



2. ANTECEDENTES

La principal pesquería de pequeños pelágicos desarrollada en la zona centro-sur del país está sustentada principalmente por la sardina común (*Strangomera bentincki*) y en segundo lugar por la anchoveta (*Engraulis ringens*). Esta se desarrolla fundamentalmente en los primeros 7 meses del año, dependiendo en forma importante de los pulsos de reclutamiento, especialmente en sardina común, en que sus capturas presentan altos porcentajes de juveniles durante todo el año. Hasta el año 2005, ambas especies presentaron niveles de biomasa relativamente equilibrados, sin predominancia de una sobre otra, a partir de 2006 sardina común aumenta sus estimaciones de biomasa pasando a ser la principal, manteniéndose anchoveta en sus niveles hasta 2009, año en que abruptamente pasa a niveles bajísimos y sardina común pasa a ser especie dominante por un extenso período, hasta 2019, cuando anchoveta comienza a presentar señales de recuperación que se ha mantenido hasta la actualidad.

Ambas especies se clasifican como desovantes parciales, presentando actividad reproductiva durante todo el año, con un incremento entre julio y agosto, extendiéndose hasta enero. El reclutamiento se presenta en forma masiva entre octubre y marzo, siendo máximo a la mitad del verano, registrándose pulsos menores durante el invierno, especialmente de anchoveta, provocados probablemente por el desove secundario de verano o por la amplia extensión temporal del desove de invierno.

Los factores que influyen en el reclutamiento de las especies pelágicas pequeñas son de tipo biológicos y ambientales, con interrelaciones que son un permanente motivo de investigación para entender los mecanismos que influyen en el éxito del proceso. Las condiciones ambientales que afectan a este proceso se vinculan con ciertas masas de agua, anomalías de las variables (Temperatura, Salinidad, Oxígeno disuelto, gradientes, etc.); intensidad de los vientos y el nivel de los procesos vinculados (índice de surgencia, índice de turbulencia, transporte de Ekman, etc.).

Administrativamente, la pesquería de ambos recursos objetivos se encuentra bajo el Régimen de Plena Explotación a partir de agosto del 2000 y a la medida denominada límite máximo de captura por armador y cuotas de captura desde febrero del 2001. Estas medidas administrativas se deben sustentar en información confiable para la determinación del tamaño y de las fuentes de variación del stock explotable de sardina común y anchoveta. En este contexto, el presente estudio considera la ejecución de un crucero en el verano, centrado en el máximo del reclutamiento y un segundo en otoño, a fin de hacer un seguimiento del evento de verano o capturar un eventual segundo pulso en el otoño. El presente informe de avance, entrega los resultados preliminares y parciales de los objetivos 1, 2 y 3 obtenidos en el primer crucero de 2021 comprometido en el estudio.



3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Caracterizar y evaluar el stock de los recursos anchoveta y sardina común presentes entre las Regiones de Valparaíso y Los Lagos, a partir de métodos hidroacústicos, durante el período de máximo reclutamiento y en el otoño inmediato.

3.2. Objetivos específicos

- 3.2.1. Estimar el tamaño del stock de los recursos anchoveta y sardina común, así como su distribución espacial en el período de máximo reclutamiento a la pesquería presentes en la zona de estudio.
- 3.2.2. Caracterizar y analizar en un contexto espacio-temporal, composición demográfica y su variación interanual de los stocks evaluados mediante indicadores biológicos.
- 3.2.3. Caracterizar y analizar las condiciones oceanográficas presentes en el área de estudio y su relación con la distribución espacial de los recursos.
- 3.2.4. Caracterizar las agregaciones de los recursos anchoveta y sardina común en el área y periodo de estudio.
- 3.2.5. Determinar el contenido estomacal y caracterizar el comportamiento trófico de los ejemplares de sardina común y anchoveta en el área y periodo de estudio, así como su síntesis diacrónica.
- 3.2.6. Levantamiento de información ecológica para avanzar al manejo pesquero basado en el ecosistema; análisis integrado del comportamiento trófico de anchoveta y sardina común orientado a la clasificación de especies clave de bajo nivel trófico, según el estándar MSC.



4. METODOLOGÍA

4.1 Aspectos generales del crucero

La prospección hidroacústica se realizó a bordo del B/C Abate Molina entre el 5 de enero y el 5 de febrero de 2021, con una recalada intermedia en Talcahuano, realizando la prospección hidroacústica entre las latitudes 32°10'S y 40°20'S en sentido norte-sur.

Se realizaron dos estudios de sesgo de orilla, uno en las Regiones de Ñuble y Biobío entre las latitudes 36°00'S y 37°10'S efectuado por la L/M Don Luis Alberto entre el 19 y 22 de enero y el otro entre las regiones de La Araucanía y los Ríos, desde la latitud 38°30'S a 39°55'S realizado por la L/M Alberto M entre el 29 de enero y 01 de febrero.

El B/C Abate Molina realizó 50 transectas diurnas perpendiculares a la costa, 4 transectas dentro del golfo de Arauco; 135 estaciones oceanográficas y 52 lances de pesca de media-agua (Fig. 1). La L/M Don Luis Alberto realizó 17 transectas de prospección perpendiculares a la costa y 11 lances de cerco, mientras que la L/M Alberto M completó 18 transectas diurnas perpendiculares a la costa y 5 lances de cerco en la zona de prospección (Fig. 1).

La reducción meteorológica efectiva (por mal tiempo) alcanzó a 32 horas (1,3 días), dentro de lo normal y de lo estimado para estos cruceros.

La pesca de investigación fue autorizada mediante la Resolución Exenta N° 622 de 2020 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura que autorizó al B/C Abate Molina, L/M Don Luis Alberto y L/M Alberto M a realizar la prospección y lances de pesca de identificación en el área de estudio.

4.2 Metodología por objetivo

4.2.1. Objetivo 3.2.1. *Estimar el tamaño del stock de los recursos anchoveta y sardina común y su distribución espacial en el período de máximo reclutamiento a la pesquería presentes en la zona de estudio.*

4.2.1.1. Diseño muestral

El diseño muestral aplicado corresponde a un muestreo sistemático de tipo conglomerado de tamaño variable, donde cada conglomerado representa una transecta. El muestreo acústico se realizó durante el día mediante transectas en el sentido Este-Oeste-Este, con una separación de 10 millas náuticas entre ellas. Considerando la típica distribución costera de los recursos pelágicos estudiados y a fin de cubrir de la mejor forma posible estos sectores, se realizó una prospección paralela a la costa con la mayor aproximación a la costa posible. Esta estrategia de muestreo permite realizar la cartografía y establecer los sectores de concentración de los recursos.



La información acústica recolectada por el B/C Abate Molina se realizó mediante la utilización del sistema de ecointegrador digital marca SIMRAD modelo EK-60 operado en la frecuencia de 38 kHz, correspondiendo al valor de densidad promedio referida a una milla náutica cuadrada (s_A). Por su parte, las embarcaciones artesanales L/M Don Luis Alberto y L/M Alberto M, fueron equipadas con un transductor SIMRAD de 38 kHz y un ecosonda científico SIMRAD EK80.

4.2.1.2. Calibración del sistema acústico

La calibración del sistema acústico (EK-60) del Abate Molina, se realizó en Valparaíso el 30 de diciembre de 2020, utilizando un blanco estándar de Tungsteno y siguiendo los protocolos de calibración establecidos por ICES *Cooperative Research Report* (Demer *et al.*, 2015), la Ganancia resultante y utilizada en el crucero para la frecuencia de 38 kHz fue de 26,05 dB, RMS: 0,16 dB en pulso de 1,024 ms. La calibración del equipo portátil utilizado en las lanchas artesanales (EK-80) se realizó el 18 de enero de 2021 en la bahía de Concepción a bordo de la LM Don Luis Alberto; la Ganancia resultante y utilizada en el crucero para la frecuencia de 38 kHz fue de 26,77 dB, RMS: 0,07 dB en pulso de 1,024 ms.

4.2.1.3 Identificación de especies

La identificación de especies se realizó mediante pescas de identificación con red de arrastre a mediagua y cerco los que se realizaron al momento de la detección.

La red de arrastre a media agua de diseño Engel del B/C Abate Molina tiene 97 m de longitud estirada total, con una circunferencia en la boca de 302,4 m (168 mallas por 1800 mm), 24 mm de tamaño de malla en el túnel y 13 mm en el copo, con portalones pelágicos de 4,5 m² de área. Esta red tiene una abertura en la boca de 15 m aproximadamente a una velocidad de 3,5 a 4 nudos. Por otra parte, el tamaño y peso de los portalones, en conjunto con el especial amarinamiento de la línea de flotadores de la relinga superior, que se refuerza con dos flotadores Poliform de 60 l c/u en cada extremo de la boca de la red, permite la operación de pesca en la superficie. Las dimensiones de esta red, así como el tamaño de malla en los diferentes cuerpos de la red y la pesca en superficie, permiten asegurar una efectiva faena de pesca en peces pelágicos pequeños y en las cercanías de la costa.

De las capturas obtenidas en el crucero, se determinaron los aportes porcentuales de cada especie y la estructura de tallas y pesos a la talla de las especies dominantes en las capturas en cada lance, aplicándose a las lecturas acústicas en las unidades básicas de muestreo (UBM) cercanas a los lugares en que se realizaron las pescas (Simmonds *et al.*, 1991).

4.2.1.4. Procesamiento de la información acústica

La información acústica necesaria para la evaluación de la biomasa y abundancia de los recursos objetivo se procesó a bordo y en tierra una vez finalizado el crucero, mediante el programa Echoview® con los que se alimentó la base de datos requerida por el programa SIMBAD. Los datos ingresados fueron las lecturas acústicas por cada UBM separados por especie, las profundidades máximas y mínimas de la agregación, la posición geográfica de cada UBM, fecha, número y rumbo de la transecta.



Con la data de las transectas, intertransectas y prospecciones costeras se procedi3 a confeccionar mapas de distribuci3n espacial de los recursos detectados, se obtuvieron los estimados de biomasa por especie total y por talla, deduci3ndose la fracci3n reclutas de sardina com3n y anchoveta y las respectivas varianzas.

El 3rea de distribuci3n de los recursos se determin3 delimitando los contornos de la distribuci3n, resultando en un pol3gono georreferenciado. El c3lculo se realiza seg3n:

$$a = \int_{L_0}^{L_1} \int_{g_0}^{g_1} \phi(L, g) dL dg$$

Donde:

- L_0 y L_1 = l3mites en latitud, referidas a millas n3uticas.
- g_0 y g_1 = l3mites en longitud, referida a millas n3uticas.
- $\Phi(L, g)$ = funci3n geom3trica del 3rea que encierra a la distribuci3n del recurso.

4.2.1.5 Correcciones de la informaci3n ac3stica

a) Correcci3n por sesgo de orilla con lanchas artesanales

Tal como se describi3 anteriormente, la correcci3n por sesgo de orilla se realiz3 en las Regiones 3uble-BBio y Arau-Rios, el plan de muestreo del sesgo de orilla consisti3 en ampliar el recorrido ac3stico del B/C Abate Molina hacia sectores costeros no cubiertos, determinando de este modo la fracci3n del recurso ubicado en 3reas costeras (Fig. 1).

b) Correcci3n por sesgo de superficie

En los casos en que fue evidente la detecci3n de agregaciones en profundidades inferiores a 3 m, correspondiente al l3mite de ecointegraci3n inferior se aplic3 un factor de correcci3n seg3n:

$$s_{Ac} = s_A (H / h)$$

D3nde:

- s_{Ac} = lectura ac3stica de la agregaci3n corregida por sesgo de superficie
- s_A = lectura ac3stica de la agregaci3n sin corregir
- h = altura de la agregaci3n detectada por el ecosonda y ecointegrada (m).
- H = altura de la agregaci3n incluyendo la fracci3n ubicada a una profundidad menor a 3 m.

4.2.1.6. Estimaci3n de abundancia y biomasa

Relaci3n de talla – fuerza de blanco (TS)

a) Sardina com3n

Para el c3lculo de biomasa se ha optado, en base a recomendaciones efectuadas en el taller de revisi3n



experta por pares de la evaluación de stock de sardina común (Polacheck, 2014) y en lo que concierne a las evaluaciones acústicas, a utilizar y mantener en las evaluaciones la relación de TS obtenida por Castillo *et al.*, 2011, a fin de facilitar la comparación entre años, utilizándose esta relación desde el año 2012 en adelante. De acuerdo a lo anterior, se utilizó la relación $TS = -71,71 + 18,96 \cdot \log(L)$, y la relación longitud-peso $P = 0,00585 \cdot L^{3,2011}$ obtenida en el presente crucero.

b) Anchoveta

Para la estimación de abundancia y biomasa de anchoveta se utilizó la relación de TS estimada por Castillo *et al.*, 2011; $TS = -71,7599 + 18,42 \cdot \log(L)$ y la relación longitud-peso $P = 0,00248 \cdot L^{3,4137}$, obtenida en este crucero.

Definición de subzonas

Se definieron subzonas considerando la cercanía geográfica de las detecciones y de los lances de pesca asociados a éstas, comparando las distribuciones de frecuencia observadas en las tallas de anchoveta y sardina común en los lances de pesca, estratificándose, idealmente estructuras similares, testeando las estratificaciones de las tallas por subzonas, mediante el método Dócima de Hipótesis Generalizada (DHG), el que compara mediante el χ^2 , la homogeneidad en distribuciones de tallas, resultando finalmente en cuatro zonas para sardina común y cuatro zonas para anchoveta.

El proceso, una vez definidos los diferentes sectores de distribución, consiste en georreferenciar los puntos que circunscriben los diferentes polígonos de distribución para cada zona, a fin de determinar su área (mn^2) y las UBM's que se encuentran dentro del polígono y que entran al proceso. Posteriormente se realiza el cálculo de biomasa y abundancia en cada subzona con sus respectivas varianzas.

Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)

La abundancia y biomasa de anchoveta y sardina común en cada subzona se estimó según:

$$\hat{A}_k = a \hat{C}_{nk} \hat{R}_k$$

$$\hat{A}_T = \sum_k \hat{A}_k$$

$$\hat{B}_k = \hat{A}_k \hat{w}_k$$

$$\hat{B}_T = \sum_k \hat{B}_k$$

Dónde:

| | | |
|----------------|---|---|
| \hat{A}_k | = | abundancia a la talla k (en número). |
| a | = | área prospectada (mn^2) de la subzona |
| \hat{C}_{nk} | = | coeficiente de ecointegración a la talla k ($n/mn^2/s_A$) |
| \hat{w}_{kj} | = | peso promedio a la talla k, expresado en (t). |



$\hat{A}_T; \hat{B}_T$ = abundancia y biomasa total.

\hat{R}_k = estimador de raz3n a la talla k.

siendo:

$$\hat{R}_k = \hat{R} * \hat{P}_k$$

donde

\hat{P}_k = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca (\hat{P}'_k) agrupados en el 1rea de estudio, ponderada por su correspondiente coeficiente de dispersi3n a la talla ($\hat{\sigma}_k$)

$$\hat{P}_k = \frac{\hat{\sigma}_k * \hat{P}'_k}{\sum_{k=1}^N \hat{\sigma}_k * \hat{P}'_k}$$

D3nde \hat{R} es el estimador de raz3n de las lecturas ac3sticas obtenidas del ecointegrador (s_A), y que se obtiene a trav3s de los siguientes m3todos

- **Bootstrap**

El estimador de raz3n (\hat{R}) por UBM correspondiente al m3todo Bootstrap (Robotham y Castillo 1990) se calcula seg3n:

$$\bar{\hat{R}} = \sum_{i=1}^G \frac{\hat{R}_i}{G}$$

Siendo \hat{R} un estimador de raz3n obtenido de la i-3sima muestra de tama1o n seleccionado con reposici3n de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

- **Variables regionalizadas**

Otro estimador de biomasa utilizado, corresponde al propuesto por Petitgas (1991) el cual considera que la biomasa depende de la geometr1a del 1rea de distribuci3n del recurso y estima su densidad (Z), que es equivalente a la raz3n \hat{R} , s3lo en dicha 1rea (V) mediante la expresi3n:

$$Z_v = \frac{1}{V} \int Z(x) dx$$

Z_v es un estimador de la media ponderada de las muestras de las lecturas ac3sticas, sin embargo, en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular, y donde cada una de ellas tiene igual 1rea de influencia, el estimador de Z_v puede ser calculado como la media aritm3tica de los datos de s_A por intervalo b1sico de muestreo.



La lectura acústica del ecoinTEGRADOR por UBM corresponde a la expresión:

$$s_A = 4\pi(1.852)^2 \int_{r1}^{r2} s_v * dr$$

Dónde:

- s_v = coeficiente volumétrico de dispersión (m^{-1}).
 R_o = profundidad de referencia del blanco (m).
 r_2, r_1 = límites superior e inferior de la ecoinTEGRACIÓN ó de los estratos programados (m).
 1.852 = factor de transformación de metros a milla náutica.

Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determina según:

$$\begin{aligned} \hat{V}(\hat{A}_k) &= a^2 [\hat{V}(\hat{C}_{nk}) \hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{C}_{nk}^2 - \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{V}(\hat{C}_{nk})] \\ \hat{V}(\hat{R}_k) &= \hat{V}(\hat{P}_k) * \hat{R}^2 + \hat{V}(\hat{R}) * \hat{P}_k^2 - \hat{V}(\hat{P}_k) * \hat{V}(\hat{R}) \\ \hat{V}(\hat{P}_k) &= \hat{V}(\hat{\sigma}_k * \hat{P}'_k) * \left(\sum_{k=1}^n \hat{\sigma}_k * \hat{P}'_k \right)^{-2} + \hat{V} \left(1 / \sum_{k=1}^n \hat{\sigma}_k * \hat{P}'_k \right) * (\hat{\sigma}_k * \hat{P}'_k) \\ &\quad - \hat{V}(\hat{\sigma}_k * \hat{P}'_k) * \hat{V} \left(1 / \sum_{k=1}^n \hat{\sigma}_k * \hat{P}'_k \right) \\ \hat{V}(\hat{\sigma}_k * \hat{P}'_k) &= \hat{V}(\hat{\sigma}_K) * \hat{P}'_k^2 + \hat{V}(\hat{P}'_k) * \hat{\sigma}_K^2 - \hat{V}(\hat{\sigma}_K) * \hat{V}(\hat{P}'_k) \end{aligned}$$

La varianza de la biomasa se calculó según:

$$\hat{V}(\hat{B}_k) = \hat{V}(\hat{A}_k) \hat{w}_k^2 + \hat{V}(\hat{w}_k) \hat{A}_k^2 - \hat{V}(\hat{A}_k) \hat{V}(\hat{w}_k)$$

La varianza del coeficiente de ecoinTEGRACIÓN en número (\hat{C}_{nk}) se determinó según:

$$\hat{V}(\hat{C}_{nk}) = (4\pi)^{-2} (10)^{-2(0,1T\bar{S}+1)} \ln^2(10) \hat{V}(T\bar{S}_k)$$

Dónde:

$$\hat{V}(T\bar{S}_k) = \hat{V}(\hat{\alpha}) + \log^2(L_k) \hat{V}(\hat{\beta}) + 2 \log L_k \text{cov}(\alpha, \beta)$$

Siendo:

- α y β = coeficientes de la regresión TS-L.
 L_k = longitud a la talla k.



Estimadores de la varianza de \hat{R}

- Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)**

$$\hat{V}_3(\hat{R}) = \frac{1}{(G-1)} = \sum_{i=1}^G (\hat{R}_i - \bar{\hat{R}})^2$$

El intervalo de confianza $(1 - \alpha)$ para la abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} se encuentra dado por el método Percentil Corregido (BC).

$$(\hat{F}^{-1} \{ \phi(2Z_0) \})$$

D3nde \hat{F}^{-1} es la funci3n inversa de la distribuci3n acumulada de $\hat{F}(\hat{R})$, definida por:

$$\hat{F}(\hat{R}) = Prob(\hat{R}_x - \hat{R})$$

D3nde,

$$Z_0 = \phi^{-1}(\hat{F}(\hat{R}))$$

Siendo Z_α el percentil superior de una normal est3ndar.

- Método de las variables regionalizadas**

Este estimador de varianza utilizado corresponde al propuesto por Matheron (1971), para datos geogr3ficamente correlacionados mediante la ecuaci3n:

$$\sigma^2_E = 2 \bar{\gamma}(S,V) - \bar{\gamma}(V,V) - \bar{\gamma}(S,S)$$

D3nde los t3rminos de la ecuaci3n se pueden representar mediante sus respectivos variogramas ($\gamma(h)$) seg3n:

$$\gamma(S,S) = \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \sum_{\beta} \gamma(x_{\alpha} - x_{\beta})$$

$$\bar{\gamma}(S,V) = \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \int_V \gamma(x_{\alpha} - y) dy$$

$$\bar{\gamma}(V,V) = \frac{1}{V^2} \int_V dx \int_V \gamma(x - y) dy$$

D3nde V es el 3rea de distribuci3n del recurso, (a,β) los 3ndices de los intervalos b3sicos de muestreos y n el n3mero de muestras en V.



La varianza σ_e es entonces la diferencia entre la integral doble de la función de estructura ($\bar{\gamma}(S,V)$) y sus dos aproximaciones discretas sobre la grilla de muestreo ($\bar{\gamma}(S,V)$ y $\bar{\gamma}(S,S)$), de los cuales estos últimos no pueden ser calculados sin recurrir a un modelo de variograma.

La varianza σ_e depende de la estructura espacial a través de tres factores geométricos; de la geometría del campo para $\bar{\gamma}(V,V)$; de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S,S)$ y de la posición de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S,V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

Estimación del Coeficiente de Variación (CV)

Con el objeto de disponer de una medida de la precisión alcanzada en el estimado de biomasa, se utiliza el coeficiente de variación.

$$CV = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{B})}}{\hat{B}}$$

Dónde:

$$\begin{aligned} \hat{V}(\hat{B}) &= \text{varianza de la abundancia o biomasa} \\ \hat{B} &= \text{Abundancia o biomasa} \end{aligned}$$

4.2.2 **Objetivo 3.2.2.** *Caracterizar y analizar en un contexto espacio-temporal, composición demográfica y su variación interanual de los stocks evaluados mediante indicadores biológicos.*

Respecto del diseño de muestreo utilizado, se debe consignar que es tri-etápico y no bi-etápico como aparece escrito en la propuesta técnica, ya que la obtención de los ejemplares muestreados consta de tres etapas definidas como: lance (“i”), caja (“j”) y ejemplares (“r”).

4.2.2.1 **Determinación de las capturas por lance y proporción de especies.**

Definición de índices, variables y parámetros:

| | | |
|-------|---|---|
| i | : | Lance |
| j | : | Caja |
| r | : | Ejemplares |
| s | : | Especie |
| m_i | : | Muestra de cajas en el lance “i” |
| M_i | : | Total de cajas contenidas en el lance “i” |



| | |
|-------------------|---|
| M_{0i} | : N3mero de cajas en el lance “i” |
| M_0 | : Total de cajas contenidas en todos los lances muestreados |
| n_{ij} | : Muestra de ejemplares en la caja “j” del lance “i” |
| n^*_i | : Muestra de ejemplares de proporci3n sexual en el lance “i” |
| n^*_k | : Muestra tomada dentro de la clase de talla “k” para establecer la clave edad-talla. |
| Y_{ij} | : captura en el lance “i” caja “j” |
| Y_i | : captura del lance “i” |
| Y_{0i} | : Peso de las cajas examinadas en el lance “i” |
| Y^*_h | : Captura dentro de la zona o estrato “h” |
| Y^* | : Captura de todos los estratos que constituyen una zona de estudio. |
| \bar{Y}_i | : Captura promedio por caja del lance “i” |
| w_{ijr} | : Peso del ejemplar “r” en la muestra de ejemplares “j” del lance “i” |
| $P_{ij}(s)$ | : Proporci3n de ejemplares en n3mero de la especie “s” en el lance “i”, caja “j”. |
| $P(s)$ | : Proporci3n de la especie s |
| \hat{C}_i | : Captura total por lance “i” (kg) |
| $\hat{P}_{ij}(k)$ | : Proporci3n de ejemplares de talla “k” en la caja “j” del lance “i”. |
| $\hat{P}_i(k)$ | : Proporci3n de ejemplares de talla “k” en el lance “i”. |
| $\hat{P}(k)$ | : Proporci3n de ejemplares de talla “k”. |
| \hat{A}_{ke} | : Abundancia estimada de talla “k” y edad “e” |
| \hat{A} | : Abundancia obtenida por m3todos hidroac3sticos. |
| l_k | : Longitud de talla “k” |

a. Determinaci3n de la captura total por lance.

La captura total en peso de los lances de pesca a mediana, se determina mediante su cubicaci3n en cajas pl3sticas de 30 kg c/u, aproximadamente, y contabilizadas antes de lanzarlas al mar.

Se seleccionaron cuatro cajas al azar para verificar su peso y obtener un promedio. La captura total del lance resulta de la multiplicaci3n entre el n3mero de cajas y el peso promedio de cada una de ellas, seg3n:



$$\hat{C}_i = M_0 \bar{y}_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^m y_{ij} * \bar{y}_i$$

b. Estimación de la proporción de especies en número y en peso

Dado que frecuentemente las capturas en los lances de pesca a media agua en la zona centro-sur son multiespecíficas, la estimación de la proporción de especies puede ser tratada como una distribución multinomial.

El diseño de muestreo apropiado para la estimación de la proporción de especies en una zona, corresponde al diseño de muestreo de conglomerados tri-etápico, donde las etapas se definen como: los lances; las cajas utilizadas para convertir la cubicación de la captura en peso y finalmente los ejemplares contenidos en las cajas seleccionadas para “medir” los ejemplares contenidos en cada una de ellas.

A fin de asegurar que la composición de especies del lance sea adecuadamente representativa, las muestras (cajas) fueron tomadas desde una superficie de un metro cuadrado ubicado al azar sobre la captura que se encuentre en la cubierta del buque.

- Proporción de especies en número.

$$\hat{p}_{(s)} = \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{M_0} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{Y_{ij}}{Y_{0i}} \hat{P}_{ij(s)}$$
$$P_{ij}(s) = \frac{n_{ij}(s)}{n_{ij}}$$

- Proporción de especies en peso

$$\hat{p}_{(s)} = \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{M_0} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{Y_{ij}}{Y_{0i}} \hat{R}_{ij(s)}$$

Donde

$$\hat{R}_{ij}(s) = \frac{\sum_{r=1}^{r=n_{ij}} w_{ijr}(s)}{\sum_{r=1}^{r=n_{ij}} w_{ijr}}$$

4.2.2.2. Estructuras de talla y peso medio.

a. Muestreo de tallas, pesos y sexo

En cada lance con captura de las especies objetivo, se aplicó un muestreo aleatorio simple tendiente a obtener la composición de tallas por clase y su peso medio a la talla. En cada lance se seleccionó de manera aleatoria una muestra de un tamaño aproximado a 200 ejemplares de anchovetas y sardinas



por lance, a los cuales se les mide la longitud total, peso total, peso eviscerado, sexo y estado de madurez.

Todos los muestreos biológicos fueron realizados a bordo del B/C Abate Molina. Las tallas fueron medidas con precisión de 1 mm mediante ictiómetro digital marca Lat37, mientras que los pesos fueron medidos con una balanza electrónica, con mecanismo corrector del movimiento del buque y con una precisión de 0,01 g. Las muestras provenientes de las lanchas participantes en el estudio, fueron congeladas y traspasadas al B/C Abate Molina en altamar y muestreadas a bordo.

b. Estructuras de talla

El diseño de muestreo para la obtención de información de los parámetros de la distribución de longitud total corresponde a un diseño de muestreo tri-etápico donde las unidades de primera etapa corresponden a los lances, las unidades de segunda etapa cajas de 30 kg cada una y las unidades de tercera etapa los ejemplares observados y medidos dentro de las cajas.

c. Estimador de la estructura de talla:

$$\hat{p}_{(k)} = \sum_{i=1}^n \frac{Y_i}{Y_{0i}} \hat{P}_{i(k)}$$
$$\hat{P}_i(k) = \frac{n^*_i(k)}{n^*_i}$$

d. Estructura de talla para una zona de estudio o estrato

La composición de talla por estrato se extrapola a la zona de estudio mediante la expresión:

$$\hat{p}_k = \sum_{h=1}^{h=L} \frac{Y^*_h}{Y^*} \hat{P}_{hk}$$

4.2.2.3. Estratificación de las estructuras de talla

Se definieron estratos espaciales (subzonas) en base a las cercanías georeferenciadas de los lances de pesca, posteriormente a las estructuras de tallas provenientes de los lances de pesca de una misma subzona se les aplicó la Dócima de Hipótesis Generalizada a fin de observar la homogeneidad de estas estructuras de talla, no siendo esta dócima de carácter decisonal para la agrupación de los lances de pesca en subzonas.

4.2.2.4. Relación longitud-peso

La relación longitud peso se estimó según un ajuste de mínimos cuadrados aplicado a la función no lineal dada por la siguiente relación:

$$p = \beta_0 L^{\beta_1}$$



Donde p es el peso de los ejemplares en gramos y L corresponde a la longitud, en cm, β_0 y β_1 son los parámetros del modelo, siendo el primero el intercepto o la constante, y el segundo la pendiente o coeficiente de regresión.

4.2.3. Objetivo 3.2.3. *Caracterizar y analizar las condiciones bio-oceanográficas presentes en el área de estudio y su relación con la distribución espacial de los recursos.*

Este objetivo se desarrollará en plenitud en el informe final, entregándose en esta oportunidad solamente las condiciones superficiales del mar y distribución latitudinal y batimétrica de los recursos objetivos.

4.2.3.1. Distribución espacial de los recursos

La información proveniente del crucero de prospección, se presenta en mapas de manto y en contornos. El procedimiento consiste en realizar una interpolación con el método de la distancia inversa al cuadrado entre los datos georreferenciados (s_A) en cada UBM de 0,5 mn y en las transectas vecinas, con isolíneas categorizadas en 4 niveles de densidad (Tabla 1) utilizando una escala de densidad (t/mn^2), determinada por la expresión:

$$I = 75 (2^{(n-1)})$$

donde I representa el intervalo de densidad y n el nivel de la categoría, siendo $0 < n \leq 4$.

4.2.3.2. Caracterización de las condiciones oceanográficas.

a. Recolecta de muestras y registro de datos

Las muestras fueron tomadas de 135 estaciones oceanográficas posicionadas en 50 transectas perpendiculares a la costa (Fig. 1b). Se realizaron 29 transectas oceanográficas, separadas cada 20 mn, a excepción de las transectas al interior del golfo de Arauco, donde se consideró una separación de 10 mn. En las transectas oceanográficas se realizaron de 2 a 6 estaciones bio-oceanográficas, entre 1 y 35,5 millas náuticas de la costa como máximo, y según la batimetría del lugar. Estas fueron complementadas con 21 estaciones bio-oceanográficas, ubicadas a 1 mn de la costa en las intertransectas.

En cada estación, se obtuvieron registros verticales continuos de temperatura ($^{\circ}C$), salinidad, oxígeno disuelto (mL/L) y fluorescencia hasta una profundidad máxima de 500 m. El registro de datos continuos se realizó con dos equipos CTD/OF Sea Bird, uno modelo 911 y operado en tiempo real, adosado a un sistema de roseta (equipado con 12 botellas Niskin de 5 L de capacidad). El segundo CTD fue un modelo 19 plus.v2, que operó en modo de autocontenido, en condiciones de mal tiempo (10 estaciones) y en calibración de equipos (2 estaciones).

La toma de muestras de agua de mar, se realizó a profundidades estándares: 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300 y 500 m. Las muestras en estas profundidades se emplearon en el análisis de oxígeno disuelto hasta 500 m y clorofila hasta 100 m, variables que fueron utilizadas en el ajuste de los datos obtenidos con los sensores de OD y fluorescencia del CTD/OF.



Procesamiento de la información oceanográfica del crucero

La información del equipo CTD/OF se procesó de acuerdo al procedimiento estándar recomendado por el fabricante en el manual SBE Data Processing (data processing software) (<http://www.seabird.com/products/ModelList.htm>). Durante la campaña de verano, con ambos equipos de CTD/OF se realizaron lances comparativos de calibración, con la finalidad de verificar su funcionamiento.

Los valores de salinidad se entregaron en forma adimensional, siguiendo las recomendaciones de UNESCO (1981), en donde se omiten el factor 10^{-3} y la denominación PSU. En el cálculo de la densidad se utilizó la ecuación internacional de estado del agua de mar, la que se presenta como sigma- t (densidad-1000, kg/m³).

La determinación de la concentración de oxígeno disuelto (OD) se realizó a bordo en verano, mediante el método Winkler modificado por Carpenter (1965), empleando el equipo de Dosimat (precisión 0,001) y dispensadores automáticos

Recopilación de información satelital del periodo del crucero (enero 2021)

Con el propósito de complementar la información oceanográfica durante el crucero, se analizaron imágenes satelitales mensuales de la dirección y magnitud del viento, medido a 10 m sobre el nivel del mar, cada 6 horas, con una resolución espacial de 28 x 28 km² (equivalente a 0,25°/0,25° de latitud/longitud) y un desfase de 24 a 48 h. Este es un producto combinado entre el dispersómetro ASCAT, los radiómetros SSMIS y WindSat, su nombre es WIND_GLO_WIND_L4_NRT_OBSERVATIONS_012_004 y se obtuvo del Servidor Europeo de Monitoreo Marino Ambiental Copernicus (<http://marine.copernicus.eu/>).

Asimismo, se emplearon imágenes de la temperatura superficial del mar (TSM promedio de día y noche) y concentraciones de clorofila-*a* (CLOA, hasta el 20% de penetración de la luz), obtenidas del programa de distribución de datos "Ocean Color Web del satélite MODIS-Aqua (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>), con una resolución espacial de 4 x 4 km² (equivalente a 0,07°/0,07° de latitud/longitud). Las anomalías de temperatura satelital (ATSM) se calcularon a partir de la elaboración de una señal anual promediando los datos históricos de toda la serie julio 2002 - junio 2020, luego se restó a los meses de crucero correspondientes en ambas campañas (enero y mayo 2020).

Finalmente, se emplearon imágenes del campo superficial de corrientes geostroficas, con resolución espacial de 28 x 28 km² (equivalente a 0,25°/0,25° de latitud/longitud), calculadas a partir de la información diaria obtenida del paquete Global Ocean (DUACS) y publicadas por el centro de datos del Servidor Europeo de Monitoreo Marino Ambiental Copernicus (<http://marine.copernicus.eu/>), producto SEALEVEL_GLO_PHY_L4_REP_OBSERVATIONS_008_047. Las corrientes geostroficas fueron superpuestas como vectores a las imágenes superficiales de clorofila-*a*.

Condiciones oceanográficas regionales y locales en el periodo 2002-2021

Condiciones regionales en el Pacífico ecuatorial

Con el propósito de visualizar las condiciones oceanográficas regionales del Pacífico ecuatorial, durante la campaña de verano 2021, dentro de un contexto histórico julio 2002 - enero 2021, se utilizó el Índice



Multivariado ENOS (MEI.v2) y las anomalías de temperatura superficial del mar, provenientes del producto de las regiones Niño₁₊₂ (0°-10°S; 90°-80°W) y Niño_{3,4} (5°N-5°S; 170°-120°W). El índice proporcionado por la NOAA, se calcula sobre un área rectangular de la cuenca tropical del océano Pacífico (30°N-30°S; 100°E-70°W), a través de un análisis ortogonal empírico (EOF, por su sigla en inglés), realizado en base a cinco variables (presión a nivel del mar, temperatura superficial del mar, componentes zonales y meridionales del viento superficial y radiación de onda larga), el cual tiene una distribución bimensual durante el año. En la gráfica del MEI.v2 se agregó la categorización de los procesos ENOS según la información obtenida a través de los boletines mensuales de la NOAA: eventos declarados El Niño, La Niña y eventos neutros. Estos datos se encuentran disponibles en el laboratorio de investigación del sistema terrestre (Earth system research laboratory, <https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/data/meiv2.data>).

Condiciones locales

Con el objeto de caracterizar las condiciones oceanográficas en la zona durante la campaña de enero 2021, dentro de un contexto histórico julio 2002 - enero 2021, se confeccionaron diagramas de ATSM y de concentraciones de clorofila-a en formato 2D (latitud v/s tiempo). Estos diagramas se realizaron para el sector costero (primeras 20 mn) y el oceánico sólo en las anomalías de la temperatura superficial del mar (40-60 mn). Esta información fue obtenida del programa "Ocean Color Web" que distribuye datos del satélite MODIS-Aqua (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>). En el mismo periodo de tiempo, se confeccionó una serie promedio de anomalías de temperaturas superficiales del mar, del sector costero y sector oceánico y de las concentraciones de clorofila-a en la costa. Ambas series se subdividieron en dos subáreas: norte (32°S-37,5°S) y sur (37,5°S-33°S). En el cálculo de las ATSM de cada serie, se elaboró una señal anual promediando los datos mensuales de cada mes en la serie julio 2002- enero 2021 y luego se le restó esta señal anual a la serie.



5. RESULTADOS

5.1 Itinerario del Crucero

El itinerario del Crucero, por embarcación fue el siguiente:

B/C Abate Molina

| Actividad | Fecha/periodo |
|---|--------------------------|
| Calibración electroacústica sistema eointegración B/C "Abate Molina" en Valparaíso. | 30 diciembre 2020 |
| Zarpe desde Valparaíso B/C Abate Molina. | 05 enero 2021 |
| Prospección acústica, oceanográfica y lances zona Pichidanguí-Talcahuano. | 05-22 enero 2021 |
| Recalada en Talcahuano. | 22 enero 2021 |
| Prospección acústica, oceanográfica y lances zona Talcahuano-sur Corral. | 23 enero - 03 febr. 2021 |
| Recalada en Valparaíso. Fin de crucero. | 05 febrero 2021 |

L/M Don Luis Alberto

| Actividad | Fecha/periodo |
|--|------------------|
| Instalación de equipos y preparación de L/M Don Luis Alberto, en Talcahuano. | 16-17 enero 2021 |
| Calibración sistema portátil EK-80, realizado en bahía de Concepción | 18 enero 2021 |
| Zarpe L/M Punta Brava, prospección costera Pta Nugurne - Colcura. | 18-22 enero 2021 |
| Recalada en Talcahuano, desinstalación y desembarque de materiales. | 22-23 enero 2021 |

L/M Alberto M

| Actividad | Fecha/periodo |
|--|--------------------------|
| Instalación de equipos y preparación de L/M Punta Brava, en Valdivia | 28 enero 2021 |
| Zarpe L/M Punta Brava, prospección Costera | 29 enero - 01 febr. 2021 |
| Desinstalación y desembarque de materiales | 02 febrero 2021 |

5.2. Objetivo específico 3.2.1. *Estimar el tamaño del stock de los recursos anchoveta y sardina común y su distribución espacial en el período de máximo reclutamiento a la pesquería presentes en la zona de estudio.*

5.2.1. Estimación de la abundancia y biomasa.

Para ambas especies, las estimaciones de la abundancia (número) y biomasa (peso) fueron obtenidas para cada subzona, agrupando posteriormente los datos para entregarlos según distribución regional con la siguiente nomenclatura:

| | | |
|---|---------------|----------------------|
| Región de Valparaíso a Región del Maule | : Valpo-Maule | (Ex V-VII Regiones). |
| Región de Ñuble a Región del Biobío | : Ñuble-BBio | (Ex VIII Región) |
| Región de la Araucanía a Región de Los Ríos | : Arau-Ríos | (Ex IX-XIV Regiones) |



a) Sardina común

En las Tablas 2, 3 y en la Figura 2, se presentan los estimados a la talla, por zona, por regiones y total de la abundancia numérica y la biomasa en peso de sardina común estimada por método geoestadístico.

La abundancia total calculada con el método geoestadístico, incluyendo los estudios de sesgo de orilla, alcanzó a 329.634 millones de ejemplares, con un CV=3,0% (Tabla 4), con el 92,0% correspondiente a reclutas (<11,5 cm). La distribución regional presenta su mayor participación en las Regiones Ñuble-BBio con el 69,3% (228.318 millones), seguida de las Regiones Valpo-Maule con el 21,2% de la abundancia total (Tabla 5).

La biomasa total calculada con el método geoestadístico, alcanzó a 2.363.380 toneladas con un CV=3,5% (Tabla 4), de éstas el 66,9% correspondió a reclutas. Respecto a la distribución regional, el mayor aporte de biomasa también se concentró en las Regiones Ñuble-BBio con el 59,3% (1.402.622 t), seguida de las Regiones Arau-Rios con el 25,9% (531.645 t) (Tabla 5).

b) Anchoqueta

Los estimados a la talla, por zona, por regiones y total de la abundancia numérica y la biomasa en peso obtenidos mediante método geoestadístico se entregan en las Tablas 6, 7 y en la Figura 3.

La abundancia total calculada con método geoestadístico, incluyendo ambos estudios de sesgo de orilla, alcanzó a 24.270 millones de ejemplares con un CV=5,7% (Tabla 8) correspondiendo un 17,3% a reclutas (<12 cm). La distribución regional presenta su mayor participación en las Regiones Arau-Rios con el 59,9% (14.535 millones de ejemplares) seguida de Ñuble-BBio con el 32,3% (Tabla 9).

La biomasa total calculada con método geoestadístico alcanzó a 516.374 toneladas (CV=6,5%) (Tabla 8) con un 4,1% correspondiente a reclutas. El mayor aporte de biomasa correspondió a las Regiones Arau-Rios con el 67,5% (348.562 t), seguida de las Regiones Ñuble-BBio con el 25,5% (Tabla 9).

c) Aportes sesgo de orilla

Los aportes del sesgo de orilla, definidos como la biomasa y abundancia obtenidos en la zona de distribución del recurso, y que fue detectada solamente por las embarcaciones artesanales, se presenta en la Tabla 10. En ésta se observa que los aportes del sesgo de orilla difieren de acuerdo a la especie, en el caso de sardina común el mayor aporte fue en la zona Ñuble-BBio, donde se alcanzó el 21,2% de la biomasa total (501.888 t) y el 24,8% de la abundancia total, mientras que para anchoqueta el mayor aporte fue en la zona Arau-Rios, donde se alcanzó el 22% de la biomasa total (113.423 t) y el 19,5% de la abundancia.



5.3 Objetivo 3.2.2. *Caracterizar y analizar en un contexto espacio-temporal, composición demográfica y su variación interanual de los stocks evaluados mediante indicadores biológicos.*

5.3.1. Determinación de las capturas por lance y proporción de especies

Durante el crucero se realizaron 68 lances de pesca de identificación, de los cuales, 52 fueron realizados por el B/C Abate Molina (Tabla 10), 11 por la L/M Don Luis Alberto (Tabla 12) y 5 por la L/M Alberto M (Tabla 13). Para el total de lances de identificación efectuados en conjunto por el B/C Abate Molina y las embarcaciones artesanales participantes, 34 (50%) registraron captura positiva de anchoveta y 40 (58,8%) de sardina común. En los lances de identificación efectuados por el B/C Abate Molina, anchoveta estuvo presente en 27 (51,9%) y sardina común en 26 (50%) (Tabla 11). En el sesgo de orilla de las regiones Ñuble-BBio (sesgo 1) se obtuvo registro positivo de anchoveta 4 lances de identificación, mientras que sardina común estuvo presente en la totalidad de lances realizados (Tabla 12). En las regiones de Arau-Rios (sesgo 2) se tuvo presencia de anchoveta y sardina común en 3 de los 5 lances efectuados (Tabla 13).

El registro total de la captura obtenida a partir de los lances de identificación efectuados por el B/C Abate Molina fue de 23.348 kg, de los cuales 1.709 kg (7,3%) correspondió a anchoveta; 7.193 kg (30,8%) a sardina común y 14.446 kg (61,9%) a fauna acompañante (Tabla 11). La fauna acompañante estuvo compuesta principalmente por: medusas, jibia, jurel, merluza común y sierra, las cuales agruparon el 95% de la captura de fauna acompañante (Tabla 14). Es preciso señalar que el registro de captura de jibia, correspondió a un solo lance de identificación.

5.3.2. Estructuras de talla y peso medio

a) Anchoveta

La estructura total de talla fue de característica polimodal. El grupo modal principal se localizó en 15,5 cm LT y secundarios en 8,5 y 4 cm LT (Fig. 4). La amplitud del rango de tallas estuvo entre 2,5 y 18,5 cm LT, con peso y longitud promedio de 19,7 g y 13 cm, respectivamente.

b) Sardina común

La distribución total de tallas fue polimodal. Los grupos modales principales se localizaron en 8,5 y 7 cm LT y secundarios en 13,5 y 15,5 cm LT (Fig. 5). El rango de tallas varió entre 3,5 cm a 17 cm LT, con peso y longitud promedio de 8,4 g y 8,9 cm, respectivamente.

5.3.3. Estratificación de las estructuras de talla

Se definieron 5 zonas para anchoveta y 4 para sardina común (Figs. 6 y 7). Los límites geográficos de cada zona y los lances de identificación asignados, en cada caso, se detallan en las tablas 15 y 16.



Anchoveta

- Zona 1: Estructura de talla bimodal, el grupo modal principal se localizó en 15,5 cm y secundario en 8,5 cm. El rango de tallas se ubicó entre 6 y 18,5 cm de longitud total. El peso promedio fue de 23,6 g y longitud media 14,1 cm.
- Zona 2: Estructura de talla polimodal. El grupo modal principal se localizó en 4 cm y secundarios en 8,5 y 14,5 cm. Rango de tallas entre 2,5 y 17 cm de longitud total, peso promedio 8,7 g y longitud promedio de 8,4 cm.
- Zona 3: Distribución de talla polimodal, con grupo modal principal en 15,5 cm y secundarios en 10, 11 y 12 cm. Rango de tallas entre 8,5 y 18,5 cm, con peso y longitud promedio de 24,6 g y 14,1 cm, respectivamente.
- Zona 4: Estructura de talla polimodal. Los grupos modales principales se localizaron en 8,5 y 10 cm y secundario en torno a 3,5 cm. El rango de tallas se situó entre 3 y 13 cm de longitud total con peso medio de 4,8 g y longitud media de 9,1 cm.
- Zona 5: Estructura unimodal centrada en 14,5 cm y rango de tallas entre 9,5 y 18,5 cm con peso medio de 21,6 g y longitud media de 14,5 cm.

Sardina común

- Zona 1: Distribución de tallas unimodal. El grupo modal principal se localizó en 8,5 cm, no obstante, se sugiere la presencia de un grupo modal secundario en torno a 13,5 cm. Rango de tallas entre 4,5 y 16,5 cm, con peso y longitud promedio de 6,4 g y 8,4 cm, respectivamente.
- Zona 2: Estructura de talla bimodal con grupos modales en 7 y 10 cm. Rango de tallas entre 6 y 11,5 cm con peso medio de 4,8 g y longitud promedio de 8,4 cm.
- Zona 3: Estructura de talla polimodal. El grupo modal principal se centró en 15,5 cm y secundarios en 7,5; 11 y 13,5 cm. El rango de tallas se distribuyó entre 6,5 y 17 cm con peso medio de 26,3 g y longitud media de 13,5 cm.
- Zona 4: Estructura de tallas de característica unimodal con dos grupos modales principales en 7,5 y 8 cm. El rango de tallas se localizó entre 6,5 y 10,5 cm con peso medio de 4,2 g y longitud promedio de 7,9 cm.

5.3.3.1. Análisis estadístico de la estratificación de tallas mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha=0,05$)

a) Anchoveta

El resultado del análisis inferencial de las distribuciones de talla agrupadas por zona, indica que, de las 5 zonas establecidas *a priori*, las zonas 3 y 4 aceptan el supuesto de homogeneidad y por ende no presentan diferencias significativas, respecto de la estructura global formada por el conjunto de zonas (Tabla 17).



El análisis estadístico de las estructuras individuales al interior de cada zona, da cuenta de que en las zonas 1, 3 y 5 el total de estructuras de talla asignadas cumple el supuesto de homogeneidad, siendo estadísticamente similares a la estructura global de la zona. En la zona 2 el 60% de las distribuciones de talla cumple el supuesto, mientras que en la zona 4, las distribuciones asignadas no cumplen el supuesto de homogeneidad (Tabla 18).

b) Sardina común

El resultado del análisis estadístico para las distribuciones de talla por zona, determina que las 4 zonas no cumplen el supuesto de homogeneidad y por ende presentan diferencias estadísticas entre sí y, respecto de la estructura total formada por el conjunto de zonas (Tabla 17).

El análisis de las distribuciones individuales al interior de cada zona, indica que en la zona 1 el total de estructuras individuales asignadas cumple el supuesto de homogeneidad, siendo similares en términos estadísticos. En la zona 2, las dos estructuras individuales asignadas no cumplen el supuesto de homogeneidad, mientras que en la zona 3 el 75% de éstas cumple el supuesto, siendo estadísticamente similares a la estructura global de la zona y entre sí (Tabla 18). Cabe señalar que a la zona 4 se le asignó una estructura individual, que a su vez es la estructura global de zona.

5.3.4. Relación longitud – peso

En base al total de pares de datos disponibles de longitud total (cm) y peso total (g), obtenidos en toda el área de estudio, se estableció la relación entre estas dos variables para anchoveta y sardina común, ajustándose en ambos casos un modelo lineal total de regresión. La relación que se establece entre estos indicadores biológicos es la misma para toda el área de estudio, ya que es una condición de crecimiento de las especies y es independiente de agrupaciones zonales o tamaño de los peces en distintas zonas geográficas.

Para anchoveta y sardina común, el modelo de regresión presentó una dependencia funcional lineal significativa entre la variable peso total y longitud total con un alto grado de ajuste, lo que se reflejó en el valor del coeficiente de determinación ($R^2 > 0,9$) del modelo para las dos especies (Figs. 8 y 9). Para anchoveta el modelo estimó un valor de $R^2 = 0,987$ y coeficientes de regresión $\alpha=0,002$ y $\beta=3,414$ (Fig. 8). Mientras que en sardina común, el modelo determinó un valor de $R^2 = 0,969$ y coeficientes de regresión $\alpha=0,006$ y $\beta=3,201$ (Fig. 9).

5.4. Objetivo específico 3.2.3. Caracterizar y analizar las condiciones bio-oceanográficas presentes en el área de estudio y su relación con la distribución espacial de los recursos.

5.4.1. Distribución espacial de los recursos

a) Total de especies

Durante la prospección hidroacústica desarrollada por el B/C Abate Molina en conjunto con las embarcaciones artesanales L/M Don Luis Alberto y L/M Punta Brava se registró una densidad acústica total de 29.157.396 m²/mn², siendo las principales especies detectadas sardina común con un 77,7%, anchoveta con 15,6% y jurel con un 2,9% de la energía acústica total.



b) Sardina común

Sardina común fue detectada en general en casi toda el área de estudio, destacándose tres focos; el primero, de menor densidad que el resto, se localizó entre San Antonio y caleta Matanza, concentrando el 3,8% de la energía retrodispersada referida a sardina común. El segundo foco y principal, se situó desde Constitución hasta el golfo de Arauco con una cobertura geográfica continua y altas densidades que alcanzaron un valor de $15.781.713 \text{ m}^2/\text{mn}^2$ (69,7% del total de sardina común).

La tercera zona se emplazó al sur de isla Mocha, entre puerto Saavedra y Corral con una lectura para la zona de $5.402.042 \text{ m}^2/\text{mn}^2$, lo que representó el 23,8% del total de sardina detectada (Fig. 10). En profundidad, la sardina se presentó principalmente en los primeros 30 metros de la columna de agua.

c) Anchoqueta

Anchoqueta presentó una distribución discontinua desde el límite norte del área de estudio hasta punta Nugurne, donde presentó agregaciones de baja densidad y con una distribución más alejada de la costa alcanzando hasta 15-20 mn donde se detectaron ejemplares pre reclutas y juveniles, En el resto del área se registraron dos focos de mayor densidad, el primero en un pequeño sector costero entre punta nugurne y Dichato, en donde se alcanzó un registro de $959.869 \text{ m}^2/\text{mn}^2$ (21,1% del total de anchoqueta detectada) y un segundo foco y principal detectado al sur de isla Mocha entre punta Manuel y Queule que reportó $3.283.533 \text{ m}^2/\text{mn}^2$ (72,3% del total de los registros d anchoqueta) (Fig. 11). Respecto a la distribución batimétrica, se observó que la especie se encontró mayoritariamente dentro de los primeros 25 metros.

5.4.2. Condiciones oceanográficas en superficie durante la campaña de verano

Temperatura superficial del mar (TSM)

La $TSM < 14^\circ\text{C}$ presentó gran cobertura espacial, interrumpida por dos áreas con $TSM > 15^\circ\text{C}$, al norte de Bucalemu ($34^\circ 40'S$), con máximas superiores a los 16°C y a menos de 10 mn de costa alrededor de Tirúa ($38^\circ 20'S$), junto con un pequeño foco costero al sur del puerto de Coronel (Fig. 12a). En la costa se destacaron áreas con $TSM < 12^\circ\text{C}$ en torno a los $34^\circ 00'S$, entre Constitución y punta Nugurne, desde 10 mn de costa entre 36°S - 37°S , entre 1-20 mn de costa de punta Lavapié al puerto de Lebu y en las primeras millas entre puerto Lebu y Tirúa y al sur de $39^\circ 30'S$. TSM mínimas $< 11^\circ\text{C}$ se presentaron en la costa al norte de punta Nugurne y de Corral hasta caleta Milagro.

Salinidad superficial (SSM)

En la costa, desde punta Lavapié a Bucalemu la salinidad fue $> 34,4$ con un foco < 34 entre Talcahuano y puerto Coronel (Fig. 12b). De Bucalemu hacia el límite norte la SSM se mantuvo $> 34,2$, mientras que de punta Lavapié al sur se observó una disminución en la salinidad, donde, cercano a Tirúa la salinidad fue $< 33,8$ mientras que al sur de 39°S disminuyó a $< 33,6$.

Densidad superficial (sigma-t)

Entre Bucalemu y Tirúa la densidad fue $> 25,6 \text{ kg/m}^3$, con un foco $< 25,6 \text{ kg/m}^3$ al sur del puerto de Coronel (Fig. 12c). En ambos extremos, tanto al norte de Bucalemu como al sur de Tirúa, se observaron menores valores que $25,4 \text{ kg/m}^3$. Focos costeros $< 24 \text{ kg/m}^3$ se presentaron al sur del puerto de Coronel, en puerto Saavedra y al norte de Corral.



Oxígeno disuelto (mL/L)

Preliminarmente, se observaron concentraciones de oxígeno disuelto <3 mL/L a <5 mn entre Bucalemu y punta Nugurne y valores <4 mL/L desde el sector más alejado de la costa $\sim 36^{\circ}\text{S}$ hacia las primeras millas de Tirúa (Fig. 12d). Mayores concentraciones que 6 mL/L se presentaron al norte de Bucalemu, alrededor de Talcahuano y del puerto de Coronel y entre Tirúa y el norte de Corral. Al sur de esta localidad el OD disminuyó y fue <6 mL/L.

5.4.3. Información satelital.

En enero predominó viento con dirección sur-suroeste, con intensidades >7 m/s en gran parte de la zona, la intensidad máxima >9 m/s se situó entre 34°S - 36°S y entre $74,5^{\circ}\text{W}$ - 76°W (Fig. 13a). En áreas costeras, el viento fue predominantemente <5 m/s, excepto en los sectores de Talcahuano, punta Lavapié y el sur de Corral donde se destacaron intensidades >8 m/s.

En enero temperaturas superficiales del mar $>17^{\circ}\text{C}$ se situaron en el sector oceánico al norte de 40°S (Fig. 13b), presentándose una banda costera con TSM $<16^{\circ}\text{C}$, la que desde el sur de Bucalemu generó un gradiente térmico costa-océano con TSM $<15^{\circ}\text{C}$, hasta alcanzar valores $<12^{\circ}\text{C}$ entre punta Lavapié y Tirúa, alrededor de Corral y al sur de 41°S .

En enero al norte de 40°S , predominaron ATSM negativas ($>1^{\circ}\text{C}$, absoluto), con un área oceánica de hasta -2°C entre 36°S - $37,5^{\circ}\text{S}$ (Fig. 13c). Anomalías neutras se presentaron en sectores más alejados de la costa de Corral al sur.

En enero se presentaron concentraciones de clorofila-*a* >1 $\mu\text{g/L}$ en una banda costera que se extendió hacia el sector oceánico desde el norte de Corral, favorecido por corrientes geostróficas >10 cm/s (Fig. 13d). A lo largo de la costa se observaron valores >5 $\mu\text{g/L}$, quedando discontinua al norte de Constitución, en punta Lavapié y de Corral al sur. Focos altamente productivos >10 $\mu\text{g/L}$ se presentaron alrededor de Valparaíso y Bucalemu, con mayor extensión de Constitución al sur de Talcahuano, donde alcanzó máximos >25 $\mu\text{g/L}$. Focos >10 $\mu\text{g/L}$ de menor tamaño y aislados se presentaron entre Tirúa y el sur de puerto Saavedra.

Condiciones oceanográficas regionales y locales

Condiciones regionales

De abril a octubre 2020 la serie de tiempo del índice bimensual MEI.v2 presentó valores negativos, sobrepasando el umbral de -1°C entre junio-julio 2020 y diciembre 2020-enero 2021. Esto indicó el inicio de una condición fría, declarada oficialmente como La Niña en agosto 2020 y que se ha mantenido en el tiempo hasta la primera quincena de febrero 2020 (Fig. 14a). Entre marzo-abril 2020 las anomalías de temperatura superficial del mar en ambas regiones Niño₁₊₂ y Niño_{3,4} disminuyeron progresivamente y han permanecido negativas desde mayo 2020 hasta enero 2021. Entre noviembre 2020 y enero 2021 las ATSM permanecieron $\sim -0,6^{\circ}\text{C}$ en la región Niño₁₊₂ y sobrepasaron levemente el valor de -1°C en la región Niño_{3,4}.



Condiciones locales

Serie de anomalías de temperatura superficial del mar

De agosto 2020 a enero 2021 el promedio de las ATSM en la zona centro sur de Chile (32°S - 42°S), tuvo valores negativos que se intensificaron en ambos sectores costero y oceánico hacia comienzos de 2021 (Fig. 14b-c). La serie norte (32°S - $37,5^{\circ}\text{S}$) de diciembre 2020 a enero 2021 mantuvo ATSM de $-0,9^{\circ}\text{C}$ en la costa y $\sim 1^{\circ}\text{C}$ en el sector oceánico. Mientras que, en mismo periodo la serie sur ($37,5^{\circ}\text{S}$ - 42°S) mostró un fortalecimiento de las ATSM negativas, alcanzando valores $\sim 1^{\circ}\text{C}$ en la costa y $-0,5^{\circ}\text{C}$ en el sector oceánico.

En el diagrama latitud v/s tiempo, a inicios del verano de 2021, al igual que en el año anterior, se observó gran cobertura de ATSM negativas, con valores de hasta -1°C : en la costa al sur de 37°S y en el sector oceánico al norte de 37°S (Fig. 14d-e).

Serie de concentraciones de clorofila-a

En enero 2021, las series costeras de concentraciones de clorofila-a (cloa), presentaron valores cercanos a sus máximos históricos, con $6,4 \mu\text{g/L}$ en la subárea sur ($37,5^{\circ}\text{S}$ - 42°S) y $10,7 \mu\text{g/L}$ en la subárea norte (32°S - $37,5^{\circ}\text{S}$) (Fig. 15a). Comparativamente, en febrero 2020 las concentraciones de cloa en el norte fueron superiores ($12,7 \mu\text{g/L}$), al igual que en el sur ($10,2 \mu\text{g/L}$), luego de un periodo con bajas concentraciones posterior al 2016.

Los diagramas HV evidencian luego de un periodo con bajas concentraciones de cloa posterior al 2016, un aumento de ellas a partir del 2020, pero con mayor cobertura espacial de focos $>5 \mu\text{g/L}$ a partir de agosto 2020 hasta el final de la serie (enero 2021) al norte de $37,5^{\circ}\text{S}$ y que alcanzaron focos máximos $>20 \mu\text{g/L}$ entre $35,5^{\circ}\text{S}$ - $37,5^{\circ}\text{S}$ (golfo de Arauco). Al sur de esta latitud se presentó mayor extensión en el tiempo (julio 2019-mayo 2020) de concentraciones de cloa $>5 \mu\text{g/L}$ entre $37,5^{\circ}\text{S}$ - 40°S que respecto al periodo posterior más acotado (agosto 2020-enero 2021) entre 38°S - $41,5^{\circ}\text{S}$ (Fig. 15b).



6. REPORTES Y TALLERES

Las coordinaciones con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) previo al crucero se realizaron mediante correos electrónicos, con traspaso de información relevante en aras de agilizar las tramitaciones de permisos de pesca de investigación de las embarcaciones que participaron en el estudio, mientras que la presentación del plan de trabajo se realizó mediante una reunión celebrada el 23 de diciembre de 2020 en modo video-conferencia, con la asistencia de sectorialistas de la SSPA (Silvia Hernández, Nicole Mermoud y Camila Sagua), Investigadores de IFOP (María José Zúñiga, Sergio Lillo y Alvaro Saavedra), más la representante del MINECOM (Carla Falcon), sin registro visual de la reunión, se muestra la invitación:

You have been invited to the following event.

Reunión de coordinación RECLAS 2021

When Wed Dec 23, 2020 10:30am – 12pm Chile Time

Where Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso), Blanco #839, Valparaíso, Chile ([map](#))

Joining info Join with Google Meet
meet.google.com/wym-fqag-kra

Join by phone
(CL) [+56 43 245 2070](tel:+56432452070) (PIN: 3150836998287)

[More phone numbers](#)

Calendar alvaro.saavedra@ifop.cl

Who

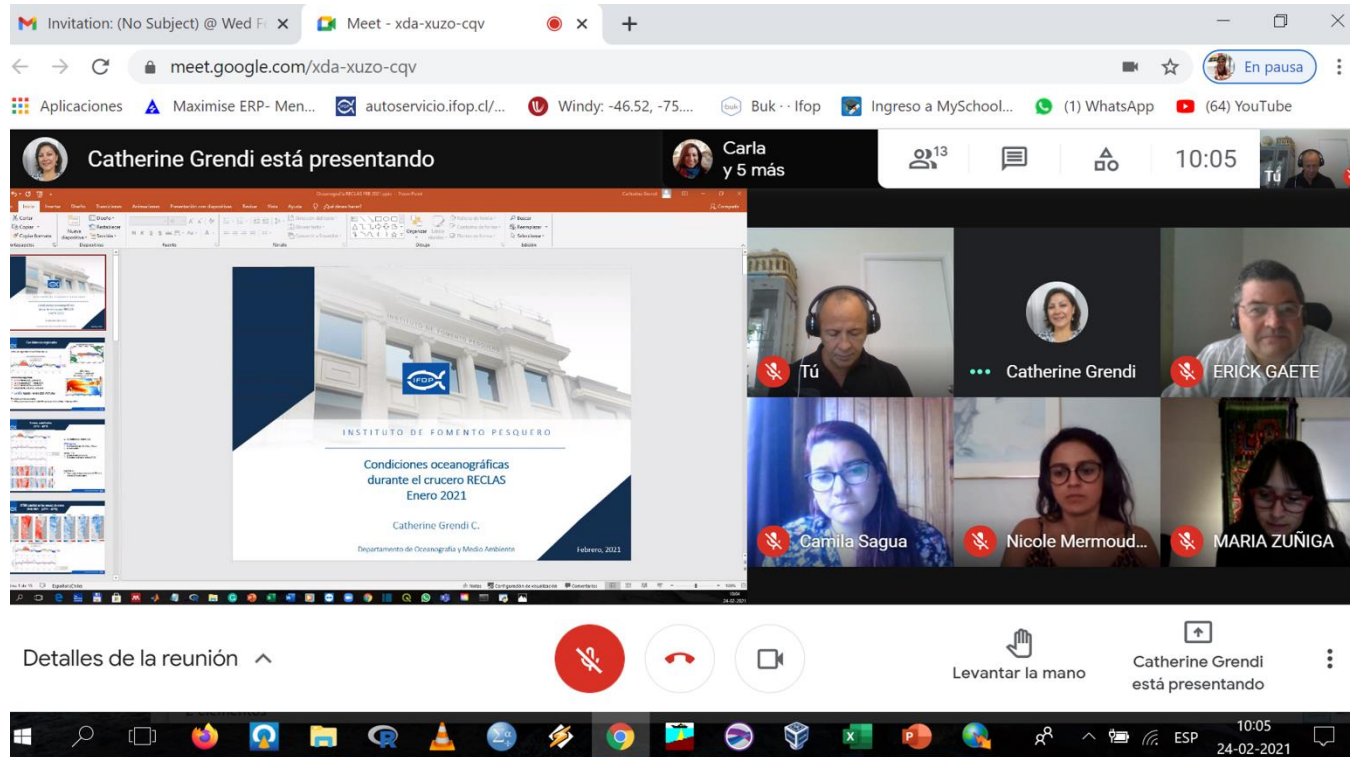
- geovanna.neira@ifop.cl - organizer
- SERGIO LILLO
- shernandez@subpesca.cl
- mariajose.zuniga@ifop.cl
- alvaro.saavedra@ifop.cl
- cgfalcon@economia.cl
- nmermoud@subpesca.cl
- csagua@subpesca.cl
- veronica.torres@ifop.cl - optional
- nora.riquelme@ifop.cl - optional

Durante el crucero se enviaron reportes semanales (4 en total) vía correo electrónico a la SSPA, conteniendo información actualizada del avance del estudio (transectas, lances, estaciones bio-oceanográficas), así como información referida a la distribución y densidades observadas de las especies objetivo y distribución de frecuencia de tallas proveniente de los muestreos biológicos.

Previo a la entrega de este informe de avance, el 24 de febrero de 2021 se realizó en modo video-conferencia un taller, entregando los resultados preliminares de biomasa y abundancia junto a las condiciones oceanográficas observadas en el crucero, participando sectorialistas de la SSPA (Silvia



Hernández, Nicole Mermoud y Camila Sagua), investigadores de IFOP asociados al estudio (María José Zúñiga, Antonio Aranís, Sergio Lillo, Leonardo Caballero, Erick Gaete, Catherine Grendi y Jorge Castillo), y Carla Falcon representante del MINECOM.





7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Estimaciones de abundancia y biomasa

Los resultados obtenidos de biomasa y abundancia de sardina común este año se ubican dentro de los niveles observados en el período 2014-2019, en que los niveles de biomasa superaban los 2 millones de toneladas (Fig. 16), retornando a su estabilidad, luego de la baja observada el año pasado en que el estimado de biomasa bordeó el millón de toneladas (Saavedra *et al.*, 2020).

Si bien las causas de la abrupta disminución observada el año 2020 no están dilucidadas, se podría asociar a una mala sobrevivencia en el primer estadio de vida de sardina común, considerando las anomalías positivas de temperatura en el área comprendida entre Arica y Corral en noviembre de 2019, ya que el estudio de huevos y larvas (MPDH) de la zona centro sur de ese año, concluían que “El desove de sardina común aumentó en abundancia respecto de 2018, con áreas de desove más discretas y abundantes que la anchoveta” (Cubillos *et al.*, 2019). Lo anterior coincidiría con lo observado por Cubillos y Arcos (2002) quienes plantearon que el reclutamiento de la sardina común en la década de los 90’ mostró una relación significativa y negativa con las anomalías positivas de TSM durante el período pre-recluta, situación ratificada por Arteaga *et al.* (2014).

En base a esta misma premisa, las condiciones frías prevalentes en la zona en este período actual, explicarían el aumento observado y la vuelta a la estabilidad en sardina común, considerando que esta especie, en años definidos como fríos presentaría una mejor condición de reclutamiento y una alta relación con la entrada de clases anuales (Parada *et al.*, 2013).

Respecto a la distribución observada de la biomasa de sardina común (Fig. 10), ésta presenta similitud con la amplia distribución de clorofila-a detectada satelitalmente en enero en la misma zona (Fig. 13d), lo que guardaría relación con las grandes zonas de surgencia registradas este año y por ende zonas de gran producción primaria favorables para la alimentación y desarrollo de estos ejemplares. Esta mayor distribución de sardina común en el centro del área (Región de Ñuble y Biobío), observada este año, y que concentra el 59% de la biomasa, se espera que varíe en el transcurso del verano-otoño, desplazándose una fracción del stock hacia el sur de isla Mocha, dada la dinámica observada de esta especie, en donde los niveles de abundancia de sardina común al sur del área de estudio (Regiones Arau-Ríos) aumentan en el período de otoño respecto al verano (Saavedra *et al.*, 2017), produciéndose una migración de ejemplares juveniles a la zona de desove y de resguardo natural entre puerto Saavedra y Queule principalmente.

Anchoveta presenta una condición bastante similar a la observada los últimos tres años en los períodos de verano, con estimaciones cercanas a las 500.000 toneladas (Fig. 16), se debe destacar que el período estival no es el mejor período para observar la señal de reclutamiento de anchoveta, siendo el crucero de otoño en donde se aprecia con claridad el ingreso de la fracción recluta. En esta oportunidad se observó una fuerte componente adulta en desmedro de la fracción juvenil y pre-recluta, no obstante, esta última fracción pre recluta (3-5 cm) siempre se encuentra subestimada, dado que estos ejemplares por su pequeño tamaño no son vulnerados por el arte de pesca, y debido a su crecimiento podrían constituirse en un aporte importante para el tamaño del stock en los próximos meses, lo importante es que están presentes en el medio.



Estructura de tallas

La distribución de longitud total de anchoveta dio cuenta de un stock con mezcla de individuos adultos y juveniles (< 12 cm) en el área localizada al norte de los 38° S, mientras que al sur de esta latitud el stock evaluado estuvo compuesto principalmente por adultos y escaso aporte de individuos juveniles. La mayor participación de juveniles se observó en la zona comprendida entre Bucalemu y Punta Nugurne (zona 2), y entre Lebu y la isla Mocha (zona 4), mientras que la mayor proporción de adultos se localizó entre Pichidangui y San Antonio (zona 1), entre Punta Nugurne y Golfo de Arauco (zona 3) y el área ubicada al sur de isla Mocha (zona 5). La heterogeneidad en las distribuciones de talla de anchoveta, que se observó en el presente estudio, así como también, la mayor participación de individuos juveniles en el área que se ubicó al norte de la isla Mocha, también fue registrada en el mismo período durante los cruceros de enero de 2019 y 2020. La distribución de longitud multimodal, obtenida en el presente estudio, es concordante con lo que se ha venido registrando desde enero de 2018.

En sardina común, la distribución de espacial de las estructuras de talla muestra un predominio de individuos juveniles (< 11,5 cm) al norte de los 38° LS y adultos al sur de esta latitud. El predominio de individuos adultos al sur de los 38°S, también ha sido reportado en iguales períodos de estudio de los años 2019 y 2020. No obstante, durante el presente estudio se presentó una pequeña zona, frente a Corral, con predominio de juveniles, situación que se observó durante el estudio desarrollado en enero de 2019. Por otro lado, la distribución de longitud multimodal, obtenida durante el estudio, es concordante con lo que se ha venido observando desde enero de 2018, donde las distribuciones de longitud se han caracterizado por ser multimodales.

En cuanto a la relación entre la longitud total y el peso total de los individuos, en ambas especies se observó una dependencia lineal significativa y alto grado de ajuste entre las dos variables. Esto se reflejó en los valores de los coeficientes de determinación ($R^2 > 0,9$) estimados para ambas especies. Desde un punto de vista histórico, los valores de los coeficientes de determinación y regresión se mantuvieron dentro de los valores históricos que han sido estimados para estos coeficientes.

Condiciones oceanográficas

Entre agosto 2020 y febrero 2021 se ha desarrollado La Niña en la región Ecuatorial, afectando localmente las temperaturas superficiales del mar, desde esta región hacia la costa, especialmente la zona Centro sur de Chile, lo anterior, asociado al descenso anormal de las temperaturas superficiales del mar, debido a la surgencia estacional, genera un gradiente térmico reforzado entre el continente (cálido) y el océano (frío), fortaleciendo el componente del viento sur que a su vez favorece las surgencias a lo largo de la costa (IFOP, 2021). Esta surgencia en este periodo es normal, pero en esta ocasión se ha fortalecido por La Niña, enfriando más la superficie del océano costero y aumentando más el gradiente costa-océano del viento, siendo un proceso de retroalimentación positiva (Letelier, 2021).

Los procesos de surgencias reforzadas por La Niña, generan ascenso de aguas profundas, con menor temperatura, ricas en nutrientes, pero con bajo contenido de oxígeno disuelto. Esto lo evidenciaron las figuras superficiales del crucero RECLAS desarrollado en enero 2021. En ellas se observaron aguas



con baja temperatura entre 34°S-38°S, asociado a densidades $>25,6 \text{ kg/m}^3$ y un área con bajo contenido de oxígeno disuelto, que alcanzó concentraciones $<3 \text{ mL/L}$ entre 34°S-36°S.

Particularmente, en zonas protegidas del viento, como el golfo de Arauco se observó un foco costero con mayor temperatura superficial, asociado a baja salinidad y menor densidad, debido aporte de agua dulce desde el río Laraquete. Además, en sectores costeros que se encuentran a sotavento de centros de surgencia, como el golfo de Arauco, se conforma una estructura hidrográfica que ha sido denominada “sombra de surgencia” (Graham, 1993; Valle-Levinson, 2003), donde la productividad biológica presenta valores elevados en relación a zonas más expuestas, con altas concentraciones de clorofila-a.

Una extensión de aguas productivas se observó hacia el sector oceánico y la ocurrencia de valores altos de clorofila-a en áreas oceánicas oligotróficas se ha asociado al transporte de nutrientes y materia orgánica desde la costa, como resultado de la surgencia costera, por ascenso de la masa de Agua Ecuatorial Subsuperficial. Esto también se ha asociado a la formación de filamentos que transportan nutrientes y plancton lejos de la costa (Letelier *et al.*, 2009; Morales *et al.*, 2013; 2017). Comparativamente con enero de 2019 y 2020, la extensión de clorofila hacia el sector oceánico fue mayor, y a lo largo de la costa fue su alta concentración. Esto se observó en las series locales de clorofila-a, con valores que alcanzaron un segundo máximo histórico (julio 2002-enero 2021) al norte de 37,5°S, seguido de enero 2020.



8. CONCLUSIONES

1. La biomasa total de sardina común con el método geoestadístico alcanzó a 2.363.380 t, de éstas, el 66,9% correspondió a reclutas (1,580,219 t). La abundancia se estimó en 329.634 millones de ejemplares, con el 92,0% correspondiente a reclutas. Estos resultados se encuentran dentro de la estabilización observada en el stock en la serie 2014-2019, donde, a excepción de 2020, los niveles de biomasa fueron superiores a los 2 millones de toneladas.
2. La biomasa total de anchoveta con el método geoestadístico resultó en 516.374 t, de éstas, el 4,1% correspondió a reclutas (21,402 t). La abundancia se estimó en 24.270 millones de ejemplares, con el 17,3% correspondiente a reclutas. La biomasa obtenida en este período se mantiene dentro de los niveles del último trienio, siendo éstas las más altas de los últimos 12 años en período estival.
3. La estructura de talla en anchoveta fue polimodal con grupo modal principal en 15,5 cm (secundarios 8,5 y 4 cm) y rango de tallas entre 2,5 y 18,5 cm. De manera similar, sardina común presentó una estructura polimodal con grupo modal principal en 8,5 cm (secundarios en 7, 13,5 y 15,5 cm) y un rango de tallas que varió desde 3,5 a 17 cm. En ambas especies, la mayor proporción de individuos juveniles se localizó al norte de la latitud 38 sur.
4. El crucero de enero de 2021 se llevó a cabo bajo una condición fría, La Niña en el Pacífico ecuatorial que ha afectado con anomalías térmicas negativas especialmente el centro sur de la zona costera de Chile, propiciando procesos de intensa surgencia costera, con mayor énfasis entre Bucalemu y Tirúa.



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arteaga, M., B. Ernst, S. Vásquez y C. Gatica. 2014. Bases conceptuales para la aplicación de una evaluación de estrategias de manejo (EEM) en sardina común (*Stranginmera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) en la zona centro-sur de Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 42(3):445-467, 2014.
- Bonicelli, J., Moffat, C., Navarrete, S. a., Largier, J. L., & Tapia, F. J. (2014). Spatial differences in thermal structure and variability within a small bay: Interplay of diurnal winds and tides. *Continental Shelf Research*, 88, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2014.07.009>
- Carpenter, J.H. (1965). The Chesapeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. Oceanogr.*, 10: 141-143.
- Castillo J., A. Saavedra, V. Catasti, F. Leiva, C. Lang, R. Vargas, H. Reyes, E. Pizarro, E. Molina, F. Cerna, A. López, S. Núñez, L. Valenzuela y S. Vásquez. 2011. Evaluación Hidroacústica de reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2012. Informe Final. FIP N°2011-07. 577 p.
- Cubillos, L. L. Castro, S. Soto, G. Claramunt y E. Navarro. 2019. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre Región de Valparaíso y Los Lagos, año 2019. Informe Técnico. Convenio ASIPA 2019. Inst. de Fomento Pesquero. Ejecutor Universidad de Concepción UDEC.
- Cubillos, L. & D. Arcos. 2002. Recruitment of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central-south Chile in the 1990s and the impact of the 1997-1998 El Niño. *Aquat. Living Resour.*, 15: 87-94.
- Demer, D.A., L. Berger, M. Bernasconi, E. Bethke, K. Boswell, D. Chu, R. Domokos, *et al.* 2015. Calibration of acoustic instruments. ICES Cooperative Research Report No.326. 133 pp.
- Graham, W. M. (1993). Spatio-Temporal Scale Assessment of an “Upwelling Shadow” in Northern Monterey Bay, California. *Estuaries*, 16(1), 83. <https://doi.org/10.2307/1352766>.
- IFOP. 2021. Minuta: Condiciones oceanográficas durante eventos de varamiento de peces y crustáceos en la zona Centro sur de Chile. Sección de Oceanografía del Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 8 pp.
- Parada, C., B. Yannicelli, S. Hormazabal, S. Vasquez, J. Porobic, B.Ernst, C.Gatica, M.Arteaga, A.Montecinos, S. Nuñez & A. Gretchina. 2013. Variabilidad ambiental y recursos pesqueros en el Pacífico suroriental: estado de la investigación y desafíos para el manejo pesquero. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 41(1): 1-28, 2013.
- Letelier, J., Pizarro, O., & Nuñez, S. (2009). Seasonal variability of coastal upwelling and the upwelling front off central Chile. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 114, 1–16.



- Morales, C., S. Hormazábal, I. Andrade & M. Correa-Ramírez. 2013. Time-space variability of chlorophyll-a and associated physical variables within the region off central-southern Chile. *Remote Sensing*, 5 (11): 5550-5571.
- Morales, C.E., Anabalón, V., Bento, J.P., Hormazabal, S., Cornejo, M., Correa-Ramírez, M.A., & Silva, N. (2017). Front-Eddy Influence on Water Column Properties, Phytoplankton Community Structure, and Cross-Shelf Exchange of Diatom Taxa in the Shelf-Slope Area off Concepción (~36–37°S). *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 122(11), 8944–8965. <https://doi.org/10.1002/2017JC013111>
- Parsons, T.R., Y. Maita & C.M. Lalli. (1984). A manual of chemical and biological methods for seawater analysis, Pergamon Press, Oxford, 173 pp.
- Polacheck, T. 2014. Review Report on the 2012 Stock Assessment of the Common Sardine (sardina común - *Strangomera bentincki*). Reporte para Subsecretaría de Pesca, 74 pp.
- Robotham, H. & J. Castillo. 1990. The bootstrap method; an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustics techniques. *Rapp. P.-v. Reún. Cons. Int. Explor. Mer*, 189:421-424.
- Saavedra, A. R. Vargas, C. Lang, V. Catasti, E. Molina, F. Sanchez, F. Cerna, A. Lopez, C. Grendi, A. Bustamante, U. Cifuentes, M. Pizarro, S. Nuñez, S. Vasquez, J. Silva y R. Luna. 2019. Evaluación hidroacústica de los stocks de de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2019. Informe Final Convenio ASIPA 2018. Inst. de Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile)
- Saavedra, A. R. Vargas, E. Molina, F. Sanchez, J. Gutierrez, F. Cerna, A. Lopez, C. Grendi, U. Cifuentes, A. Bustamante, M. Pizarro, S. Nuñez, S. Vasquez, J. Silva y R. Luna. 2020. Evaluación hidroacústica de los stocks de de anchoveta y sardina común entre las Regiones de Valparaíso y Los Lagos, año 2020. Informe Final Convenio ASIPA 2019. Inst. de Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile).
- Saavedra, A. R. Vargas, C. Lang, C. Grendi, U. Cifuentes, M. Pizarro, A. Bustamante, E. Molina, F. Cerna, A. Lopez, S. Nuñez, J. Silva y S. Vasquez. 2017. Evaluación hidroacústica de los stocks de de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2017. Informe Final Convenio ASIPA 2016. Inst. de Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile).
- Simmonds E. John, N. Williamson, F. Gerlotto and A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p (figures).
- UNESCO. (1981). The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci., N°36.
- Valle-Levinson, A. 2003. Flow induced by upwelling winds in an equatorward facing bay: Gulf of Arauco, Chile. *Journal of Geophysical Research*, 108(C2): 1–14. <https://doi.org/10.1029/2001JC001272>



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

FIGURAS

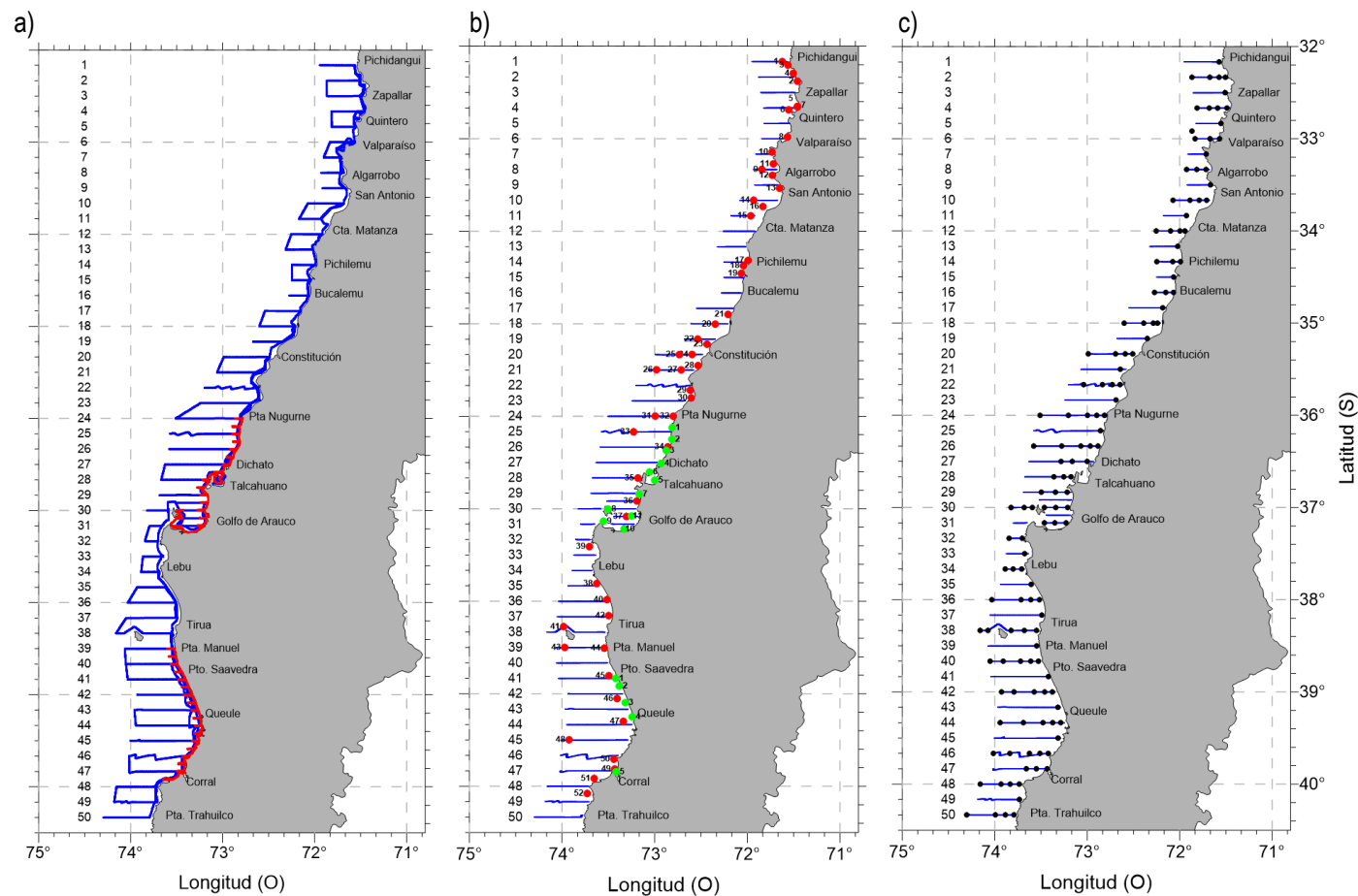


Figura 1. a) Localización de las transectas acústicas y prospecciones costeras efectuadas por el B/C Abate Molina (azul) y la prospección de L/M Don Luis Alberto y L/M Alberto M. (rojo), b) Localización de lance de pesca (rojo Abate Molina, verde lanchas) y c) Estaciones bio-oceanográficas (negro).

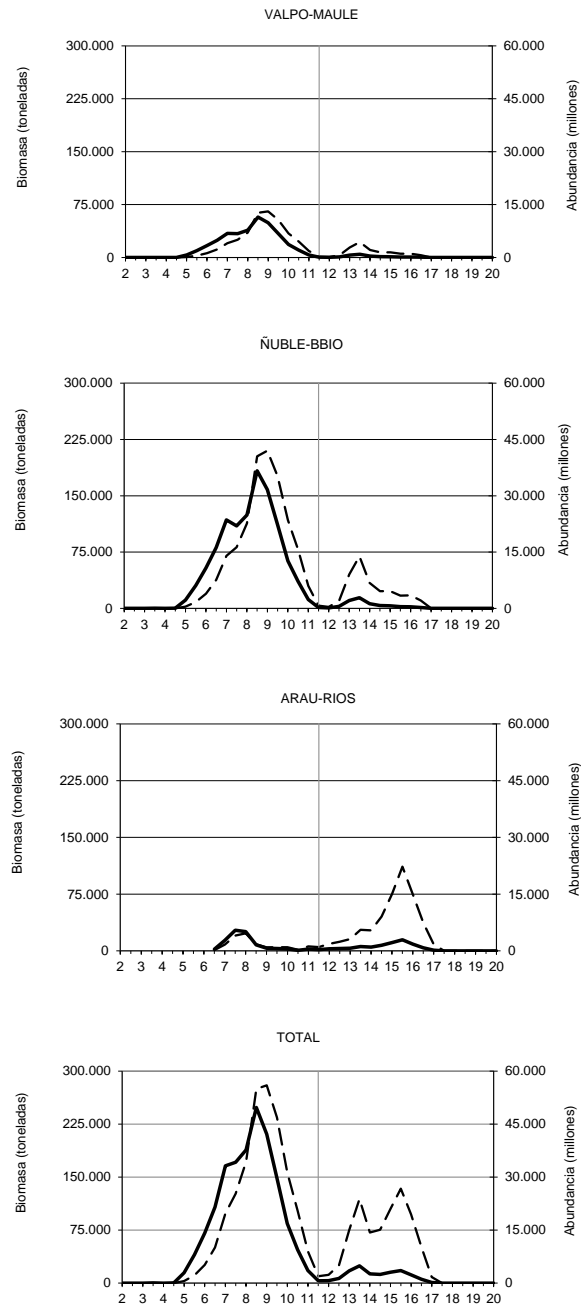


Figura 2. Abundancia (—) y Biomasa (----) de sardina com3n por regi3n y total.

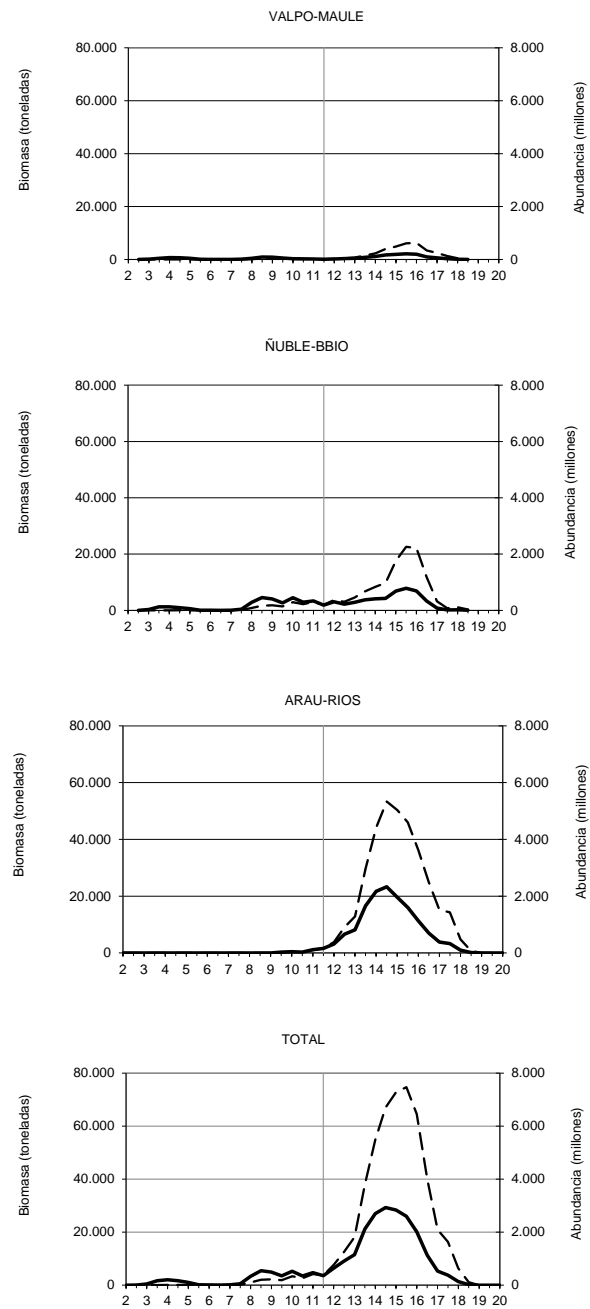


Figura 3. Abundancia (—) y Biomasa (----) de anchoveta por región y total.

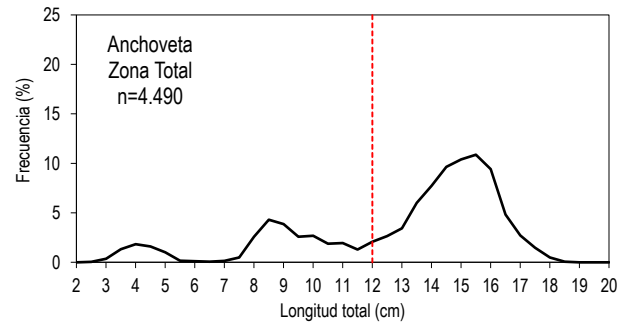


Figura 4. Estructura de talla total obtenida para anchoveta, a partir de los lances de identificación.

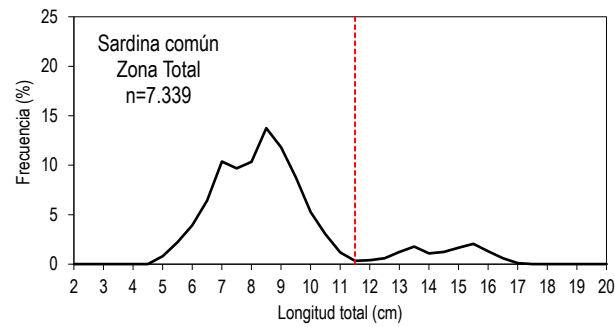


Figura 5. Estructura de talla total obtenida para sardina común, a partir de los lances de identificación.

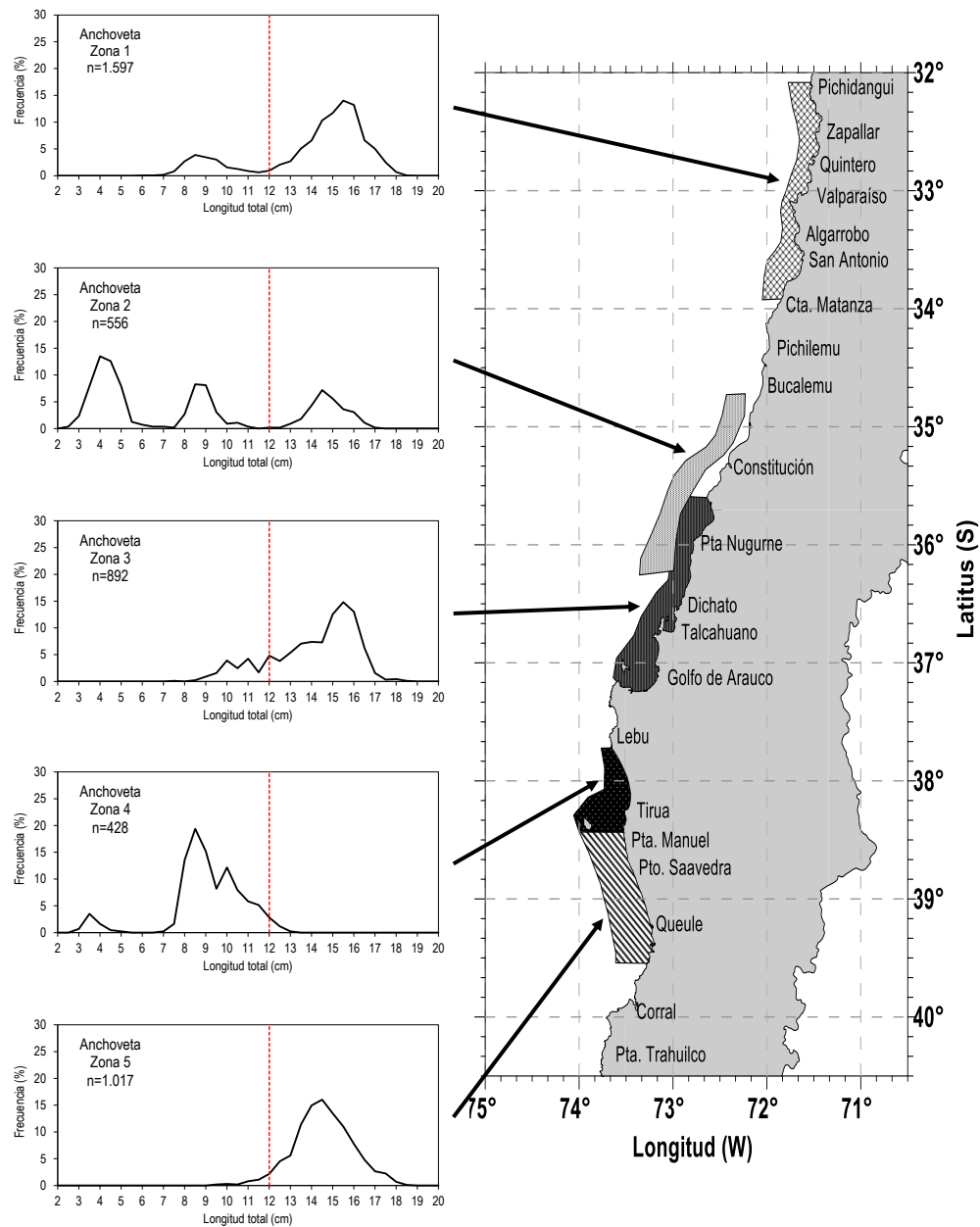


Figura 6. Estructuras de talla obtenidas para anchoveta por zona.

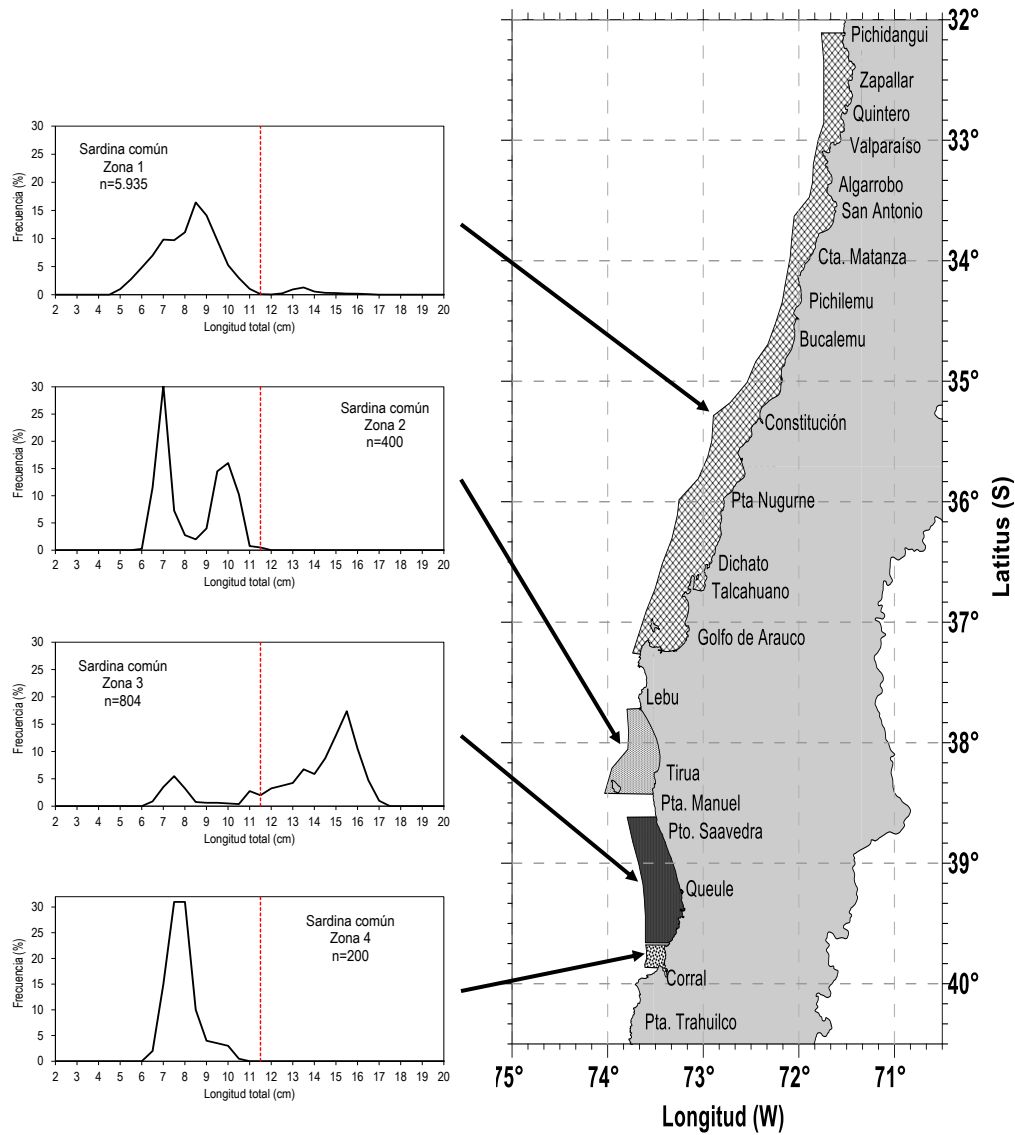


Figura 7. Estructuras de talla obtenidas para sardina común por zona.

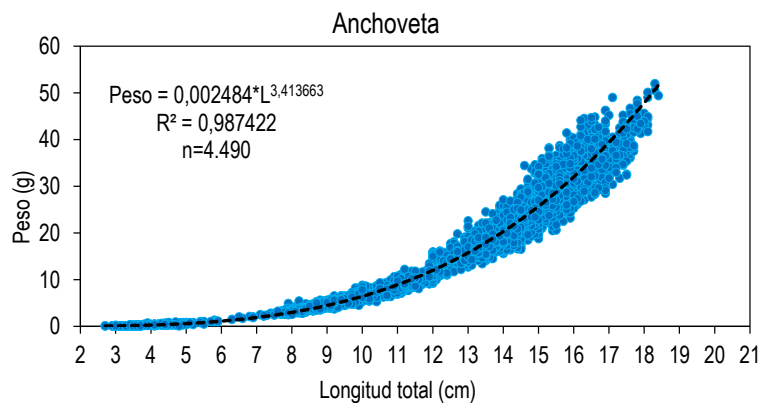


Figura 8. Relación de longitud-peso establecida para anchoveta, zona total de estudio.

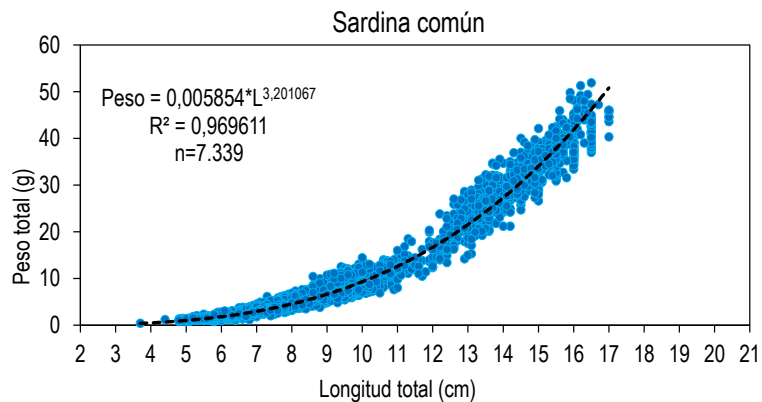


Figura 9. Relación de longitud peso establecida para sardina común, zona total de estudio.

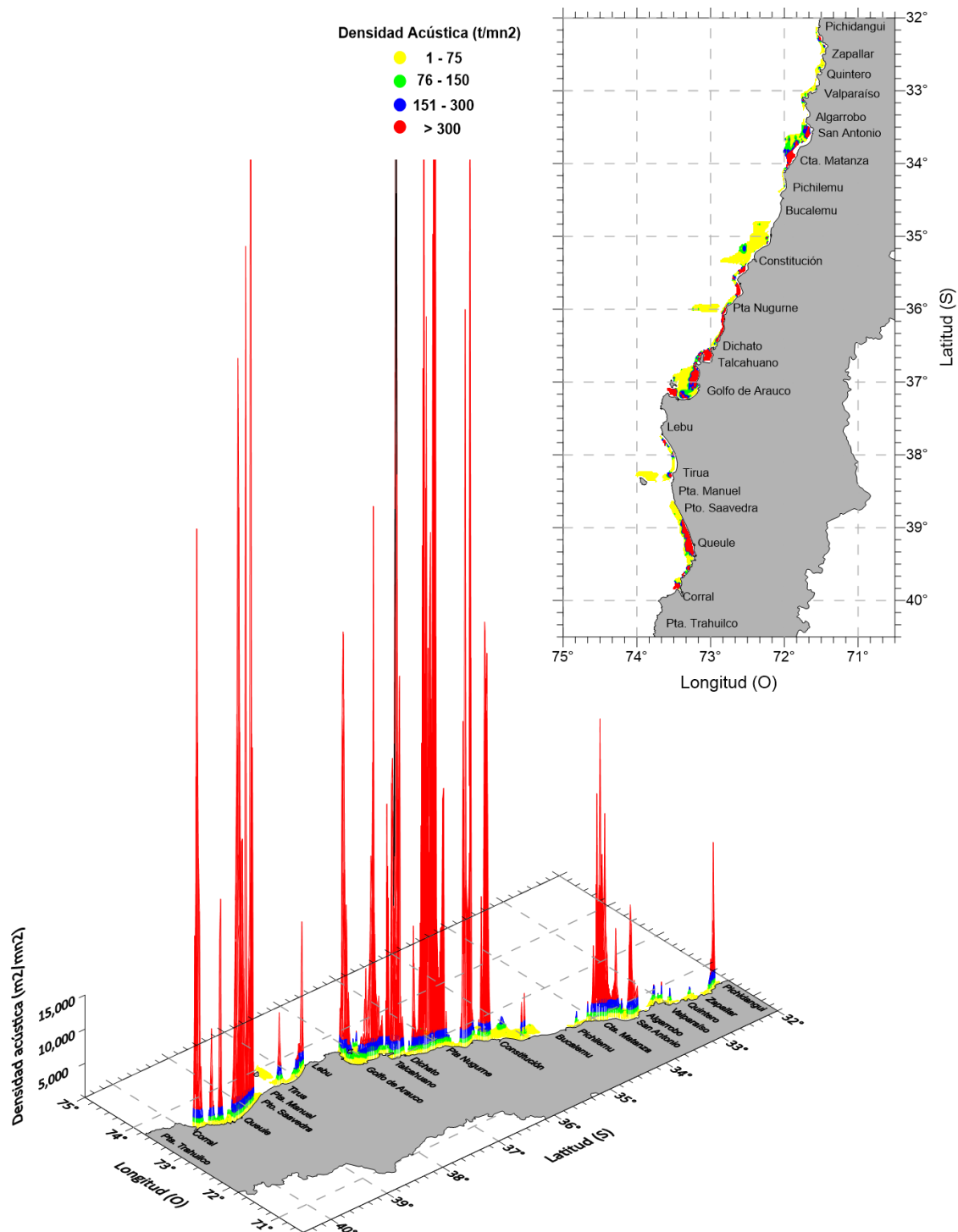


Figura 10. Distribución espacial de la densidad acústica de sardina común durante el crucero.

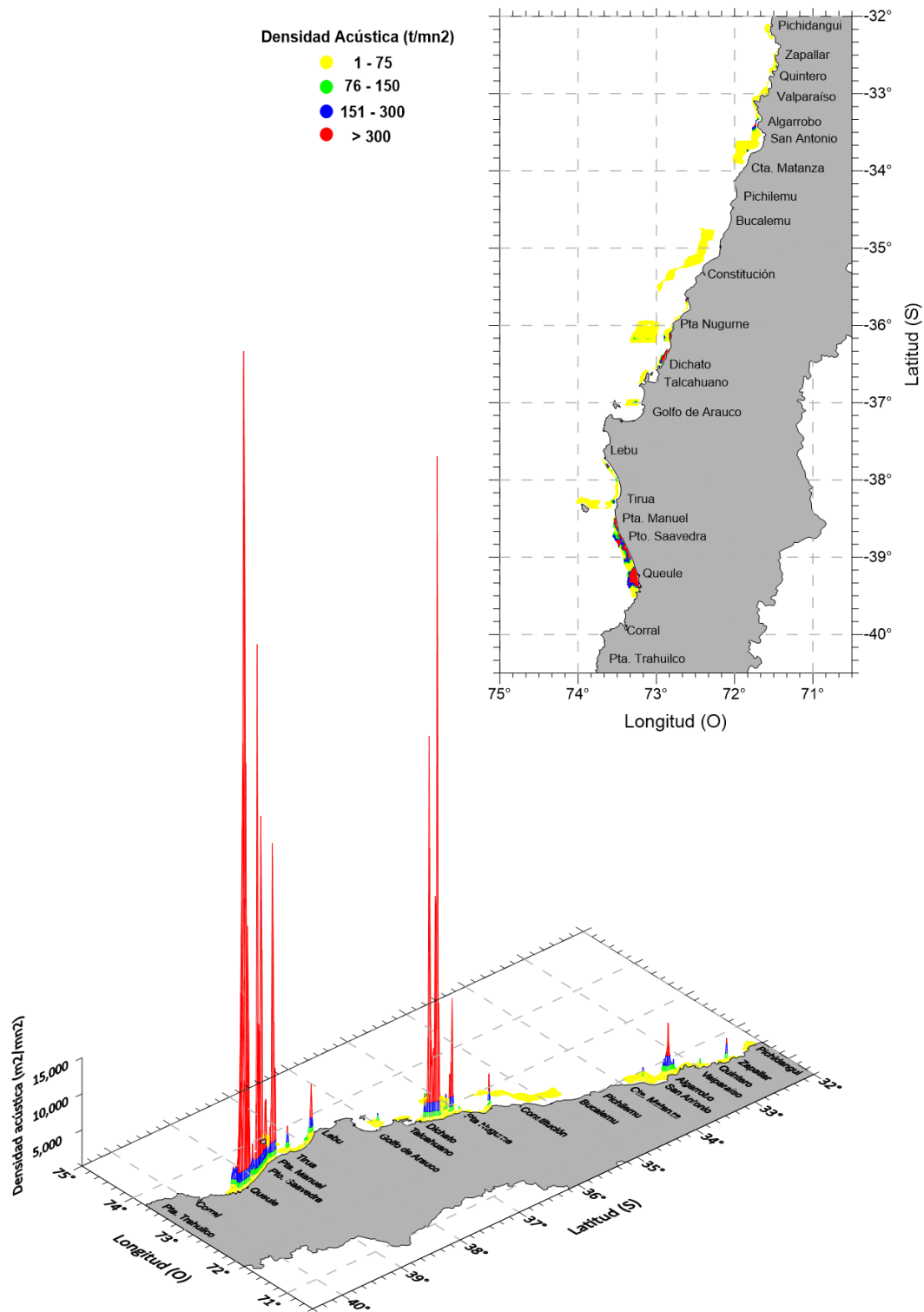


Figura 11. Distribución espacial de la densidad acústica de anchoveta durante el crucero.

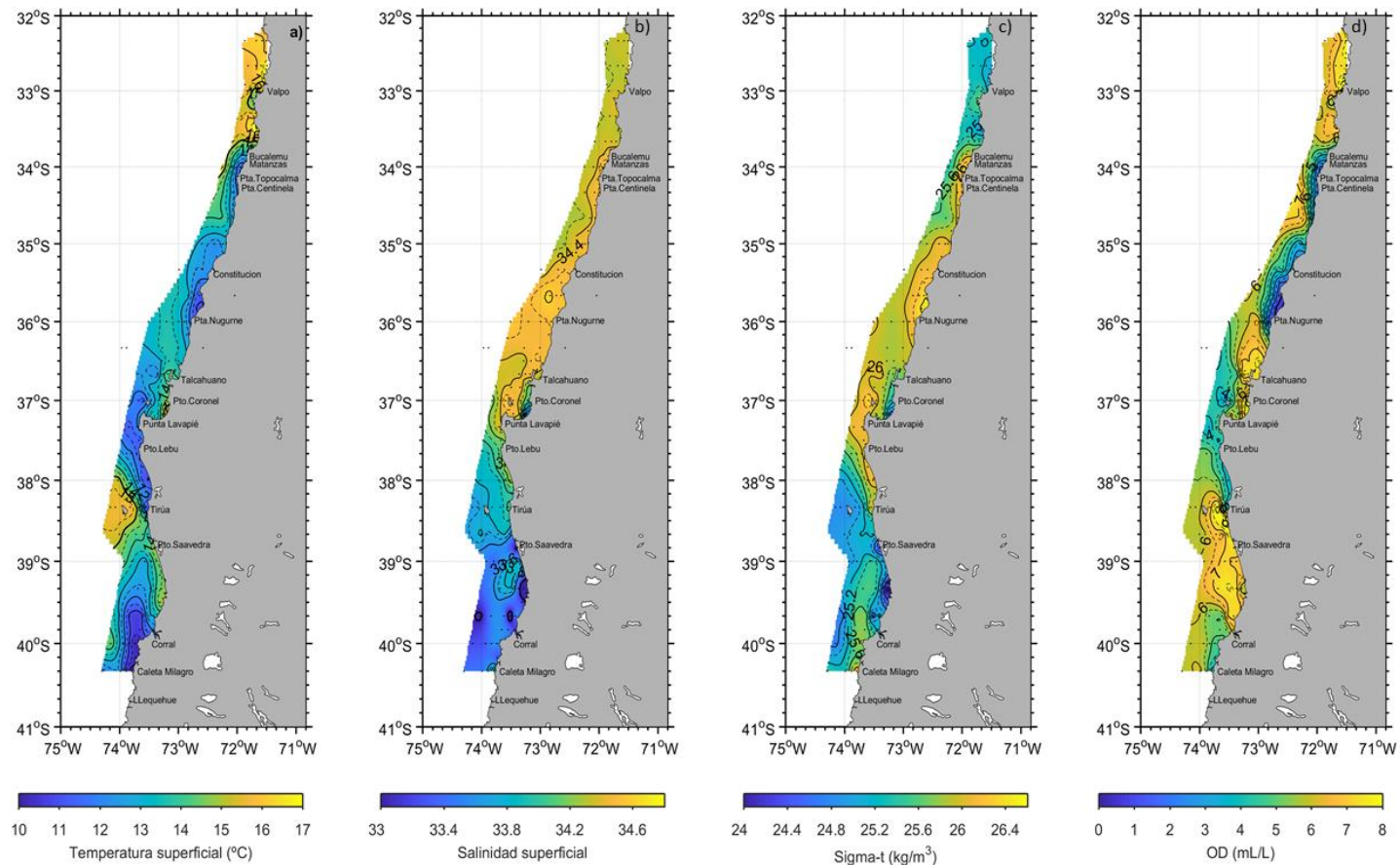


Figura 12. Distribución superficial de a) temperatura (°C), b) salinidad, c) densidad, sigma-t (kg/m³) y d) oxígeno disuelto (mL/L). Crucero RECLAS 2101, enero 2021.

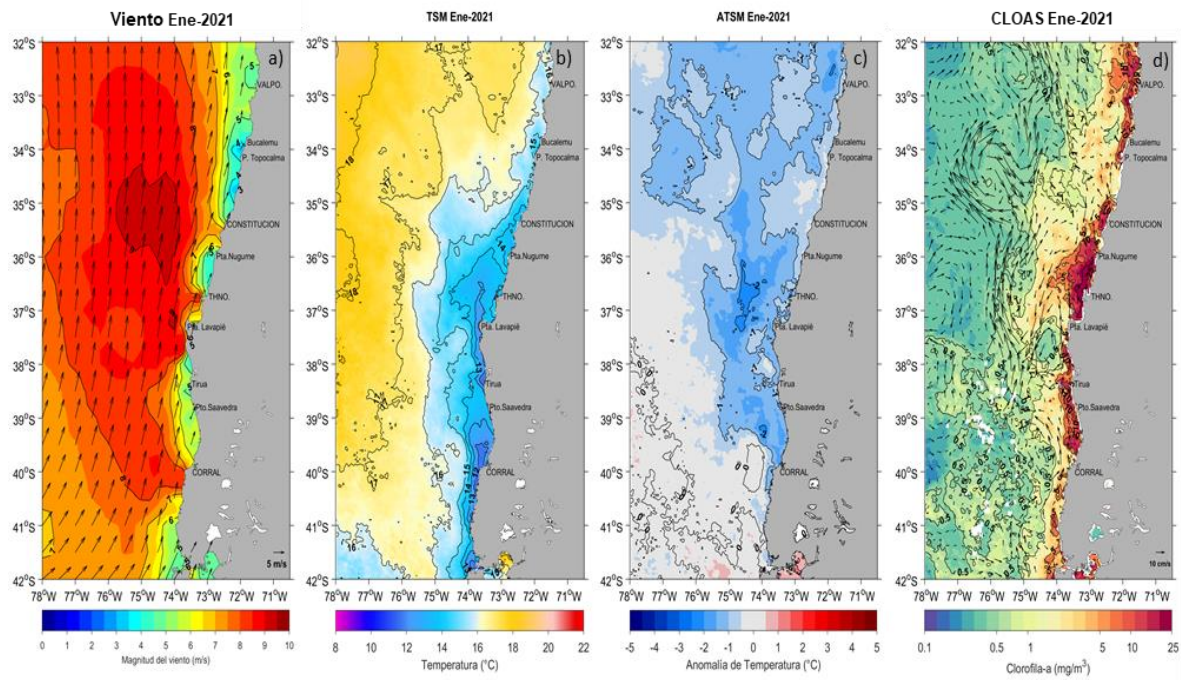


Figura 13. Imágenes satelitales, promedio mensual de enero 2021: a) temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$), b) anomalía de temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$), c) campo de viento (m/s), y d) concentraciones de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) superpuestas al campo de circulación geostrófica (las flechas negras indican la intensidad de la corriente geostrófica en cm/s).

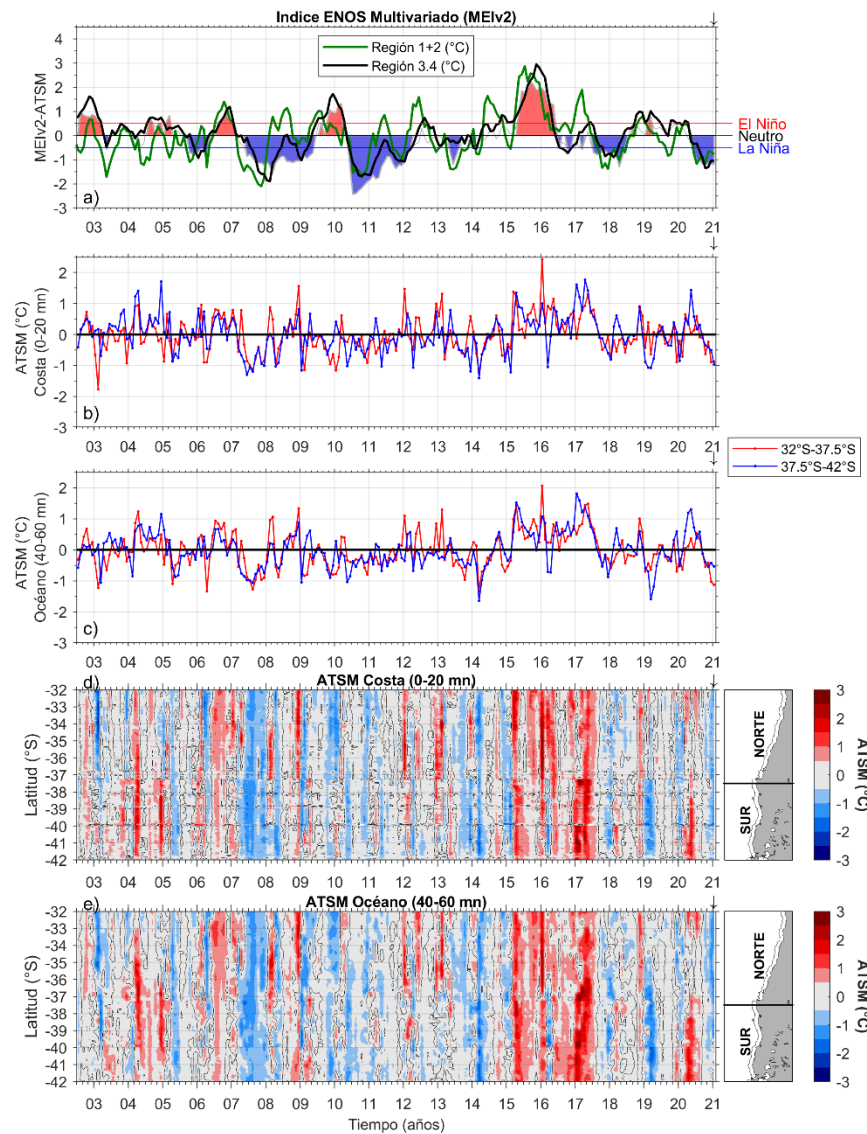


Figura 14. Series de tiempo para el período julio 2002- enero 2021 de: a) MEI.v2 y ATSM en la Región Niño₁₊₂ (línea verde) y Región Niño_{3.4} (línea negra), con rangos MEI por mes y clasificación de la intensidad de los ciclos ENOS y eventos declarados El Niño (línea roja), La Niña (línea azul) y neutros (línea negra). Series de tiempo ATSM (°C) en los sectores: b) costero, y c) oceánico, entre el área norte (32°S-37,5°S, línea roja) y el área sur (37,5°S-42°S, línea azul). Diagramas Hovmöller de ATSM en los sectores: e) costero, y f) oceánico, entre 32°S-42°S.

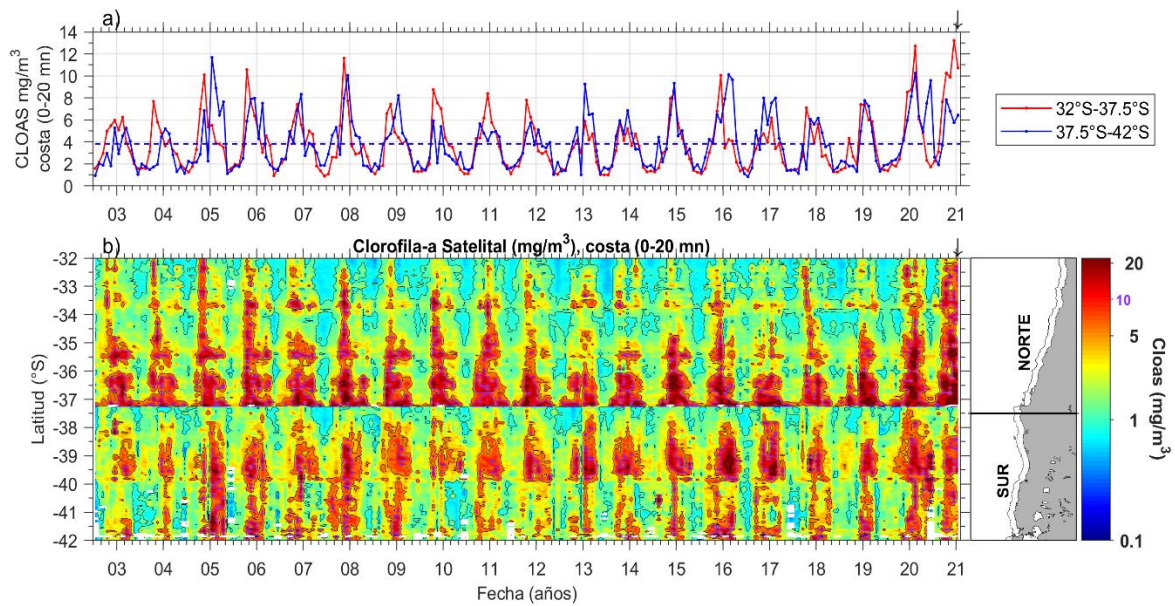


Figura 15. a) Serie de tiempo costera de concentraciones de clorofila-a, entre julio 2002 - enero 2021, en el área norte (32°S-37,5°S, línea roja) y área sur (37,5°S-42°S, línea azul) y b) diagrama Hovmöller de clorofila-a en el área total (32°S-42°S).

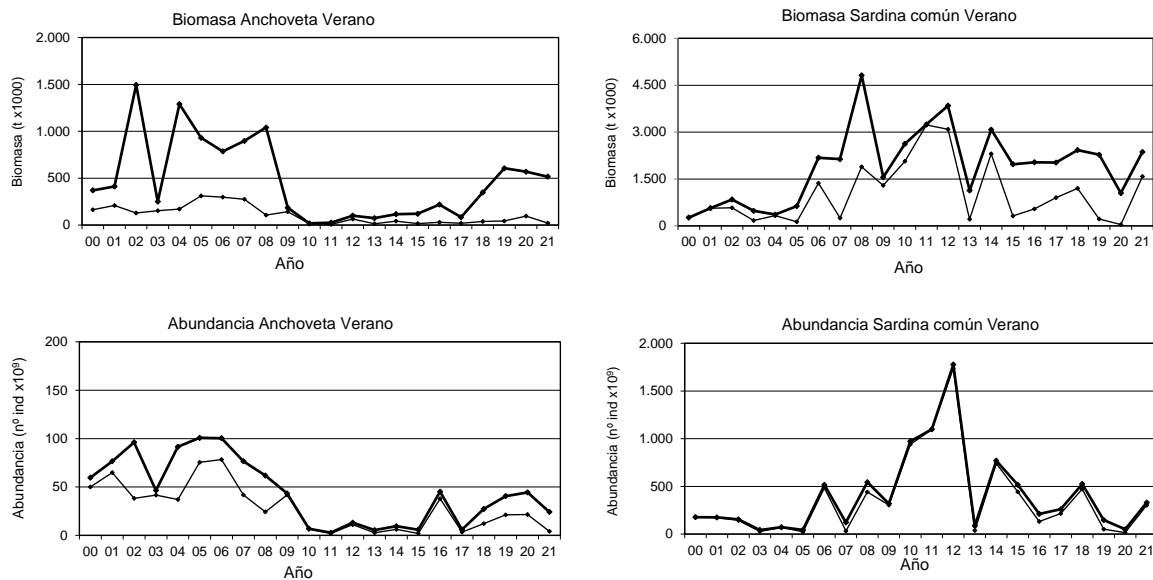


Figura 16. Abundancia y biomasa de anchoveta y sardina común total (línea gruesa) y reclutas (línea delgada) en los periodos de verano, años 2000-2021.

T A B L A S



Tabla 1.
Categorías por densidad.

| Categoría | Intervalo (T/mn ²) | Calificación Densidad |
|-----------|--------------------------------|-----------------------|
| I | 1 - 75 | Muy Baja |
| II | 76 - 150 | Baja |
| III | 151 - 300 | Densa |
| IV | 301 => | Muy Densa |

Tabla 2.
Abundancia (millones) de sardina común por talla y subzona entre las Regiones de Valparaíso y Los Ríos
Enero de 2021, según método geoestadístico.

| Talla | Zona 1 | Zona 2 | Zona 3 | Zona 4 | Total | Valpo-Maule | Nuble-BBio | Arau-Ríos | TOTAL |
|--------------------------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 2,0 | | | | | | | | | |
| 2,5 | | | | | | | | | |
| 3,0 | | | | | | | | | |
| 3,5 | 49,3 | | | | 49,3 | 11,78 | 37,6 | | 49,34 |
| 4,0 | | | | | | | | | |
| 4,5 | 49,3 | | | | 49,3 | 11,78 | 37,6 | | 49,34 |
| 5,0 | 2.910,9 | | | | 2.910,9 | 694,83 | 2.216,1 | | 2.910,88 |
| 5,5 | 8.041,9 | | | | 8.041,9 | 1.919,61 | 6.122,3 | | 8.041,94 |
| 6,0 | 14.159,7 | 14,5 | | | 14.174,3 | 3.379,93 | 10.794,3 | | 14.174,25 |
| 6,5 | 20.425,5 | 668,2 | 148,2 | 292,2 | 21.534,2 | 4.875,57 | 16.218,2 | 440,5 | 21.534,22 |
| 7,0 | 28.664,8 | 1.757,7 | 592,8 | 2.191,8 | 33.207,2 | 6.842,29 | 23.580,3 | 2.784,7 | 33.207,24 |
| 7,5 | 28.319,5 | 421,3 | 931,6 | 4.529,8 | 34.202,2 | 6.759,85 | 21.980,9 | 5.461,4 | 34.202,16 |
| 8,0 | 32.463,8 | 159,8 | 550,5 | 4.529,8 | 37.703,9 | 7.749,10 | 24.874,5 | 5.080,3 | 37.703,88 |
| 8,5 | 48.004,9 | 116,2 | 127,0 | 1.461,2 | 49.709,4 | 11.458,78 | 36.662,4 | 1.588,3 | 49.709,41 |
| 9,0 | 41.245,8 | 232,4 | 105,9 | 584,5 | 42.168,5 | 9.845,36 | 31.632,8 | 690,4 | 42.168,54 |
| 9,5 | 28.220,8 | 842,5 | 105,9 | 511,4 | 29.680,6 | 6.736,30 | 22.327,0 | 617,3 | 29.680,63 |
| 10,0 | 15.393,2 | 929,7 | 84,7 | 438,4 | 16.845,9 | 3.674,35 | 12.648,5 | 523,1 | 16.845,92 |
| 10,5 | 8.683,3 | 595,6 | 63,5 | 73,1 | 9.415,5 | 2.072,71 | 7.206,2 | 136,6 | 9.415,49 |
| 11,0 | 3.058,9 | 43,6 | 465,8 | | 3.568,3 | 730,16 | 2.372,3 | 465,8 | 3.568,28 |
| 11,5 | 296,0 | 29,1 | 338,8 | | 663,8 | 70,66 | 254,4 | 338,8 | 663,85 |
| 12,0 | 148,0 | | 550,5 | | 698,5 | 35,33 | 112,7 | 550,5 | 698,51 |
| 12,5 | 690,7 | | 635,2 | | 1.325,9 | 164,87 | 525,8 | 635,2 | 1.325,91 |
| 13,0 | 2.762,9 | | 719,9 | | 3.482,8 | 659,50 | 2.103,4 | 719,9 | 3.482,76 |
| 13,5 | 3.749,6 | | 1.143,3 | | 4.893,0 | 895,03 | 2.854,6 | 1.143,3 | 4.892,96 |
| 14,0 | 1.628,1 | | 995,1 | | 2.623,3 | 388,63 | 1.239,5 | 995,1 | 2.623,26 |
| 14,5 | 986,7 | | 1.482,1 | | 2.468,9 | 235,53 | 751,2 | 1.482,1 | 2.468,86 |
| 15,0 | 888,1 | | 2.202,0 | | 3.090,1 | 211,98 | 676,1 | 2.202,0 | 3.090,07 |
| 15,5 | 592,0 | | 2.943,1 | | 3.535,1 | 141,32 | 450,7 | 2.943,1 | 3.535,11 |
| 16,0 | 542,7 | | 1.778,5 | | 2.321,2 | 129,54 | 413,2 | 1.778,5 | 2.321,25 |
| 16,5 | 296,0 | | 804,6 | | 1.100,6 | 70,66 | 225,4 | 804,6 | 1.100,60 |
| 17,0 | | | 169,4 | | 169,4 | | | 169,4 | 169,38 |
| 17,5 | | | | | | | | | |
| 18,0 | | | | | | | | | |
| 18,5 | | | | | | | | | |
| 19,0 | | | | | | | | | |
| 19,5 | | | | | | | | | |
| 20,0 | | | | | | | | | |
| Total | 292.272,6 | 5.810,7 | 16.938,5 | 14.612,3 | 329.634,0 | 69.765,5 | 228.317,8 | 31.550,8 | 329.634,0 |
| Reclutas | 279.691,6 | 5.781,6 | 3.176,0 | 14.612,3 | 303.261,5 | 66.762,4 | 218.710,9 | 17.788,3 | 303.261,5 |
| % Reclutas | 95,7 | 99,5 | 18,8 | 100,0 | 92,0 | 95,7 | 95,8 | 56,4 | 92,0 |
| Area (mn ²) | 2.070,1 | 248,0 | 294,0 | 46,8 | 2.658,9 | 2.075,65 | 296,3 | 240,1 | 2.612,1 |
| ρ (n ^o /mn ²) | 141,2 | 23,4 | 57,6 | 312,0 | 124,0 | 33,6 | 770,5 | 131,4 | 126,2 |
| % Total | 88,7 | 1,8 | 5,1 | 4,4 | 100,0 | 21,2 | 69,3 | 9,6 | 100,0 |



Tabla 3.
Biomasa (Toneladas) de sardina común por talla y subzona entre las Regiones de Valparaíso y Los Ríos
Enero de 2021, según método geoestadístico.

| Talla | Zona 1 | Zona 2 | Zona 3 | Zona 4 | Total | Valpo-Maule | Nuble-BBio | Arau-Ríos | TOTAL |
|-----------------|-------------|----------|-----------|----------|--------------------|-------------|-------------|-----------|--------------------|
| 2,0 | | | | | | | | | |
| 2,5 | | | | | | | | | |
| 3,0 | | | | | | | | | |
| 3,5 | 15,9 | | | | 15,9 | 3,80 | 12,1 | | 15,93 |
| 4,0 | | | | | | | | | |
| 4,5 | 35,6 | | | | 35,6 | 8,50 | 27,1 | | 35,61 |
| 5,0 | 2.944,0 | | | | 2.944,0 | 702,74 | 2.241,3 | | 2.944,04 |
| 5,5 | 11.035,2 | | | | 11.035,2 | 2.634,10 | 8.401,1 | | 11.035,20 |
| 6,0 | 25.670,7 | 26,3 | | | 25.697,1 | 6.127,61 | 19.569,5 | | 25.697,07 |
| 6,5 | 47.844,6 | 1.565,2 | 347,2 | 684,6 | 50.441,5 | 11.420,50 | 37.989,3 | 1.031,7 | 50.441,54 |
| 7,0 | 85.120,4 | 5.219,6 | 1.760,5 | 6.508,7 | 98.609,2 | 20.318,24 | 70.021,8 | 8.269,2 | 98.609,18 |
| 7,5 | 104.877,8 | 1.560,1 | 3.450,1 | 16.775,7 | 126.663,8 | 25.034,34 | 81.403,6 | 20.225,8 | 126.663,78 |
| 8,0 | 147.815,4 | 727,6 | 2.506,6 | 20.625,4 | 171.674,9 | 35.283,53 | 113.259,4 | 23.131,9 | 171.674,86 |
| 8,5 | 265.391,6 | 642,5 | 702,3 | 8.078,3 | 274.814,7 | 63.348,98 | 202.685,1 | 8.780,6 | 274.814,73 |
| 9,0 | 273.805,8 | 1.542,9 | 702,8 | 3.880,1 | 279.931,6 | 65.357,44 | 209.991,3 | 4.582,9 | 279.931,58 |
| 9,5 | 222.739,3 | 6.650,0 | 835,6 | 4.036,6 | 234.261,5 | 53.167,88 | 176.221,5 | 4.872,2 | 234.261,50 |
| 10,0 | 143.173,8 | 8.647,3 | 787,7 | 4.077,3 | 156.686,3 | 34.175,60 | 117.645,6 | 4.865,1 | 156.686,25 |
| 10,5 | 94.417,0 | 6.476,1 | 690,7 | 794,4 | 102.378,2 | 22.537,33 | 78.355,8 | 1.485,1 | 102.378,20 |
| 11,0 | 38.601,3 | 550,0 | 5.878,2 | | 45.029,4 | 9.214,12 | 29.937,1 | 5.878,2 | 45.029,41 |
| 11,5 | 4.306,8 | 422,7 | 4.928,8 | | 9.658,3 | 1.028,04 | 3.701,5 | 4.928,8 | 9.658,30 |
| 12,0 | 2.467,7 | | 9.178,2 | | 11.645,9 | 589,04 | 1.878,7 | 9.178,2 | 11.645,93 |
| 12,5 | 13.123,6 | | 12.068,6 | | 25.192,2 | 3.132,60 | 9.991,0 | 12.068,6 | 25.192,19 |
| 13,0 | 59.516,5 | | 15.507,4 | | 75.023,9 | 14.206,59 | 45.309,9 | 15.507,4 | 75.023,93 |
| 13,5 | 91.144,4 | | 27.792,1 | | 118.936,5 | 21.756,16 | 69.388,2 | 27.792,1 | 118.936,45 |
| 14,0 | 44.462,0 | | 27.175,9 | | 71.637,9 | 10.613,07 | 33.848,9 | 27.175,9 | 71.637,86 |
| 14,5 | 30.150,1 | | 45.286,5 | | 75.436,6 | 7.196,83 | 22.953,3 | 45.286,5 | 75.436,55 |
| 15,0 | 30.245,5 | | 74.995,2 | | 105.240,8 | 7.219,61 | 23.025,9 | 74.995,2 | 105.240,79 |
| 15,5 | 22.395,2 | | 111.326,8 | | 133.722,0 | 5.345,73 | 17.049,5 | 111.326,8 | 133.722,00 |
| 16,0 | 22.725,0 | | 74.473,4 | | 97.198,4 | 5.424,45 | 17.300,5 | 74.473,4 | 97.198,43 |
| 16,5 | 13.678,6 | | 37.177,9 | | 50.856,5 | 3.265,08 | 10.413,5 | 37.177,9 | 50.856,47 |
| 17,0 | | | 8.611,8 | | 8.611,8 | | | 8.611,8 | 8.611,78 |
| 17,5 | | | | | | | | | |
| 18,0 | | | | | | | | | |
| 18,5 | | | | | | | | | |
| 19,0 | | | | | | | | | |
| 19,5 | | | | | | | | | |
| 20,0 | | | | | | | | | |
| Total | 1.797.703,9 | 34.030,4 | 466.184,2 | 65.461,1 | 2.363.379,6 | 429.111,9 | 1.402.622,4 | 531.645,3 | 2.363.379,6 |
| Reclutas(<11,5) | 1.463.488,5 | 33.607,7 | 17.661,6 | 65.461,1 | 1.580.218,9 | 349.334,7 | 1.147.761,5 | 83.122,7 | 1.580.218,9 |
| % Reclutas | 81,4 | 98,8 | 3,8 | 100,0 | 66,9 | 81,4 | 81,8 | 15,6 | 66,9 |
| Area (mn²) | 2.070,1 | 248,0 | 294,0 | 46,8 | 2.658,9 | 2.075,65 | 296,3 | 240,1 | 2.612,1 |
| p (t/mn²) | 868,4 | 137,2 | 1.585,7 | 1.397,7 | 888,8 | 206,7 | 4.733,4 | 2.213,9 | 904,8 |
| % Total | 76,1 | 1,4 | 19,7 | 2,8 | 100,0 | 18,2 | 59,3 | 22,5 | 100,0 |



Tabla 4.

Abundancia (millones de individuos) y biomasa (toneladas) de sardina com3n estimada por m3todos bootstrap y geoestadístico.

| M3todo | Biomasa (t) | CV | Abundancia (millones) | CV |
|----------------|-------------|------|-----------------------|------|
| Bootstrap | 2.532.070 | 6,4% | 352.887 | 6,9% |
| Geoestadístico | 2.363.380 | 3,5% | 329.634 | 3,0% |

Tabla 5.

Distribuci3n regional de la abundancia y biomasa de sardina com3n.

| Biomasa sardina com3n (toneladas), m3todo geoestadístico. | | | | |
|---|-------------|------------|-----------|-----------|
| Regi3n | Valpo-Maule | Nuble-BBio | Arau-Rios | TOTAL |
| Total | 429.112 | 1.402.622 | 531.645 | 2.363.380 |
| Reclutas (<11,5 cm) | 349.335 | 1.147.762 | 83.123 | 1.580.219 |
| % Reclutas | 81,4 | 81,8 | 15,6 | 66,9 |
| % Total | 18,2 | 59,3 | 22,5 | 100,0 |

| Abundancia sardina com3n (millones de individuos), m3todo geoestadístico | | | | |
|--|-------------|------------|-----------|---------|
| Regi3n | Valpo-Maule | Nuble-BBio | Arau-Rios | TOTAL |
| Total | 69.765 | 228.318 | 31.551 | 329.634 |
| Reclutas (<11,5 cm) | 66.762 | 218.711 | 17.788 | 303.262 |
| % Reclutas | 95,7 | 95,79 | 56,4 | 92,0 |
| % Total | 21,2 | 69,3 | 9,6 | 100,0 |



Tabla 6.
Abundancia (millones) de anchoveta por talla y subzona entre las Regiones de Valparaíso y Los Ríos
Enero de 2021, según método geoestadístico.

| Talla | Zona 1 | Zona 2 | Zona 3 | Zona 4 | Zona 5 | Total | Valpo-Maule | Nuble-BBio | Arau-Ríos | TOTAL |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 2,0 | | | | | | | | | | |
| 2,5 | | 4,5 | | | | 4,5 | 1,93 | 2,5 | | 4,47 |
| 3,0 | | 29,0 | | 13,9 | | 43,0 | 12,57 | 30,4 | | 42,96 |
| 3,5 | | 98,3 | | 69,6 | | 167,9 | 42,54 | 125,3 | | 167,87 |
| 4,0 | | 167,6 | | 32,5 | | 200,0 | 72,51 | 127,5 | | 200,03 |
| 4,5 | | 156,4 | | 9,3 | | 165,7 | 67,67 | 98,0 | | 165,67 |
| 5,0 | | 98,3 | | 4,6 | | 102,9 | 42,54 | 60,4 | | 102,94 |
| 5,5 | | 15,6 | | | | 15,6 | 6,77 | 8,9 | | 15,64 |
| 6,0 | 0,7 | 8,9 | | | | 9,7 | 4,60 | 5,1 | | 9,67 |
| 6,5 | 0,7 | 4,5 | | | | 5,2 | 2,67 | 2,5 | | 5,20 |
| 7,0 | 2,2 | 4,5 | | 4,6 | | 11,3 | 4,14 | 7,2 | | 11,31 |
| 7,5 | 9,6 | 2,2 | 6,0 | 32,5 | | 50,2 | 10,74 | 39,5 | | 50,25 |
| 8,0 | 31,7 | 33,5 | | 269,0 | | 334,2 | 46,15 | 288,0 | | 334,16 |
| 8,5 | 45,6 | 102,8 | 12,0 | 384,9 | | 545,3 | 90,52 | 454,8 | | 545,30 |
| 9,0 | 40,5 | 100,5 | 47,8 | 301,5 | | 490,3 | 85,66 | 404,6 | | 490,30 |
| 9,5 | 35,3 | 38,0 | 83,7 | 162,3 | 28,6 | 347,9 | 54,69 | 264,6 | 28,6 | 347,91 |
| 10,0 | 18,4 | 11,2 | 209,2 | 241,2 | 42,9 | 522,8 | 30,56 | 449,4 | 42,9 | 522,83 |
| 10,5 | 14,7 | 13,4 | 131,5 | 157,7 | 28,6 | 345,9 | 25,12 | 292,2 | 28,6 | 345,91 |
| 11,0 | 10,3 | 4,5 | 227,2 | 115,9 | 114,3 | 472,2 | 20,19 | 337,7 | 114,3 | 472,21 |
| 11,5 | 7,4 | | 89,7 | 102,0 | | 157,2 | 10,50 | 188,6 | | 157,2 |
| 12,0 | 11,0 | 2,2 | 257,0 | 55,7 | 314,4 | 640,4 | 21,00 | 305,0 | 314,4 | 640,39 |
| 12,5 | 24,3 | 2,2 | 203,2 | 23,2 | 657,4 | 910,4 | 32,37 | 220,6 | 657,4 | 910,39 |
| 13,0 | 31,7 | 11,2 | 286,9 | 4,6 | 814,6 | 1.149,0 | 46,53 | 287,9 | 814,6 | 1.149,03 |
| 13,5 | 59,6 | 22,3 | 376,6 | | 1.657,9 | 2.116,4 | 82,47 | 376,1 | 1.657,9 | 2.116,43 |
| 14,0 | 77,3 | 53,6 | 394,5 | | 2.172,4 | 2.697,8 | 114,30 | 411,1 | 2.172,4 | 2.697,82 |
| 14,5 | 121,4 | 89,4 | 388,6 | | 2.329,6 | 2.929,0 | 173,72 | 425,6 | 2.329,6 | 2.928,97 |
| 15,0 | 137,6 | 69,3 | 669,5 | | 1.958,0 | 2.834,4 | 191,04 | 685,4 | 1.958,0 | 2.834,41 |
| 15,5 | 164,9 | 44,7 | 789,1 | | 1.600,7 | 2.599,3 | 211,83 | 786,8 | 1.600,7 | 2.599,32 |
| 16,0 | 155,3 | 38,0 | 693,4 | | 1.129,1 | 2.015,8 | 196,01 | 690,7 | 1.129,1 | 2.015,77 |
| 16,5 | 78,0 | 13,4 | 334,8 | | 700,3 | 1.126,5 | 95,54 | 330,6 | 700,3 | 1.126,49 |
| 17,0 | 58,9 | 2,2 | 83,7 | | 385,9 | 530,7 | 62,78 | 82,0 | 385,9 | 530,69 |
| 17,5 | 29,4 | | 17,9 | | 328,7 | 376,1 | 30,07 | 17,3 | 328,7 | 376,09 |
| 18,0 | 8,1 | | 23,9 | | 100,0 | 132,1 | 8,93 | 23,1 | 100,0 | 132,05 |
| 18,5 | 0,7 | | 6,0 | | | 14,3 | 0,95 | 5,8 | 14,3 | 21,01 |
| 19,0 | | | | | | | | | | |
| 19,5 | | | | | | | | | | |
| 20,0 | | | | | | | | | | |
| Total | 1.175,5 | 1.242,2 | 5.332,1 | 1.985,0 | 14.535,0 | 24.269,8 | 1.899,6 | 7.835,2 | 14.535,0 | 24.269,8 |
| Reclutas(<12 cm) | 217,1 | 893,7 | 807,0 | 1.901,5 | 371,6 | 4.190,9 | 632,1 | 3.187,2 | 371,6 | 4.190,9 |
| % Reclutas | 18,5 | 71,9 | 15,1 | 95,8 | 2,6 | 17,3 | 33,3 | 40,68 | 2,6 | 17,3 |
| Area (mn²) | 494,1 | 576,7 | 237,4 | 229,1 | 319,3 | 1.856,7 | 507,08 | 607,3 | 193,9 | 1.308,3 |
| ρ (nº/mn²) | 2,4 | 2,2 | 22,5 | 8,7 | 45,5 | 13,1 | 3,7 | 12,9 | 75,0 | 18,6 |
| % Total | 4,8 | 5,1 | 22,0 | 8,2 | 59,9 | 100,0 | 7,8 | 32,3 | 59,9 | 100,0 |



Tabla 7.

**Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla y subzona entre las Regiones de Valparaíso y Los Ríos
Enero de 2021, según método geoestadístico.**

| Talla | Zona 1 | Zona 2 | Zona 3 | Zona 4 | Zona 5 | Total | Valpo-Maule | Nuble-BBio | Arau-Ríos | TOTAL |
|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| 2,0 | | | | | | | | | | |
| 2,5 | | 0,3 | | | | 0,3 | 0,11 | 0,1 | | 0,25 |
| 3,0 | | 3,1 | | 1,5 | | 4,5 | 1,33 | 3,2 | | 4,54 |
| 3,5 | | 17,6 | | 12,4 | | 30,0 | 7,60 | 22,4 | | 30,01 |
| 4,0 | | 47,3 | | 9,2 | | 56,4 | 20,45 | 36,0 | | 56,42 |
| 4,5 | | 65,9 | | 3,9 | | 69,8 | 28,53 | 41,3 | | 69,85 |
| 5,0 | | 59,4 | | 2,8 | | 62,2 | 25,70 | 36,5 | | 62,19 |
| 5,5 | | 13,1 | | | | 13,1 | 5,66 | 7,4 | | 13,08 |
| 6,0 | 0,8 | 10,1 | | | | 10,9 | 5,18 | 5,7 | | 10,89 |
| 6,5 | 1,1 | 6,6 | | | | 7,7 | 3,95 | 3,8 | | 7,70 |
| 7,0 | 4,2 | 8,5 | | 8,8 | | 21,6 | 7,89 | 13,7 | | 21,56 |
| 7,5 | 23,1 | 5,4 | 14,4 | 78,3 | | 121,2 | 25,91 | 95,2 | | 121,15 |
| 8,0 | 95,1 | 100,7 | | 808,5 | | 1.004,3 | 138,71 | 865,6 | | 1.004,31 |
| 8,5 | 168,7 | 379,9 | 44,2 | 1.422,9 | | 2.015,7 | 334,62 | 1.681,1 | | 2.015,73 |
| 9,0 | 181,9 | 451,7 | 214,9 | 1.354,4 | | 2.202,9 | 384,87 | 1.818,0 | | 2.202,92 |
| 9,5 | 190,9 | 205,2 | 452,2 | 877,1 | 154,5 | 1.880,0 | 295,55 | 1.430,0 | 154,5 | 1.879,99 |
| 10,0 | 118,5 | 71,9 | 1.346,9 | 1.552,6 | 276,0 | 3.365,9 | 196,72 | 2.893,1 | 276,0 | 3.365,89 |
| 10,5 | 111,9 | 101,9 | 1.000,1 | 1.199,1 | 217,4 | 2.630,4 | 191,06 | 2.222,0 | 217,4 | 2.630,43 |
| 11,0 | 91,8 | 39,8 | 2.024,7 | 1.033,5 | 1.019,1 | 4.208,9 | 179,95 | 3.009,9 | 1.019,1 | 4.208,90 |
| 11,5 | 76,4 | | 930,2 | 1.058,5 | 1.630,9 | 3.695,9 | 108,91 | 1.956,1 | 1.630,9 | 3.695,88 |
| 12,0 | 132,4 | 26,8 | 3.083,4 | 667,6 | 3.771,8 | 7.682,1 | 251,96 | 3.658,3 | 3.771,8 | 7.682,13 |
| 12,5 | 334,9 | 30,8 | 2.802,6 | 319,8 | 9.065,8 | 12.554,0 | 446,37 | 3.041,8 | 9.065,8 | 12.553,96 |
| 13,0 | 499,0 | 176,1 | 4.523,5 | 73,1 | 12.843,1 | 18.114,8 | 733,50 | 4.538,2 | 12.843,1 | 18.114,78 |
| 13,5 | 1.069,2 | 400,7 | 6.753,4 | | 29.730,6 | 37.953,9 | 1.478,89 | 6.744,4 | 29.730,6 | 37.953,87 |
| 14,0 | 1.569,1 | 1.088,7 | 8.010,2 | | 44.106,8 | 54.774,9 | 2.320,57 | 8.347,5 | 44.106,8 | 54.774,87 |
| 14,5 | 2.779,6 | 2.045,4 | 8.892,8 | | 53.318,0 | 67.035,8 | 3.975,88 | 9.741,9 | 53.318,0 | 67.035,76 |
| 15,0 | 3.536,7 | 1.779,6 | 17.203,0 | | 50.311,5 | 72.830,8 | 4.908,87 | 17.610,5 | 50.311,5 | 72.830,81 |
| 15,5 | 4.738,3 | 1.284,1 | 22.676,3 | | 46.002,0 | 74.700,7 | 6.087,57 | 22.611,1 | 46.002,0 | 74.700,65 |
| 16,0 | 4.974,2 | 1.216,5 | 22.208,8 | | 36.162,1 | 64.561,6 | 6.277,85 | 22.121,6 | 36.162,1 | 64.561,55 |
| 16,5 | 2.775,7 | 476,9 | 11.909,0 | | 24.914,0 | 40.075,5 | 3.398,82 | 11.762,7 | 24.914,0 | 40.075,51 |
| 17,0 | 2.319,6 | 88,0 | 3.296,6 | | 15.200,9 | 20.905,1 | 2.473,03 | 3.231,2 | 15.200,9 | 20.905,11 |
| 17,5 | 1.280,4 | | 779,9 | | 14.295,8 | 16.356,1 | 1.307,72 | 752,6 | 14.295,8 | 16.356,11 |
| 18,0 | 387,7 | | 1.144,8 | | 4.790,1 | 6.322,6 | 427,73 | 1.104,8 | 4.790,1 | 6.322,57 |
| 18,5 | 38,7 | | 314,3 | | 751,4 | 1.104,4 | 49,70 | 303,3 | 751,4 | 1.104,36 |
| 19,0 | | | | | | | | | | |
| 19,5 | | | | | | | | | | |
| 20,0 | | | | | | | | | | |
| Total | 27.499,8 | 10.202,0 | 119.626,2 | 10.484,0 | 348.561,6 | 516.373,7 | 36.101,1 | 131.710,9 | 348.561,6 | 516.373,7 |
| Reclutas(<12 cm) | 1.064,4 | 1.588,4 | 6.027,5 | 9.423,5 | 3.297,9 | 21.401,7 | 1.962,7 | 16.141,1 | 3.297,9 | 21.401,7 |
| % Reclutas | 3,9 | 15,6 | 5,0 | 89,9 | 0,9 | 4,1 | 5,4 | 12,25 | 0,9 | 4,1 |
| Area (mn²) | 494,1 | 576,7 | 237,4 | 229,1 | 319,3 | 1.856,7 | 507,08 | 607,3 | 193,9 | 1.308,3 |
| ρ (nº/mn²) | 55,7 | 17,7 | 503,9 | 45,8 | 1.091,6 | 278,1 | 71,2 | 216,9 | 1.797,4 | 394,7 |
| % Total | 5,3 | 2,0 | 23,2 | 2,0 | 67,5 | 100,0 | 7,0 | 25,5 | 67,5 | 100,0 |



Tabla 8.

Abundancia (millones de individuos) y biomasa (toneladas) de anchoveta estimada por métodos bootstrap y geoestadístico.

| Método | Biomasa (t) | CV | Abundancia (millones) | CV |
|----------------|-------------|-------|-----------------------|------|
| Bootstrap | 527.913 | 10,2% | 25.195 | 8,9% |
| Geoestadístico | 516.374 | 6,5% | 24.270 | 5,7% |

Tabla 9.

Distribución regional de la abundancia y biomasa de anchoveta.

| Biomasa anchoveta (toneladas), método geoestadístico. | | | | |
|---|-------------|------------|-----------|---------|
| Región | Valpo-Maule | Nuble-BBio | Arau-Rios | TOTAL |
| Total | 36.101 | 131.711 | 348.562 | 516.374 |
| Reclutas (<12 cm) | 1.963 | 16.141 | 3.298 | 21.402 |
| % Reclutas | 5,4 | 12,3 | 0,9 | 4,1 |
| % Total | 7,0 | 25,5 | 67,5 | 100,0 |

| Abundancia anchoveta (millones de individuos), método geoestadístico | | | | |
|--|-------------|------------|-----------|--------|
| Región | Valpo-Maule | Nuble-BBio | Arau-Rios | TOTAL |
| Total | 1.900 | 7.835 | 14.535 | 24.270 |
| Reclutas (<12 cm) | 632 | 3.187 | 372 | 4.191 |
| % Reclutas | 33,3 | 40,68 | 2,6 | 17,3 |
| % Total | 7,8 | 32,3 | 59,9 | 100,0 |

Tabla 10

Aportes del sesgo de orilla en crucero de verano 2021

| SESGO ZONA REGIONES ÑUBLE-BIOBIO | | | | | |
|----------------------------------|---------------|-------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
| Crucero | Especie | Biom. Sesgo (ton) | Aporte Biom. total | Abun. Sesgo (mill. ind.) | Aporte Abun. total |
| Verano | sardina comun | 501.888 | 21,2% | 81.597 | 24,8% |
| Verano | anchoveta | 56.183 | 10,9% | 2.504 | 10,3% |

| SESGO ZONA REGIONES ARAUCANIA - LOS RIOS | | | | | |
|--|---------------|-------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
| Crucero | Especie | Biom. Sesgo (ton) | Aporte Biom. total | Abun. Sesgo (mill. ind.) | Aporte Abun. total |
| Verano | sardina comun | 177.536 | 7,5% | 6.451 | 2,0% |
| Verano | anchoveta | 113.423 | 22,0% | 4.730 | 19,5% |



Tabla 11.
Resumen operacional de los lances de identificación y capturas realizadas por el B/C Abate Molina.

| | | | | Captura (kg) especies en el lance | | | | Proporción especies en el lance | | |
|--------------------|---------------------------------------|-------------|--------------|-----------------------------------|---------------|--------|------------|---------------------------------|---------------|-------|
| Lance | Fecha | Latitud (S) | Longitud (O) | Anchoveta | Sardina común | Otras | Total (kg) | Anchoveta | Sardina común | Otras |
| 1 | 06-01-2021 | 32°10,0' | 71°37,4' | 2 | | 92 | 94 | 2,1 | | 97,9 |
| 2 | 06-01-2021 | 32°22,7' | 71°27,6' | | | 1.011 | 1.011 | | | 100,0 |
| 3 | 06-01-2021 | 32°12,2' | 71°33,7' | 40 | 23 | 678 | 741 | 5,5 | 3,1 | 91,4 |
| 4 | 06-01-2021 | 32°17,5' | 71°30,2' | | 11 | 868 | 880 | | 1,3 | 98,7 |
| 5 | 07-01-2021 | 32°39,0' | 71°27,5' | 125 | | 57 | 182 | 68,5 | | 31,5 |
| 6 | 07-01-2021 | 32°41,3' | 71°33,2' | 12 | 69 | 7 | 88 | 13,8 | 78,4 | 7,7 |
| 7 | 07-01-2021 | 32°39,4' | 71°27,5' | 250 | | 4 | 254 | 98,5 | | 1,5 |
| 8 | 08-01-2021 | 32°58,9' | 71°34,0' | 128 | 57 | 338 | 523 | 24,4 | 10,9 | 64,7 |
| 9 | 09-01-2021 | 33°19,9' | 71°50,6' | | | 0,3 | 0,3 | | | 100,0 |
| 10 | 09-01-2021 | 33°08,6' | 71°44,0' | 2 | 23 | 309 | 334 | 0,7 | 6,8 | 92,5 |
| 11 | 10-01-2021 | 33°16,3' | 71°43,1' | 0,1 | | 798 | 798 | 0,01 | | 100,0 |
| 12 | 10-01-2021 | 33°23,7' | 71°43,7' | 126 | | 52 | 178 | 70,8 | | 29,2 |
| 13 | 10-01-2021 | 33°32,1' | 71°39,1' | | 262 | 416 | 678 | | 38,7 | 61,3 |
| 14 | 10-01-2021 | 33°39,9' | 71°55,9' | 31 | 78 | 67 | 176 | 17,7 | 44,4 | 37,9 |
| 15 | 10-01-2021 | 33°50,0' | 71°57,8' | 2 | 129 | 15 | 145 | 1,4 | 88,4 | 10,3 |
| 16 | 11-01-2021 | 33°44,0' | 71°49,9' | 245 | 350 | 208 | 803 | 30,6 | 43,6 | 25,9 |
| 17 | 12-01-2021 | 34°19,0' | 71°59,5' | | | 118 | 118 | | | 100,0 |
| 18 | 13-01-2021 | 34°22,3' | 72°02,5' | 0,3 | 0,6 | 126 | 127 | 0,3 | 0,5 | 99,2 |
| 19 | 13-01-2021 | 34°27,3' | 72°03,9' | | | 232 | 232 | | | 100,0 |
| 20 | 13-01-2021 | 35°00,2' | 72°20,8' | 0,2 | 9 | 116 | 125 | 0,1 | 7,2 | 92,7 |
| 21 | 14-01-2021 | 34°54,0' | 72°12,5' | | | 202 | 202 | | | 100,0 |
| 22 | 14-01-2021 | 35°10,0' | 72°32,1' | 12 | 77 | 26 | 115 | 10,6 | 67,2 | 22,2 |
| 23 | 14-01-2021 | 35°13,2' | 72°26,1' | | | 613 | 613 | | | 100,0 |
| 24 | 14-01-2021 | 35°19,9' | 72°35,8' | | | 253 | 253 | | | 100,0 |
| 25 | 14-01-2021 | 35°20,0' | 72°44,1' | 4 | 2 | 149 | 154 | 2,4 | 1,4 | 96,2 |
| 26 | 15-01-2021 | 35°29,9' | 72°58,8' | 0,5 | | 74 | 75 | 0,7 | | 99,3 |
| 27 | 15-01-2021 | 35°30,0' | 72°42,9' | | | 432 | 432 | | | 100,0 |
| 28 | 15-01-2021 | 35°27,1' | 72°31,9' | | 661 | 175 | 836 | | 79,1 | 20,9 |
| 29 | 16-01-2021 | 35°43,1' | 72°36,9' | 109 | 1.357 | | 1.466 | 7,4 | 92,6 | |
| 30 | 17-01-2021 | 35°48,1' | 72°36,4' | | 1.000 | | 1.000 | | 100,0 | |
| 31 | 18-01-2021 | 35°59,9' | 72°59,7' | 0,04 | 0,1 | 418 | 419 | 0,01 | 0,02 | 99,97 |
| 32 | 18-01-2021 | 36°00,0' | 72°48,0' | | 127 | 8 | 135 | | 94,2 | 5,8 |
| 33 | 19-01-2021 | 36°10,1' | 73°13,6' | 0,004 | | 184 | 184 | 0,002 | | 100,0 |
| 34 | 19-01-2021 | 36°19,9' | 72°51,5' | | | 1.510 | 1.510 | | | 100,0 |
| 35 | 20-01-2021 | 36°40,1' | 73°10,9' | 1 | 236 | 246 | 482 | 0,2 | 48,9 | 50,9 |
| 36 | 21-01-2021 | 36°55,0' | 73°11,5' | | 852 | 145 | 997 | | 85,4 | 14,6 |
| 37 | 21-01-2021 | 37°05,0' | 73°18,3' | 30 | 73 | 8 | 111 | 27,1 | 65,7 | 7,2 |
| 38 | 25-01-2021 | 37°48,6' | 73°37,6' | 104 | 248 | 317 | 669 | 15,6 | 37,1 | 47,4 |
| 39 | 25-01-2021 | 37°24,5' | 73°42,3' | 0,005 | | 21 | 21 | 0,02 | | 100,0 |
| 40 | 26-01-2021 | 37°59,0' | 73°30,9' | | | 190 | 190 | | | 100,0 |
| 41 | 27-01-2021 | 38°16,5' | 73°59,0' | 10 | 13 | 347 | 370 | 2,7 | 3,4 | 93,9 |
| 42 | 27-01-2021 | 38°09,4' | 73°29,8' | | | 20 | 20 | | | 100,0 |
| 43 | 28-01-2021 | 38°30,0' | 73°58,3' | | | 2.003 | 2.003 | | | 100,0 |
| 44 | 28-01-2021 | 38°30,5' | 73°32,7' | | | 0,2 | 0,2 | | | 100,0 |
| 45 | 28-01-2021 | 38°48,3' | 73°29,7' | 165 | 2 | 12 | 179 | 91,9 | 1,3 | 6,8 |
| 46 | 30-01-2021 | 39°03,1' | 73°24,4' | | | 23 | 23 | | | 100,0 |
| 47 | 30-01-2021 | 39°17,9' | 73°20,3' | 309 | 41 | 15 | 365 | 84,6 | 11,3 | 4,0 |
| 48 | 31-01-2021 | 39°29,9' | 73°55,5' | | | 1.504 | 1.504 | | | 100,0 |
| 49 | 31-01-2021 | 39°48,8' | 73°25,9' | | 1.492 | | 1.492 | | 100,0 | |
| 50 | 31-01-2021 | 39°42,5' | 73°26,4' | | | 36 | 35,5 | | | 35,5 |
| 51 | 02-02-2021 | 39°54,9' | 73°39,2' | | | 2 | 2 | | | 100,0 |
| 52 | 02-02-2021 | 40°04,7' | 73°43,7' | | | | | | | |
| Captura total (kg) | | | | 1.709 | 7.193 | 14.446 | 23.348 | | | |
| | Proporción (%) respecto captura total | | | 7,3 | 30,8 | 61,9 | | | | |



Tabla 12.

Resumen operacional y proporción (%) de especies en las muestras obtenidas a partir de los lances de identificación realizados por la embarcación artesanal L/M Don Luis Alberto (Sesgo 1).

| | | Calado | | | | Muestra (kg) obtenida en el lance de identificación | | | | Proporción (%) de especies en la muestra | | |
|----------------------------------|-------|------------|------|----------|----------|---|---------------|-------|------------|--|---------------|-------|
| Embarcación | Lance | Fecha | Hora | Latitud | Longitud | Anchoveta | Sardina común | Otras | Total (kg) | Anchoveta | Sardina común | Otras |
| Don Luis Alberto | 1 | 19-01-2021 | 1005 | 36°07,4' | 72°48,7' | 2 | 25 | 2 | 28 | 6,0 | 88,1 | 6,0 |
| Don Luis Alberto | 2 | 19-01-2021 | 1319 | 36°15,0' | 72°48,9' | | 25 | | 25 | | 100,0 | |
| Don Luis Alberto | 3 | 19-01-2021 | 1715 | 36°22,2' | 72°52,5' | 24 | 4 | | 28 | 84,3 | 15,7 | |
| Don Luis Alberto | 4 | 20-01-2021 | 0652 | 36°30,6' | 72°55,9' | 23 | 2 | 1 | 25 | | 90,7 | 9,3 |
| Don Luis Alberto | 5 | 20-01-2021 | 1241 | 36°41,5' | 73°00,0' | | 23 | 4 | 27 | | 83,8 | 16,2 |
| Don Luis Alberto | 6 | 20-01-2021 | 1551 | 36°36,2' | 73°03,4' | | 15 | | 15 | | 100,0 | |
| Don Luis Alberto | 7 | 20-01-2021 | 2140 | 36°50,5' | 73°10,1' | | 4 | 11 | 15 | | 26,6 | 73,4 |
| Don Luis Alberto | 8 | 21-01-2021 | 0747 | 37°00,2' | 73°30,3' | 0,2 | 15 | 5 | 20 | 1,0 | 75,9 | 23,1 |
| Don Luis Alberto | 9 | 21-01-2021 | 1134 | 37°08,1' | 73°33,2' | | 20 | | 20 | | 100,0 | |
| Don Luis Alberto | 10 | 21-01-2021 | 1703 | 37°13,1' | 73°19,8' | | 23 | | 23 | | 100,0 | |
| Don Luis Alberto | 11 | 21-01-2021 | 2131 | 37°04,7' | 73°15,0' | | 15 | | 15 | | 100,0 | |
| Captura (kg) total en la muestra | | | | | | 48,1 | 170,4 | 22,5 | 241,0 | | | |
| Proporción (%) respecto | | | | | | 20.0% | 70.7% | 9.3% | | | | |

Tabla 13.

Resumen operacional y proporción (%) de especies en las muestras obtenidas a partir de los lances de identificación realizados por la embarcación artesanal L/M Alberto M (Sesgo 2).

| | | Calado | | | | Muestra (kg) obtenida en el lance de identificación | | | | Proporción (%) de especies en la muestra | | |
|-------------|-------|------------|----------------------------------|-----------|----------|---|---------------|-------|------------|--|---------------|-------|
| Embarcación | Lance | Fecha | Hora | Latitud | Longitud | Anchoveta | Sardina común | Otras | Total (kg) | Anchoveta | Sardina común | Otras |
| Alberto M | 1 | 30-01-2021 | 1501 | 38°50,1' | 73°25,3' | 3 | | 22 | 25 | 12,4 | | 87,6 |
| Alberto M | 2 | 30-01-2021 | 1803 | 38°55 ,0' | 73°23,0' | 5 | 15 | | 20 | 26,4 | 73,6 | |
| Alberto M | 3 | 31-01-2021 | 0625 | 39°05,8' | 73°19,1' | | 25 | | 25 | | 100,0 | |
| Alberto M | 4 | 31-01-2021 | 1045 | 39°15,0' | 73°14,6' | 14 | 13 | | 27 | 52,2 | 47,8 | |
| Alberto M | 5 | 01-02-2021 | 0915 | 39°50,6' | 73°25',0 | | | 22 | 22 | | | 100,0 |
| | | | Captura (kg) total en la muestra | | | 22 | 53 | 44 | 119 | | | |
| | | | Proporción (%) respecto | | | 18.9% | 44.2% | 36.9% | | | | |



Tabla 14.

Captura (kg) por especie y total realizada por el B/C Abate Molina con red de arrastre de media agua.

| Lance | Anchoveta | Sardina com3n | Jurel | Calamar | Corvina | Mote | Pampanito | Merluza com3n | Pejegallos | Reineta | Sierra | Cojinoba | Medusas | Jibia | Otras Especies | Captura Total (kg) |
|-------|-------------------|---------------|-------|---------|---------|------|-----------|---------------|------------|---------|--------|----------|---------|-------|----------------|--------------------|
| 1 | 2 | | 0,01 | 0,04 | | | | | | | | 0,1 | 92 | | | 94 |
| 2 | | | | | | | 2 | | | | | 0,1 | 1.010 | | 0,01 | 1.011 |
| 3 | 40 | 23 | 11 | | | | 0,4 | | | | | | 667 | | | 741 |
| 4 | | 11 | 1 | 1,2 | | | 2 | | | | 13 | | 852 | | | 880 |
| 5 | 125 | | | 0,3 | | | 1 | | | | | | 56 | | | 182 |
| 6 | 12 | 69 | | 0,4 | | | | 2 | 1 | | 3 | | | | | 88 |
| 7 | 250 | | | 0,1 | | | | 4 | | | | | | | | 254 |
| 8 | 128 | 57 | 5 | | | | 2 | | | | | | 330 | | 1 | 523 |
| 9 | | | | 0,1 | | | | | | | | | 0,3 | | 0,02 | 0,3 |
| 10 | 2 | 23 | | 0,1 | | | 0,1 | | | | | | 309 | | | 334 |
| 11 | 0,1 | | 6 | 2 | | | 0,2 | | 2 | | 23 | | 766 | | | 798 |
| 12 | 126 | | 19 | | | | | | | | 5 | | 28 | | | 178 |
| 13 | | 262 | | | | | | | | | | | 416 | | | 678 |
| 14 | 31 | 78 | | | | | | | | | | | 67 | | | 176 |
| 15 | 2 | 129 | 10 | 1 | | | | 1 | | | 3 | | | | | 145 |
| 16 | 245 | 350 | 0,9 | | 3 | | | | | | 4 | | 200 | | | 803 |
| 17 | | | | | | | 1 | | | | | | 117 | | | 118 |
| 18 | 0,3 | 0,6 | | 3 | | | 7 | | | | | 0,3 | 115 | | | 127 |
| 19 | | | | | | | 0,5 | 27 | | | | | 204 | | | 232 |
| 20 | 0,2 | 9 | | 0,1 | | | 0,1 | | | | | | 116 | | | 125 |
| 21 | | | | 0,1 | | 0,01 | 0,1 | 10 | 1 | | | | 191 | | | 202 |
| 22 | 12 | 77 | 8 | | 13 | | | | | | 4 | | | | | 115 |
| 23 | | | 1 | | | | | 610 | | | 3 | | | | | 613 |
| 24 | | | 90 | | | | | | 2 | | | | 161 | | | 253 |
| 25 | 4 | 2 | 63 | | 12 | | | | | 3 | 11 | | 60 | | | 154 |
| 26 | 0,5 | | | | | | | | | | | | 74 | | | 75 |
| 27 | | | | | | | 1 | 106 | | | | | 326 | | | 432 |
| 28 | | 661 | | | | | | | | | 3 | | 172 | | | 836 |
| 29 | 109 | 1.357 | | | | | | | | | | | | | | 1.466 |
| 30 | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 31 | 0,04 | 0,1 | | | | | | | | | | 0,03 | 418 | | 0,04 | 419 |
| 32 | | 127 | | | | 8 | | | | | | | | | | 135 |
| 33 | 0,004 | | 23 | | | | | | | | 2 | | 159 | | | 184 |
| 34 | | | | 1 | | 9 | 1 | | | | | | 1.500 | | | 1.510 |
| 35 | 1 | 236 | | | | | 1 | | | | | | 245 | | | 482 |
| 36 | | 852 | | | | 59 | 86 | | | | | | | | | 997 |
| 37 | 30 | 73 | | | | | | | | | | | 8 | | | 111 |
| 38 | 104 | 248 | | | | | | | | | 162 | | 154 | | | 669 |
| 39 | 0,005 | | | 0,1 | | 0,04 | | | | | | | 21 | | | 21 |
| 40 | | | | 1 | | | | | | | | | 189 | | | 190,01 |
| 41 | 10 | 13 | | 3 | | | | | | | 344 | | | | | 370 |
| 42 | | | | 9 | | 6 | | | | | 5 | | | | | 20 |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | 2.003 | | 2.003 |
| 44 | | | | 0,2 | | | | | | | | | | | | 0,2 |
| 45 | 165 | 2 | | | | 2 | | | | | 11 | | | | | 179 |
| 46 | | | 2 | 20 | | 0,01 | | | 2 | | | | | | | 23 |
| 47 | 309 | 41 | | | | | | | | | 15 | | | | | 365 |
| 48 | | | 1.119 | | | | | | | | | | | | 385 | 1.504 |
| 49 | | 1.492 | | | | | | | | | | | | | | 1.492 |
| 50 | | | | 9 | | 27 | | | | | | | | | | 36 |
| 51 | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 |
| 52 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.709 | 7.193 | 1.358 | 49 | 28 | 111 | 104 | 759 | 8 | 3 | 611,2 | 0 | 9.023 | 2.003 | 388 | 23.348 |
| | 7,3% | 30,8% | 5,8% | 0,2% | 0,1% | 0,5% | 0,4% | 3,3% | 0,0% | 0,0% | 2,6% | 0,0% | 38,6% | 8,6% | 1,7% | |
| | Fauna Acompa1ante | | 9,4% | 0,3% | 0,2% | 0,8% | 0,7% | 5,3% | 0,1% | 0,0% | 4,2% | 0,0% | 62,5% | 13,9% | 2,7% | |



Tabla 15.

L3mites de las zonas establecidas para anchoveta y lances de pesca de identificaci3n asignados por zona.

| Subzona | Limite | | Lances de Pesca asignados | | |
|---------|----------|----------|-----------------------------|----------------------|---------------|
| | Norte | Sur | B/C Abate Molina | L/M Don Luis Alberto | L/M Alberto M |
| 1 | 32°05,5' | 33°54,5' | 1-3-5-6-8-10-11-12-14-15-16 | | |
| 2 | 34°45,8' | 36°14,2' | 20-22-25-26-33 | | |
| 3 | 35°37,8' | 37°03,5' | 29-35-37 | 1-3-4 | |
| 4 | 37°43,3' | 38°23,4' | 38-39-41 | | |
| 5 | 38°26,4' | 39°31,7' | 45-47 | | 1-2-4 |

Tabla 16.

L3mites de las zonas establecidas para sardina com3n y lances de pesca de identificaci3n asignados por zona.

| Subzona | Limite | | Lances de Pesca asignados | | |
|---------|----------|----------|---|-------------------------|---------------|
| | Norte | Sur | B/C Abate Molina | L/M Don Luis Alberto | L/M Alberto M |
| 1 | 32°07,0' | 37°14,7' | 3-4-6-8-10-13-14-15-16-18-20-22-25-28-29-30-32-35-36-37 | 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11 | |
| 2 | 37°43,8' | 38°22,8' | 38-41 | | |
| 3 | 38°37,3' | 39°39,8' | 47 | | 2-3-4 |
| 4 | 39°40,7' | 39°51,9' | 49 | | |

Tabla 17.

Comparaci3n de la estructura de talla, por zona, de anchoveta y sardina com3n mediante la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG ; $\alpha=0,05$).

| Anchoveta | | | Sardina com3n | | |
|-------------------------|-------------------|---------|-------------------------|-------------------|---------|
| Par3metros del 3n3lisis | X2cr3tico= | 53,94 | Par3metros del 3n3lisis | X2cr3tico= | 73,94 |
| | N° de categor3as= | 33 | | N° de categor3as= | 26 |
| | Z= | 1,64485 | | Z= | 1,64485 |
| | Grupos= | 5 | | Grupos= | 4 |
| | np= | 945 | | np= | 1003 |
| Zona | X2 calculado | Ho | Zona | X2 calculado | Ho |
| 1 | 151,36 | R | 1 | 313,46 | R |
| 2 | 195,85 | R | 2 | 140,25 | R |
| 3 | 27,81 | NR | 3 | 326,30 | R |
| 4 | 195,85 | R | 4 | 151,85 | R |
| 5 | 32,24 | NR | | | |
| % APROBACI3N | | 60,00 | % APROBACI3N | | 0,00 |



Tabla 18.

Comparación de la estructura de talla de anchoveta y sardina común de los lances asignados a cada zona, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada ($DHG; \alpha=0,05$).

| Anchoveta | Zona 1 | | | Zona 2 | | | Zona 3 | | | Zona 4 | | | Zona 5 | | | | | | |
|--------------|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------|--|------------------------|-------------------------|--|------------------------|-------------------------|--|------------------------|-------------------------|--|------------------------|--------------|--|--|--------|
| | Parámetros del análisis | X² crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np= | 43,94 26 1,64485 11 235 | Parámetros del análisis | X² crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np= | 52,84 30 1,64485 5 139 | Parámetros del análisis | X² crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np= | 55,74 23 1,64485 6 185 | Parámetros del análisis | X² crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np= | 63,94 19 1,64485 3 151 | Parámetros del análisis | X² crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np= | 53,76 19 1,64485 5 234 | | | | |
| | Lances | X² calculado | Ho | Lances | X² calculado | Ho | Lance | X2 calculado | Ho | Lance | X2 calculado | Ho | Lance | X2 calculado | Ho | | | | |
| | 1 | 35,44 | NR | 20 | 41,33 | NR | 29 | 17,33 | NR | 38 | 83,00 | R | 45 | 12,47 | NR | | | | |
| | 3 | 12,64 | NR | 22 | 56,00 | R | 35 | 5,72 | NR | 39 | 79,00 | R | 47 | 40,83 | NR | | | | |
| | 5 | 26,02 | NR | 25 | 59,00 | R | 37 | 19,16 | NR | 41 | 108,20 | R | 1** | 23,07 | NR | | | | |
| | 6 | 25,69 | NR | 26 | 6,55 | NR | 1* | 47,07 | NR | | | | 2** | 49,93 | NR | | | | |
| | 8 | 31,19 | NR | 33 | 6,80 | NR | 3* | 50,30 | NR | | | | 4** | 37,71 | NR | | | | |
| | 10 | 13,40 | NR | | | | 4* | 3,09 | NR | | | | | | | | | | |
| | 11 | 14,21 | NR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 34,78 | NR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 13,47 | NR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 4,71 | NR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 21,09 | NR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % APROBACIÓN | | | 11,00 | % APROBACIÓN | | | 60,00 | % APROBACIÓN | | | 100,00 | % APROBACIÓN | | | 0,00 | % APROBACIÓN | | | 100,00 |

| Sardina común | Zona 1 | | | Zona 2 | | | Zona 3 | | | | |
|---------------|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------|--|------------------------|-------------------------|--|------------------------|--|-------|
| | Parámetros del análisis | X² crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np= | 33,94 25 1,64485 31 377 | Parámetros del análisis | X² crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np= | 43,64 12 1,64485 2 203 | Parámetros del análisis | X² crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np= | 63,94 22 1,64485 4 223 | | |
| | Lance | X2 calculado | Ho | Lance | X2 calculado | Ho | Lance | X2 calculado | Ho | | |
| | 3 | 6,81 | NR | 38 | 87,67 | R | 47 | 77,79 | R | | |
| | 4 | 8,67 | NR | 41 | 197,67 | R | 2** | 51,94 | NR | | |
| | 6 | 15,33 | NR | | | | 3** | 44,07 | NR | | |
| | 8 | 13,19 | NR | | | | 4** | 27,27 | NR | | |
| | 10 | 4,16 | NR | | | | | | | | |
| | 13 | 1,73 | NR | | | | | | | | |
| | 14 | 2,65 | NR | | | | | | | | |
| 15 | 6,30 | NR | | | | | | | | | |
| 16 | 4,30 | NR | | | | | | | | | |
| 18 | 5,16 | NR | | | | | | | | | |
| 20 | 11,67 | NR | | | | | | | | | |
| 22 | 8,30 | NR | | | | | | | | | |
| 25 | 7,33 | NR | | | | | | | | | |
| 28 | 5,70 | NR | | | | | | | | | |
| 29 | 19,79 | NR | | | | | | | | | |
| 30 | 14,27 | NR | | | | | | | | | |
| 32 | 4,30 | NR | | | | | | | | | |
| 35 | 11,81 | NR | | | | | | | | | |
| 36 | 11,81 | NR | | | | | | | | | |
| 37 | 16,51 | NR | | | | | | | | | |
| 1* | 12,89 | NR | | | | | | | | | |
| 2* | 5,33 | NR | | | | | | | | | |
| 3* | 8,13 | NR | | | | | | | | | |
| 4* | 21,94 | NR | | | | | | | | | |
| 5* | 7,97 | NR | | | | | | | | | |
| 6* | 7,07 | NR | | | | | | | | | |
| 7* | 11,81 | NR | | | | | | | | | |
| 8* | 8,30 | NR | | | | | | | | | |
| 9* | 10,11 | NR | | | | | | | | | |
| 10* | 7,75 | NR | | | | | | | | | |
| 11* | 7,33 | NR | | | | | | | | | |
| % APROBACIÓN | | | 100,00 | % APROBACIÓN | | | 0,00 | % APROBACIÓN | | | 75,00 |

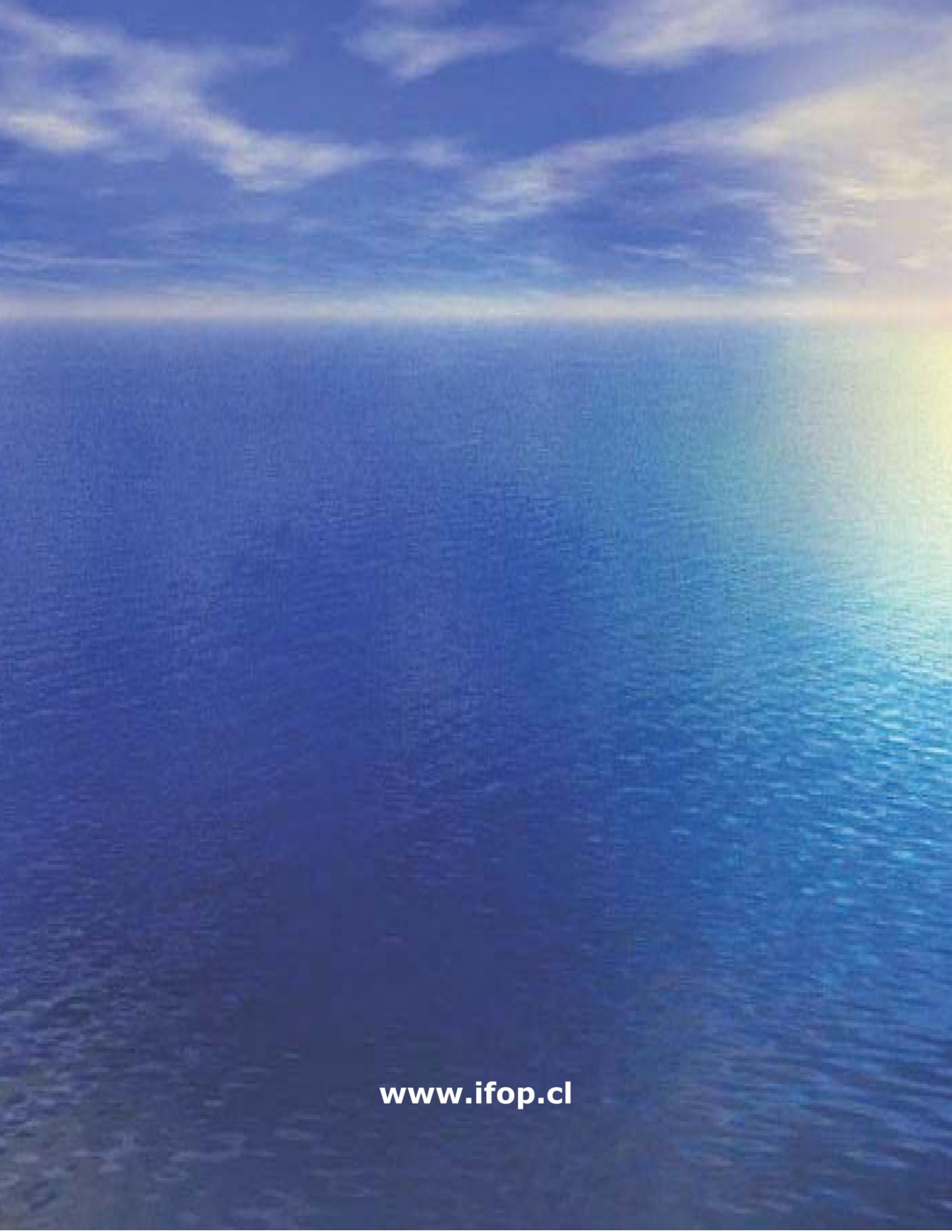
* L/M Don Luis Alberto (sesgo1)

** L/M Alberto M (sesgo 2)



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

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



www.ifop.cl