



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2021

Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Aysén, año 2021.

Sección I. Merluza del sur

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2022



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2021

Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre las regiones de Los Lagos y de Aysén, año 2021.

Sección I. Merluza del sur

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2022

REQUIRENTE

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO

Subsecretaria de Economía y
Empresas de Menor Tamaño:
Javiera Petersen Muga

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Luis Parot Donoso

Jefe (I) División Investigación Pesquera
Sergio Lillo Vega

JEFE DE PROYECTO

Javier Legua Delgado



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2022

AUTORES POR OBJETIVO

*Estimación hidroacústica de la biomasa y abundancia
de merluza del sur*
Javier Legua D.

*Determinación de talla y edad
de merluza del sur*
Vilma Ojeda C., Renato Céspedes M., Lizandro
Muñoz R., Karen Hunt J., Angélica Villalón C.

*Índice gonadosomático, estadíos de madurez
macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad
de merluza del sur*
Mauricio Landaeta D., Gustavo Herrera U., Erika
López S., Paola Troncoso G.

*Importancia relativa fauna acompañante
de merluza del sur*
René Vargas S.

*Análisis de las agregaciones de
merluza del sur*
Bernardo Leiva P.

COLABORADORES

Muestreo biológico a bordo

Adrián Ibieta Figueroa
Oscar Nancul Paillaman
Braulio Acuña Guajardo
Rodrigo Ulloa Meza
Guillermo Carrasco Cisternas
Juan Linares Huenchupan



RESUMEN EJECUTIVO

Este documento corresponde al Informe final del proyecto “Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y Aysén, Año 2021” y presenta los estimados de biomasa y abundancia, estructura de talla y edad, distribución espacial, fauna acompañante, condiciones reproductivas, características de las agregaciones de la merluza del sur (*Merluccius australis*), observados en agosto de 2021 en la zona sur - austral de Chile.

El proyecto contempló un crucero de prospección acústica y pesquera a bordo del buque fábrica “Cabo de Hornos”, el cual, en su primera etapa, denominado crucero 1, se prolongó entre el 5 y el 20 de agosto de 2021 y se orientó a la prospección hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en el área comprendida entre las latitudes 43°30'S y 47°00'S.

Se efectuaron un total de 54 transectas, 43 separadas cada 5 mn, adicionalmente, en la zona de los cañones de Guafo, Guamblin y Taitao se realizaron 10 intermedias a distancias de 2,5 millas. Se efectuaron 32 lances de pesca de identificación en el total de la zona de estudio.

El stock de merluza del sur presentó una biomasa total de 111.211 t ($LC\alpha=5\% = 103.627 - 118.795$ t), valor 8,8% superior al estimado durante el crucero efectuado en agosto de 2020. Por el estimador de bootstrap, la biomasa alcanzó a 121.629 t con un intervalo de confianza entre 114.843 y 128.415 t. La biomasa desovante hembras, alcanzó las 66.898 t que representó el 60,1% de la biomasa total.

La abundancia total se estimó en 63.188.117 individuos de los cuales 24.039.318 (38%) fueron machos y 39.148.799 (62%) hembras con el método geoestadístico, superior 24,9% respecto al 2020. Por el estimador bootstrap la abundancia fue de 69.107.753 individuos. La abundancia desovante de hembras, se estimó en 15.962.133 de individuos que representó el 25,3% de la abundancia total.

La estructura de talla de merluza del sur del crucero 2021, basada en 2.619 ejemplares muestreados, registró una distribución bimodal, con una moda principal de ejemplares adultos entre los 70 y 99 cm y una moda secundaria de ejemplares juveniles (30-44 cm). La estructura se caracterizó por estar compuesta principalmente por ejemplares adultos con 74% (tallas superiores e igual a 70 cm), 26% de ejemplares juveniles (tallas menores a 70 cm) y el predominio en la proporción de hembras de 62% respecto de los machos. La estructura modal entre 70-99 cm se registró en toda el área de estudio; mientras, la moda juvenil entre 30-44 cm se registró principalmente en el Cañón Guafo y Guamblín. La estructura de talla de merluza del sur entre el 2007 y 2019 ha registrado un gradual incremento de la presencia de hembras entre el 48% y 79%; sin embargo, en los años 2020 y 2021 disminuyó el predominio de hembras (69%). En los últimos años de investigación, la presencia de ejemplares juveniles en el área de estudio ha sido más frecuente, en alrededor de 30% en la composición de talla.



La proporción sexual que presenta la abundancia en el período de desove, en la serie histórica, es variable, encontrándose generalmente en mayor proporción las hembras. Durante 2021 la abundancia de hembras también fue superior a la de machos y registran una relación 1:1,6.

Se obtuvo la estructura de edades en base al estudio de los otolitos, encontrando una composición sostenida por ejemplares desde 1 y los 22 años. En la serie histórica la edad mediana, en general, ha sido menor en machos que en hembras. En los últimos años se presentó una diferencia notable entre la edad mediana entre sexos. En 2021 se registró edad mediana de 3,7 y 8,2 años en machos y hembras respectivamente, lo que constituye el valor más bajo registrado en este parámetro para la zona evaluada del stock parental.

La abundancia del recurso, sin considerar separación por sexos, estuvo sostenida mayoritariamente (67%) por siete clases que comprenden los GEII a V y desde GE XI a XIII. El peso promedio de los ejemplares fue de 1.760 g y con longitud promedio de 64 cm. Estos valores son menores a los presentados en 2020 y corresponden a los menores observados en el período 2000-2021.

Se presentó ejemplares maduros sexualmente en un 50% en el GE XI para machos y en el GE XIII para hembras. Tomando este valor como referencia, se puede indicar que el stock parental (maduros) estuvo constituido en un 12% de machos maduros ($\geq$ GE XI) y 25% de hembras maduras ($\geq$ GE XIII), debido a que este último año la estructura de la abundancia presentó elevada composición de jóvenes.

El total de gónadas de hembras de merluza del sur analizadas en laboratorio fueron 811, con un rango de tallas entre 33 y 106 cm de longitud total. El análisis de los estadios de madurez sexual (EMS) en merluza del sur mostró que el proceso de desove se encontraba en pleno desarrollo, con un promedio de 53% de hembras en maduración y maduras.

El IGS promedio obtenido fue de 5,0 con valores individuales extremos de 0,10 y 34,04. Los peces con gónadas inmaduras presentaron un IGS promedio de 0,73 mientras que en las hembras maduras fue de 14,16. El índice de actividad reproductiva mostró un IGS similar en ambos periodos de muestreo (7 al 13 de agosto y 14 al 20 de agosto), esto debido al alto porcentaje de hembras maduras en ambos periodos.

La talla media se estimó en 73,1 cm LT, valor coincidente con el análisis de EMS con respecto a la longitud total, en donde hembras en maduración y maduras comienzan a verse representadas en el rango 70 - 79 cm LT. La edad media estimada fue de 10,5 años.

Se estimó la fecundidad modal promedio y la fecundidad media total de la muestra. Un total de 83 muestras presentaron las condiciones requeridas para realizar estos cálculos, obteniéndose una fecundidad modal igual a 2.603.427 y una fecundidad de la muestra igual a 2.487.437.

Durante el crucero fueron capturadas e identificadas un total de 19 especies. La fauna presente en la zona de estudio está compuesta, principalmente, por dos especies: merluza del sur y merluza de cola. Ambas especies representaron un 95,3% de la captura obtenida en la zona, seguidas en importancia por merluza



de tres aletas, cojinoba moteada, tollo sargento, congrio dorado y reineta. Otras especies estuvieron presentes en baja proporción, representando el 0,3% de la captura total obtenida durante el crucero. La fauna acompañante de merluza del sur, durante el crucero, estuvo compuesta en 93,8% por merluza de cola



EXECUTIVE SUMMARY

This document corresponds to the Final Report of the project "Evaluation of southern hake, hoki, and southern blue whiting spawning stock in the outer waters between Los Lagos and Aysén Regions, 2021." It presents estimates for biomass and abundance, size structure and age, spatial distribution, accompanying fauna, reproductive conditions, and characteristics of southern hake (*Merluccius australis*) aggregations. The results are based on observations from August 2021 in Chile's south.

The project included an acoustic and fishing prospecting cruise aboard the factory vessel "Cabo de Hornos," whose first stage, dubbed cruise 1, took place between August 5 and 20, 2021, and focused on hydroacoustic prospection of southern hake and hoki in the area between latitudes 43°30'S and 47°00'S.

A total of 54 transects were carried out, 43 separated every 5 nm. Additionally, 10 intermediate ones were carried out at distances of 2.5 miles around the Guafo, Guamblin and Taitao canyons, while 32 identification fishing hauls were carried out in the entire study area.

Total southern hake biomass was estimated at 111,211 t ($LC_{\alpha=5\%}=103,627 - 118,795$ t), 8.8% higher than during the cruise in August 2020. Using the bootstrap estimator, biomass reached 121,629 t with a confidence interval of 114,843 t to 128,415 t. Spawning biomass of females reached 66,898 t, which represented 60.1% of total biomass.

Total abundance was estimated at 63,188,117 individuals, of which 24,039,318 (38%) were males and 39,148,799 (62%) females under the geostatistical method, 24.9% higher compared to 2020. Using the bootstrap estimator, abundance was 69,107,753 individuals. Spawning abundance of females was estimated at 15,962,133 individuals, representing 25.3% of total abundance.

Southern hake size structure of the 2021 cruise, based on 2,619 specimens sampled, entailed bimodal distribution, with adult specimens' main sizes between 70 cm and 99 cm and a secondary size of juvenile specimens of 30-44 cm. The structure was composed mainly of adult specimens with 74% (sizes greater than or equal to 70 cm), 26% of juvenile specimens (smaller than 70 cm), and a female predominance of 62% with respect to males. Modal structure between 70 cm and 99 cm was recorded throughout the study area, while juvenile modal structure of 30-44 cm was recorded mainly in the Guafo and Guamblin canyons. Southern hake size structure between 2007 and 2019 gradually increased with presence of females between 48% and 79%; however, in 2020 and 2021 the predominance of females decreased (69%). In recent years of research, a more frequent presence of juvenile specimens was detected in the study area, around 30% of size composition.

The sexual proportion presented by abundance in the spawning period in the historical series is variable, with greater proportion of females. During 2021, female abundance was also higher than that of males, with a registered ratio of 1:1.6.



Age structure was obtained based on the study of otoliths, finding a composition sustained by specimens from 1 to 22 years. In the historical series, the median age has generally been lower for males than for females. In recent years, there has been a notable difference in median age between the sexes. In 2021, median age of 3.7 and 8.2 years was recorded for males and females, respectively, which constitutes the lowest value recorded for this parameter for the evaluated area of the parental stock.

Abundance, without considering separation by sex, was sustained mostly (67%) by seven classes comprising GE II to V and GE XI to XIII. The average weight of specimens was 1,760 g, with average length of 64 cm. These values were lower than those from 2020 and correspond to the lower ones observed in the 2000-2021 period generally.

Sexually mature specimens were present in 50% of GE XI for males and GE XIII for females. Taking this value as reference, parental stock (mature) was constituted by 12% of mature males ($\geq$ GE XI) and 25% of mature females ($\geq$ GE XIII), because last year the abundance structure presented high composition of juveniles.

The total number of gonads of southern hake females analyzed in the laboratory was 811, with a size range of 33 cm to 106 cm. The analysis of the stages of sexual maturity (ASSM) showed the spawning process was fully underway, with an average of 53% of maturing and mature females.

The mean GSI was 5.0 with extreme individual values of 0.10 and 34.04. Fish with immature gonads had an average GSI of 0.73 while it was 14.16 for mature females. The index of reproductive activity showed a similar GSI in both sampling periods (August 7 to 13 and August 14 to 20), due to the high percentage of mature females in both periods.

Average size was estimated at 73.1 cm TL, coinciding with the ASSM with respect to total length, where maturing and mature females begin to be represented in the 70-79 cm TL range. The estimated mean age was 10.5 years.

Average modal fecundity and total mean fecundity of the sample were estimated. A total of 83 samples presented the conditions required to perform these calculations, obtaining modal fecundity equal to 2,603,427 and sample fecundity of 2,487,437.

During the cruise, 19 species were captured and identified. The fauna present in the study area was mainly composed of southern hake and hoki. Both species accounted for 95.3% of the catch obtained, followed in importance by southern blue whiting, silver warehou, birdbeak dogfish, golden kingclip and pacific pomfret. Other species were present in lower proportions, representing 0.3% of total catch, while 93.8% of southern hake accompanying fauna consisted of hoki.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO.....	i
EXECUTIVE SUMMARY	iv
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	ix
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
3. ANTECEDENTES.....	2
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	6
4.1 Área y período de estudio	6
4.2 Embarcación y equipos.....	6
4.2.1 Embarcación	6
4.2.2 Equipos	6
4.3 Objetivo específico 1.....	7
4.3.1 Diseño del muestreo	7
4.3.2 Transectas de muestreo acústico	7
4.3.3 Lances de identificación de ecotrazos	7
4.3.4 Identificación de los Ecotrazos.....	8
4.3.5 Estimación de la abundancia y biomasa.....	9
4.3.6 Distribución espacial del recurso	13
4.4 Objetivo específico 2.....	14
4.4.1 Estructura de tallas y proporción sexual	14
4.4.2 Composición de edades del stock de merluza del sur	16
4.5 Objetivo específico 3.....	21
4.5.1 Metodología a bordo	21
4.5.2 Análisis de laboratorio.....	22
4.6 Objetivo específico 4.....	26



4.6.1	Análisis de los datos	26
4.6.2	Análisis comunitario	27
4.6.3	Identificación de agrupaciones específicas	27
4.7	Objetivo específico 5	28
4.7.1	Descriptorios y variables utilizadas en el análisis	28
5.	RESULTADOS	32
5.1	Objetivo específico 1	32
5.1.1	Sistema de ecointegración	32
5.1.2	Análisis geoestadístico	32
5.1.3	Biomasa y abundancia	32
5.1.4	Distribución espacial y batimétrica	33
5.2	Objetivo específico 2	33
5.2.1	Composición de tallas	33
5.2.2	Distribución de talla del crucero 2021 respecto de los cruceros anteriores	34
5.2.3	Composición de la estructura de edad	34
5.2.4	Claves edad-talla	36
5.3	Objetivo específico 3	44
5.3.1	Estadios de madurez sexual (EMS)	44
5.3.2	Análisis histológico de las gónadas	44
5.3.3	Índice gonadosomático (IGS)	45
5.3.4	Índices de la actividad reproductiva	45
5.3.5	Talla media y edad media de madurez sexual	46
5.3.6	Fecundidad	46
5.4	Objetivo específico 4	47
5.4.1	Parámetros comunitarios	48
5.5	Objetivo específico 5	50
5.6.1	Agregaciones mezcladas de merluza del sur y merluza de cola	50
5.6.2	Agregaciones de merluza del sur	55
5.6.3	Resultados serie 2005 – 2021: Análisis Caso de mezcla de cardúmenes	59
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	61



7. CONCLUSIONES	67
8. REFERENCIAS	70

ANEXOS

ANEXO 1	Pesca de investigación y decreto supremo 711
ANEXO 2	Talleres
ANEXO 3	Personal participante por actividad



ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

- Figura 1.** Área de estudio. Se señalan las isolíneas de los veriles y las zonas asociadas a los cañones de profundidad (rectángulos rojos) presentes en la zona de estudio.
- Figura 2.** Buque fábrica “Cabo de Hornos” utilizado en el crucero. Fotografía, Adrián Ibieta Figueroa., *Tecnólogo Evaluación directa*.
- Figura 3.** Plano de la red comercial GLORIA 1408 utilizada en el estudio.
- Figura 4.** Localización de (a) transectas de muestreo acústico, (b) posición lances de pesca de identificación y (c) composición de captura principales especies capturadas, esquematizada en un mapa de tortas. Crucero 2021.
- Figura 5.** Frecuencia de tamaños de los ovocitos presentes en un ovario de merluza del sur, *Merluccius australis*, utilizado en estimaciones anteriores de fecundidad. La moda más avanzada corresponde a los ovocitos que serán desovados en la temporada de puesta.
- Figura 6.** Semivariograma de Matheron para merluza del sur. Dirección omnidireccional. Zona total de estudio. Crucero 2021.
- Figura 7.** Distribución espacial de la merluza del sur en el área de prospección. Crucero 2021.
- Figura 8.** Centros de Gravedad de la distribución del stock evaluado de Merluza del Sur. Periodo 2000 a 2021.
- Figura 9.** Distribución de talla de merluza del sur por sexo para el área de estudio. B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).
- Figura 10.** Distribución de talla de merluza del sur por área. B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).
- Figura 11.** Distribución de talla de merluza del sur por cañón y fuera de los cañones. B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).
- Figura 12.** Distribución de talla de merluza del sur por rango de profundidad (según profundidad de relinga superior). B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).
- Figura 13.** Distribución relativa de la talla de merluza del sur para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2021



- Figura 14.** Distribución de los estadísticos históricos de la talla de merluza del sur para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2021.
- Figura 15.** Distribución histórica de intervalos de talla de merluza del sur para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2021.
- Figura 16.** Distribución de talla de merluza del sur por zona para los cruceros hidroacústicos 2001-2008 (promedio), 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021.
- Figura 17.** Rango de longitudes y tendencia central del muestreo biológico, por sexo, asociado a cada lance de pesca, merluza del sur, crucero de investigación 2021. (1=machos, 2=hembras).
- Figura 18.** Secuencia general de preparación y observación de láminas de otolitos de merluza del sur.
- Figura 19.** Otolito de merluza del sur en sección transversal a nivel del foco. Longitud pez 90cm, macho. Edad: 19.
- Figura 20.** Comparación de la funciones peso- longitud estimadas para merluza del sur por sexo (A) y representación de los parámetros “a” (intercepto) y “b” (pendiente) de esta relación en el período 2000 – 2021 (B).
- Figura 21.** Abundancia por clase de talla (A) y grupos de edad (B) de merluza del sur, por sexo, en las evaluaciones directas efectuadas en el período 2000 – 2021.
- Figura 22.** Proporción sexual de merluza del sur, presente en la abundancia en el período de desove, según año, período 2000 – 2021.
- Figura 23.** Abundancia de merluza del sur, por sexo, en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 – 2021.
- Figura 24.** Edades medianas de merluza del sur, por sexo, presente en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 – 2021.
- Figura 25.** Fracción de merluza del sur (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2000 a 2021. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.
- Figura 26.** Curvas de madurez estimadas para merluza del sur (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2000 a 2021. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.
- Figura 27.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2021.



- Figura 28.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2021.
- Figura 29.** Ovario de merluza del sur en estadio inicial de desarrollo. Ms 136: Aspecto histológico estadio ovárico Inmaduro (I). Aumento 5x. L: Lamela; Flecha: Ovocito reserva; l: Lumen.
- Figura 30.** Ovario de merluza del sur en estadio inicial de desarrollo. Ms 514: Aspecto histológico estadio ovárico Madurez temprana (II) (inicio proceso de madurez ovocitaria). Aumento 10x. L: lamela; AC: Ovocito alveolo cortical; Flecha: Gránulo Cortical ; N: Núcleo; l: lumen.
- Figura 31.** Ovario de merluza del sur en estadio final de desarrollo. Ms 560: Aspecto histológico estadio ovárico Regresión (VI). Aumento 5x. L: Lamela; l: Lumen; Ov: Ovocitovitelado residual; Or: Ovocito reserva; Flecha: Ovocitoatresico.
- Figura 32.** Relación entre el peso de la gónada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto 2020.
- Figura 33.** Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) $\pm$ la desviación estándar y el error estándar, para cada uno de los estadios de madurez sexual y rango de tallas de la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2021.
- Figura 34.** Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2021, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo lineal generalizado.
- Figura 35.** Relación entre la fecundidad modal con a) el peso del cuerpo menos el peso de la gónada y b) la longitud total. Merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2021.
- Figura 36.** Participación de las principales especies capturadas, respecto captura total estandarizada crucero. Año 2021.
- Figura 37.** Participación de la fauna acompañante de merluza del sur. Año 2021.
- Figura 38.** Participación (%) respecto de la captura total estandarizada por subzona de: a) principales especies capturadas durante el crucero; b) fauna acompañante de merluza del sur. Año 2021.
- Figura 39.** Distribución y frecuencia de ocurrencia por veril de profundidad de merluza del sur y su fauna acompañante. Año 2021.
- Figura 40.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2021.
- Figura 41.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2021.



- Figura 42.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2021.
- Figura 43.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2021.
- Figura 44.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2021.
- Figura 45.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2021.
- Figura 46.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores: morfológicos largo, alto y elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²) de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Dentro del cañón (si) y fuera del cañón (no). Agosto 2021
- Figura 47.** Valor promedio y mediana de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad de área (NASC/m²) de la mezcla de merluza del sur y merluza de cola. Según cañón. Agosto 2021.
- Figura 48.** Valor promedio y mediana de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad de área (NASC/m²) de la mezcla de merluza del sur y merluza de cola. Según zona. Agosto 2021.
- Figura 49.** Valor promedio y mediana de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad de área (NASC/m²) de la mezcla de merluza del sur y merluza de cola. Según rango de profundidad. Crucero MS-MC 2021.
- Figura 50.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes. Mezcla de Merluza del sur y de cola. Agosto 2021.
- Figura 51.** Valor promedio y mediana de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad de área (NASC/m²) de la merluza del sur. Dentro y fuera de cañón. Crucero MS-MC 2021.



- Figura 52.** Valor promedio y mediana de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad de área (NASC/m²) de la merluza del sur. Según rango de profundidad. Crucero MS-MC 2021.
- Figura 53.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes. Merluza del sur. Agosto 2021.
- Figura 54.** Valores promedio de descriptores morfológicos (largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal), batimétricos (profundidad agregación, profundidad fondo e índice de altura) y de energía (NASC y densidad). Años 2005-2021.
- Figura 55.** Biomasa total y desovante (t) histórica de merluza del sur.
- Figura 56.** Abundancia (Millones de ejemplares) – Longitud (LT en cm) histórica de merluza del sur periodo 2000 – 2021.
- Figura 57.** Frecuencia acumulada de la Abundancia total (millones de ejemplares) – Longitud (LT en cm) histórica de merluza del sur periodo 2000 – 2021.



TABLAS

- Tabla 1.** Características principales del buque fábrica “Cabo de Hornos”.
- Tabla 2.** Calibración del sistema de eointegración EK 80. Buque fábrica “Cabo de Hornos”. Crucero 2021.
- Tabla 3.** Datos operacionales de los lances de pesca de identificación. Crucero 2021.
- Tabla 4.** Capturas por especie registradas en los lances de pesca de identificación. Crucero 2021.
- Tabla 5.** Escala de madurez sexual para merluza del sur, *Merluccius australis*, basada en características macroscópicas y microscópicas de la gónada, según Balbontín y Fischer (1981), modificada por Balbontín y Bravo (1993). Se indica la numeración utilizada en la escala del IFOP y entre paréntesis el número original de la escala.
- Tabla 6.** Criterios citológicos e histológicos para la definición de estadios de madurez gonadal en peces teleósteos. FPO, folículo postovulatorio; VG, vesícula germinal.
- Tabla 7.** Resumen modelación geoestadística de merluza del sur para la zona total de estudio. Crucero 2021.
- Tabla 8.** Estimado total de biomasa y abundancia, límites de confianza, área densidad de merluza del sur. Crucero 2021.
- Tabla 9.** Estimados de abundancia de merluza del sur y participación por sexo. Crucero 2021.
- Tabla 10.** Parámetros de la relación peso – longitud total de merluza del sur. Crucero 2021.
- Tabla 11.** Estimaciones del tamaño del stock usados en los procesos históricos, peso promedio, longitud promedio y proporción sexual, cruceros de merluza del sur 2000 - 2021.
- Tabla 12.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, machos. Crucero de evaluación 2021.
- Tabla 13.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, hembras. Crucero de evaluación 2021.
- Tabla 14.** Abundancia por grupo de edad y desviación estándar para merluza del sur por sexo y proporción de ambos según grupo de edad. Crucero de evaluación 2021.
- Tabla 15.** Estimaciones de grupo de edad (GE) al 50% de madurez para merluza del sur, Intervalo de confianza (IC), Límites (LI: límite inferior, LS: límite superior) y número de muestras



analizadas (n), por sexo, para años que forman parte de la serie histórica de cruceros de evaluación, 2000-2021.

- Tabla 16.** Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza del sur *Merluccius australis*, desde el 7 al 20 de agosto de 2021. LT, longitud promedio; EMS, estadio de madurez sexual; IGS, índice gonadosomático. El cálculo del % de EMS considera peces inmaduros y maduros.
- Tabla 17.** Proporción de hembras maduras a la talla y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2021, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.
- Tabla 18.** Talla media de madurez sexual estimada por un ajuste de máxima verosimilitud mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado en la merluza del sur *Merluccius australis*, años 2012 a 2021.
- Tabla 19.** Proporción de individuos maduros a la edad en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2021, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.
- Tabla 20.** Fecundidad promedio y fecundidad del total de las hembras maduras de la muestra calculada en estudios realizados en merluza del sur *Merluccius australis*, años 2005 a 2021.
- Tabla 21.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas. Agosto 2021.
- Tabla 22.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2021.
- Tabla 23.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2021.
- Tabla 24.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas en cañones 1 y 3. Agosto 2021.
- Tabla 25.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola entre cañones. Agosto 2021.



- Tabla 26.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas por zona. Agosto 2021.
- Tabla 27.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola según zona. Agosto 2021.
- Tabla 28.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas por rango de fondo. Agosto 2021.
- Tabla 29.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola según rangos de fondo. Agosto 2021.
- Tabla 30.** Matriz de correlaciones entre las variables originales de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Agosto 2021.
- Tabla 31.** Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Agosto 2021.
- Tabla 32.** Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Agosto 2021.
- Tabla 33.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza del sur detectadas. Agosto 2021.
- Tabla 34.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza del sur, detectadas en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2021.
- Tabla 35.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de merluza del sur, en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2021.
- Tabla 36.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza del sur detectadas por rango de profundidad. Agosto 2021.
- Tabla 37.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de merluza del sur, según rangos de fondo. Agosto 2021.



- Tabla 38.** Matriz de correlaciones entre las variables originales de Merluza del Sur. Agosto 2021.
- Tabla 39.** Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Merluza del sur. Agosto 2021.
- Tabla 40.** Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Merluza del sur. Agosto 2021.
- Tabla 41.** Tamaño del stock de merluza del sur en prospecciones acústicas, período 1992 - 2021.



1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y Aysén y la Antártica Chilena.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 Estimar el tamaño del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio.
- 2 Determinar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas.
- 3 Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.
- 4 Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio.
- 5 Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registrada acústicamente en el área de estudio.



3. ANTECEDENTES

El nacimiento de la pesquería demersal sur – austral tuvo lugar en 1972, cuando naves arrastreras factorías de origen soviético iniciaron la extracción de recursos ícticos presentes en aguas oceánicas, al amparo de un convenio suscrito entre el gobierno de Chile y la ex URSS. El impulso definitivo de esta actividad se logró al ser dictado el Decreto Ley N°500, en 1974, que estableció un régimen provisional para la operación de barcos pesqueros de bandera extranjera en aguas bajo jurisdicción nacional. Este decreto fue reemplazado en 1978 por el DL N°600, que generó empresas chilenas con capital extranjero o mixto, y embarcaciones debidamente nacionalizadas, matriculadas y registradas en Chile (Arana, 2012).

La pesquería demersal sur – austral se desarrolla en el área comprendida entre el paralelo 41°28,6' L.S. y el extremo sur del país (57°S). La actividad industrial está limitada a aguas exteriores por fuera de las líneas de base recta y se subdivide en dos unidades que son la Unidad de Pesquería Norte (UPN) desde el 41°28,6' L.S. al 47° hasta las 60 millas y Unidad de Pesquería Sur (UPS) desde el paralelo 47° L.S. al extremo sur y hasta las 80 millas. La pesca artesanal que opera en el mar interior, se encuentra regionalizada en Región de los Lagos, De Aysén Del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y La Antártica Chilena.

Esta pesquería, es de carácter multiespecífico y orientada a la explotación de merluza del sur (*Merluccius australis*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Las capturas de merluza austral en Chile comenzaron en 1976 con la incorporación de flotas y plantas de procesamiento asiáticas y europeas; posteriormente se agregaron en 1984 una flota de buques arrastreros hieleros y entre 1986 – 1987 otras dos flotas compuestas por embarcaciones palangreras fábricas y hieleras. Además, a partir de 1984 se produce el desarrollo de una pesquería de carácter artesanal en la zona de aguas interiores de las regiones de los Lagos a Magallanes y la Antártica Chilena, orientada principalmente a la captura de merluza del sur; existiendo registros pesqueros de desembarques oficiales desde 1979 (SERNAPESCA, 1980). Los desembarques totales alcanzaron rápidamente 44.000 t en 1979, luego disminuyeron a 25.000 t en 1985, para pasar a un máximo histórico de 70.000 t en 1988. Luego en 1993 hubo una disminución de los desembarques de forma constante a 21.000 t, seguido de un lento aumento de 30.000 t en los años 2000. Para pasar desde 2004 a 2014 a una disminución paulatina a las 12.000 t, para llegar al 2017 con un pequeño aumento de los desembarques oficiales totales cercanos a las 16.000 t.

Las evaluaciones de merluza austral en Chile datan de 1992 intermitentemente, con aportes del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) con tres proyectos que evaluaron acústicamente la especie (Payá *et al.*, 1993; Lillo *et al.*, 1995, Lillo *et al.*, 1997) en su zona principal de desove. Desde el año 2000 hasta el 2013 el FIPA financió una serie anual de proyectos orientados a estimar el stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, que han permitido, además del conocimiento biológico de las especies, obtener una serie histórica del tamaño del stock. Desde el año 2014 este proyecto se realiza como parte del convenio de desempeño entre la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño y el IFOP. Toda la información generada de estos proyectos



son un importante apoyo para la toma de decisiones de la administración pesquera (Lillo *et al.*, 2000 a 2017; Legua *et al.*, 2018, 2019 a).

Entre el año 2006 y 2017 la distribución de tallas en capturas industriales de merluza del sur registró formas similares y unimodales mostrando cierta estabilidad y estuvieron constituidas por ejemplares adultos entre 70 y 99 cm LT. (Céspedes *et al.*, 2017). Respecto de la proporción de ejemplares adultos (> 70 cm LT) en capturas industriales la participación es mayor al 75%, tallas (<70 cm LT) son históricamente escasas, en torno al 15%. (Céspedes *et al.*, 2016). Tomando en consideración que la información obtenida está sesgada, pues los datos obtenidos provienen del programa de seguimiento de pesquerías demersales, donde el observador científico recoge la muestra del lance de pesca industrial, el cual tiene una intencionalidad y selección del arte de pesca, para capturar las tallas comerciales. Esta pesquería demersal austral, esta sectorizada y dividida en arrastrera norte exterior, zona sur exterior, palangre norte y sur.

En lo que respecta al proceso de desove, hito biológico considerado como referencia para definir el período de la pesca de investigación los datos provenientes de los muestreos biológicos de merluza del sur realizados en naves de la flota pesquera en el período 1982-1997, muestran para el cuatrimestre junio – septiembre la presencia de ejemplares en proceso reproductivo en un área que se extiende entre las latitudes 41° y 57°S, con una fuerte concentración al final del período asociada a una mayor actividad reproductiva en el área aledaña a las islas Guafo y Guablín (44° - 47°S). Por otra parte, Chong (1991), señala que la merluza del sur presenta un ciclo de madurez gonádica que se inicia en febrero y abril con el desarrollo de ovocitos previtelogénicos y vitelogénicos, siendo estos últimos preponderantes en mayo y junio, culminando la madurez con desoves masivos en el trimestre julio – septiembre, en tanto que Balbontín y Bravo (1993) señalan también la existencia de un desove masivo en agosto con una rápida recuperación del ovario.

Por otra parte, estimaciones de IGS de merluza del sur con datos obtenidos desde la flota pesquera, han registrado altos valores en junio – julio seguido de una disminución en agosto – septiembre, aunque la disminución de agosto sería el efecto de un bajo nivel de muestreo, efecto de la veda reproductiva de la pesquería y no a un desfase temporal del proceso reproductivo. Tal aseveración se fundamenta en el análisis de IGS diario estimados para la zona de estudio, donde se observa una clara predominancia de valores altos durante el mes de agosto entre los 43°30' y 47°00' S, indicando en este mes se alcanza el máximo de desove (“pick”) para esta especie. Si bien los métodos tradicionales para observar la madurez gonádica de hembras (macroscópico y microscópico) son los ampliamente utilizados, ambos poseen falencias, es por ello que Flores *et al.* (2019) proponen un “método gonométrico” el cual consiste en mediciones directas del índice gonadosomático (IGS), que expresa el peso gonadal como una proporción del total o peso somático, pudiendo clasificar los individuos en peces inmaduros, maduros activos y maduros inactivos a través de un modelo multinomial logístico el cual entrega un valor de umbral de IGS. Este método resultó ser comparable estadísticamente en precisión al método histológico, y evaluado en especies de la familia *Merlucciidae*, *Gadidae* y *Clupeidae*, y puede ser una herramienta rápida y eficiente para conocer el estado reproductivo de estas especies.



Así mismo, otros estudios reportan actividad reproductiva relativamente intensa en el mar interior reflejado en la presencia de huevos y larvas en aguas de fiordos y canales de la X a XII Región (Bernal y Balbontín, 1999, 2003, Balbontín, 2006; Landaeta y Castro, 2006). Resultados obtenidos por Bustos *et al.*, 2007; describen grandes parches de huevos con embriones no desarrollados (menor a 4 días de edad, > 150 huevos por 10 m²) y abundantes larvas (hasta 385 larvas por 10 m²) de merluza austral en fiordos chilenos durante la primavera austral. Huevos y larvas de preflexión (<9 mm) se detectaron escasamente en aguas oceánicas (menor a 30 individuos por 10m²). Lo cual es un indicador claro, que los fiordos son utilizados como área de crianza para las primeras etapas de merluza del sur. Medina (2013) comparan la composición de ácidos grasos de hembras de merluza del sur provenientes del mar interior como exterior y sus resultados indicarían diferencias entre ambas zonas y que podría tratarse zonas de reproducción diferenciadas de merluza del sur.

Otro elemento importante de incorporar en los análisis de la merluza del sur, son los resultados obtenidos por Brickle *et al.* (2016) quienes mediante el análisis de trazas en otolitos postulan para el stock del Pacífico y Atlántico sur la existencia de un área única de desove localizada en la zona austral de Chile, donde una fracción desconocida de individuos efectuaría una migración de carácter trófico hacia el océano Atlántico. Nuevos estudios derivados del análisis de otolitos mostraron correlaciones positivas y significativas con los gradientes de salinidad vertical; y la frecuencia de Brunt-Väisälä (estabilidad vertical) revelando que, las larvas de *Merluccius australis* fueron mayores en edad, crecieron más rápido y mostraron mayor asimetría, en áreas con mayor influencia de la escorrentía de agua dulce en la Patagonia del Pacífico Sur (Landaeta *et al.*, 2018).

Respecto a la alimentación Bahamonde (1953), para el seno de Reloncaví (aguas interiores) indica que numéricamente el alimento de mayor importancia es la merluza de cola, seguido de crustáceos calianaceos; además señala que el canibalismo es escaso. Ojeda (1981), informa que para la plataforma continental de la Patagonia Chilena (aguas exteriores), la merluza austral consume principalmente merluza de cola y en menor grado merluza de tres aletas (*Micromesistius australis* Norman 1937). Por otra parte, Payá (1992) para merluza austral capturadas en aguas exteriores consideró que la merluza de cola es el alimento más importante, seguido de la merluza de tres aletas.

Esta especie ha sido objeto de estudios pesqueros en las últimas décadas, los que incluyen aquellos ejemplares provenientes tanto de aguas interiores como exteriores de las regiones X y XI (Ojeda 1981, Payá 1992, Lillo *et al.*, 1995; Céspedes *et al.*, 1996; Pool *et al.*, 1997; Lillo *et al.*, 1997; Lillo *et al.*, 2000 a 2017; Legua *et al.*, 2018). Las anteriores investigaciones incluyen análisis de la alimentación de esta especie indicando que la merluza del sur es principalmente ictiófaga con características de estenofagia, siendo la merluza de cola (*Macruronus magellanicus* Lönnberg, 1907) el alimento principal.

Para corroborar este tipo de relaciones tróficas se ha utilizado una de las técnicas más antiguas en estudios tróficos que es el análisis de contenido estomacal (ACE). A pesar de su basto tiempo en la comunidad científica, sigue siendo la única técnica que da cuenta de lo que efectivamente ha ingerido el pez. Sin embargo, esta metodología está limitada por el grado de digestión de las presas en el contenido estomacal, siendo necesario analizar un alto número de estómagos para mejorar la precisión del estimado dietario (Keller *et al.*, 2016). Por otro lado, los análisis de isótopos estables (AIE) de nitrógeno



($\delta^{15}\text{N}$) y carbono ($\delta^{13}\text{C}$) entregan inferencias integradas del consumo y del grado de asimilaci3n de la presa con alta precisi3n, trazando las vfas de flujo de energfa a través de las redes alimentarias, posici3n tr3fica y movimiento de los predadores y sus presas. No obstante, esta t3cnica presenta limitaciones cuando se tiene baja resoluci3n taxon3mica de las presas. Debido a que ambas t3cnicas presentan sesgos, entonces se ha sugerido el uso complementario de ACE y AIE, permitiendo tener informaci3n de lo ingerido efectivamente por el predador junto con estimaciones de la integraci3n e importancia de cada presa (Keller *et al.*, 2016).

Estos 24 proyectos de evaluaci3n hidroacústica, se han desarrollado considerando la escala espacial y temporal de la concentraci3n reproductiva de los recursos objetivos, los cuales definen en forma casi natural el área y período más adecuado para evaluar el stock desovante de las tres especies en sus principales focos de desove. Atendiendo la conveniencia de dar continuidad a una línea de investigaci3n en la zona sur austral, la Subsecretaría de Economfa y Empresas de Menor Tamaño, y la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura, consideraron en el proyecto de asesorfa integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura para el año 2021, un estudio para evaluar el stock desovante de los recursos seálados como objetivos.



4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Área y período de estudio

El área de estudio abarcó la plataforma continental, delimitada por los veriles de ~150 y 600 m de profundidad, entre las latitudes 43°30'S y 47°00'S (**Figura 1**). El crucero de prospección se desarrolló entre el 5 y 20 de agosto de 2021.

4.2 Embarcación y equipos

4.2.1 Embarcación

La embarcación utilizada fue el buque fábrica “Cabo de Hornos” (**Figura 2, Tabla 1**). El cual, por sus características técnicas y de operatividad, da la confianza al personal científico para poder desarrollar el crucero de investigación sin interrupciones y de manera segura. Su armador es Pesca Chile S.A. y fue utilizado en modalidad de arriendo.

Fueron solicitadas las debidas autorizaciones: i) de pesca según resolución exenta N° E-2021-393 (**Anexo 1**), además de ii) autorización a SHOA para navegar en las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena (**Anexo 2**).

4.2.2 Equipos

a) Sistema de ecointegración

Se utilizó un ecosonda científico marca Simrad modelo EK80 con dos transductores (Split - beam transducer) montados en el casco de la embarcación, de frecuencias de 38 y 120 kHz, siendo la frecuencia principal de uso 38 kHz, los archivos fueron almacenados diariamente para su posterior proceso. Se utilizó el software marca SIMRAD EK80 (Versión 1.12.2) para el control de los transeptores en los dos canales de transmisión y la adquisición de los datos. Este ecosonda fue configurado en su frecuencia principal (38 kHz) para transmitir a una potencia de 2000 W y una duración del pulso de 1,024 ms. Los archivos raw fueron descargados diariamente del servidor del buque y respaldados en discos duros externos.

El sistema de ecointegración, fue calibrado para la frecuencia principal 38 kHz de acuerdo al procedimiento descrito por Foote *et al.* (1987), Demer *et al.* (2015) recomendado por el fabricante, el cual consiste en un blanco de referencia de intensidad acústica conocida bajo el transductor y dentro del haz acústico, a fin de comparar la fuerza de blanco registrada por el equipo con la fuerza de blanco de referencia, los resultados de la calibración se procesaron en el software EK80 (Versión 1.12.2) (**Tabla 2**).



b) Equipos de pesca

Los lances de pesca de identificación fueron realizados con una red de arrastre de mediagua modelo Gloria 1408 con abertura vertical en la boca de 70 m, según la velocidad de arrastre (**Figura 3**). A la red se instaló un cubrecopo de 50 mm de tamaño de malla, para retener el mayor rango de longitudes de peces posible, manteniendo las condiciones operacionales de estudios anteriores.

El funcionamiento del arte de pesca durante el lance, fue monitoreado mediante una sonda de red, que permitió efectuar un seguimiento del comportamiento de la red (altura, contacto con el fondo, profundidad), además fue instalado un sensor de captura en el copo, a fin de controlar los volúmenes de la pesca. De acuerdo a la Resolución de Pesca N° E-2021-393 del 30 de julio de 2021 y (**Anexo 1**), se asignaron un total de 18 t de merluza del sur, 60 t de merluza de cola y 40 t de merluza de tres aletas para dar cumplimiento a los objetivos planteados en el proyecto.

4.3 Objetivo específico 1.

*Estimar el tamaño del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio. **Sección merluza del sur.***

4.3.1 Diseño del muestreo

La prospección se efectuó mediante un diseño de muestreo tipo sistemático, el cual asume aleatoriedad en la distribución del recurso en relación con la localización de la primera transecta, el cual, ha sido señalado como el más adecuado en estudios dirigidos a estimar la abundancia y distribución de un recurso pesquero (Rivoirard *et al.*, 2000, Kalikhman, 2002).

4.3.2 Transectas de muestreo acústico

El muestreo acústico del área de estudio se realizó mediante 43 transectas distribuidas de forma sistemática y con dirección perpendicular al sentido general de la costa, cubriendo veriles de ~150 a 600 m de profundidad. La distancia entre dos transectas adyacentes fue de 5 mn (**Figura 4**) y se intensificó el muestreo acústico en la zona de los cañones existentes en la zona de estudio.

La densidad acústica, intensidad de blanco y la profundidad del fondo, se recolectaron de manera continua y georreferenciada durante las transectas; discretizadas en intervalos básicos de muestreo (I.B.M) de 0,5 mn.

4.3.3 Lances de identificación de ecotrazos

En el desarrollo del crucero de prospección, se realizaron 32 lances de pesca de identificación. La profundidad de trabajo de la relinga superior de la red, varió entre 205 y 417 m (**Tabla 3**)



desarrollando una abertura vertical en la boca de la red que oscila entre los 60 y 70 m. Para los efectos de identificación de ecotrazos, especies y toma de muestras biológicas, la unidad de muestreo fue el lance de pesca, obteniéndose en cada uno de ellos los datos de las distintas especies presentes en la captura.

La captura total correspondió a 31.337 kg de los cuales merluza del sur contribuyó con el 29,5% del total, mientras que merluza de cola y merluza de tres aletas registraron aportes de 62,8% y 4,6% a la captura total, respectivamente. Estas tres especies contribuyeron con el 96,8% de la captura registrada en este primer crucero, mientras que otras especies aportaron el 10,39% (**Tabla 4**).

4.3.4 Identificación de los Ecotrazos

Los datos acústicos fueron analizados mediante los métodos estándares utilizados en ecointegración (Simmonds y MacLennan, 2005) en primer lugar se examinaron los ecogramas para detectar errores asociados a la posición geográfica, integración del fondo e interferencia de otros equipos acústicos, procediéndose en el caso de detectarse alguno de los tipos de errores antes señalado, a efectuar las correcciones pertinentes. Se utilizó el software de procesamiento acústico Echoview® versión 7.1 para todo el proceso de la información acústica.

Posteriormente se efectuó el proceso de identificación de los ecotrazos, considerando para ello: i) Información de los lances de pesca de identificación, ii) tipo (disperso – estrato – cardumen), morfología y nivel de intensidad del ecotrazo y iii) profundidad del ecotrazo.

La asignación de las unidades de ecointegración (s_A) correspondiente a aquellos registros acústicos asociados a lances de pesca con más de una especie en la captura se efectuó mediante la estimación de proporción acústica propuesta por Simmonds y MacLennan (2005) y Bodholt (1991) la cual plantea, que la contribución de especie (E_j) a las unidades de ecointegración (E_m), es proporcional a su aporte en la captura (w) y su coeficiente de dispersión acústica (σ) en relación al total:

$$E_j = \frac{w_j * \bar{\sigma}_j * E_m}{\sum (w_i * \bar{\sigma}_i)}$$

$$\bar{\sigma}_i = 4 * \pi * 10^{(TS_i)/10}$$

Para la estimación del coeficiente de dispersión acústica se utilizaron las siguientes relaciones de fuerza de blanco:



Merluza del sur	TS = 20 * Log (L) – 68,1 (dB)	(Lillo <i>et al.</i> , 1996)
Merluza de cola	TS = 20,2 * Log (L) – 73,1 (dB)	(Lillo <i>et al.</i> , 2005a)
Merluza de tres aletas	TS = 20 * Log (L) – 68,5 (dB)	(Lillo <i>et al.</i> , 1996)

4.3.4.1 Corrección fuente de error producida por movimiento del transductor

La pérdida de información generada durante la prospección por los cambios en la orientación del transductor entre el momento de la transmisión del pulso y su recepción y que puede ser severa en casos de mal tiempo (Simmonds y MacLennan, 2005) fue compensada determinando los ángulos de inclinación longitudinal (pitch) y lateral (roll) con un sensor de movimiento instalado en el puente de la embarcación y conectado al computador del EK80, el cual tomó muestras continuas de la inclinación a razón de 240 muestras por minuto.

Para efectos de incorporar y compensar la señal acústica se utilizó el módulo de operador avanzado “Motion correction (Dunford method)” de Echoview® (versión 7.1) el cual permite corregir pulso a pulso la atenuación de señal mediante el método de Dunford (Dunford, 2005). Aun así, a fin de minimizar el movimiento lateral y longitudinal de la embarcación, las transectas se intentan realizar generalmente con viento en popa o por la aleta del buque, intentando minimizar con esto la pérdida de señal por este concepto (Saavedra *et al.*, 2012).

4.3.5 Estimación de la abundancia y biomasa.

La estimación de la abundancia y biomasa del stock a partir de los datos acústicos, se realizó mediante dos tipos de estimadores, uno de razón bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y otro geoestadístico (Rivoirard *et al.*, 2000).

- **Método bootstrap**

La densidad media ($\hat{Z}_R$) se estima como:

$$\hat{Z}_R = \sum \frac{Z_j}{G}$$

Siendo un estimador de razón obtenido de la j -ésima iteración de muestra de tamaño “ n ” seleccionada, con reposición, de la muestra original y “ G ” representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

La abundancia y la biomasa se estimaron como:

$$\hat{A}_R = a_R * \hat{Z}_R * \bar{\sigma}^{-1}$$



$$\hat{B}_R = \hat{A}_R * \bar{w}$$

Donde,

- $\bar{\sigma}$ = $4 * \pi * 10^{\frac{TS}{10}}$ evaluada a la talla promedio de la fracción del stock evaluado.
 $\hat{A}_R$ = abundancia (en número).
 A_R = área de distribución del recurso (mn²).
 $\bar{w}$ = peso promedio (t).
 $\hat{B}_R$ = biomasa (t).

La varianza de la abundancia ($\hat{A}_R$) y biomasa ($\hat{B}_R$) se estimó como:

$$\hat{V}_1(\hat{A}_R) = a_R^2 * \left[\left(\frac{1}{\bar{\sigma}^2} \right)^2 * \hat{V}(\hat{Z}_R) + \hat{Z}_R^2 * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) - \hat{V}(\hat{Z}_R) * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) \right]$$

$$\hat{V}_1(\hat{B}_R) = \hat{V}(\hat{A}_R) * \hat{w}^2 + \hat{V}(\hat{w}) * \hat{A}_R^2 - \hat{V}(\hat{A}_R) * \hat{V}(\hat{w})$$

$$\hat{V}(\hat{Z}_R) = \frac{1}{(G-1)} \sum_{i=1}^G (\hat{Z}_R - \bar{Z})^2$$

- **Estimador geoestadístico**

En este método, las estaciones de muestreo (UBM) se asumen fijas y los valores de la variable estudiada (densidad local) son considerados variables aleatorias en cada punto del espacio (área de estudio), esto permite modelar su variabilidad espacial y efectuar estimaciones puntuales o globales (Petitgas, 1991).

La densidad media ponderada $\hat{Z}_{gs}$ de merluza de cola se estimó mediante el uso del método de kriging.

En primer lugar, se estimaron mediante una grilla de interpolación las densidades locales (Z_{x0}^*) en los diferentes nodos a partir de las densidades locales observadas ($Z_{w(x)}$) como:

$$Z_{x0}^* = \sum_{i=1}^m r_i * Z_{w(x)i}$$



Donde r_i representan los factores ponderadores, que deben sumar uno para que la estimación sea insesgada.

Una vez estimado los valores de los nodos de la grilla de interpolación, la densidad media se estimó como el promedio de los valores estimados en los nodos (m) correspondientes de la grilla de interpolación como:

$$\hat{\bar{Z}}_{gs} = \frac{1}{V} \int Z_{x0}^* dx = \frac{1}{m} \sum Z_{x0}^*$$

La abundancia ($\hat{A}_{gs}$) y la biomasa ($\hat{B}_{gs}$) se estimaron como:

$$\hat{A}_{gs} = \hat{a}_{gs} * \bar{Z}_{gs} / \sigma_k$$

$$\hat{B}_{gs} = \hat{A}_{gs} * \bar{w}$$

$$\sigma_k = 4\pi(10^{0,1*TS_k})$$

Donde,

- $\hat{A}_{gs}$ = abundancia (en número).
- $\hat{a}_{gs}$ = área de presencia del recurso.
- $\hat{\bar{Z}}_{gs}$ = densidad promedio de merluza de cola (N°/mn²).
- $\bar{w}$ = peso promedio de merluza de cola (t).
- $\hat{B}_{gs}$ = biomasa (t).
- $\bar{\sigma}_k$ = evaluada a la talla promedio de la fracción del stock evaluado.
- TS_k = Fuerza de blanco de la especie (dB).

La varianza de la abundancia ($\hat{V}(\hat{A}_{gs})$) y la biomasa ($\hat{V}(\hat{B}_{gs})$) se estimaron como:

$$\hat{V}_1(\hat{A}_{gs}) = \hat{a}_{gs}^2 * \left[\left(\frac{1}{\bar{\sigma}^2} \right)^2 * \hat{V}(\hat{\bar{Z}}_{gs}) + \hat{\bar{Z}}_{gs}^2 * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) - \hat{V}(\hat{\bar{Z}}_{gs}) * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) \right]$$

$$\hat{V}_1(\hat{B}_{gs}) = \hat{V}(\hat{A}_{gs}) * \hat{w}^2 + \hat{V}(\hat{w}) * \hat{A}_{gs}^2 - \hat{V}(\hat{A}_{gs}) * \hat{V}(\hat{w})$$



La varianza proveniente de la distribución espacial del recurso ($\hat{V}(\hat{Z}_{gs})$), se estimó mediante el método propuesto por Petitgas (1991) y Rivoirard *et al.* (2000), quienes aplican los principios de variables regionalizadas o geoestadística, a la estimación de la varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

$$\hat{V}(\hat{Z}_{gs}) = 2\bar{\gamma}(S,V) - \bar{\gamma}(V,V) - \bar{\gamma}(S,S)$$

La varianza $\hat{V}(\hat{Z}_{gs})$ depende de la estructura espacial a través de tres factores: 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).

El algoritmo de kriging, estima los ponderadores que minimizan la estimación de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posición relativa y estructura espacial para generar un estimador insesgado mínimo de la varianza (Cressie, 1991; Rivoirard *et al.*, 2000).

El ajuste de los variogramas se efectuó mediante el programa R Project (R Core Team, 2014) y se realizó un análisis espacial de los datos a través del paquete Rgeostats V 11.0.1 (Renard *et al.*, 2015) el paquete incluye funciones y métodos de lectura y preparación de datos, análisis exploratorio e inferencia sobre parámetros de modelos. Incluye, diferentes modelos de variogramas y métodos de interpolación espacial.

- **Modelos de Semivariograma.**

Para caracterizar la estructura espacial de la variable en estudio, la construcción de un modelo es esencial. Estos modelos pueden dividirse en no acotados (lineal, logarítmico, potencial) y acotados (esférico, exponencial, gaussiano), los calculados para la especie objetivo fueron exponencial y esférico y ambos tienen tres parámetros comunes que son:

- Efecto nugget (pepita): representa una discontinuidad puntual del semivariograma en el origen y puede indicar que parte de la estructura espacial se concentra a distancias inferiores a las observadas.
- Sill (meseta): es el límite del semivariograma cuando la distancia h tiende al infinito.
- Rango: corresponde a la distancia a partir de la cual dos observaciones no presentan dependencia espacial, también se conoce como zona de influencia.



Modelos de variogramas utilizados:

- **Esférico** (Cressie, 1991)

$$\gamma(h; \theta) = \begin{cases} 0, & \|h\| = 0 \\ c_0 + c_1 \cdot \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{\|h\|}{\alpha_x} - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\|h\|}{\alpha_x} \right)^3 \right), & 0 < \|h\| \leq \alpha_x \\ c_0 + c_1, & \|h\| \geq \alpha_x \end{cases}$$

- **Exponencial** (Cressie, 1991)

$$\gamma(h; \theta) = \begin{cases} 0, & \|h\| = 0 \\ c_0 + c_1 \cdot \left(1 - e^{\left(-\|h\| / \alpha_x \right)} \right), & \|h\| \neq 0 \end{cases}$$

4.3.5.1 Estimación del área.

El área de presencia del recurso objetivo se computará mediante la función calcArea del paquete PBSmapping (Schnute, 2004) y estimada como (Rokne, 1996).

$$A = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

Donde (x_i, y_i) son los vértices del polígono para $i = 1, \dots, n$ y donde los vértices 1 y n corresponden al mismo punto $(x_1, y_1) = (x_n, y_n)$ $(x_1, y_1) = (x_n, y_n)$. Esta fórmula asume unidades idénticas para x y y (relación de aspecto 1).

El área de efectiva de distribución se considerará a partir de las observaciones positivas y su área de influencia.

4.3.6 Distribución espacial del recurso

La distribución espacial de un recurso en el área prospectada, se presentará como una carta de contornos que representa curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo ver de manera clara las áreas de



mayor concentraci3n de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005). La interpolaci3n generada para cada punto del grillado es utilizada para la confecci3n de un mapa de contornos en donde se presenta la estimaci3n media de las densidades ac3sticas para la zona total analizada. Esta carta de distribuci3n se confecciona de acuerdo a una escala de categorías de densidad similar a la utilizada en los estudios previos de cada recurso y el mapeo se realiza mediante el software (Surfer 8.0).

La posici3n media de la distribuci3n ó centro de masa (CG) e inercia (I) se calcul3 mediante la expresi3n (Woillez *et al.*, 2007):

$$CG_i = \frac{\int x_i^* z(x) dx}{\int z(x) dx} \quad I_i = \frac{\int (x_i - CG)^2 \cdot z(x) dx}{\int z(x) dx}$$

Donde x_i representa la posici3n espacial de la muestra y $z(x)$ la densidad en el punto "i".

4.4 Objetivo específico 2.

Determinar la composici3n demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas. Secci3n Merluza del sur.

4.4.1 Estructura de tallas y proporci3n sexual

En la estimaci3n de la estructura de talla y la proporci3n sexual de merluza del sur se emple3 un diseño de muestreo bi-etápico, siendo la unidad de muestreo primario el lance de pesca y la unidad de segunda etapa fue la submuestra al azar de ejemplares de la captura de los lances de identificaci3n de los ecotrazos. En cada muestreo se registr3 los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posici3n, profundidad y captura), y los datos del muestreo biol3gico, como: talla, sexo y frecuencia.

La composici3n de talla fue estimada por una combinaci3n lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca, empleando como factor de ponderaci3n los valores de capturas, correspondientes a cada uno de los lances. Las distribuciones de tallas de merluza de cola obtenidas fueron representadas de forma gráfica, y apoyados tambi3n con distribuciones de tallas acumuladas.

Estimador de la estructura de talla de la captura por sexo ($\hat{P}_k$) y su varianza ($\hat{V}(\hat{P}_k)$)

$$\hat{p}_k = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_0} \hat{p}_{ki}$$

$$\hat{V}(\hat{p}_k) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i^2}{\bar{C}^2_0} \frac{[\hat{p}_{ki} - \hat{p}_k]^2}{n-1} + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i^2}{\bar{C}^2_0} \frac{\hat{p}_{ki}(1 - \hat{p}_{ki})}{n_i^* - 1}$$



$$\hat{p}_{ki} = \frac{n_{ki}^*}{n_i^*}; \quad C_0 = \sum_{i=1}^n C_i$$

donde:

- i : Lances $i = 1, 2, \dots, n, \dots, N$
- n : Tamaño de muestra de lances.
- N : Número total de lances de identificación del crucero.
- n_i^* : Número de ejemplares en la muestra del lance "i".
- n_{ki}^* : Número de ejemplares de la talla "k" en la muestra del lance "i".
- C_i : Captura de la especie en el lance "i".
- C_0 : Captura de la especie en la totalidad de los lances muestreados
- $\hat{p}_{ki}$: Estimador de la proporción de peces de la talla "k" en el lance "i".
- l : Longitud del ejemplar
- $\hat{l}$: Estimador de la talla promedio
- s : Sexo $s = 1, 2$
- n_{si}^* : Número de ejemplares del sexo "s" en la muestra del lance "i".
- $\hat{p}_{si}$: Estimador de la proporción sexual del sexo "s" en el lance "i".

Estimador de la talla promedio ($\hat{l}$) y su varianza ($\hat{V}(\hat{l})$)

$$E(l) = \hat{l} = \sum_{k=1}^K l_k \hat{P}_k; \quad \hat{V}(\hat{l}) = \sum_{k=1}^K l_k^2 \hat{V}(\hat{P}_k)$$

Estimador de la proporción sexual ($\hat{P}_s$) y su varianza $\hat{V}[\hat{P}_s]$

$$\hat{p}_s = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_0} \hat{p}_{si}$$

$$\hat{V}(\hat{p}_s) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i^2}{\bar{C}^2_0} \frac{[\hat{p}_{si} - \hat{p}_s]^2}{n-1} + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^n \frac{C_i^2}{\bar{C}^2_0} \frac{\hat{p}_{si}(1 - \hat{p}_{si})}{n_i^* - 1}$$

$$\hat{p}_{si} = \frac{n_{si}^*}{n_i^*}; \quad C_0 = \sum_{i=1}^n C_i$$

El análisis de las estructuras de tallas utilizó información georeferenciada, en sentido latitudinal y batimétrico, según los estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluación hidroacústica de esta especie entre el 2000 y 2017 (Legua *et al.*, 2018; Lillo *et al.*, 2017; Córdova *et al.*, 2006). Para efectos de análisis espacial fue empleada una subdivisión latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2000 y 2001), la cual consistió



en dividir la zona de estudio en 3 áreas: Área 1 entre 42°00' y 44°29'S. denominada Guafo; Área 2 entre 44°30' y 45°29'S. denominada Guamblín; y Área 3 entre 45°30' y 47°29'S. denominada Taitao. A su vez, estas estructuras de tallas fueron analizadas para las zonas específicas de los tres cañones registrados en el área de estudio y descritos por Córdova *et al.* (2006), denominados Cañón Guafo, Cañón Guamblín y Cañón Taitao; y el área Fuera de los cañones.

4.4.2 Composición de edades del stock de merluza del sur

4.4.2.1 Análisis de los otolitos

Se empleó en ambos otolitos de cada par colectado, un tratamiento diferente, aplicando en el otolito izquierdo del par el proceso de hidratación que permite observar el otolito entero y en el otolito derecho un proceso de seccionado transversal y horneado de manera de realzar los *annuli* que permiten la asignación de la edad. El análisis de edad consideró el recuento de bandas de características anuales las que presentan una mayor facilidad en su discriminación.

En la observación de los otolitos se empleó microscopio estereoscópico con aumento 10X y luz reflejada, permitiendo ver una secuencia de anillos opacos blanquecinos y translúcidos en los otolitos enteros y una alternancia de bandas marrón claro (crecimiento rápido) y marrón oscuro (crecimiento lento) en el caso de analizar las secciones transversales preparadas con horneado. Esta técnica ha sido utilizada desde el inicio del análisis de edad de la serie histórica y es empleada en el seguimiento anual de la estructura de edades de la pesquería demersal austral (Ojeda *et al.*, 2014).

Se empleó una preparación masiva de muestras, optimizando el tiempo empleado en esta fase, dado que esta técnica incorpora tratamiento en serie a conjuntos de otolitos dispuestos secuencialmente. Se trabajó con moldes de resina en que se incluyen los otolitos, extrayendo láminas finas (0,5 mm de espesor) mediante el uso de una máquina de corte de precisión. Mediante estereomicroscopio los analistas observan estas láminas finas que contienen los otolitos seccionados, dando paso de este modo al reconocimiento de las edades presentes en el crucero de evaluación del stock desovante.

4.4.2.2 Clave edad – talla

Las claves edad – talla son matrices que permiten clasificar los individuos según su grupo de edad (GE) y estimar la probabilidad de pertenencia a las diferentes edades según el número de anillos en la estructura, el tipo de borde y la época del año en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, que en el caso de las pesquerías chilenas es el uno de enero, facilitando la identificación de la clase anual restando al año de la captura el GE asignado.

La clave edad – talla, cuenta con la clasificación de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y se estima la probabilidad condicionada a la talla y varianza como:



$$\hat{p}(e / K = k) = \hat{q}_{ske} = \frac{n_{ske}^*}{n_{sk}^*} \hat{V}(\hat{q}_{ske}) = \frac{1}{n_{sk}^* - 1} \hat{q}_{ske} [1 - \hat{q}_{ske}]$$

4.4.2.3 Estimación de la estructura etaria del stock evaluado

- 2) **Estimador de la abundancia en número por grupo de edad $\hat{N}_{se}$ y su varianza $\hat{V}(\hat{N}_{se})$**

$$\hat{N}_{se} = \hat{N}_s \hat{p}_{se}$$

$$\hat{V}(\hat{N}_{se}) = \hat{N}_s^2 \hat{V}(\hat{p}_{se}) + \hat{p}_{se}^2 \hat{V}(\hat{N}_s) - \hat{V}(\hat{N}_s) \hat{V}(\hat{p}_{se})$$

- 2) **Estimador de la estructura de edad del stock $\hat{p}_{se}$ y su varianza $\hat{V}(\hat{p}_{se})$ (Kimura 1977)**

$$\hat{p}_{se} = \sum_{k=1}^K \hat{q}_{ske} \hat{p}_{sk} ; \quad \hat{V}(\hat{p}_{se}) = \sum_{k=1}^K \left[\hat{p}_{sk}^2 \frac{\hat{q}_{ske} (1 - \hat{q}_{ske})}{n_{sk}^*} + \hat{p}_{sk} \frac{(\hat{q}_{ske} - \hat{p}_{se})^2}{N_{sk}^*} \right]$$

donde

- $\hat{N}_s$: Estimador de la abundancia en número para el sexo “s”
 $\hat{N}_{se}$: Estimador de la captura en número para el sexo “s” y grupo de edad “e”
 $\hat{p}_{se}$: Estimador de la proporción para el sexo “s” y grupo de edad “e”
 $\hat{p}_{sk}$: Estimador de la proporción de peces para el sexo “s” y la talla “k”
 $\hat{q}_{ske}$: Estimador de la proporción de peces para el sexo “s” y la talla “k”, clasificados en el grupo de edad “e”
 n_{ske}^* : Número de peces del sexo “s” y la talla “k” que pertenecen al grupo de edad “e”
 n_{sk}^* : Número de peces del sexo “s” y de la talla “k” en la muestra

4.4.2.4 Peso medio a la edad

La estimación del peso medio a la edad, se realiza a partir de la longitud promedio por grupo de edad según sexo, empleando las relaciones longitud – peso, lo cual tiene un sesgo sistemático para cada longitud promedio dada. Este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958). Pienaar y Ricker (1968) desarrollaron un método que permite corregir en forma significativa este sesgo.

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2 , $L \sim N(\mu, \sigma^2)$, el valor esperado de función de W , $\Psi(L)$, se estimó mediante el Método Delta (Wolter, 1985) como:



$$E(W) = a(\mu^b + a_1 \mu^{b-2} \sigma^2 + a_2 \mu^{b-4} \sigma^4 + a_3 \mu^{b-6} \sigma^6 + \dots)$$

En donde el número de términos de esta expresión general, está dado por la parte entera de $(b+3)/2$. Dado el valor que toma el coeficiente b en las funciones, se indica el uso de 3 términos en esta expresión, siendo:

- a = intercepto de la relación longitud- peso ajustada por sexo.
 B = pendiente de la relación longitud- peso ajustada por sexo.
 M = promedio de la longitud al grupo de edad.
 Σ = varianza de la longitud al grupo de edad.
 $A1; a2$ = valor tomado de la Tabla de valores de coeficientes (Pienaar y Ricker, 1968).

a) Estimación del tamaño de la muestra para la estimación de la edad

En la selección del tamaño de muestra a emplear para las claves de edad – talla existen diferentes criterios. Entre los más empleados se encuentra el considerar un número fijo de muestras por estrato de talla, o bien el emplear un número de muestra que se tome en forma proporcional al muestreo de frecuencia de longitud del área.

Este último sistema de selección de tamaño de muestra se ha probado ampliamente (Kimura, 1977; Lai, 1987; Ojeda y Céspedes, 1988; Lai, 1993; Robotham, 1994) y permite aumentar notablemente la precisión de las matrices considerando un mismo número total de muestras analizadas.

El tamaño de muestra que optimiza la clave edad talla, considera la técnica de muestreo bi-etápico, en consecuencia, se requiere determinar el tamaño óptimo de la muestra de longitud (N^*) de primera etapa y de la submuestra de edad (n^*) segunda etapa. Las relaciones siguientes permiten estimar los tamaños de muestra, según un criterio de asignación proporcional (Kimura, 1977) y una función de costos:

$$C = C_1 N^* + C_2 n^*$$

donde:

- C_1 = Costo unitario de coleccionar el muestreo de longitudes al azar.
 C_2 = Costo unitario de asignar edad a una muestra.

b) Tamaño de muestra para minimizar la varianza dado recursos disponibles $C = C_0$

$$N^* = \frac{C}{C_1 + C_2 v}$$

$$n^* = v \cdot N^*$$



$$v = \sqrt{\frac{b_1}{b_2} \cdot \frac{C_1}{C_2}}$$

$$b_1 = \sum_{e=1}^E \sum_{k=1}^K P_k^2 \hat{q}_{ke} [1 - \hat{q}_{ke}]$$

$$b_2 = \sum_{e=1}^E \sum_{k=1}^K P_k [\hat{q}_{ke} - \hat{p}_e]^2$$

donde:

$\hat{q}_{ke}$ representa la probabilidad de pertenecer una determinada edad en el intervalo de talla k

c) Tamaño de muestra para minimizar los costos para una varianza especificada $VT = VT_0$

$$N^* = \frac{\left(\frac{b_1}{v} + b_2\right)}{VT_0}$$

$$n^* = v \cdot N^*$$

Luego los resultados son representados a través de un método gráfico, para evaluar la variabilidad como su comportamiento y así determinar los tamaños de muestra.

Siguiendo el criterio de asignación proporcional y el procedimiento propuesto por Kimura (1977), se han estimado tamaños de muestra para la construcción de la clave edad-talla en estos recursos.

Para merluza del sur se estimó un tamaño de muestra de 1400 ejemplares para alcanzar un índice de precisión de 0,025. Sobre esta base, en este estudio se considera la construcción de la clave de merluza el sur a partir de una muestra de 700 ejemplares por sexo.



4.4.2.5 Madurez a la edad

El muestreo biológico efectuado en los lances de identificación realizados durante el crucero de investigación considera la caracterización del estado reproductivo de ambos recursos objetivos, clasificando macroscópicamente sus gónadas según su estadio de madurez sexual (EMS) en base a las escalas de clasificación utilizadas por el Instituto de Fomento Pesquero.

4.4.2.6 Relación longitud – peso

La relación longitud – peso es ampliamente usada en pesquerías para estimar el peso a partir de la longitud de un individuo y también para estimar índices de condición (Hayes *et al.*, 1995). La expresión más usada para esta relación corresponde a la ecuación alométrica donde el peso es expresado en función de la longitud, y sus parámetros son estimados mediante una regresión lineal de los datos log-transformados. Dado que la variabilidad en el peso aumenta con la longitud, esta transformación tiene la ventaja de estabilizar la varianza del peso, pero introduce un factor de sesgo en las predicciones retransformadas (Bradu y Mundlak, 1970; Hayes *et al.*, 1995). Sin embargo, en pesquerías esta corrección frecuentemente se omite, puesto que generalmente es muy pequeña (De Robertis y Williams, 2008).

El modelo que relaciona el peso con la longitud del pez corresponde a un modelo multiplicativo en el término de perturbación, y está dado por la relación:

$$W_i = a L_i^b \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

Donde W_i y L_i representan el peso total y la longitud total del individuo i -ésimo, ε_i indica un error aleatorio, a y b son los parámetros del modelo. Atendiendo a la forma de la ecuación anterior, se deriva un modelo de regresión lineal simple aplicando la transformación logarítmica de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \ln(W_i) &= \ln(a) + b \ln(L_i) + \ln(\varepsilon_i), \\ Y_i &= \alpha + b x_i + \varepsilon'_i; \quad i = 1, \dots, n, \end{aligned}$$

Para la estimación de los parámetros de la relación linealizada se utilizó el método de máxima verosimilitud asumiendo que los errores siguen una distribución normal con media cero y varianza σ .



4.5 Objetivo específico 3.

Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.
Sección Merluza del sur.

A partir de las muestras obtenidas durante los lances de identificación realizados durante el presente crucero de evaluación acústica se caracterizaron diferentes aspectos del estado reproductivo de la merluza del sur.

4.5.1 Metodología a bordo

A cada ejemplar muestreado se le midió la longitud total (LT), peso total; peso eviscerado, ambos con una precisión de 5 gramos y peso de la gónada, con una precisión de 1 gramo. Además, se determinó la madurez sexual de acuerdo a una escala de apreciación macroscópica que distingue 6 estadios; posterior a ello las muestras se pesaron y fijaron en formalina 10% con tampón fosfato de Sorensen (Hunter y Macewicz, 1985), metodología requerida para el análisis histológico.

La determinación del tamaño de muestra para estimar el índice gonadosomático, se basó en el análisis de datos de cruceros previos. De esta manera, conociendo un estimado *a priori* de la media y varianza del IGS y utilizando la metodología de determinación de tamaño de muestra para variables continuas (Thompson, 1992), se estimó el número ejemplares requerido en 700 para obtener un IGS con un error de un 8% en merluza del sur, empleando la siguiente relación:

$$n_0 = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 S^2}{(d \bar{X})^2}$$

Donde n_0 es el tamaño de muestra, Z es el percentil de la distribución normal estándar, S es la desviación estándar del parámetro de interés, d corresponde al nivel de error de estimación y $\bar{X}$ corresponde al estimador de la media del parámetro.

La relación entre el error de estimación del IGS y el número de ejemplares muestreados presenta un patrón de disminución del error en que este decrece rápidamente en la medida que se selecciona un número mayor de ejemplares en la muestra hasta llegar alrededor de los 300 ejemplares, posteriormente la tasa de disminución decrece sistemáticamente.



4.5.2 Análisis de laboratorio

- **Estadio de madurez sexual (EMS)**

Para establecer el estadio de madurez sexual se analizaron un total de 974 gónadas que fueron clasificadas según sus características macroscópicas y mediante el examen microscópico de trozos de las gónadas fijadas a bordo. Los trozos de gónada se disgregaron para posteriormente medir el diámetro de los ovocitos más desarrollados, determinar la presencia de ovocitos hidratados con gota oleosa y la existencia de algún grado de reabsorción, como también para examinar el aspecto general del resto de los ovocitos. La **Tabla 5** corresponde a la escala apreciativa que se aplicó originalmente en la merluza común (Balbontín y Fischer, 1981), la que fue modificada para su aplicación en la merluza del sur (Balbontín y Bravo, 1993). La escala consta de seis estadios (EMS) acorde a la numeración utilizada por el Instituto de Fomento Pesquero, señalándose entre paréntesis la nomenclatura original.

- **Estimación del índice gonadosomático (IGS) y su varianza ($\hat{V}(IGS)$)**

Se pesaron las gónadas con una balanza electrónica de 0,1 g de precisión y se calculó el índice gonadosomático (IGS) sobre la base del peso de la gónada (PG) y del cuerpo del pez (PC) como:

$$IGS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_{gi}}{(P_{ci} - P_{gi})} \cdot 100$$
$$\hat{V}(IGS) = \frac{1}{n} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [IGS_i - IGS]^2 \Rightarrow DS = \sqrt{\hat{V}(IGS)}$$

Con la información respecto del EMS según la talla de las hembras y el IGS promedio, se obtuvieron resultados que permitieron determinar la etapa del proceso de desove en que se encontraba la fracción adulta de la población.

- **Análisis histológico de las gónadas**

El proceso de fijación consiste en mantener los tejidos gonadales a lo más parecido a cómo eran en vida. Para ello, y de acuerdo a los requerimientos, se debe elegir un líquido fijador que asegure una penetración total de este líquido en los tejidos, lo que permite evitar cambios estructurales en la morfología microscópica (histoarquitectura gonadal) como también la acción de bacterias, hongos, o la propia autólisis celular.

De acuerdo con los objetivos descritos y las características del parénquima ovárico, sub muestras de 3 mm de grosor proveniente de la porción central del lóbulo gonadal derecho se post fijaron en una solución de formaldehído 10% en buffer fosfato pH 7,2 durante 48 horas e incluyeron en paraplast PF 58-60°C.



Esto permitió obtener cortes finos de 5 micras de espesor en un micrótopo rotatorio Micrón modelo HM 325, los cuales fueron teñidos con hematoxilina de Harris/eosina y montados con entellan nuevo (Merck Química Chile). El análisis histomorfológico se llevó a cabo en un microscopio de luz Karl Zeiss modelo Axiostar plus con sistema micro fotográfico Canon EOS 1100 Rebel T3.

La definición de los estadios ováricos se llevó a cabo sobre la base de los criterios señalados por Wallace y Selman (1981) para peces teleósteos y los descritos por Hunter y Macewicz (1985) en clupeidos: Sobre esta plataforma se clasifican estadios virginal e inmaduro, alveolo cortical, parcialmente vitelado, vitelado, migrante, hidratado y post desovado (o reposo sexual) (**Tabla 6**) los cuales se asimilaron a los 6 estadios definidos por Balbontin y Bravo (1993) en merluza del sur *Merluccius australis*. Cuando correspondió y bajo el supuesto que el proceso de degeneración de FPO en anchoveta de la bahía de Biscay (*Engraulis encrasicolus*) es similar a la merluza, la identificación de folículo postovulatorio (FPO) se basó en los criterios descritos por Alday *et al.* (2008).

- **Ojiva de madurez y talla media de madurez.**

Para la estimación de la talla y edad media de madurez en que el 50% de las hembras está sexualmente madura y la ojiva de madurez, se utilizó un modelo lineal generalizado GLM (McCullagh y Nelder, 1989) asumiendo una respuesta binomial con función de enlace logística.

La estimación de parámetros por este método fue realizada mediante el método de máxima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988). Se utilizó el programa R versión 3.4.2 (2017) The R Foundation for Statistical Computing Platform.

El método GLM consideró que la respuesta (Y_i) número de individuos maduros (hembras), sigue una distribución binomial cuyo predictor lineal esta expresado como,

$$\eta_i = b_0 + b_1 * LT_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

Con $(b_0, b_1)^{LT}$ los coeficientes del modelo y LT la longitud (o edad) del ejemplar. Se consideró la función de enlace logística dada por,

$$g[P(LT)] = \log\left(\frac{P(LT_i)}{1 - P(LT_i)}\right) = \eta_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

la cual relaciona el predictor lineal con la media de la variable respuesta (la proporción de individuos maduros a una longitud o edad), de la siguiente forma, $E(Y_i) = g^{-1}(\eta_i)$, quedando expresado como,



$$E(Y_i) = P(LT) = g^{-1}(\eta_i)$$

$$\log\left(\frac{P(LT_i)}{1 - P(LT_i)}\right) = b_0 + b_1 * LT$$

$$P(LT) = \frac{1}{1 + \exp[-(b_0 + b_1 * LT)]},$$

Dada la definición de modelo lineal generalizado (McCullagh y Nelder, 1989), este no considera un error en el modelo más bien, y esa es una de las generalizaciones desde un modelo lineal, que asume una distribución para la respuesta, que en este caso corresponde a una distribución binomial. Para la incorporación de la incertidumbre se consideró el uso de la estimación analítica descrita en Roa *et al.* (1999).

- **Fecundidad modal**

Para la determinación de fecundidad se introdujeron pequeñas variaciones al método de Hunter y Macewicz (1985) para adecuarlo a especies que presentan una fecundidad modal o de camada. Primero, se seleccionaron ovarios de peces en maduración avanzada o maduros, en la escala histológica corresponden a ovocitos con núcleo migrante, o bien sólo en etapa de inicio del proceso de la hidratación (hialinos) para evitar la utilización de gónadas en que ya se hubiese iniciado el proceso de desove. Esta opción involucró la medición del diámetro de ovocitos presentes en una de las tres submuestras, lo que se realizó bajo un microscopio estereoscópico.

Como la separación de las modas de ovocitos no siempre es tan marcada, la moda de tamaño más avanzada de ovocitos vitelados se separó del resto mediante el método de Battacharya (Gayanilo *et al.*, 1988), que se aplica a curvas polimodales. La relación porcentual entre el número de ovocitos de la moda más avanzada de tamaño y los ovocitos de menor diámetro se consideró que era la misma para las otras dos submuestras en que sólo se contaron los ovocitos. En la **Figura 5** se muestra la distribución de los diámetros de los ovocitos de un ovario de merluza del sur utilizado anteriormente en estimaciones de fecundidad. Los valores de la fecundidad modal se relacionaron con el peso corporal y la longitud total de las hembras. 56 muestras cumplieron con los requisitos establecidos en este procedimiento.

Luego de contar bajo un microscopio estereoscópico los ovocitos de la moda más avanzada de tamaño de cada submuestra, se obtuvo el promedio de ovocitos aplicando la siguiente relación:

$$E_i = n_o \cdot W_i$$

Donde:



- E_i = fecundidad (número total de ovocitos de la moda más avanzada de tamaño en el ovario).
 W_i = peso húmedo del ovario (g).
 n_0 = número promedio de ovocitos de la moda más avanzada por gramo de submuestra.

Los valores de la fecundidad modal se relacionaron con el peso corporal y la longitud total de las hembras.

Para el cálculo de la fecundidad media poblacional, se utilizó la ecuación de regresión de la fecundidad modal *versus* el peso corporal menos el peso de la gónada. A partir de esta ecuación, se estimó la fecundidad de cada hembra madura muestreada y se obtuvo el valor promedio de fecundidad para cada lance (Picquelle y Stauffer, 1985), de acuerdo a la siguiente relación:

$$\bar{\bar{F}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot \bar{F}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Dónde:

- $\bar{\bar{F}}$ = fecundidad media de la muestra total
 $\bar{F}_i$ = fecundidad modal promedio en el lance i
 m_i = número de hembras muestreadas en el lance i
 n = número de lances.



4.6 Objetivo específico 4.

Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio. **Sección merluza del sur.**

El diseño empleado para determinar la importancia relativa de la fauna acompañante, considera como unidad de muestra el lance de pesca. La información básica que caracterizó el lance fue el peso de las especies capturadas (kg) y datos operacionales, como: número del lance, posición geográfica, hora de inicio y término, fecha y profundidad de operación de la red (relinga superior).

En cada lance se tomó una muestra aleatoria de la captura, dispuesta en cajas de 44 litros. Cada caja fue pesada, para luego identificar y pesar por grupos específicos, incluyendo las especies objetivos del estudio

Para la estimación de la proporción de especie ($\hat{p}_t$) se utilizó el estimador:

$$\hat{p}_t = \sum_{r=1}^M \frac{C_{tr}}{C_r} \hat{p}_{tr} ; \quad C_o = \sum_{j=1}^M C_{tr} ; \quad \hat{p}_{tr} = \frac{\sum_{k=1}^K W_{trk}}{\sum_{k=1}^K W_{rk}}$$

Donde:

C_{tr} = Captura total en el lance r .

W_{ok} = Peso de la especie t , en la caja k del lance r

M = Número total de lances en el crucero.

$\hat{p}_{tr}$ = Estimador de la proporción de la especie t en el lance r .

Lo anterior permitió determinar la importancia relativa global de la fauna acompañante en el área de estudio. Posteriormente se agruparon los lances de pesca por rango de profundidad y posición latitudinal a fin de describir y analizar la presencia de las especies según estas categorías (método gráfico).

4.6.1 Análisis de los datos

Se efectuó un análisis descriptivo orientado a determinar la participación de las especies que componen la fauna acompañante de las especies objetivos y descripciones en términos de rango de profundidad, posición latitudinal y en forma global, respecto de la captura total obtenida y de la captura de la especie objetivo, además de la captura de las especies que componían la fauna acompañante.



Para determinar el aporte porcentual en peso de cada especie respecto del total de la captura de la especie objetivo, se agrup3 la fauna acompa1ante por rango batim3trico y por latitud.

Para estimar la importancia relativa de las especies, se revis3 el registro del volumen de captura espec3fico y se determin3 la importancia relativa (en peso) de las especies que constituyen su fauna acompa1ante, seg3n la contribuci3n a la captura total y en relaci3n a las especies objetivos del estudio.

4.6.2 An3lisis comunitario

Se realiz3 para establecer e identificar agrupaciones espec3ficas en el 3rea de estudio, se dividi3 en macro zonas, las que a su vez que se dividieron en rangos batim3tricos de 100 m de profundidad. Estos an3lisis consistieron b3sicamente en establecer e identificar agrupaciones espec3ficas a partir de la aplicaci3n de m3todos de an3lisis basados en la clasificaci3n y ordenaci3n de las especies, que permiten obtener una visi3n de la comunidad a la cual est3 asociada la especie objetivo.

4.6.3 Identificaci3n de agrupaciones espec3ficas

El an3lisis consisti3 en la identificaci3n por macro zona y batim3trica de las agrupaciones espec3ficas a partir del an3lisis de clasificaci3n de conglomerados (an3lisis de *cluster*) y de ordenaci3n MDS (*Multidimensional Scaling*) (Clifford y Stephenson, 1975). En ambos casos se trabaj3 con una matriz de abundancia relativa de las especies m3s representativas, en t3rminos de la presencia de 3stas a lo largo de los cruceros realizados entre los a1os 2000 y 2017, agrupadas por cruceros, cruceros-subzonas de evaluaci3n y cruceros - estratos de profundidad. Cabe destacar que, para determinar la presencia de agrupaciones de fauna se consider3 a merluza del sur y merluza de cola como parte integral de la fauna asociada a la zona de estudio.

La matriz de similaridad fue estructurada a partir de una matriz de abundancia relativa (CPUA) de las especies componentes de la fauna acompa1ante, agrupadas por macrozona y rango batim3trico. La comparaci3n se realiz3 utilizando el 3ndice de similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957). La funci3n del 3ndice se expresa por:

$$BC = \frac{\sum_{i=1}^p |x_{ijz} - x_{ikz}|}{\sum_{i=1}^p (x_{ijz} + x_{ikz})}$$

Donde p n3mero de puntos macro zona rango batim3trico, x_{ijz} es la abundancia relativa de la especie "i" en la macro zona "j" rango batim3trico "z" y x_{ikz} es la abundancia relativa de la especie "i" en la macro zona "k" rango batim3trico "z".



Para equilibrar los valores atípicos (especies raras, poco comunes o con valores de abundancia relativa muy altos), los valores de la matriz original de abundancia relativa (CPUA) fueron transformados a través de la aplicación de raíz cuarta ($\sqrt[4]{}$), según el criterio propuesto por Clarke y Warwick (1994).

4.7 Objetivo específico 5.

*Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registradas acústicamente en el área de estudio. **Sección merluza del sur.***

La caracterización de las agregaciones se efectuó mediante el uso de descriptores obtenidos a partir de observaciones acústicas verticales realizadas durante la prospección acústica y lances de pesca mediante el sistema de ecointegración Simrad EK-80 y que fueron procesados mediante el programa Echoview® (versión 7.1).

Una agregación es definida como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño, es decir, muestras contiguas tanto a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) como desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponde a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical a la distancia relativa correspondiente a la semi longitud del pulso.

Un aspecto que se debe mencionar con respecto a las agregaciones de peces detectadas en la zona de estudio es que merluza del sur no forma cardúmenes y merluza de cola lo hace en escasas ocasiones, sino que generalmente forman agregaciones de densidad variable que presentan distintos grados de mezcla. Lo anterior no permite diferenciar que parte de la agregación está conformada por una u otra especie para poder estimar particularmente los descriptores de energía y morfométricos considerados en este objetivo.

4.7.1 Descriptores y variables utilizadas en el análisis

De las agregaciones detectadas se extrajeron descriptores de posición, energía, morfológicos y batimétricos, estando referidos los primeros a la posición geográfica de las agregaciones, los de energía a la energía retrodispersada por las agregaciones, los morfológicos asociados al tamaño y forma de éstas, y los batimétricos definiendo la posición de la agregación en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.*, 1996).

- a) **Descriptores de posición:** Corresponde a la posición geográfica media y medida en el pulso central de cada agregación.
- 2) **Descriptores de energía:** Están referidos a la energía retrodispersada por una agregación (NASC o s_A) expresada en m^2/mn^2 y a su densidad acústica (*Dens*) referidas al área transversal (m^2) de la agregación ($NASC \cdot 100/m^2$), determinadas de acuerdo a:



$$NASC = 4 \cdot \pi \cdot (1852)^2 \cdot 10^{\frac{\overline{Sv}}{10}} \cdot \text{Altura media}$$

$$\overline{Sv} = 10 \cdot \text{Log}(E) \text{ (dB)} \quad ; \quad E = \sum_{i=1}^N 10^{\frac{Sv_i}{10}}$$

La *altura media* se define como la altura promedio de todos los pulsos que conforman la agregación y se estima como:

$$\text{Altura media} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i \dots \text{(m)}$$

Siendo t_i la altura o espesor del pulso i y N número total de pulsos en la agregación.

- 2) **Descriptores morfológicos:** Son extraídos directamente desde el ecograma donde se encuentran: la altura media (m), ya definida, el área transversal (m^2), el largo (m) y el perímetro (m).

El área de una agregación se obtiene asociando un rectángulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegración. La superficie del rectángulo Se es calculada como el producto de la distancia horizontal cubierta desde el pulso precedente (d_j) y la distancia vertical cubierta desde la muestra anterior e por lo tanto:

$$Se = d_j * e$$

El área transversal de la agregación (*Área*) es el resultado de la suma del área de todos los rectángulos elementales:

$$\text{Area} = \frac{1}{\eta} * \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n S_{ij}$$

El largo de la agregación (*Largo*) y su perímetro (*Perim*) ambas medidas en metros. A partir de estos, se derivan otros descriptores de la agregación como:

La dimensión fractal (*Dfrac*) empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación y que corresponde a la relación entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregación y la superficie de la agregación, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociaría al grado de cohesión entre los peces que constituyen la agregación, especialmente en la frontera o borde de la agregación (Scalabrin, 1997).



$$DFrac = 2 * \frac{\ln\left(\frac{Perim}{4}\right)}{\ln Area}$$

La elongaci3n (*Elon*) caracteriza la raz3n de aspecto de la agregaci3n o relaci3n entre el largo y el alto, donde valores elevados est3n asociados a agregaciones de forma el3ptica y valores cercanos a uno, a agregaciones de tipo circular.

$$Elon = \frac{Largo}{Alto}$$

- a) **Descriptores batim3tricos:** Se extraen del ecograma y corresponden a la profundidad del fondo (m) y la profundidad media de agregaciones (m), mientras que indirectamente se calcul3 el 3ndice de altura (*IndAlt*). Este 3ndice es utilizado para medir la posici3n relativa del centro de la agregaci3n en la columna de agua con respecto al fondo y se expresa en forma porcentual como:

$$IndAlt = 100 * \frac{(Prof.fondo - Prof.media)}{Prof.fondo}$$

- b) **An3lisis de los datos:** Se realiz3 aplicando estadística descriptiva referida a valores promedios, m3ximos, m3nimos desviaci3n est3ndar y coeficientes de variaci3n para el total de los descriptores. Las agregaciones fueron analizadas considerando 3 subzonas: subzona 1 entre 43°30' y 44°29'S denominada Guafo; subzona 2 entre 44°30' y 45°29'S nombrada Guambl3n; y subzona 3 entre 45°30' y 47°00'S llamada Taitao. Posteriormente, se realiz3 un an3lisis de acuerdo a rangos de 100 metros de profundidad del fondo, a fin de determinar si este factor influye en las caracter3sticas de las agregaciones. Tambi3n se analizaron considerando las registradas en las zonas de cañones conocidos como cañ3n Ip3n (44°10' S y 75° W), cañ3n Guambl3n (45°15' S y 75°10' W) y cañ3n Taitao (46°18' S y 75°27' W) y nominados como 1, 2 y 3, respectivamente. La ocurrencia o no, de diferencias significativas en las caracter3sticas de las agregaciones de acuerdo al factor "zona de cañones" se realiz3 mediante un an3lisis de varianza (Andeva).

Toda la informaci3n obtenida por cada uno de los descriptores antes mencionados, fueron analizados mediante la aplicaci3n de un an3lisis de componentes principales (APC), resumiendo de esta manera la informaci3n contenida en la matriz de datos, permitiendo una representaci3n visual o geom3trica de la informaci3n (Rencher, 1995) y preservando las caracter3sticas de la observaci3n original. Las variables originales utilizadas fueron todos los descriptores determinados (y definidos anteriormente) de las agregaciones, aun cuando entre ellas pueda darse alg3n grado de multicolinealidad, lo cual es deseable dado que el objetivo es identificar series de variables interrelacionadas (Hair *et al.*, 1999).



Se redujo la dimensionalidad del problema obteniéndose variables o componentes principales que fueron expresadas como combinación lineal de las variables originales. Para el logro de lo anterior, se utilizó la matriz de correlaciones como matriz de entrada, dándole de esta forma la misma relevancia a todas las variables, desestimando de esta forma las unidades en que son trabajadas las diferentes variables. Para la determinación de los componentes principales y su interpretación, se aplicó el criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999).

Para finalmente realizar un análisis matemático de red neuronal artificial, donde se buscó la discriminación interanual por zonas y año; a través de la combinación lineal de las salidas del ACP. El método aplicado fue el perceptrón multicapa con propagación hacia adelante, que incluyó como variables dependientes la zona y el año, como factores los rangos de fondo y rango de cardumen, además las covariables de la red fueron las combinaciones lineales del análisis de componentes principales (ACP).



5. RESULTADOS

5.1 Objetivo espec3fico 1.

Estimar el tama1o del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el 1rea de estudio. **Secci3n merluza del sur.**

5.1.1 Sistema de eointegraci3n

El sistema de eointegraci3n del buque fabrica "Cabo de Hornos" fue calibrado en Puerto Lagunas, (45°17,577'S - 73°42,245'O), para la frecuencia de 38 kHz, conectado con el software EK 80 versi3n 1.12.2. El modelo ajustado (**Tabla 2**) para la frecuencia calibrada mostr3 valores del cuadrado medio del error de 0,1607 dB, una ganancia del transductor de 27,41 dB y un s_A de correcci3n de -0,0021 dB. Los que son menores a los recomendados por el fabricante y el grupo de ac3stica de ICES de $RMS < \sim 0,4$, Correcci3n de $s_A = \pm 0,5$ dB (Demer *et al.*, 2015; Simrad, 2008).

5.1.2 An1lisis geoestad3stico

En la **Tabla 7** y **Figura 6** se presentan los resultados del an1lisis geoestad3stico de merluza del sur provenientes de los ajustes realizados mediante el m3todo de Matheron (Matheron, 1971, Rivoirard *et al.*, 2000).

Los resultados indicaron variogramas estructurados, con una dependencia espacial del 100% para el modelo exponencial. El promedio geoestad3stico de los datos (media kriging) estimados con cualquiera de los dos ajustes aplicados presentan diferencias del 2,9% entre ellas, siendo el mejor ajuste ($sse = 35,4$ menor variabilidad) el obtenido con un variograma de modelo exponencial.

5.1.3 Biomasa y abundancia.

En la **Tabla 8** se entregan los estimados de biomasa de merluza del sur. Por el m3todo geoestad3stico, la biomasa se estim3 en 111.211 t ($cv = 3,5\%$) con un intervalo de confianza ($\alpha=5\%$) entre 103.627 y 118.795 t. Por el estimador bootstrap, la biomasa alcanz3 a 121.629 t ($cv=2,8$) con un intervalo de confianza entre 114.843 y 128.415 t.

La abundancia (**Tabla 8** y **Tabla 9**), se estim3 en 63.188.117 individuos ($cv= 3,9$) de los cuales 24.039.318 (38%) fueron machos y 39.148.799 (62%) hembras con el m3todo geoestad3stico y 69.107.753 individuos con el estimador de bootstrap ($cv = 3,3\%$).



5.1.4 Distribución espacial y batimétrica

Merluza del sur (**Figura 7**) estuvo presente en el 79,4% (2.165 mn²) de las 2.725 mn² prospectadas. La distribución espacial está caracterizada por un predominio de niveles de baja densidad en toda la zona de estudio (0 - 500 t /mn²), algunos focos de importancia relativa al sur del cañón de Guafo (0 -1000 t /mn²) y cecano a Golfo de Penas (0-1000 t/mn²), con un foco de mayor importancia al sur de isla Guamblin (45°12'S) con densidades superiores a 2000 t/mn².

La posición media o centro de gravedad de la distribución del stock evaluado de merluza del sur se localizó en la latitud 45°04,6'S (cuadra de isla Kent) dentro del cañón de Guamblin, con una inercia de 0,95°, manteniéndose en el rango de valores observados en estudios previos. Su posición estuvo a 9,9 mn al norte respecto del centro de gravedad 2020 (**Figura 8**). Su distribución batimétrica abarcó desde los 139 m hasta 581m con una profundidad media en 376 m, la caracterización batimétrica detallada se presenta en el apartado 5.5.

5.2 Objetivo específico 2.

Determinar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas. **Sección merluza del sur.**

En la estimación de las composiciones de tallas de merluza del sur fueron empleados en total 2.619 ejemplares (**Figura 9**), compuesto de 762 machos y 1.857 hembras. El área con mayor número de ejemplares medidos fue Guamblín con 1.071 individuos, seguido del área Guafo y Taitao (998 y 550 individuos, respectivamente (**Figura 10**)). Mientras por cañón, el mayor registro de mediciones fue el Cañón Guamblín con 433 individuos (**Figura 11**) y en sentido batimétrico, las muestras se registraron principalmente entre el rango de profundidad 300-399 m (2.255 individuos, **Figura 12**).

5.2.1 Composición de tallas

La composición de talla de merluza del sur registró una forma bimodal, una moda principal de ejemplares adultos entre 70 y 99 cm y una moda secundaria de ejemplares juveniles entre 30 - 44 cm (**Figura 9**). La estructura estuvo compuesta principalmente por ejemplares adultos con 74% (tallas superiores e igual a 70 cm) y 26% de ejemplares juveniles (tallas menores a 70 cm, **Figura 9**); mientras, la proporción sexual de merluza del sur fue predominada por las hembras (62% respecto del 38% de los machos) y una talla media de 73 cm. Como es característico en esta especie, la distribución de talla de las hembras registró un desplazamiento a la derecha respecto de los machos (**Figura 9**) con una moda principal entre los 70 y 99 cm y una talla promedio de 76 cm; mientras los machos con una moda principal de menores tallas entre 60 y 84 cm y una talla media de 66 cm. La segunda moda de ejemplares juveniles se presentó principalmente en los machos con 41% de juveniles respecto de las hembras.

En las tres áreas subdivididas latitudinalmente, Guamblín, Guafo y Taitao, la moda principal de peces de ejemplares adultos entre 70-99 cm y el predominio de las hembras estuvo presente en toda el área de estudio (**Figura 10**). Sin embargo, en las zonas Guafo y Guamblín fue observada una estructura bimodal,



con una importante moda secundaria de juveniles entre los 30-49 cm. En cambio, más al sur del área de estudio, en el área Taitao se registró una estructura principalmente unimodal con ejemplares adultos entre 70-99 cm y el mayor predominio de las hembras con 78% (**Figura 10**).

La composición de la moda de talla adulta (70-99 cm) de merluza del sur fueron registradas principalmente en todos los cañones y en el área fuera de los cañones (**Figura 11**). El área fuera de los cañones fue registrada la mayor presencia de ejemplares adultos (escasa presencia de juveniles 19%) y la mayor talla promedio (77 cm). En cambio, la presencia de la moda de ejemplares juveniles fue observada principalmente en la zona de los cañones entre los 30-44 cm, en donde el Cañón Guamblín presentó la mayor moda de ejemplares de juveniles (**Figura 11**). Mientras, las composiciones de tallas de merluza del sur por profundidad registraron la moda adulta (70-99 cm) en toda la batimetría (**Figura 12**). Sin embargo, la presencia de la moda secundaria de juveniles (30-44 cm) fue registrada entre los 300-399 m de profundidad.

5.2.2 Distribución de talla del crucero 2021 respecto de los cruceros anteriores

En el período de estudio del año 2021 la estructura de talla de merluza del sur registró una composición de ejemplares adultos, condición observada entre los años 2001 y 2020 (**Figura 13**, excepto 2006 sin información); marcado principalmente por la moda de ejemplares adultos entre 70-99 cm registrada en años anteriores. Sin embargo, en los últimos años, sobre todo en 2020 y 2021 se ha observado una moda secundaria de ejemplares juveniles entre 30-44 cm, que también fue observada anteriormente en el año 2016 (**Figura 13, Figura 14 y Figura 15**). Al respecto, entre 2016 y 2021 se ha registrado una mayor presencia de ejemplares juveniles de forma más permanente en el área de estudio, con aproximadamente un 30% en la composición de talla (**Figura 13y Figura 14**); aspecto no observado en años anteriores, excepto en los años 2008 y 2013. Por otro lado, en el período 2009-2021 estuvo marcado por un predominio importante de las hembras, llegando a valores entre 60-80%; no obstante, el año 2020 y 2021 disminuyó el predominio de las hembras a 60%. Por otra parte, en el 2019 y 2021 los ejemplares adultos entre 90-109 cm en la estructura de talla disminuyeron su participación a menos del 10%. (**Figura 15**).

Espacialmente, las composiciones de talla de las zonas Guafo, Guamblín y Taitao en todos los años de estudio predominaron la moda adulta entre 70-99 cm. Sin embargo, entre 2017 y 2021 registraron una mayor presencia de juveniles, sobre todo en la zona Guamblín en los años 2020 y 2021 (**Figura 16**). La presencia de juveniles en el año 2021 se registró en la zona Guafo y Guamblín, en la parte norte y central del área de estudio, mientras en la parte sur (Taitao) fue escasa la presencia de juveniles.

5.2.3 Composición de la estructura de edad

Con el muestreo biológico específico se obtuvo el registro de talla, peso corporal, peso de la gónada, sexo, estado de madurez sexual y se extrajeron el par de otolitos sagitta de cada ejemplar. En este crucero de evaluación del stock desovante se recolectó para merluza del sur 1.784 pares de otolitos en donde predominan las hembras (510 machos, 1.274 hembras, relación 1:2,5). Esta recolección de muestras fue similar a la alcanzada en el crucero del año anterior en que se obtuvo para merluza del sur



1.584 pares de otolitos, en relación macho:hembra 1:2,1. El muestreo para el estudio de edad es dirigido a obtener la mayor cobertura de las tallas que componen las capturas, presentándose ejemplares dentro del rango 32 - 99 cm los machos y entre 30 - 106 cm las hembras. En la **Figura 17** se aprecia el rango de las longitudes de los peces según los lances de pesca en que se efectuó muestreo biológico (comprende la extracción de otolitos) y muestreo longitud-peso, por sexo. En cada lance el 50% de los datos se muestra en la caja, en la que interiormente se representa con una línea el valor de la mediana. Los círculos vacíos representan valores atípicos y los asteriscos señalan valores extremos. Si la distribución de las tallas dentro del lance fuese simétrica, entonces la mediana aparecería centrada dentro de la caja de datos y bigotes.

- **Análisis de otolitos**

Para el estudio de edad de los otolitos colectados, se utilizó la misma forma de preparación de muestras empleada en estudios anteriores de esta misma índole (Lillo *et al.*, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017, Legua *et al.*, 2018, 2019 y 2020). Consiste en aplicar tratamiento de preparación de las muestras a fin de facilitar la discriminación de los anillos de crecimiento verdaderos de los falsos al momento de la observación en microscopio estereoscópico (Ojeda y Muñoz, 2008; www.ifop.cl, Laboratorio de Edad y Crecimiento; Recursos Demersales, Merluza del Sur).

En el estudio de edad de merluza del sur, se emplea en ambos otolitos de cada par colectado un tratamiento diferente, en el otolito izquierdo se aplica por horas el proceso de hidratación lo que permite observar el otolito entero y en el otolito derecho se realiza proceso de horneado y posterior seccionado transversal de manera de realzar los *annuli* que forman parte del crecimiento interno y que permiten la asignación de la edad. El análisis de edad considera el recuento de bandas de características anuales las que presentan una mayor facilidad en su discriminación si el preparado de la pieza ha sido adecuado.

En la observación de los otolitos se empleó microscopio estereoscópico con aumento 10X y luz reflejada, con lo que se aprecia una secuencia de anillos opacos blanquecinos y translúcidos en los otolitos enteros y una alternancia de bandas marrón claro (crecimiento rápido) y marrón oscuro (crecimiento lento) en el caso de analizar las secciones transversales preparadas con horneado. Esta técnica ha sido utilizada desde el inicio del análisis de edad de la serie histórica y es empleada en el seguimiento anual de la estructura de edades de la pesquería demersal austral (Ojeda *et al.*, 2001; 2007; 2008 a y b; 2013; 2014; 2015; 2016 a y b; 2017 a y b; 2018 a y b; 2019 a y b; 2020; 2021).

Se empleó preparación masiva de muestras, lo cual optimiza el tiempo empleado en esta fase, dado que esta técnica incorpora tratamiento en serie a conjuntos de otolitos dispuestos secuencialmente. Se trabajó con moldes de resina en que se incluyen los otolitos, extrayendo láminas finas (0,5 mm de espesor) mediante el uso de una máquina de corte de precisión lo que se ilustra en la **Figura 18**. En esta Figura se presenta un molde que contiene bloques de resina donde están los otolitos dispuestos en orden. Posteriormente se realiza el corte empleando la máquina cortadora de alta velocidad y alta precisión, lo que permite obtener láminas finas transversales a nivel del foco del otolito.



Mediante estereomicroscopio se observaron las láminas finas que contienen los otolitos seccionados, dando paso de este modo al conocimiento de las edades presentes en el crucero de evaluación del stock desovante. Se ilustra el detalle de los anillos de crecimiento en la **Figura 19**, con la sección transversal de un otolito de un pez de 90 cm de longitud.

5.2.4. Claves edad-talla

Cada clave edad – talla se procesa separada por sexo, empleando intervalos de clase de 2 cm. Las edades observadas se presentaron entre 1 y 21 años en machos y entre 2 y 22 años en hembras.

- **Composición de la biomasa por grupo de edad**

La estructura de la abundancia de merluza del sur se caracteriza por la distribución de tallas obtenidas del muestreo al azar de los peces en los lances de pesca efectuados en la zona y su componente en peso está sustentado por las relaciones peso - longitud producto de los muestreos biológicos específicos más los muestreos de longitud peso realizados en el área de operación (**Tabla 10**). La comparación respecto de las funciones de años precedentes se muestra en la **Figura 20** parte A, se aprecian pequeñas diferencias en las gráficas (dada la escala), las cuales cobran importancia sobre todo en períodos de desove, para obtener las transformaciones abundancia en número de individuos - biomasa de forma más precisa.

Menores pesos promedios a determinadas tallas promedios es un reflejo del estado de bienestar de los individuos y/o el estado de maduración/evacuación que presentan sus gónadas, en el período de visita a la zona (agosto, crucero de investigación).

Históricamente las funciones peso - longitud, si bien varían sus parámetros dentro de cierto rango, “a” entre 0,0016 - 0,0054 y “b” entre 3,0544 - 3,3408 para machos y “a” entre 0,0004 - 0,0046 y “b” entre 3,0970 - 3,6438 para hembras, (**Figura 20** parte B), se observa que los parámetros se van compensando de modo que entregan pesos similares a una determinada talla, no obstante, se presentan variaciones en los diferentes períodos. Se señalan con marcadores sólidos los correspondientes al período 2021.

La variación de los pesos promedios según los años, considerando el total de los ejemplares en la abundancia se muestra en la **Tabla 11**. Esta serie de pesos promedios se ha presentado en un rango que va desde 1.760 g – 4.512 g, valores extremos que ocurrieron en 2021 y 2004 respectivamente.

Si se observa el año 2016, se tiene que este correspondió a 3.055 g el cual indica un valor promedio notablemente menor que el registrado en 2014 y 2015 (3.842 g y 3.651 g respectivamente). El descenso en el peso promedio en 2017 se presentó aún más marcado en la época de desove en donde fue 2.827g, un tanto más bajo aún en el año 2018 y 2019 donde corresponde a 2.765 g y 2.587 g. respectivamente,



continúa su descenso en 2020 donde registra un peso promedio de 2.021 g. En el último año de la serie, esta tendencia se ha acentuado registrándose 1.760g lo que constituye el promedio histórico más bajo.

Del mismo modo como fluctúa el peso promedio de los ejemplares en la serie de años en que se ha visitado el área en la época de desove, las tallas promedio han fluctuado entre 64 – 84 cm (**Tabla 11**), registrándose en 2021 la talla promedio más baja en lo estudiado en la serie histórica.

La biomasa, abundancia y proporción de sexos ha variado en el tiempo como se muestra en la **Tabla 11**. La cifra de biomasa estimada en 2021 (111.211 t), es mayor que la estimada en el crucero de evaluación del año anterior (102.240 t), en un 9% (**Tabla 11**) y a su vez, históricamente, está ubicada entre el tramo más alto de biomasa que se ha estimado para el recurso, por sobre las 100.000 t, no obstante, con una constitución interna muy diferente como se verá en las descripciones que se realizan más adelante.

La proporción en número entre sexos en el crucero 2021 (machos:hembras) fue 1:1,6, indicando una mayor presencia de hembras. El que los machos se presenten en menor proporción en el stock desovante ha sido una constante (**Tabla 11**), aun cuando han existido ciertos años en que ambos sexos han presentado proporciones muy similares (período 2002-2003 y 2007-2009). (Lillo *et al.*, 2010 a 2017; Legua *et al.*, 2018; 2019, 2020).

La abundancia en 2021 correspondió a 63.188.117 ejemplares, cifra 25% mayor a lo registrado el año 2020. Está compuesta por un 38,0 % (24,0 millones de ejemplares) de machos y un 62,0 % (39,1 millones) de hembras (**Tabla 12y Tabla 13**).

Se aprecia la distribución por clases de tallas y por grupos de edad (GE), tanto en las figuras situadas al interior de las **Tabla 12 y Tabla 13**, como también en la figura que representa la estructura de la serie histórica de los cruceros de evaluación (**Figura 21**).

La estructura por grupos de edad de merluza del sur machos, en el área que comprendió el crucero de evaluación, presenta la moda principal y muy relevante, con una abundancia nunca antes registrada en esa magnitud en el GEIV 36,5%, corresponde a peces cuya longitud promedio es de 42 cm y peso promedio es de 426 g. (**Tabla 12**), son peces sumamente pequeños y abundantes que presentan un caso atípico en lo que se registra en la composición etaria de la abundancia del stock parental. La moda secundaria en la estructura de edades de machos, es muy leve, se presenta en GE XI (4,7%), corresponde a peces cuya longitud promedio es de 75 cm y peso promedio es de 2.765 g. (**Tabla 12**)

La alta participación de edades menores en la estructura del stock desovante también se observó en años recientes, desde 2016 a 2020, no obstante, en el presente (2021) la abundancia de peces con GE V y menores constituye una participación mucho mayor de peces jóvenes presentes en el área en el período de reproducción.

En machos, las edades que contribuyen de forma más destacada a la estructura de la abundancia por grupos de edad, con participación de 5% o más, corresponden a los GE II –V, los cuales totalizan un aporte de 72% en la abundancia de este sexo (**Tabla 12**).



En el caso de hembras, la estructura de etaria también presenta una moda en peces jóvenes, la cual se sitúa en el GE IV (17,2%), corresponde a peces de longitud promedio 41 cm y peso promedio 428 g y otra moda de menor intensidad encabezada por los peces de GE XII (9,2%) con longitud y peso promedio de 77,7 cm y 3.362 g.

Las edades que contribuyen con más de 5% en la estructura, corresponden a los GE III-V; GEVIII y desde GE XI a XIII, los cuales totalizan un aporte de 67% en la abundancia de las hembras (**Tabla 13**).

Considerando ambos sexos, se presenta en la **Tabla 14** la abundancia por GE del 2021 y su desviación estándar. La abundancia está sostenida mayoritariamente (67%) por ejemplares de siete clases que comprenden los de GEII a V y desde GE XI a XIII con tallas promedios entre 36 y 80 cm.

Si se compara de igual modo (considerando ambos sexos), con la abundancia por GE observada en 2020, se aprecia que la principal diferencia está dada por la intensificación en la abundancia de peces jóvenes (GE III y IV) que se presenta en el año 2021.

- **Composición histórica de la estructura de edades**

La estructura histórica de la abundancia, serie 2000 – 2021, se presenta en la **Figura 21**, en columnas de gráficos en secuencia que la representan tanto por clases de talla (columna izquierda de gráficas) como por GE (columna derecha de gráficas), diferenciadas por sexo. Cada año cuenta con la data biológica y de edad correspondiente a cada crucero de evaluación. En relación a lo registrado para el año 2000 del inicio de esta serie, la moda de la estructura de edades se presentaba en GE XII y XIII en machos y en el tramo de GEX a XV en hembras. Con el paso de los años se experimentaron variaciones en cuanto a la magnitud de la abundancia, proporción sexual y en la estructura etaria.

Desde el año 2007 se observó un cambio notable en la estructura del stock evaluado ya que en ese tiempo, si bien se encontró grupos modales en machos y hembras en los GE XIV y XV, la diferencia fue que se registró de forma destacada el aporte en la estructura de grupos menores como lo son el GE VI y VII, los cuales se insinuaron como moda secundaria.

En el 2008, el período evaluado se caracterizó por estar estructurado por edades con una composición mayoritaria hacia los grupos edades menores que el GE modal, situación que se presentó aún más intensamente que lo observado el año 2007. Detectar esta componente en la estructura de edades, al tratarse de evaluación de stock desovante es un registro que habla de un stock mixto en gran proporción con peces inmaduros, dado que los peces en edades menores que GE IX no han alcanzado la edad de madurez al 50%.

En 2009-2010, el área evaluada vuelve a presentar una estructura más enriquecida en stock parental más adulto, con moda general en GE XII considerando ambos sexos en 2009 y grupos modales en GE XI en machos y GE XIV en hembras en 2010.



En 2011, la estructura del stock desovante cambia, muestra una estructura de edades atípica, en que los machos son quienes presentan moda a grupos de edades mayores que en hembras, aun cuando sus abundancias por GE son menores a las señaladas para las hembras. El GE XV es grupo modal en machos y GE XII es modal en hembras, ambos con una talla promedio de ≈ 80 cm.

En 2012 y 2013, las hembras retoman la característica usual de presentar modas en grupos de edad más adultos que los machos, manifestándose en hembras la moda principal en los GE XV - XVI en 2012 (ambos grupos son el 30% del stock desovante) y entre GE XIV - XVI en 2013 (constituyendo el 31% del stock desovante). Los machos en cambio, experimentan una estructura marcadamente diferente a lo que se aprecia en la secuencia histórica (**Figura 21**), se encuentran en 2013 en notable menor proporción y se intensifica la participación de peces más jóvenes, entre grupos VII a XII, con escasa presencia de parentales machos sobre GE XIII.

En 2014 y 2015, se está frente a un stock desovante que continúa presentando en cierta medida el cambio observado en la zona de desove del año 2013, en el sentido de que machos y hembras muestran estructura de edades notablemente diferentes. Si bien en 2013 la estructura etaria de machos fue principalmente compuesta por peces más jóvenes que lo observado en su historia, en los dos últimos años (2014-2015) se mantiene esta característica, aunque no de forma tan intensa como en 2013, destacándose en la estructura de edades de los machos grupos modales a edades marcadamente menores si se les compara con las hembras (moda en machos GEXI-XII y en hembras GEXVI).

En 2016, el stock evaluado presenta una inusual característica en su estructura, manifestando una de las proporciones más reducida de machos de la serie estudiada, acompañada a su vez de una estructura de edades en que predominan los peces jóvenes. Las hembras en cambio, presentan estructura compuesta de peces de mayor edad, no obstante, también presentan la atípica presencia de peces muy jóvenes no registrados en esa magnitud anteriormente en el área de concentración para el desove. Esta presencia de peces jóvenes en la estructura de la abundancia del stock desovante se manifiesta a su vez en el año 2017, de forma más intensa y con moda en el GE V. En las edades superiores a esta moda, están presentes en forma destacada hasta el GE XII en machos y hasta el GE XIX en hembras. Al paso de un año, en 2018, la estructura etaria cambia, ya no es tan intensa la presencia de GE de menor edad, aun cuando en términos generales la estructura etaria de machos permanece desplazada hacia los grupos de edad jóvenes. La moda en peces de GE V observada el año anterior, en la actualidad se presenta de forma secundaria, siendo la moda principal, aunque en baja intensidad en los machos de GEXIII y de alta intensidad en el GEXVII de hembras. La mayor abundancia de hembras en edades mayores y a su vez con aporte notable en la estructura de la abundancia es una situación característica en las hembras.

En 2019, la estructura etaria del stock desovante cambia notablemente, presentando moda en GE VIII en machos y XI en hembras, lo que las señala como una estructura más concentrada en GE más jóvenes, comparado a lo observado en años precedente.



En 2020, se presenta una distribución de edades con una intensidad de peces jóvenes no observada en la serie estudiada, existe una importante moda en los peces menores a GE V, la cual se intensifica aún más en 2021.

- **Proporción sexual de la abundancia**

La composición interna de la abundancia que se concentra en el área de desove no se presenta en proporciones similares de machos y hembras (m:h) a través del tiempo. Esta relación, número de individuos llevados a razón m:h, se entrega en la **Figura 22**, donde se puede observar a los machos representados como 1, y las hembras con el valor por bajo o sobre este, según se encuentren en menor o mayor número que los machos.

En merluza del sur esta relación m:h fluctúa desde 1:0,92 hasta 1:3,4, señalando con ello una relación de proporción variable, que presenta una composición con mayor abundancia notable de hembras en los años 2000 - 2005 - 2010 - 2013 - 2015 - 2017 - 2018 y 2019 en que las hembras fueron por sobre el doble de los machos y algo más que el triple en los años 2004 y 2016, en el período de desove. En 2021, si bien las hembras superan en presencia a los machos, su razón se establece en 1:1,6.

En la **Figura 23** se presenta la abundancia separada por sexos, siendo los machos los que se presentan en general en menor magnitud. Existen diferentes razones que motivan el desequilibrio que se manifiesta en que la tasa de presencia entre sexos 1:1 no se manifieste. En general, el sexo con tasa de crecimiento más lento tendrá más probabilidades de ser sometido a predación, con lo cual su abundancia decrece desproporcionadamente en las próximas fases de su desarrollo.

Adicionalmente si los machos difieren de las hembras, la talla media para pesquerías comerciales sería desplazada hacia una dirección resultando en capturas diferenciadas de un determinado sexo y modificando la composición sexual del stock.

Otro factor que puede influenciar la proporción sexual es la disponibilidad de alimento. La actividad de la alimentación en este caso estaría influenciando el metabolismo a través de la actividad hormonal, resultando en cambios en la producción de individuos de un sexo dado. A su vez la fuerza de la clase anual a que pertenecen, al presentarse el caso de una que le proporcione mayor beneficio en su crecimiento temprano y juvenil, lo impulsará a iniciar migraciones.

Se desprende por tanto que el cambio en la proporción sexual es un resultante tanto de la interacción de elementos tecnológicos como poblacionales. Definir en detalle las causas del cambio y su evolución histórica, ha sido tema tratado en reuniones relacionadas a los programas de investigación de la PDA (Payá *et al.*, 2013) y en los talleres de exposición de los resultados encontrados en cada proyecto de evaluación de stock desovante, los cuales se realizan en la fase final de estos proyectos y es donde se



abre el tema a todos los usuarios interesados en los estudios, para recoger enfoques y opiniones que permitan enriquecer el conocimiento.

- **Edad mediana de la abundancia**

Si bien en secciones precedentes se ha ilustrado el cambio de la estructura de edades, en esta sección se incluye la "edad mediana" que presenta el recurso al alcanzar el 50% de la abundancia, a fin de poder representar el comportamiento de ésta en el transcurso del tiempo.

En merluza del sur se observa en general, que la edad mediana es menor en machos que en hembras lo que avala la diferenciación sexual propia de estos recursos en donde los machos son de estructura etaria menor que las hembras y a su vez presentan menores frecuencias o no aparecen en los estratos de mayor longevidad.

El grado de diferencia etaria que presenta el recurso se puede apreciar considerando que en merluza del sur, las edades medianas al concurrir al sitio del desove han fluctuado entre 3,7 - 13,5 años en machos y entre 8,2 y 15,2 años en hembras (**Figura 24**).

La edad mediana de la abundancia es un estimado que en merluza del sur ha fluctuado en el tiempo. Entre el período 2008 hasta 2012 presentó edad mediana ascendente dado la escasa presencia de adultos jóvenes que hubo en esos años en la zona de desove, no obstante, en la visita en 2013 a la zona de desove la edad media descendió registrándose en 8,6 y 12,9 para machos y hembras respectivamente. Esto señaló a los machos con la edad media más baja de la serie hasta ese momento, sin guardar la relación que se presentaba en los períodos anteriores en que si bien los machos tenían edad mediana menor que hembras estas se encontraban en un grado de cercanía que no les distanciaba más de 2 años, sin embargo, en 2013 los machos se presentaron con una diferencia de 4 años menores que las hembras.

Durante los años siguientes, si bien la edad mediana se registró en 11,3 y 10,8 en machos y en 14,7 y 13,4 en hembras, en 2014 y 2015 respectivamente, se ha mantenido una diferencia mayor a 2 años en este parámetro entre los sexos que se conglomeran al proceso reproductivo.

La característica mencionada que alude a la diferencia entre edades medianas según sexos al momento de visitar el área de desove, marcó durante 2016 una diferencia notable en la serie, intensificándose la diferencia de la edad mediana entre machos y hembras (aproximadamente siete años de diferencia). En 2016 se registró el valor histórico más bajo en machos, hasta ese momento, tomando un valor de edad mediana de 6,0 el cual al año siguiente sube a 8,4 años en la abundancia 2017 y a 10,5 en 2018, lo que refleja a los machos como el sexo que presenta mayor variación en este parámetro. En hembras en cambio, este parámetro mantiene valores más estables, si bien tiene una leve baja en el período 2014 – 2017, en 2018 toma un valor de 14,1, lo que indica que la edad mediana se mantiene dentro de los valores históricos observados.



En 2019 se aprecia una edad mediana que señala que tanto machos como hembras presentan este parámetro en edad más jóvenes (8,2 y 10,5 respectivamente) que el año precedente y más jóvenes aún se presentan en 2020 y 2021 en que toman valor de edad mediana 5,0 y 3,7 en machos y 9,8 y 8,2 en hembras lo que constituye los menores valores registrados en edad mediana para la zona evaluada del stock parental.

- **Edad y estados de madurez macroscópicos.**

Se presenta la fracción de peces maduros en relación a la edad observada, incluyendo los resultados de los cruceros de investigación realizados en similares condiciones y época del año (Lillo *et al.*, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017 y Legua *et al.*, 2018, 2019 y 2020), junto a los resultados que entrega la información analizada del crucero de investigación 2020, en que se prospectó la zona.

Lo que se entrega a continuación corresponde a ajustes de curvas edad versus estado de madurez procedente de observaciones macroscópicas de las gónadas y se debe considerar que existe un alto grado de concordancia entre la clasificación de peces “maduros” ó “inmaduros” de acuerdo a las estimaciones que se realiza mediante observación macroscópica y observación microscópica de las gónadas. Estas observaciones altamente concordantes ($\approx 90\%$), indican que la clasificación macroscópica es avalada por la clasificación microscópica/histológica en el rango de clasificación dicotómico de peces maduros e inmaduros. Lo anterior se refiere al sexo hembras, ya que en machos no se realiza estudio histológico de las gónadas.

Respecto de la fracción de peces maduros que se presenta anualmente en la época de los cruceros de investigación del stock desovante, período 2000 – 2021, se presenta la serie de estimaciones históricas de $GE_{50\%}$ anuales, a fin de disponer de parámetros/ajustes por año que permitan aplicarlos al cálculo de biomasa/abundancia desovante y tenerlo de referencia para uso en posibles escenarios para los estudios que se desarrollan a fin de caracterizar el estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de merluza del sur (Pérez y Quiroz, 2018).

El año 2000 correspondió al primer período en que se recolectó muestreos específicos para estudio de edad en los cruceros de investigación del stock desovante en la zona sur austral. La clasificación de las edades junto con los estados de madurez que presentaban los peces, muestra que para machos el $GE_{50\%}$ fue GE X y en hembras la madurez al 50% correspondió al GE XIII, **Figura 25, Tabla 15.**

En los años consecutivos, la fracción de machos maduros (FMM) en un 50%, ha presentado una variabilidad en el período estudiado que oscila entre las edades 7 a 12. Las hembras en cambio, alcanzan su madurez (50%, FHM) a edades mayores, registrándose en la serie histórica un rango de edad en que alcanzan el 50% de madurez entre las edades 11 a 14.



Para el estudio en base a los datos recolectados en el crucero de investigación 2021 la FMM presentó $GE_{50\%}$ en el GE XI para machos (longitud promedio 74,9 cm) y en el $GE_{50\%}$ XIII para hembras (longitud promedio 79,9 cm), **Figura 25, Tabla 15.**

Si se tiene en consideración el valor resultante de $GE_{50\%}$, como un referente, para comparar la abundancia bajo y sobre este nivel, se aprecia que en los últimos años que se visitó el área en la época de desove, se presentan notables diferencias. En la información del crucero efectuado en 2013 los grupos de edad en que se presentan el 50% de peces maduros fue $GE_{50\%}$ XI en machos y $GE_{50\%}$ XIV en hembras. Dado ello, con la abundancia identificada en ese período, los machos con $GE \geq XI$ constituyeron un 34% y las hembras con $GE \geq XIV$ conformaron un 49%. Estas fracciones indicaron un stock desovante mixto con elevado componente de peces inmaduros y con la particularidad de estar en presencia de escasa proporción de machos de los grupos de edad mayores (sobre GEXIII).

Para 2014, la abundancia de stock parental que corresponde a peces maduros se presentó en una fracción de 89% para machos ($\geq GE_{50\%}$ X) y 83% de hembras ($\geq GE_{50\%}$ XII), observándose (a diferencia del año anterior) un stock parental en el área de desove principalmente compuesto por peces maduros.

En 2015, si bien machos estuvo compuesto por peces principalmente maduros (95% de la abundancia $\geq GE_{50\%}$ IX), en hembras, dada su estructura etaria, en que existe mayor componente a edades menores, sólo el 67% de la abundancia correspondió a peces de edad por sobre el grupo en que se encuentra maduro en un 50% ($\geq GE_{50\%}$ XII)

Durante 2016 y 2017 se registró $GE_{50\%}$ en machos en el GEXII y en hembras en GEXIV, se pudo apreciar niveles muy altos de peces inmaduros en 2016, alcanzando en machos un 76% de la abundancia y un 50% de hembras. Para 2017, estas fracciones de peces inmaduros se presentaron con valores muy similares al año anterior, siendo 76% y 56% de la abundancia respectiva de cada sexo que se encontraba en la fracción inmaduros, bajo el $GE_{50\%}$. Por lo que al presentar en 2017 un 24% de peces machos maduros y un 44% de hembras maduras indicó que se estuvo frente a un escenario atípico para una época considerada de alto desove. Este aspecto cambió en 2018, en donde los $GE_{50\%}$ en machos se presentó en el GEXI y en hembras en GEXIII, lo que indicó una fracción más alta de peces maduros participando en el proceso reproductivo, 55% y 67% respectivamente, esto representa una fortaleza para las clases anuales que nacen en el 2018 y que son aquellas que de mediar características de medioambiente normales se verán reflejadas, al paso de los años, como padres en la estructuras de futuros cruceros de investigación.

En 2019, en que los $GE_{50\%}$ para machos y hembras correspondieron a GE XI y XII, la fracción de peces maduros fue 28,8% y 43,8% respectivamente, en cambio en 2020, aun cuando el $GE_{50\%}$ se registró en los mismos grupos de edad que el año anterior, al presentar este último año una estructura de la abundancia con una elevada composición de jóvenes, implica que la fracción madura es representada por menores registros que corresponden a 17% de machos y 40% de hembras. Menor proporción de peces maduros se registró en 2021, en que la abundancia del stock de peces mayores a la edad de madurez de 50% fue de 12% y 25% respectivamente, mostrando el efecto de la marcada abundancia de peces jóvenes presentes en la zona evaluada.



Una vista conjunta de las curvas de edad - madurez para el período 2000 – 2021 se presenta en la **Figura 26**. Para facilitar la visualización de las curvas, la representación de los tres últimos años se dispuso en las figuras de la columna izquierda (**Figura 26A**), en donde se aprecia que los machos y hembras tienen curvas muy similares manteniéndose el $GE_{50\%}$. La columna de gráficos de la derecha (**Figura 26B**) representa el desplazamiento de $GE_{50\%}$ en los diferentes años, este parámetro oscila entre la edad 7,2 a 11,9 para machos y entre 10,5 y 14,3 para hembras. El $GE_{50\%}$ no presenta tendencia y su oscilación responde a la conformación del stock que se reúne a desovar, cuyo cambio en la serie histórica de la estructura del stock por tallas y edad se señaló en párrafos anteriores.

5.3 Objetivo específico 3.

Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.

Sección merluza del sur.

5.3.1 Estadios de madurez sexual (EMS)

El análisis de los estadios de madurez sexual mostró que un 37% del total de hembras correspondieron a hembras inmaduras (EMS 1 y 2), mientras que un 27% del total de hembras correspondieron a hembras en maduración (EMS 3). Por otra parte, las hembras en proceso de desove activo (EMS 4 y 5) alcanzaron a un 27%. Aunque el porcentaje de hembras inmaduras es alto, el bajo porcentaje de hembras desovadas (10%) permiten concluir que el proceso de desove estaba en pleno desarrollo (**Figura 27**).

Al analizar los estadios de madurez sexual de acuerdo a la longitud total de las hembras, se observó que hasta el grupo de longitud de 60-69 cm LT, la gran mayoría correspondió a hembras inmaduras, es a partir del grupo de 70-79 cm LT en donde ya se pudo encontrar junto a los individuos inmaduros la presencia en mayor cantidad de otros estadios de maduración gonadal, lo que indica que en ese rango de longitudes se ubica la talla media de madurez sexual (**Figura 28**).

5.3.2 Análisis histológico de las gónadas

El análisis histológico de las muestras permitió comparar los resultados obtenidos mediante la observación microscópica y así obtener una clasificación de estadio de madurez más certera. Se evaluaron por esta metodología muestras representativas de los diferentes estadios de desarrollo gonadal y se seleccionaron muestras que presentaron características que complicaban su clasificación. Además, fueron incluidas para el análisis mediante esta técnica ejemplares que presentaran longitudes cercanas a la talla media de madurez.

La clasificación por estadios se realizó según la escala de madurez que se muestra en la **Tabla 5**, que ha sido aplicada para determinar el grado de madurez ovárica en peces teleósteos. Se presentan imágenes de cortes histológicos correspondientes a los estadios virginal, inmaduro y post desove (**Figura 29**, **Figura 30**, **Figura 31**).



5.3.3 Índice gonadosomático (IGS)

Para el cálculo del IGS se utilizaron los pesos de las gónadas obtenidos en el laboratorio como también el registro de pesos gonadales tomado en terreno, siendo ambos valores similares, con un valor de R^2 de 0,99 para la regresión entre el peso gonadal en el buque y en el laboratorio (**Figura 32**).

El IGS en la merluza del sur presentó un valor promedio ($\pm$ desviación estándar) de $5,0 \pm 5,3$ y con valores individuales extremos de 0,10 y 34,04. Para relacionar el estadio reproductivo de las hembras con los valores del IGS, se analizaron los datos conforme al EMS de los ejemplares y se determinó la manera en que estos valores cambian entre peces inmaduros y maduros. En los peces con gónadas inmaduras (EMS 1 y 2) el IGS promedio alcanzó a 0,73. En cambio, en los EMS más avanzados el IGS alcanzó un valor de 5,88 en el EMS 3, llegando a un valor de 14,16 en el EMS 5 reflejando el proceso de hidratación experimentado por las gónadas (**Figura 33**), al contrario de lo que ocurre en el EMS 6, en donde el IGS bajó a un valor de 2,43 dado por el estado de desove en el que se encuentran las hembras. Aunque los datos no presentaron una distribución normal, se consideró que el número de observaciones fue suficientemente grande (e. g., 100 o más observaciones, STATISTICA 7.0), para aplicar un análisis ANOVA a los datos. Los resultados indicaron que existieron diferencias significativas entre los valores del IGS para los diferentes EMS, con $F=306,9$; $gl=804$; $p=0,00$. El test post hoc de Tuckey HSD mostró que estas diferencias no eran significativas al comparar entre los EMS 1 y 2.

Al analizar la relación entre la talla de los peces y el valor del IGS con las hembras agrupadas en grupos arbitrarios de longitud total, se pudo observar para el IGS valores promedio menores a 0,9 hasta el grupo de 60-69 cm LT. En el grupo de 70-79 cm LT, que corresponde al rango de tallas en que históricamente se ubica la talla media de madurez sexual, se produjo un aumento del IGS, con un promedio de 2,53. En las tallas siguientes, el IGS aumentó su valor, llegando en promedio a 10,93 en el grupo de 100-110 cm LT (**Figura 33**). Al aplicar un ANOVA a las distribuciones, se observó la existencia de diferencias significativas para los valores de los IGS en los distintos grupos de longitud ($F=69,33$; $gl=802$; $p=0,00$). La aplicación del test post hoc de Tuckey HSD arrojó como resultado que hasta el grupo de 70-79 cm LT las diferencias no fueron significativas. Por otra parte, se encontraron diferencias significativas de los grupos de tallas mayores 80-89, 90-99 y 100-109 cm LT, con respecto a los grupos de longitudes más pequeños.

5.3.4 Índices de la actividad reproductiva

Para detectar las variaciones en la actividad reproductiva de hembras adultas de merluza del sur (EMS 3, 4, 5 y 6) en una pequeña escala de tiempo, se analizaron los datos de EMS e IGS agrupados en dos periodos, considerando las fechas en que se realizaron los lances de prospección. Mostrando ambos periodos un IGS similar dado por la alta presencia de hembras maduras y la escasa presencia de hembras desovadas. Los índices de actividad reproductiva de merluza del sur entre el 7 y 20 de agosto, mostraron que la prospección se realizó en plena época de desove (**Tabla 16**).



5.3.5 Talla media y edad media de madurez sexual.

Se realizó la estimación de la talla media de madurez sexual en merluza del sur con datos que incluyeron clases de talla entre los 33 y 106 cm LT. La información se procesó y se ajustó la ojiva de madurez de acuerdo a un modelo lineal generalizado dando como resultado una LT de 73,1 cm, con límites de confianza del 95% iguales a 72,7 y 73,5 cm LT ($b_0 = -28.4681$; $b_1 = 0.3895$; suma de los cuadrados residuales 0.2322; error estándar residual = 0.05887 con 67 gl.).

La proporción de individuos maduros y límites de confianza se presentan en la **Tabla 17** y el ajuste se muestra en la **Figura 34**, en este gráfico se puede apreciar que los valores se presentaron cerca de la curva estimada, sin existir puntos que se alejaran de manera notoria de la estimación. En la **Tabla 18** se pueden apreciar las estimaciones obtenidas entre los años 2012 y 2021 pudiendo observarse la variabilidad que ha presentado este parámetro.

Se estimó la edad media de madurez sexual con datos que comprendieron grupos de edad entre GE I y XXII. La información se ajustó a un modelo lineal generalizado obteniéndose un GE 50% en el GE 10,5 con límites de confianza del 95% iguales a 10,2 y 10,8 ($b_0 = -9.4445$; $b_1 = 0.9009$; suma de los cuadrados residuales = 0.04617; error estándar residual = 0.04929 con 19 gl.). La proporción de individuos maduros por grupo de edad se presenta en la **Tabla 19**.

Los resultados obtenidos en la estimación de $GE_{50\%}$, corresponden a un parámetro que no presenta tendencia y que sólo representa al stock desovante. Los valores muestran que el análisis por el método microscópico es menor en comparación con el método macroscópico, señal que indica que esta forma de análisis es más precisa al permitir observar condiciones en la gónada que no se aprecian a simple vista.

5.3.6 Fecundidad

La estimación de la fecundidad se realizó considerando el análisis de las gónadas y de los ovocitos presentes en éstas tras la observación al microscopio de cada una de las muestras recibidas. Teniendo en consideración esto, fueron excluidas de la estimación aquellas gónadas maduras que presentaran señales de que el proceso de desove ya se había iniciado al momento del lance, descartándose aquellas que presentaran ovocitos hidratados.

Otro criterio de selección aplicado fue la selección de las gónadas que presentaran ovocitos de diámetros mayores a 0,80 mm, de modo que quedaran fuera de la selección aquellas gónadas que presentaran un estado de maduración inicial, puesto que en estas es común que no se pueda separar la moda más avanzada de ovocitos. Cumpliendo con estas condiciones, se trabajó con 83 muestras de merluza del sur para calcular la estimación, los resultados de fecundidad modal fueron ajustados al peso corporal y a longitud total obteniéndose un mejor ajuste al utilizar un modelo potencial para ambas variables con valores de R^2 de 0,44 y 0,39 (**Figura 35**) respectivamente. La estimación de la fecundidad modal promedio $\pm$ la desviación estándar fue $2.603.427 \pm 1.152.323$, en tanto que la fecundidad media del total de la muestra fue $2.487.437 \pm 369.356$. En la **Tabla 20** se presentan las estimaciones obtenidas en



estudios anteriores y la del presente estudio. Al respecto el valor de fecundidad modal promedio obtenido en este estudio es similar a lo observado en los otros años. El resultado obtenido para la fecundidad relativa promedio, es decir el número de ovocitos por gramo de peso total menos el peso de la gónada fue 547 ± 165 ovocitos.

No obstante, la escasa variabilidad de los resultados obtenidos entre estimados de fecundidad, en términos relativos, se considera que la fecundidad media del total de la muestra es de mayor representatividad, ya que se incluye un número mayor de observaciones y en general, un rango mayor de tallas. Aunque el resultado obtenido en el presente estudio refleja una disminución respecto al año anterior, se mantiene dentro de los márgenes obtenidos para este parámetro en los últimos años de estudio.

5.4 Objetivo específico 4.

Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio. **Sección merluza del sur.**

Durante el crucero fueron capturadas e identificadas un total de 19 especies. La fauna presente en la zona de estudio está compuesta, principalmente, por dos especies: merluza de cola y merluza del sur. Ambas especies representaron un 95,3% de la captura obtenida en la zona, seguidas en importancia por merluza de tres aletas, cojinoba moteada, tollo sargento, congrio dorado y reineta. Otras especies estuvieron presentes en baja proporción, representando el 0,3% de la captura total obtenida durante el crucero (**Figura 36**). La fauna acompañante de merluza del sur, durante el crucero estuvo compuesta en 93,8% por merluza de cola, 4,0% merluza de tres aletas, 0,8% cojinoba moteada, 0,5% tollo sargento, 0,3% congrio dorado, 0,3% de reineta y 0,3% restante que agrupa especies como tollo negro, tollo de cachos, jibia, raya volantín, anguila espinosa, pejerrata entre otras, además de varias especies de mictófidios y peces mesopelágicos. (**Figura 37**).

Según la división del área de estudio, merluza de cola y merluza del sur, son las principales especies presentes en cada una de las subzonas, en la subzona 1 se observó una alta presencia de merluza de cola (82,0%), por sobre la merluza del sur (15,7%), similar a lo observado en la subzona 2 (merluza de cola 68,8%, y merluza del sur 29,7%), en la subzona 3 la participación fue de 46,2% para merluza de cola y 28,7% para merluza del sur, observándose una disminución de merluza de cola al avanzar en la distribución desde el norte hacia el sur, mientras que la merluza del sur se mantuvo dentro de rangos similares en las tres subzonas. La especie merluza de tres aletas estuvo escasamente representada en las zonas 1 y 2 sin embargo, en la subzona 3, se observó una mayor representatividad alcanzando un 22,3% (**Figura 38a**). En la subzona 1 la especie con mayor participación fue el tollo sargento con un 0,70%, siguiéndole en importancia, cojinoba moteada la cual aparece como la especie más recurrente de la fauna acompañante con aportes de entre 0,49% a 1,92%, mientras las otras especies capturadas presentan valores de participación en torno al 0,4% para la subzona 1, 0,1% para la subzona 2, y 0,2%



para la subzona 3. Destaca además la subzona 2 como la fracción con mayor abundancia de especies. (Figura 38b).

En la zona de estudio, la profundidad media de la distribución batimétrica de los recursos estuvo en torno a 327,5 m. El rango de distribución batimétrico varió entre 205 y 417 m. Merluza del sur se localizó a una profundidad media de 322 m, mientras que su fauna acompañante se observó a una profundidad media de 325 m. Al relacionar la distribución latitudinal y batimétrica de merluza del sur, se observa que en la zona norte del área de estudio esta especie se asocia a veriles de profundidad entre los 300 y 350 m, y levemente superiores a 350 m, lo cual cambia más al sur encontrándose en aguas más someras con mayor ocurrencia entre los 250 y 350 m de profundidad en latitudes entre 45° y 46°S. La fauna acompañante de esta especie se asocia de igual forma que merluza del sur, con mayor ocurrencia a los veriles entre 300 y 400 m de profundidad (Figura 39).

5.4.1. Parámetros comunitarios

La identificación de asociaciones entre especies en la zona se llevó a cabo por medio de técnicas multivariadas, como son, análisis de clasificación por conglomerados (*cluster analysis*) y de ordenación (NMDS). Ambas técnicas trabajan sobre una matriz de abundancia relativa de las especies más representativas, en términos de la ocurrencia de éstas en los cruceros efectuados desde el año 2000 al 2021. En los análisis las especies se agruparon por: cruceros, cruceros-subzonas y cruceros- veril de profundidad.

- **Cruceros**

El análisis de clasificación identifica cuatro grupos con niveles de similitud superiores a 70% (Figura 40). El grupo 1 contiene a los cruceros realizados los años 2003, 2004, 2008 y 2009. El grupo 2 está formado por los cruceros realizados durante los años 2000, 2001, 2002. El grupo 3 contiene los cruceros realizados en los años 2007, 2010 y 2011. El grupo 4 incorpora a los cruceros realizados en, el año 2005 y entre los años 2012 y 2021. El análisis de ordenación muestra concordancia en la formación de estos grupos, en relación a los resultados obtenidos en la serie de años estudiados, al mismo tiempo, se observa el alto grado de coincidencia que existe al interior de cada grupo (Figura 41a).

Desde el punto de vista de la fauna asociada a los conglomerados, se observa que el conglomerado 1 está caracterizado por años en que la presencia de jibia (dgi) fue predominante por sobre otras especies recurrentes, el grupo 2 está caracterizado por la presencia mayoritaria de las especies principales, merluza del sur (mau) y merluza de cola (mma), especies dominantes en los años 2000 al 2002, junto a cojinoba azul y ploma (ser), en el grupo 3 se observa una baja participación de especies acompañantes y una alta participación de merluza de cola y del sur donde la única especie de fauna acompañante que se mantiene durante los 3 años es reineta (bau), el grupo 4 congrega principalmente a los últimos años de la serie, en los cuales toman relevancia reineta (bau), y sierra (thy), calamar (lgh) individuos de un claro comportamiento pelágico, además de congrio dorado (gbl), y tollo (sqa), especies demersales de importancia en esta serie de años. Al interior del grupo 3 se observan 2 subgrupos importantes uno para



los años anteriores a 2015 y otro para los posteriores, en el primero de estos (2005 + 2012 a 2015) se observa una alta presencia de especies como merluza de tres aletas (mia), brótula (sau), y jibia (dgi), estas últimas 2 especies desde el 2015 en adelante, aparecen en una muy baja frecuencia. (**Figura 41b**).

- **Cruceros-Subzonas**

El resultado gráfico del análisis por clasificación identifica tres grupos con niveles de similitud superiores al 60%. El grupo 1 se compone de las 3 subzonas para los años 2000 al 2002 y 2007, años que muestran similitud dada la alta presencia de las especies principales merluza de cola (mma), y merluza del sur (mau), además de congrio (gbl) y cojinobas (ser).

El grupo 2 reúne principalmente a las subzonas 1 y 2 de los años 2003, 2004, 2008, 2009, 2011, 2014 y 2015, los cuales se caracterizan por la presencia de reineta (bau), jibia (dgi), cojinobas (ser), además de merluza de cola y merluza del sur, con una ausencia casi absoluta de merluza de tres aletas (mia).

El grupo 3 se compone por diversas similitudes entre las tres subzonas establecidas desde el año 2007 a 2021 principalmente, el cual congrega para los últimos 10 años de la serie mayor diversificación en la cantidad de especies observadas en los lances, mayor presencia de especies de características pelágicas, y una constante presencia de merluza de tres aletas, aunque con bajos valores en algunos años, pero más presente que en los años previos al 2007(**Figura 42**).

El análisis de ordenación muestra la equivalencia que existe en la formación de los tres conglomerados, en cuanto a su, continuidad espacial y niveles de similitud (**Figura 43a**). La fauna que integra al primer conglomerado se caracteriza por ser principalmente merluza de cola (mma) y merluza del sur (mau), además de congrio (gbl) y cojinobas (ser), especies que para los primeros años de la serie eran las más características y abundantes en las capturas, el segundo grupo se caracteriza por la presencia de jibia y reineta, el tercer grupo que representa a los años más actuales de la serie, muestra una incidencia significativa de especies de hábitos pelágicos y mesopelágicos, como sierra (thy), mictófidios (mic), calamares (lgh), además de los demersales brótula (sau), tollo (sca) y congrio dorado (gbl), esta última especie que es compartida en parte con el primer conglomerado (**Figura 43b**).

- **Cruceros-Veril**

El análisis de clasificación discrimina tres grupos con similitudes superiores a 50%, para este nivel de semejanza, el grupo 1 reúne solo 3 observaciones, el cual se caracteriza por poca presencia de especies, tanto principales como recurrentes, observándose solo algunos ejemplares de merluza del sur (mau) contrastando con una alta presencia de jibia (dgi). El grupo 2 presenta variadas asociaciones internas en los grupos que las componen y a distinto nivel de similitud, en donde la distribución batimétrica indica que los más representados son los veriles 2, 3, y 4 los cuales representan profundidades entre los 200 y los 400 m, donde si bien se dan distintas asociaciones faunísticas, éstas son las más comunes para el área de estudio, las cuales tienen como base, la presencia de merluza de cola y merluza del sur, en la totalidad de las observaciones de este grupo, sumando además la presencia de merluza de tres aletas, en más del 80% de las observaciones. El grupo 3 reúne a los veriles 2, 4 y 5 principalmente de los años



2011, 2013, 2015, 2017, 2020 y 2021, donde las especies dominantes en estos veriles son las merluzas del sur, de cola y de tres aletas principalmente, y casualmente acompañadas por reineta (bau), y cojinobas (ser), como fauna recurrente principal. (**Figura 44**).

El análisis de ordenación da una mejor visión del nivel de similitud que existe entre los conglomerados (**Figura 45a**). Es así como el grupo 2 reúne a la mayoría de veriles y especies, mientras el grupo 1 representa algunas observaciones poco usuales para la serie de años como ya se mencionó, a pesar de ello se observa que, la fauna que caracteriza los conglomerados, indica que las especies se distribuyen en todo el rango de profundidad. Sin embargo, es posible diferenciar dos grupos de especies, uno que se localiza con mayor frecuencia a profundidades mayores de 300 m, con merluza del sur (mau), merluza de cola (mma), congrio dorado (gbl) y merluza de tres aletas (mia) eventualmente, y un segundo grupo que lo componen especies que se asocian a menores profundidades, en torno a los 200 m, destacando las especies reineta (bau), cojinobas (ser), calamar (lgh) y jibia (dgi). (**Figura 45b**).

5.5 Objetivo específico 5.

*Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registradas acústicamente en el área de estudio. **Sección merluza del sur.***

Se procesó y analizó un total de 60 agregaciones de merluza de cola, 35 agregaciones de merluza del sur y 114 agregaciones que representan una mezcla de ambas especies. Esta información proviene de las transectas de prospección acústica del crucero de agosto del 2021. Se entregan los estadísticos estimados de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones registradas durante el crucero (**Tabla 21**).

5.6.1 Agregaciones mezcladas de merluza del sur y merluza de cola

5.6.1.1 Resultados generales descriptivos

Se procesó y analizó un total de 114 agregaciones de merluza de cola y merluza del sur consideradas en su conjunto. Se entregan los estadísticos estimados de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones registradas durante el crucero en la **Tabla 21**.

a) Descriptores morfológicos

En la **Tabla 21** se observa que los descriptores de forma, muestran una fuerte variabilidad expresada en coeficientes de variación superiores al 1% en todos los descriptores, con la excepción de la dimensión fractal que presenta la menor variabilidad con un CV=0,08%. El largo medio de las agregaciones fue de 1.260 m, con mediana en 698 m, comprendido en el rango 14 a 8.754 m (CV =1,19%) y una altura media



de 28,7m con mediana en 15,3 m, lo que resulta en una elongación media de 84,4 (CV=1,63%). Los valores medios del perímetro y del área fueron de 25.177 m y 43.339 m², respectivamente, lo que se ve reflejado en un valor medio de la dimensión fractal de $1,7 \pm 0,1$.

b) Descriptores batimétricos

La profundidad media en que se ubicaron las agregaciones fue de 353,4 m $\pm$ 114,5 m y CV=0,32, distribuyéndose en la columna de agua entre los 150,1 y 768,4 m de profundidad con mediana en 342,4 m. En relación al fondo, este osciló entre 156,4 y 1.000 m, con promedio en $498 \pm 186,6$ m, mediana en 459,6 m y CV= 0,38. El descriptor Índice de altura, registró en promedio un 23,2% (CV=0,97), variando la distancia de las agregaciones al fondo entre un 0,1% y 79,6% de la profundidad de este (**Tabla 21**).

c) Descriptores de energía

Los valores de NASC de estas agregaciones fluctuaron entre 103 y 342.638 m²/mn² con un valor medio de 7.169 ± 38.942 m²/mn² y mediana en 373 m, mientras que la densidad acústica varió entre 1,4 y 2.928,6 con un promedio de $49,6 \pm 286,2$ y mediana en 5,1 NASC/m². Estos dos descriptores presentan la variabilidad más alta, con valores de CV=5,43 y CV=5,78, respectivamente (**Tabla 21**).

5.6.1.2 Resultados de los descriptores según zonas de cañones, latitud y profundidad.

a) Zona de cañones

De las 114 agregaciones registradas, el 87,7% de ellas se ubicaron en la zona fuera de cañones mientras que solo el 12,3% lo hicieron en la zona dentro de cañones (cañón Ipún y cañón Taitao). Los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos, mediana y CV de los descriptores se entregan en la **Tabla 22**. En la **Figura 46** se entregan el valor promedio y la mediana de los estimadores.

Los valores medios de los descriptores morfológicos largo, alto, perímetro y área son mayores en la zona dentro de cañones a excepción de los descriptores elongación y dimensión fractal que poseen mayores valores medios fuera de los cañones, observándose en esta última zona mayores valores de CV. La mediana presenta igual comportamiento que la media, excepto en la elongación, si bien todos sus valores están por debajo de la media (**Tabla 22** y **Figura 46**).

Todos los valores medios de los descriptores batimétricos son levemente superiores en la zona dentro de cañones, con valores de CV bajos en ambas zonas. La mediana se comporta de igual forma que la media, con todos sus valores por debajo de esta (**Tabla 22** y **Figura 46**).

En el caso de la energía, el valor medio del NASC es levemente superior en la zona fuera de cañones con un alto CV=5,72%, mientras que la densidad de área es notoriamente mayor fuera de los cañones asociado a una alto CV=5,50%. La mediana si bien en ambos descriptores esta por debajo de la media, tiene un



comportamiento contrario en el caso del NASC (es mayor dentro de cañones) y es prácticamente similar para ambas zonas en el caso de la densidad de área (**Tabla 22 y Figura 46**).

La **Tabla 23** entrega los resultados de la Andeva al desagregar las agregaciones según su ubicación en “zona dentro de cañones” y en “zona fuera de cañones”. En esta tabla se observa que todos los descriptores analizados, exceptuando el alto, el perímetro y el área, aceptan la hipótesis de igualdad de estas variables en ambos casos, lo que indica que no hay diferencias significativas de estos descriptores tanto dentro como fuera de los cañones.

Los resultados obtenidos al analizar las 14 agregaciones registradas en los cañones 1 (Ipun) y 3 (Taitao), se presentan en la **Tabla 24**, en las cuales se observa que el mayor registro de agregaciones (64,3%) fue en el cañón 1, mientras que en el cañón 3 hay 5 agregaciones (35,7%) y ningún registro en el cañón 2.

El valor medio del largo es levemente superior en el cañón 1, mientras que el valor medio del alto es mayor en el cañón 3, lo que incide en que la media de la elongación sea levemente mayor en el cañón Ipun. Los descriptores perímetro, área y dimensión fractal son mayores en el cañón 1, si bien, en general se observan los mayores valores de CV en este cañón. La mediana se comporta de igual forma que la media en el alto y en la dimensión fractal con valores por debajo de ella, mientras que en el largo, elongación, perímetro y área difiere con valores por debajo y por sobre la media (**Tabla 24 y Figura 47**).

El descriptor batimétrico profundidad del cardumen es mayor en el cañón Ipun, mientras que el valor medio del fondo es similar entre ambos cañones, lo que resulta en que el índice de altura es mayor en el cañón 3, indicando que las agregaciones se ubican más lejos del fondo en el cañón Taitao y más cercanos a él en el cañón Ipun, observándose en ambos cañones bajos valores de CV. La mediana, tanto en profundidad de cardumen como en índice de altura, se comporta igual que la media con valores por debajo y sobre ella, respectivamente. En cuanto al fondo la mediana es menor en 50 m en el cañón 1 en relación al cañón 3 (**Tabla 24 y Figura 47**).

En relación a los descriptores de energía, se observa que, en ambos, el mayor valor medio se registró en el cañón 1, con valores de CV mayores en este cañón. Para el NASC la mediana se comporta distinta a la media y en la densidad de área sigue la tendencia de esta, con valores por debajo de ella (**Tabla 24 y Figura 47**).

La resultante de comparar estadísticamente, los valores por cañón, se entrega en la **Tabla 25**, de ésta se desprende que solo los descriptores profundidad del cardumen e índice de altura presentan diferencias significativas entre cañones por lo que rechazan la hipótesis de igualdad. Los restantes descriptores aceptan la hipótesis nula no presentando diferencias estadísticas significativas entre los distintos cañones.

b) Sub-división latitudinal

El análisis latitudinal aplicado históricamente en el área de estudio consta de tres subzonas dentro de las cuales se encuentra un cañón. El mayor número de agregaciones se registró en la subzona 3 (44,7%), seguido de las subzonas 2 (28,1%) y 3 (27,2%).



Zona	Límite latitudinal
1	42°00' S – 44°29' S
2	44°30' S – 45°29' S
3	45°30' S – 47°29' S

Los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos y CV de los descriptores para las agregaciones detectadas y separadas por zonas se entregan en la **Tabla 26** y en la **Figura 48**, se observa el valor de la media y de la mediana de estos descriptores en cada subzona.

Los descriptores de forma largo, perímetro y área disminuyen su valor medio desde la subzona 1 a la 3, mientras que la media del alto es mayor en la subzona 2 lo que incide que la elongación sea menor en esta subzona y que la dimensión fractal aumenta progresivamente desde la subzona 1 a la 3. En estos descriptores se observa, en general, alta variabilidad en todas las subzonas a excepción de la dimensión fractal. La mediana presenta igual comportamiento que la media con valores en general bajo ella, excepto en el caso del alto (**Tabla 26** y **Figura 48**).

La profundidad del cardumen es similar en las subzonas 1 y 2 con una media en torno a los 375 m, siendo menor en la subzona 3 (325 m), mientras que la media del fondo es menor en la subzona 2 y mayor en la 3, situación que se repite con el índice de altura, cabe mencionar que estos descriptores están asociados a baja variabilidad en todas las subzonas. La mediana se comporta de igual forma que la media con valores por debajo de ella (**Tabla 26** y **Figura 48**).

Para los descriptores de energía se observa que el NASC disminuye progresivamente desde la subzona 1 a la 3, mientras que la densidad de área se comporta todo lo contrario, aumentando su valor medio desde la subzona 1 a la 3, si bien estos descriptores presentan alta variabilidad en todas las subzonas. En el caso de la mediana se observa, para ambos descriptores, que su valor es similar en cada subzona manteniendo un valor muy por debajo de la media en las subzonas 1 y 2 (NASC) y en la subzona 3 (densidad de área) (**Tabla 26** y **Figura 48**).

El análisis de ANDEVA estableció que los descriptores largo, perímetro, área, profundidad del fondo e índice de altura, rechazan la hipótesis nula, lo que indica que estos descriptores presentan diferencias significativas entre subzonas, por otro lado los descriptores alto, elongación, dimensión fractal, profundidad del cardumen, NASC y densidad de área aceptan la hipótesis de igualdad, lo que indica que estos descriptores no presentan diferencias estadísticas significativas entre subzonas (**Tabla 27**).

c) Sub-división según profundidad del fondo

La **Tabla 28** entrega los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos y CV de los descriptores para las agregaciones detectadas según rango de fondo. El mayor número de registros correspondió al



rango $\geq 500\text{m}$ con el 43% de las agregaciones observadas, seguido de los rangos 400-499m (23,7%), 300-399m (22,8%), 200-299m (8,8%) y 100-199m (1,8%).

Sin considerar el rango 100-199m, se observa que el valor medio del largo es similar en todas las profundidades con una leve superioridad en los 300-399 m. El descriptor alto aumenta progresivamente con el fondo, lo que resulta en una elongación que alcanza el mayor valor en los 300-399m para ir disminuyendo a profundidades mayores. El perímetro aumenta con la profundidad, mientras que el área tiene su menor valor en 200-299m hasta alcanzar el mayor valor medio en los 300-399m para disminuir a profundidades mayores, lo que incide en que la dimensión fractal aumenta con la profundidad, observándose, en general, que estos descriptores presentan alta variabilidad a profundidades mayores a los 300m con excepción de la dimensión fractal. En relación a la mediana, esta se comporta similar a la media en el largo, alto y perímetro con valores bajo ella, mientras que en la elongación, área y dimensión fractal presenta diferencias con la media con valores por debajo y sobre ella (**Tabla 28** y **Figura 49**).

Los descriptores batimétricos aumentan según aumenta la profundidad del fondo y las agregaciones están más cerca del fondo en el rango 200-299m y más alejadas de este en rango $\geq 500\text{m}$. En general, estos descriptores presentan baja variabilidad. En el caso de la mediana esta se comporta de igual forma que la media con valores similares a ella (**Tabla 28** y **Figura 49**).

En cuanto a los descriptores de energía se observa que el mayor valor medio del NASC es en el rango 300-399m, con un valor cercano a los 25.000 m^2/mn^2 muy superior a los registrados en otras profundidades, mientras que la densidad de área es mayor en el rango $\geq 500\text{m}$ (118 NASC/ m^2), seguido del rango 200-299m (65 NASC/ m^2), estos descriptores, en todas las profundidades, presentan altos coeficientes de variación. En relación a la mediana, se observa que esta tiene valores similares en los distintos rangos de profundidad, con comportamiento distinto a la media y con valores por debajo de esta (**Tabla 28** y **Figura 49**).

El resultado del análisis de varianza (**Tabla 29**) muestra que solo los descriptores batimétricos rechazan H_0 , es decir, estadísticamente presentan diferencias de ellos entre los distintos rangos de profundidad del fondo.

5.6.1.3 Análisis de componentes principales (ACP)

En la **Tabla 30**, se entrega la matriz de correlaciones entre las variables originales, en donde se observa que las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables largo-área ($r=0,897$), perímetro-área ($r=0,786$), largo-perímetro ($r=0,750$), fondo-índice de altura ($r=0,706$), área-NASC ($r=0,695$), dimensión fractal-NASC ($r=-0,681$) y largo-NASC ($r=0,622$).

Posterior a una aplicación exploratoria del ACP, se logró una combinación que califica como meritoria según la medida de suficiencia de muestreo (MSA) y con una buena explicación de la varianza. Esto se



logró con la exclusión de los descriptores alto, elongación, profundidad de cardumen y densidad de área, que no presentaron buenas correlaciones con el resto de los descriptores, siendo su mayor asociación con perímetro ($r=0,296$), con largo ($r=0,424$), con índice de altura ($r=-0,389$) y con índice de altura ($r=-0,148$), respectivamente. La nueva combinación alcanzó un valor del índice de Kaiser ($KMO = 0,544$) y un 89,359% de explicación de la variabilidad total.

De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, se seleccionaron los tres primeros componentes que cumplen tal condición, los cuales explicaron en conjunto el 89,359% de la variabilidad total. La **Tabla 31** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los siete componentes. La **Tabla 32** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales.

En relación a las agregaciones que resultan de la mezcla de ambas especies objetivos, se tiene que el primer componente, presenta un valor propio de 3,353 que explica el 47,896% de la variabilidad total y que asocia principalmente ($>0,65$) a las agregaciones de gran tamaño con valores mayores de área, de largo, perímetro y NASC. El segundo componente principal con valor propio igual a 1,718 el cual explica el 24,547% de la variabilidad, asocia con mejor correlación ($>0,8$) a los descriptores batimétricos índice de altura y profundidad del fondo, por último, el tercer componente principal con valor propio igual a 1,184 el cual explica el 16,916% de la variabilidad, asocia con mejor correlación ($>0,6$) a los descriptores perímetro y dimensión fractal.

En la **Figura 50** se muestra la representación gráfica de los dos componentes principales, apreciándose que las agregaciones asociadas al componente 1 presentan la característica de tener un valor alto de área, asociado a valores mayores del largo, del NASC y del perímetro que corresponden a agregaciones de suave contorno, en fondos de poca profundidad y asociados a él. El segundo componente presenta como característica agrupaciones con contorno suave, de pequeñas dimensiones de forma y de baja energía, asociadas a gran profundidad y lejos de este.

5.6.2 Agregaciones de merluza del sur

5.6.2.1 Resultados generales descriptivos

a) Descriptores morfológicos

Para las 35 agregaciones de merluza del sur detectadas, se observa en todos los descriptores morfológicos una alta variabilidad a excepción de la dimensión fractal. El largo medio de las agregaciones fue de 392,1m con mediana en 215,2m y comprendido en el rango 36,3 a 2.265,5 m ($CV=1,31\%$). El descriptor alto osciló entre 1,6 y 50,9 m, con media y mediana en 10,4 y 6,4 m, respectivamente, valores que generan una elongación media de 52,5 con $CV=1,69\%$. El valor medio del perímetro fue de 5.326 m



con $CV=2,32\%$ y del área fue de 4.934 m^2 con $CV=3,11$, lo que incide en un valor medio de la dimensión fractal de $1,8$ ($CV=0,05\%$) (**Tabla 33**).

b) Descriptores batimétricos

La ubicación media de las agregaciones de merluza del sur en la columna de agua, fue de $381,3\text{m} \pm 62,9\text{m}$ con mediana en $378,7 \text{ m}$ y $CV=0,17\%$, distribuyéndose entre los 240 y 535 m de profundidad. En relación al fondo, este varió entre $242,4$ y $940,8 \text{ m}$, con promedio en $664,6 \pm 204,4\text{m}$ y $CV= 0,31\%$. El descriptor índice de altura registró en promedio un $36,6\%$ ($CV=0,60\%$), con mediana de $45,4\%$, variando la distancia de las agregaciones entre un $0,9\%$ y $63,4\%$ en relación a la profundidad del fondo (**Tabla 33**).

c) Descriptores de energía

Los valores de NASC de las agregaciones fluctuaron entre 10 y $4.776 \text{ m}^2/\text{mn}^2$ con una media de $335 \pm 966 \text{ m}^2/\text{mn}^2$ y mediana en 25 ($CV=2,89$), mientras que la densidad de área de las agregaciones, varió entre $1,2$ y $739,1$ con media de $25,6 \pm 124,3 \text{ NASC/m}^2$ y mediana en $3,6$ con $CV=4,86\%$ (**Tabla 33**).

5.6.2.2 Agregaciones de Merluza del Sur según zona de cañones y profundidad.

Del total de 35 agregaciones de merluza del sur detectadas, el $62,9\%$ de ellas (22) se registraron en zona fuera de cañones, mientras que el $37,1\%$ restante (13) lo hicieron en zona dentro de cañón, específicamente en el cañón Ipún.

Los resultados de los valores promedios, mediana, máximos, mínimos y CV de los descriptores para las agregaciones detectadas y separadas por "zona dentro de cañones" y "zona fuera de cañones" se entrega en la **Tabla 34**. En la **Figura 51** se entregan el valor de la media y de la mediana de los estimadores. Todos los valores medios de los descriptores morfológicos, a excepción de la dimensión fractal, son mayores en la zona dentro de cañones, con valores de variabilidad mayores a los observados en la zona fuera de cañón. La mediana presenta el mismo comportamiento que la media entre zonas, excepto en la elongación donde se observa un valor mayor en la zona fuera de cañón, si bien su valor en general está por debajo de la media.

En los batimétricos el valor medio de la profundidad de la agregación es levemente mayor fuera de los cañones, mientras que la profundidad del fondo es mayor dentro de los cañones lo que se refleja en un valor medio del índice de altura mayor en esta zona ($42,2\%$), lo que indica que las agregaciones están ubicadas más alejadas del fondo en este caso. En estos descriptores, la mediana se comporta de igual



forma que la media, con valores por debajo de esta en la profundidad del cardumen y por sobre la media en los descriptores fondo e índice de altura (**Tabla 34y Figura 51**).

Para los descriptores de energía, se tiene que el valor medio del NASC es mayor en la zona dentro de cañón, mientras que el valor medio de la densidad de área, es mayor fuera de los cañones. En cambio, en relación a la mediana, para ambos descriptores, el valor es similar entre zonas, presentando valores muy por debajo de la media (**Tabla 34 y Figura 51**).

La **Tabla 35** entrega los resultados de la Andeva al desagregar las agregaciones según su ubicación en “zona dentro de cañones” y en “zona fuera de cañones”. En esta tabla se observa que todos los descriptores analizados, exceptuando el largo, aceptan la hipótesis de igualdad de estas variables en ambos casos, lo que indica que no hay diferencias significativas de estos descriptores tanto dentro como fuera de los cañones.

a) Agregaciones de Merluza de Sur según zona latitudinal.

Del total de agregaciones de merluza del sur detectadas, el 100% de ellas se registró en la zona 1 (zona de Guafo).

b) Agregaciones de Merluza del Sur según profundidad del fondo

La **Tabla 36** entrega los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos, mediana y CV de los descriptores para las agregaciones de merluza del sur, detectadas según rango de fondo. El mayor número de registros correspondió al rango ≥ 500 m (77,1% del total), seguido del rango 300-399m (17,1%). En los rangos 200-299 y 400-499m se obtuvo un único registro de agregación en cada uno de ellos.

Entre los rangos con más agregaciones, se observa que los valores medios de los descriptores de forma largo, elongación y dimensión fractal son mayores entre los 300-399m, mientras que el valor medio del alto, del perímetro y del área son mayores en profundidades ≥ 500 m. El valor de la mediana se comporta similar al valor de la media, con valores iguales y por debajo de esta última. Estos descriptores presentan variabilidad sobre y bajo la unidad en ambos rangos analizados (**Tabla 36 y Figura 52**).

En cuanto a los descriptores batimétricos, a mayor profundidad los valores medios de los descriptores aumentan directamente proporcional, en el caso de los rangos con mayor número de agregaciones el índice de altura oscila entre un 6,5 a un 45,4%, lo que indica que las agregaciones, en la columna de agua, están más cercanas al fondo a menores profundidades. El comportamiento de la mediana es similar al de la media con valores cercanos a esta. Para estos descriptores la variabilidad es baja (**Tabla 36 y Figura 52**).

De igual forma, en el caso de los descriptores de energía se observa que el mayor valor medio del NASC es en el rango de mayor profundidad, seguido del valor medio en 300-399m asociados a un CV de 2,90 y 1,45%, respectivamente. Lo mismo sucede en el caso de la densidad de área con CV=4,64 y CV=1,18,



respectivamente. La mediana para el descriptor NASC sigue el mismo comportamiento que la media con valores por debajo de esta, mientras que en la densidad se comporta diferente a la media pero siempre con valores bajo esta (**Tabla 36 y Figura 52**).

El resultado del análisis de varianza (**Tabla 37**) indica que el descriptor de forma elongación y todos los descriptores batimétricos rechazan H_0 , es decir, estadísticamente hay diferencias de ellos entre los distintos rangos de profundidad del fondo, no así en el caso del resto de los descriptores que aceptan la hipótesis de igualdad, estableciendo que en ellos no hay diferencias estadísticas según el rango de fondo que se trate).

5.6.2.3 Análisis de los componentes principales (ACP) de las agregaciones de merluza del sur

La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 38** en donde se observa que las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables perímetro-área ($r=0,997$), fondo-índice altura ($r=0,920$), área-NASC ($r=0,811$), largo-perímetro ($r=-0,800$), perímetro-NASC ($r=0,798$), largo-área ($r=0,761$), dimensión fractal-densidad de área ($r=-0,681$), largo-alto ($r=-0,665$), alto-perímetro ($r=-0,653$) y alto-área ($r=0,626$).

Posterior a una primera aplicación exploratoria del ACP, en la que se combinan diferentes variables originales como activas, se logra una combinación que califica como apta según la medida de suficiencia de muestreo (MSA) y asociada a una buena explicación de la varianza. Para el caso de la merluza del sur, esto se logró con la exclusión de los descriptores elongación y profundidad del cardumen, que no presentaron buenas correlaciones con el resto de los descriptores, siendo su mayor asociación con profundidad del cardumen ($r=-0,513$) y con alto ($r=0,569$), respectivamente. La nueva combinación alcanzó un valor del índice de Kaiser ($KMO = 0,366$) y un 88,271% de explicación de la variabilidad total.

De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, se seleccionaron los tres primeros componentes que cumplen tal condición, los cuales explicaron en conjunto el 88,271% de la variabilidad total. La **Tabla 39** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los siete componentes. La **Tabla 40** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales.

Para el caso de la merluza del sur, el primer componente, presenta un valor propio de 4,161 que explica el 46,234% de la variabilidad total y que asocia principalmente ($>0,75$) a las agregaciones de mayor tamaño con valores mayores de perímetro, área, largo, alto y NASC. El segundo componente principal con valor propio igual a 2,132 el cual explica el 23,688% de la variabilidad, asocia con mejor correlación ($>0,6$) a los descriptores batimétricos índice de altura y profundidad del fondo con altas densidades de área, mientras que el tercer componente principal con valor propio igual a 1,651 y que explica el 18,349%



de la variabilidad total, asocia con una correlación $>0,6$ a los descriptores densidad de área y profundidad del fondo en forma inversa con la dimensión fractal.

En la **Figura 53** se muestra la representación gráfica de los dos componentes principales, apreciándose que las agregaciones asociadas al componente 1 presentan la característica de tener un valor alto de perímetro, asociado a altos valores de energía NASC y a valores mayores del área, del largo y del alto y que se ubican en sectores de poca profundidad y cercanos al fondo. El segundo componente presenta como característica agrupaciones con contorno suave ubicadas en zonas de mayor profundidad y alejadas del fondo, con bajos valores de los descriptores de forma y de energía. En el caso del tercer componente, se observa agregaciones de contorno suave asociados a mayor profundidad del fondo y cercanos a él, con valores NASC bajos y de alta densidad de área.

5.6.3. Resultados serie 2005 – 2021: Análisis Caso de mezcla de cardúmenes

Al comparar los resultados históricos de las características de las agregaciones mezclas de estas especies, se observa, en el periodo considerado que el largo alcanza el máximo histórico el 2008, disminuyendo posteriormente hasta el 2011 para posteriormente aumentar al año siguiente alcanzando el segundo mayor valor en la serie, a partir de este año la tendencia es a la disminución, alcanzándose el mínimo en el 2018 para luego aumentar hasta el 2020, revirtiéndose esta tendencia en el último año. El descriptor alto presenta tres máximos que ocurren en los años 2008, 2013 y 2021, mientras que la elongación tiene valores medios similares entre los años 2005 y 2015, para tender a aumentos fuertes posteriormente, alcanzando el máximo en 2020 (valor atípico de la serie) y registrándose en 2021 un valor similar al primer periodo. El perímetro de las agregaciones registra igual comportamiento irregular año tras año con aumento y disminución de sus valores promedios, observándose que desde el 2016 en adelante los valores promedios tienden a la disminución, hasta alcanzar el mínimo en 2018, para posterior a este año mostrar una tendencia al alza de este descriptor. El área registra su nivel máximo el 2008, para disminuir su valor hasta el 2011 y posterior a esto experimentar un aumento en su valor hasta el 2013, luego la tendencia en los últimos años es a disminuir registrando el menor valor de la serie el 2018, lo que en los años posteriores se revierte, manteniendo una tendencia al alza. En el caso de la dimensión fractal se observa que a partir del 2009 los valores promedios tienden a aumentar año tras año, alcanzando un máximo el 2016 seguida de valores menores cercanos en los años 2017-2020, para mostrar una leve disminución en el 2021 (**Figura 54**).

En la **Figura 54**, se observa que la profundidad de las agregaciones presentó una tendencia al aumento desde el 2005 hasta el 2014 (327 m), valor que disminuye en los años posteriores en donde alcanza el mínimo de la serie en 2017 (240 m), posterior los valores medios aumentan sin presentar una tendencia clara. Los fondos en que fueron detectadas las agregaciones disminuyeron hasta el 2009 (menor valor promedio del periodo) para luego aumentar el 2010, posterior a este año los fondos se han mantenido por sobre los 440 m en promedio alcanzando un máximo el 2014 (511 m), valor que disminuye en los últimos años hasta un mínimo en 2017 (363 m), desde aquí la tendencia es a un aumento llegando el 2021 a un valor en torno a los 500 m. El índice de altura cuyo valor promedio máximo se registró en 2005,



disminuye hasta el 2009 evidenciando una tendencia de las agregaciones a ubicarse más cercanas al fondo, posteriormente aumenta el 2010 y a partir de este año sus valores promedios se mantienen en un nivel similar hasta el año 2019 en que disminuye al menor valor promedio de la serie (12,4%), para registrar en los últimos años un aumento en su valor medio

El valor promedio de la energía retrodispersada de las agregaciones alcanzó un máximo el año 2008, lo que corresponde con el hecho de que en ese año se detectaran las agregaciones de mayor tamaño de la serie, posteriormente este descriptor presenta una tendencia a la disminución para alcanzar el año 2011 el valor más bajo de la serie ($1.267 \text{ m}^2/\text{mn}^2$), aumentando el 2012 a $2.601 \text{ m}^2/\text{mn}^2$ y disminuyendo nuevamente el 2013 a $1.793 \text{ m}^2/\text{mn}^2$, año a partir del cual se observa un leve aumento en el valor promedio hasta el 2015, seguido de una leve disminución el 2016 y un posterior aumento al año siguiente, tendencia que se mantiene en el año 2020, para el último año se observa un fuerte aumento de este descriptor. La densidad de área, registra en general una tendencia al aumento de su valor medio con periodos máximos en los años 2010, 2015, 2018, 2019 y 2021. (**Figura 54**).

Por último, el número medio de agregaciones mezclas, observadas presenta un máximo en 2017, año después del cual se observa una tendencia a la baja, si bien en el 2021 el valor observado es levemente superior al del año anterior



6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

BIOMASA, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL STOCK

La serie histórica de biomasa de merluza del sur, muestra en sus primeros años los menores estimados (1992, 1994 y 1996). Seguido de 2000 y 2001 en donde se registran los mayores valores de la serie (133.845 t y 100.362 t). De aquí en adelante, hasta el año 2015, los estimados se estabilizan en alrededor de 56.000 t en promedio, mostrando variaciones que no alcanzan a ser superiores a las 12.000 t; en el último periodo de la serie, la biomasa ha mostrado un aumento del 90% respecto del 2015; así durante el estudio, realizado en agosto del 2017, presentó un aumento de 42,8% en relación al año 2016, valores que las ubican similares de las estimaciones realizadas el 2001 (Lillo *et al.*, 2016), el valor del estimado en el periodo 2019, siguió la tendencia en aumento, valor 14,23% mayor al registrado en 2018, siendo el mayor valor de la última década de evaluación y segundo mayor valor de la serie de evaluaciones desde 1992, para el periodo de evaluación 2020, el valor representó una disminución en la evaluación del 22%, respecto del año 2019.

Para este año de evaluación el valor estimado total fue de 111.211 t, superior 8,8% al valor registrado en el año 2020. Respecto de la biomasa a la talla, del total de biomasa sin descomposición por sexo, los mayores a 70 cm representaron un 73,8%; así la biomasa hembra, fue calculada en 90.168 t y el porcentaje mayor a 70 cm fue de 81,3%. (**Tabla 41, Figura 55**).

Respecto de la abundancia, la serie histórica de evaluación desde 1992 al año 2000, presenta su mayor valor en el año 2000 (35 millones de individuos), para mantenerse relativamente estable hasta el año 2015, con un promedio entre el 2001 y 2015 de 16 millones de individuos. Para los últimos años de evaluación presenta un incremento de 54,3% respecto al año 2016, 22,4% respecto al 2017 y 22,1% respecto al 2018, manteniendo el incremento del periodo anterior en el año 2019, para el periodo 2020 respecto al 2019, mantuvo la tendencia con una pequeña disminución de 0,46%. Para el presente periodo de evaluación la abundancia presenta una variación positiva de 24,9%, respecto al 2020, pasando a ser la mayor de la serie de evaluación (**Tabla 41 y Figura 56**). Existe un desplazamiento de la abundancia total hacia ejemplares de longitud total menor a 70 cm, hacia las últimas cuatro evaluaciones hidroacústicas, información que es presentada en un gráfico de abundancia total acumulada. (**Figura 57**).

En lo referente a su distribución espacial, merluza del sur se caracterizó por un predominio de niveles de baja densidad en toda la zona de estudio (0 - 500 t /mn²), algunos focos de importancia relativa al sur del cañón de Guafo (0 -1000 t /mn²) y cercano a Golfo de Penas (0-1000 t/mn²), con un foco de mayor importancia al sur de isla Guamblin (45°12'S) con densidades superiores a 2000 t/mn². La posición media o centro de gravedad de la distribución del stock evaluado de la merluza del sur se localizó en la latitud 45°04,6'S, con una inercia de 0,95°, manteniéndose en el rango de los valores observados en estudios previos, donde se han estimado centros de gravedad entre los 44°55'S (2014) y 45°59'S (2005) centrando su distribución histórica en cruceros de evaluación en el cañón de isla Guamblin, con un grado de desplazamiento de su centroide (inercia =+/-1°), entre isla Ipun y península Skyring.



ESTRUCTURA DE TALLA DEL STOCK

Las composiciones de talla entre el año 2019 y 2021 correspondieron a estructuras de tallas adultas; sin embargo, sus composiciones difieren a las composiciones de tallas registradas en los cruceros anteriores (2001-2018), debido al importante aporte de los ejemplares juveniles menores a 70 cm. En particular, las composiciones de talla de merluza del sur entre 2020 y 2021 fueron bimodales con una moda principal adulta entre los 70-99 cm y otra moda secundaria de juveniles entre 30-44 cm; distribuciones que difiere de la estructura habitual de una distribución con unimodal principal de ejemplares adultos entre 70 y 99 cm (Lillo *et al.*, 2017; Legua *et al.*, 2018, 2019, 2020 y 2021).

No obstante, estos cambios descritos en los años recientes, el predominio de ejemplares adultos en la composición de talla durante la concentración reproductiva del recurso respondería al desplazamiento migratorio (reproductivo) de la fracción adulta de la especie al área de desove desde zonas localizadas al norte y sur del área de estudio en aguas exteriores, como también de aguas interiores, según el patrón migratorio descrito por Aguayo (1994) y Céspedes *et al.* (1996). Luego, el claro predominio de la fracción adulta confirma la existencia del proceso de desove en el área de estudio. Sin embargo, en los últimos años 2016-2021 se ha registrado una gradual presencia de ejemplares juveniles menores a 70 cm en el área de concentración reproductiva del recurso, aspecto no habitual observada entre los años 2001 y 2007. Esta mayor presencia de estos ejemplares podría corresponder a patrones migratorios de los juveniles, que son necesario dilucidar, o por factores poblacionales como respuesta a variaciones en el reclutamiento; a lo cual se requiere dilucidar con estudios focalizados a levantar índices de reclutamiento del recurso. Otra probable explicación (entre otras) podría ser una respuesta al uso del espacio; considerando la posibilidad que durante este último período el recurso en el área de desove ha estado en una condición de reducción de la fracción desovante (adultos) (Quiroz, 2017); luego la menor concentración de adultos permitiría a los juveniles ocupar y permanecer las áreas antes ocupadas por los adultos; como por ejemplo el cañón Guamblín que durante el año 2020 y 2021 se caracterizó por una alta presencia de ejemplares juveniles entre 30 y 44 cm.

Entre 2020 y 2021 la mayor presencia de juveniles ha estado asociada al Cañón Guamblín, área correspondiente a la parte central (Lillo *et al.*, 2008, 2009, 2014 y 2017, Legua *et al.*, 2018, 2019 y 2020). En particular, se ha observado un gradiente latitudinal en la distribución de los ejemplares juveniles principalmente hacia latitudes mayores, como también una mayor presencia de ejemplares adultos hacia zonas de latitudes menores en el área de estudio, como el cañón Guafo. Sin embargo, en el año 2021 se registró una distribución inversa, aspecto que podría indicar una dinámica asociada a procesos de cambios en la distribución del recurso a mediano plazo; que requiere seguir estudiando con los cruceros de investigación.

Por otro lado, la presencia más frecuente de juveniles de menor tamaño entre 30-44 cm, observada en el Cañón Guamblín, podría responder a la factibilidad de una mayor disponibilidad de su presa habitual, merluza de cola; recurso que en estos últimos años la fracción juvenil de esta especie ha sido abundante en la misma área de los cañones.



Las estructuras de tallas, entre los años 2007 y 2021, han registrado un gradual incremento y predominio de las hembras respecto de los machos; pasando de 48% en el 2007 a valores máximos entre un 73% y 79% entre los años 2017 y 2019. Este gradual incremento del predominio de las hembras en el recurso también ha sido registrado en las estructuras de tallas de sus capturas de la flota industrial en la pesquería demersal austral (Céspedes *et al.*, 2017 y 2018). Este predominio de las hembras podría tener diversos factores que podrían estar conjugándose; como, por ejemplo, posibles factores a la delicada condición de la población, a una diferenciación en el crecimiento que favorezca a las hembras, a patrones ambientales, alimentarios, y a diferenciación de la mortalidad natural en el transcurso del ciclo de vida a favor de las hembras, entre otros factores.

Sin embargo, la tendencia descrita anteriormente en el predominio de las hembras, durante el año 2020 y 2021 se quiebra debido a una disminución en el predominio de las hembras a 60%, junto con un aumento de la presencia de machos principalmente juveniles. Esta reducción de la presencia de hembras podría ser una respuesta a la condición de disminución de la biomasa desovante (Quiroz, 2017); aspecto que requiere ser dilucidado en los cruceros de investigación en los años siguientes.

En este sentido, la veda reproductiva establecida durante el mes de agosto en el recurso permite una ventana de protección para que las hembras adultas que llegan al área emprendan el desove. Sin embargo, la concentración del recurso por patrones reproductivos en el área de estudio comprende un período mayor de tiempo, entre julio y septiembre (Aguayo, 1994; Aguayo *et al.*, 2001), aspecto que caracteriza el predominio de ejemplares adultos en dicha zona, sobretodo de hembras con avanzado estado de madurez sexual. Esta condición expone a una importante fracción de la población desovante de merluza del sur a estar más vulnerable y accesible a los artes de pesca, en los meses previo y posterior al mes de veda.

ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA DEL STOCK

Los cambios en el stock parental han sido registrados gracias a la ejecución de proyectos de estudios de periodicidad anual. En el desarrollo de los procesos, queda en evidencia la importancia de contar con muestreos propios del período de desove tanto en el registro de la abundancia de las especies presentes, como en las componentes de longitudes de los peces que se encuentran en el área en la época de desove de merluza del sur, como asimismo estudios de la data biológica en la componente de edad que permite desplegar la composición demográfica por edades separado por sexo.

En la serie histórica estudiada se ha observado que la estructura etaria del stock parental ha presentado años en que se ha manifestado un cambio sustancial producto de efectos poblacionales, medioambientales y/o de la actividad pesquera a que es sometida la población.

Se ha generado información altamente importante al estudiarla separarlos por sexos ya que con ello se recoge las diferencias morfométricas que presenta este recurso y su crecimiento diferenciado. Se observa anualmente las diferencias en la estructura etaria según sexo, las diferencias en las proporciones sexuales que constituyen el stock desovante, diferencias de madurez por sexo, por mencionar algunos factores relevantes para el conocimiento.



Los resultados han permitido apreciar que, al inicio de estos estudios, en el año 2000, el stock desovante presentaba una estructura de edades con moda principal en GE XII y XIII en machos y en el tramo de GEX a XV en hembras, con lo que se caracterizaba las edades principales de los padres que concurrían al área de desove para asegurar su descendencia. Con el paso de los años se experimentaron variaciones en cuanto a la magnitud de la abundancia, proporción sexual y en la estructura etaria. Uno de los cambios más significativos se observó en los años 2007-2008, donde se detectó por primera vez la presencia de peces jóvenes que participaban estando presentes junto al stock parental y que corresponde al área que visitan los padres en el proceso de desove. Encontrar peces pequeños (inmaduros) que no participan en el proceso reproductivo en una fracción importante de la estructura si bien fue inesperado, aportó al conocimiento del comportamiento de la población y abrió interrogantes respecto a necesidades de estudio específicos que puedan responder a aspectos de distribución y migraciones del recurso dentro del área del O. Pacífico como asimismo incorporando el conocimiento hasta su distribución en el O. Atlántico. Recientemente Toledo *et al.*, reportaron respecto de las migraciones que realiza la población de merluza del sur en las diferentes etapas de su vida, desde juveniles a adultos, encontrando como resultado del análisis químico en los otolitos que los peces tienen al menos dos áreas de crianza, una estuarina y otra oceánica y en cada una de estas áreas se observa la presencia de individuos migrantes y residentes en distintas proporciones y con diferentes características asociada a su crecimiento.

También referido a peces juveniles, ocurrió en los años recientes (2016 – 2017) otro hito relevante pero de mayor magnitud que lo mencionado en el párrafo anterior para el período 2007-2008. En estos últimos años (2016-2017) en la estructura demográfica del stock desovante de merluza del sur se destacó modas importantes en juveniles (GE III y GEV, peces inmaduros) en relación al resto de la estructura del stock parental. En el crucero de investigación en el área de desove (2018), se pudo constatar que si bien permanecía una marcada presencia de peces juveniles, la estructura de peces mayores a la edad de madurez (GE_{50%} XI en machos y XIII en hembras), los parentales, está enriquecida, lo que podía dar la posibilidad a pesar que en un próximo año se fuese consolidando las edades parentales de peces más adultos. Sin embargo, al visitar al año siguiente (2019) la zona de desove se pudo comprobar que la estructura había cambiado nuevamente, conformando una estructura etaria cuya moda estaba situada en peces más jóvenes, lo cual se puede resumir señalando que si bien merluza del sur machos tomó valor de edad mediana de 8,2 años, en los años siguientes la baja de este parámetro fue aún mayor, evidenciando una edad mediana de 5,0 años en 2020 y 3,7 años en 2021, lo que corresponde al registro más bajo en la serie estudiada. De forma similar ocurre en hembras, si bien presentan en 2019 el valor más bajo de la serie con edad mediana de 10,5 años hasta ese tiempo, en los años siguientes la mediana es algo menor (9,8 años), acentuándose esta baja en 2021 en que toma el valor más bajo de la serie (8,2 años).

Este aspecto de estructura etaria con alta presencia de edades menores es particularmente importante, debido a que además que los machos se presentan en menor proporción en la abundancia, son ellos los que mayormente se sitúan gráficamente al lado izquierdo de la composición de edades, dado que por las diferencias morfométricas alcanzan menor registro de tallas y edades, si se los compara con las hembras en las cuales sus registros llegan a longitudes mayores junto a mayor longevidad. Así entonces, frente a una fracción del recurso, en este caso los machos, que presentan menor distribución de tallas y



edades, las posibilidades de ser afectado por diferentes acciones ambientales o de pesca son recibidas con mayor impacto, por lo que su condición debe ser observada de modo diferenciado por sexo.

CARACTERIZAR LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE LOS STOCKS EVALUADOS DE MERLUZA DEL SUR

En cuanto a los aspectos reproductivos, el análisis de los EMS en merluza del sur mostró que las hembras inmaduras correspondieron a un 37% del total de hembras. El 63% restante correspondió a hembras en maduración y en proceso de desove además de hembras ya desovadas. Estas estimaciones fueron inferiores a las calculadas durante las evaluaciones del 2008 al 2014, (Lillo *et al.* 2015), en donde los valores de hembras maduras fluctuaron entre los 74% y 79%. Esta situación podría deberse a la mayor presencia de individuos inmaduros en la zona de muestreo, lo que concuerda con los resultados obtenidos en los últimos años en donde el porcentaje de hembras inmaduras ha sido mayor que el de las maduras (50% el 2016, 59% el 2017, 42% el 2018, 42% el 2019 y 48% el 2020), aunque históricamente esta especie ha presentado un comportamiento regular en el desarrollo del proceso de desove. Al analizar los estadios de madurez en virtud de la longitud total de las hembras, se pudo observar la presencia de hembras en proceso de maduración a partir del grupo de longitud 70-79 cm. En cuanto al IGS en merluza del sur los valores en hembras maduras han fluctuado entre los 10,4 (año 2010) y 12,92 (año 2020), siendo 14,16 el valor del IGS para el 2021 en hembras maduras, lo que indica que las hembras se encontraban listas para desovar. Los altos valores del IGS obtenidos para este año se explican por la alta abundancia de hembras maduras y por consiguiente muy pocas hembras en estado de desove.

Al analizar los índices de actividad reproductiva en merluza del sur se pudo observar que la época en que se realizaron las prospecciones hidroacústicas son coincidentes con la época en que ocurrió el desove, ya que durante ambos periodos de muestreos se obtuvo un IGS relativamente alto dado por la mayor abundancia de hembras en maduración y maduras. Por otra parte, cabe señalar que durante toda la época de muestreo hubo presencia de gran cantidad de hembras inmaduras.

La talla media obtenida en merluza del sur fue 73,1 cm de longitud total, valor coincidente con el análisis realizado a los estadios de madurez sexual en donde se pudo apreciar que es en el rango de LT 70-79 cm es donde empiezan a verse representados los estadios correspondientes a hembras en maduración y maduras. Por lo tanto, en este rango, al igual que lo indicado el año 2020, es donde se encontraría la talla media de madurez sexual. La estimación obtenida en el presente estudio se mantiene dentro de los rangos observados anteriormente, 72,7 el 2020 73,8 el 2019; 74,2 el 2018; 74,9 el 2017 (Legua *et al.* 2018, 2019 y 2020) y 73,5 cm LT el 2012 (Lillo *et al.*, 2013), pudiendo calificarse como un parámetro temporalmente estable. En cuanto a la edad media de madurez (grupo de edad), el valor estimado para este estudio (GE 10,5) coincide con lo obtenido para años anteriores, igual a 11,7 el año 2016, GE 11,3 el año 2017, GE 11,3 el año 2018, GE 11,03 el año 2019 y GE 10,7 el año 2020.

Los valores estimados en fecundidad de este año (2.487.437 ovocitos) fueron similares a los registros de los últimos años en el caso de merluza del sur.



CARACTERIZACION DE LA FAUNA ACOMPAÑANTE

En el área de estudio se mantiene una condición homogénea de la estructura comunitaria estudiada. La presencia continua de merluza de cola y merluza del sur en el área, las ubica como las especies principales y dominantes en la comunidad de especies presente en la zona. Otras especies como congrio dorado, reineta, cojinobas y jibia, mantienen una recurrencia temporal y espacial en la zona, también se destaca la presencia de merluza de tres aletas más asociada al extremo sur del área de estudio, pero que en la mayoría de los casos presenta una participación moderada en el aporte a la captura.

La distribución espacial histórica de estas especies, muestra un patrón de distribución latitudinal (43°S a 47°S) y batimétrico continuo (200 m hasta profundidades mayores de 400 m). Esto mantiene una condición de estabilidad respecto de la composición de fauna en la zona, lo cual ya ha sido reportado en evaluaciones anteriores. Es destacable para esta serie temporal de observaciones que la presencia de especies pelágicas es más abundante año tras año, en donde la participación de especies como reineta, cojinoba, jurel, sierra, calamares, pequeños peces mesopelágicos y mictófidios, es cada vez más usual y abundante, que al inicio de la serie.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis de clasificación y ordenación, muestran que en la zona de estudio no hay cambios importantes, respecto de la estructura de fauna, dado que los resultados son similares año tras año, lo cual se demuestra en los niveles de similitud que se obtienen a partir de este análisis. Estos valores de similitud, están determinados por el dominio de algunas especies en la zona, en especial, merluza de cola y merluza del sur, y la recurrencia constante de las otras especies. Esto se ha mantenido casi sin alteración en la zona de estudio, situación que también se observa en otras zonas como la Atlántico sur occidental y Chatham rise, zona oeste de la isla sur de Nueva Zelanda. Por otro lado, los altos valores de similitud, junto al dominio casi exclusivo de dos especies, dan pie al hecho de que la fauna presente en la zona se podría considerar como monoespecífica, lo que ha sido reportado para otros estudios similares dentro de la zona (Queirolo *et al.*, 2008).

CARACTERIZACION DE LAS AGREGACIONES

En el caso de los descriptores de forma, las agregaciones de merluza de cola presentan mayores valores medios, en comparación a las agregaciones de merluza del sur y menores en relación a la de la mezcla de ambas, tomando en los 3 casos una forma elíptica y de contornos desiguales y complejos.

En relación a los descriptores batimétricos, se observa que las agregaciones de merluza de cola, se ubican en fondos de menor profundidad, y a una profundidad media menor en la columna de agua, tanto si se compara con las agregaciones de merluza del sur como con las agregaciones mezclas, si bien en los 3 casos las agregaciones se ubican cercanas al fondo.

Los mayores valores medios energéticos, se registraron para las agregaciones mezcla, seguida de los valores observados en merluza de cola.



7. CONCLUSIONES

- a. La biomasa total de merluza del sur se estimó en 111.211 t ($LC\alpha=5\%= 103.627 - 118.795$), valor 8,8% superior al estimado durante el crucero efectuado en agosto de 2020. Por el estimador de bootstrap, la biomasa alcanzó a 121.629 t con un intervalo de confianza entre 114.843 y 128.415 t.
- b. La abundancia se estimó en 63.188.117 individuos de los cuales 24.039.318 (38%) fueron machos y 39.148.799 (62%) hembras con el método geoestadístico y 69.107.753 individuos con el estimador de bootstrap. El estimado de abundancia fue 24,9% superior al estimado el 2020. Representando el mayor valor calculado en la serie histórica de abundancia.
- c. La posición media o centro de gravedad de la distribución del stock evaluado de la merluza del sur se localizó en la latitud $45^{\circ}04,6'S$, con una inercia de $0,95^{\circ}$, manteniéndose en el rango de los valores observados en estudios previos
- d. La estructura de talla de merluza del sur en el año 2021 registró una moda principal de ejemplares adultos entre los 70 y 99 cm y moda secundaria de ejemplares juveniles (30-44 cm).
- e. La estructura se caracterizó por estar compuesta principalmente por ejemplares adultos con 74% (tallas superiores e igual a 70 cm) y 26% de ejemplares juveniles (tallas menores a 70 cm).
- f. En la proporción sexual las hembras predominaron con 62% respecto de los machos.
- g. La estructura modal entre 70-99 cm del año 2021 se registró en toda el área de estudio; mientras, la moda de juvenil entre 30-44 cm se registró principalmente en el Cañón Guafo y Guablín.
- h. La estructura de talla de merluza del sur entre el 2007 y 2019 ha registrado un gradual incremento de la presencia de hembras entre el 48% y 79%; sin embargo, en el año 2020 y 2021 disminuyó el predominio de hembras a 60%.
- i. En los últimos años de investigación, la presencia de ejemplares juveniles en el área de estudio se ha ubicado, en alrededor de 30% en la composición de talla.
- j. Se encontró una composición de edades entre 1 y los 22 años para este recurso.
- k. La abundancia del recurso, sin considerar separación por sexos, estuvo sostenida mayoritariamente (67%) por ejemplares de siete clases que comprenden los de GEII a V y desde GE XI a XIII.
- l. La abundancia separada por sexos presenta en machos la moda principal en el GEIV (36,5%), corresponde a peces de longitud promedio de 42 cm y peso promedio es de 426 g. Son peces jóvenes y abundantes que presentan un caso atípico en la estructura del stock desovante.



- m. La moda secundaria en la estructura de edades de machos, es muy leve, se presenta en GE XI (4,7%), corresponde a peces cuya longitud promedio es de 75 cm y peso promedio es de 2.765 g.
- n. La estructura etaria de hembras también presenta una moda en peces jóvenes, GE IV (17,2%), corresponde a peces de longitud promedio 41 cm y peso promedio 428 g. presenta a su vez moda secundaria en GE XII (9,2%) con longitud y peso promedio de 77,7 cm y 3.362 g.
- o. Se presentó ejemplares maduros sexualmente en un 50% en el GE XI para machos y en el GE XIII para hembras. Tomando este valor como referencia, se puede indicar que el stock parental (maduros) estuvo constituido en un 12% de machos maduros ($\geq$ GE XI) y 25% de hembras maduras ($\geq$ GE XIII), debido a que este último año la estructura de la abundancia presentó elevada composición de jóvenes, la más alta de la serie estudiada.
- p. La proporción sexual que presenta la abundancia en el período de desove, en la serie histórica, es variable, encontrándose generalmente en mayor proporción las hembras. Durante 2021 la abundancia de hembras también fue superior a la de machos y registran una relación 1:1,6.
- q. En merluza del sur el análisis de los índices de actividad reproductiva fue indicativo de una estabilidad en la temporalidad del proceso de desove durante el mes de agosto, fecha coincidente con el período en que se realizaron las prospecciones hidroacústicas.
- r. El índice gonadosomático promedio fue igual a 5,0 con valores individuales extremos de 0,10 y 34,04. Las hembras con gónadas inmaduras presentaron un IGS promedio igual a 0,73 y las sexualmente maduras presentaron un IGS promedio de 14,16.
- s. La estimación de la talla media de madurez sexual obtenida mediante el método de máxima verosimilitud con un ajuste lineal generalizado fue igual a 73,1 cm LT. La edad media de madurez fue estimada en el grupo de edad 10,5. Este parámetro no presenta tendencia, sólo representa al stock desovante.
- t. En cuanto a fecundidad, en merluza del sur la estimación de fecundidad promedio fue igual a $2.471.757 \pm 1.277.452$, la fecundidad relativa fue 500 ± 160 ovocitos y la fecundidad media del total de la muestra fue igual a $2.495.438 \pm 1.334.268$.
- u. La captura obtenida en los lances de pesca de identificación estuvo compuesta por 19 especies. La estructura comunitaria de las especies presentes en el área de estudio, mantienen una condición de estabilidad, dadas las especies presentes, y su aporte histórico. Se destaca la presencia continua



de merluza del sur y merluza de cola como principales componentes de esta comunidad de especies, seguidas en importancia durante el presente año por, merluza de tres aletas, cojinoba moteada, tollo sargento, congrio dorado y reineta.

- v. La zona de estudio no presenta grandes alteraciones respecto de su estructura y composición de fauna. Esto se manifiesta a través de los valores de similitud. Estos valores, están ligados al dominio de la merluza del sur y merluza de cola y a la alta recurrencia de algunas especies que son la base de las comunidades presentes en la zona.



8. REFERENCIAS

- Aguayo, M., R. Céspedes, L. Arias, I. Payá, E. Figueroa, V. Ojeda, L. Adasme y L. Muñoz. 1994. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales “peces” zona sur austral – 1993. Estado de situación y perspectivas del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI IFOP 94/3). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 50 pp.
- Aguayo M, Payá I., Céspedes R, Miranda H, Catasti V, Lillo S, Galvéz P, Adasme L, Balbontín F, Bravo R. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Technical Report FIP 99/15.
- Alday, A., A. Uriarte, M. Santos, I. Martín, A. Martínez de Murguía and L. Moto. 2008. Degeneration of postovulatory follicles of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) *Scientia Marina* 72 (3) 565-575, Barcelona, España.
- Arana, P. 2012. Recursos pesqueros del mar de Chile. Escuela de Ciencias del Mar, Valparaíso, 308 pp.
- Bahamonde, N. 1953. Alimentación de la merluza de los canales (*Merluccius australis*, Hutton). *Investigaciones Zoológicas Chilenas* 2: 23-30.
- Balbontín, F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso 17(3): 285 – 334.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso 28:111 – 132.
- Balbontín, F. 2006. Ictioplancton de los canales y fiordos australes, Chile. In *Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas. Puerto Montt a Cabo de Hornos*. N. Silva y S. Palma. Eds. Comité Oceanográfico Nacional. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 115 – 120 pp.
- Bernal, R. y Balbontín F. 1999. Ictioplancton de los fiordos entre el golfo de Penas y el estrecho de Magallanes, y factores ambientales asociados. *Cienc. Tecnol. Mar*, 22: 155- 164.
- Bernal, M., Balbontín F. 2003. Distribución y abundancia de las larvas de peces desde el Estrecho de Magallanes hasta el Cabo de Hornos. *Cienc. Tecnol. Mar.*, 26 (1): 85 – 92.
- Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. *ICES. C: M.* 1990/B:21.



- Bradú, D., y Y. Mundlak. 1970. Estimation in lognormal linear models. J. Am. Stat. Assoc. 65 (329): 198-211.
- Bray, J.R., y J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern. Wisconsin. Ecol. Monogr. 27:325-349.
- Brickle P, Schuchert PC, Arkhipkin AI, Reid MR, Randhawa HS. 2016. Otolith Trace Elemental Analyses of South American Austral Hake, *Merluccius australis* (Hutton, 1872) Indicates Complex Salinity Structuring on their Spawning/Larval Grounds. PLOS ONE 11(1): e0145479. Doi:10.1371/journal.pone.0145479.
- Bustos, C.A, Balbontín, F., Landaeta, M. 2007 Spawning of the southern hake (*Merluccius australis*) (Pisces: Merlucciidae) in Chilean fjords. Fish. Res. 83 (1) 23 – 32.
- Céspedes, R., L. Adasme, H. Reyes, M. Braun, E. Figueroa, V. Valenzuela, V. Ojeda y R. Roa. 1996. Identificación de áreas de reclutamiento de merluza austral en la zona sur-austral. Informe final FIP 1993-20. 328 pp.
- Céspedes, R., Adasme, L., Ojeda, V., Vargas, C., Muñoz, L., Villalón, A., y San Juan, R. 2016. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas (Informe Final: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2015, Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2015). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Céspedes, R., Adasme, L., Ojeda, V., Vargas, C., Muñoz, L., Villalón, A., y San Juan, R. 2017. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas (Informe Final: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2016, Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2016). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Céspedes, R., V. Ojeda, L. Adasme, R. San Juan, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda y L. Cid. 2018. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas (Informe Final: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2017, Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2017). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero, 193 p.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 1st edition. PRIMER -E: Plymouth. 144 pp.
- Clifford, H.T. y W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Inc., London, 229 pp.
- Córdova, J., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, P. Rojas, A. Saavedra. M. Barbieri y J. Saavedra. 2006. Evaluación del Stock desovante de merluza del sur y merluza de cola. Zona Sur Austral, 2005. Informe Final. FIP 2005-04.



- Cressie, N. A. C. 1991. Statistics for spatial data. John Wiley and Sons, New York. 900 pp.
- Chong, J. 1991. Ciclo reproductivo y fecundidad de la merluza del sur, *Merluccius australis*, en la pesquería sur – austral. Estudio complementario captura total permisible del recurso merluza del sur en aguas interiores. 1991. Informe Técnico IFOP- SUBPESCA.
- De Robertis, A., y K. Williams. 2008. Weight-length relationships in fisheries studies: the standard allometric model should be applied with caution. Trans. Am. Fish. Soc. 137: 707 – 719.
- Demer, D.A., Berger, L., Bernasconi, M., Bethke, E., Boswell, K., Chu, D., Domokos, R. 2015. Calibration of acoustic instruments. ICES Coop. Res. Rep. No.326. 133 pp.
- Dunford, A. 2005. Correcting echo-integration data for transducer motion (L), J Acoust. Soc. Am. 118 (4) 2121-2123.
- Flores, A., Wiff, R., Ganas, K., Marshall T. 2019. Accuracy of gonadosomatic index in maturity classification and estimation of maturity ogive. Fish. Res., 210 (2019). 56-62
- Foot, K.G.; Knudsen, H.P.; Vestnes, G.; MacLennan, D.N. y Simmonds, E.J. 1987a. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. ICES Cooperative Research Report N° 144.
- Freón, P, F. Gerlotto, O. M. Soria, 1996. Diel variability of school structure with special reference to transition periods. ICES. J. Mar. Sci., 53: 459-464.
- Gayanilo, F. C., M. Soriano y D. Pauly. 1988. A draft guide to the COMPLEAT ELEFAN. International Center for Living Aquatic Resources Management. ICLARM contribution 435, 65 p.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tathan, R. L. y W. C. Black. 1999. Análisis Multivariante. Madrid. Prentice Hall. (5° edición).
- Hayes, D. B., J. K. T. Brodziak, y J. B. O’Gorman. 1995. Efficiency and bias of estimators and sampling designs for determining length-weight relationships of fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 84 – 92.
- Hunter, J. y B. Macewicz. 1985. Measurements of spawning frequency in multiple spawning fishes. In R. Lasker (ed). And egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS, 36: 79-94.
- Kalikhman, I. 2002. Patchy distribution fields: sampling distance unit and reconstruction adequacy. ICES J. Mar. Sci., 58: 1184-1194.



- Keller HR, AC Hirons y DW Kerstetter. 2016. Combined stomach content and $\delta^{13}\text{C}/\delta^{15}\text{N}$ analyses of oilfish, escolar, snake mackerel and lancetfish in the western North Atlantic. *Mar. Ecol.* 37: 727-736.
- Kimura, D. 1977. Statistical assessment of the age – length key. *J. Fish. Res. Board of Can.* 34 : 317 – 324.
- Lai,H-L. 1987. Optimun allocation for estimating age composition using age-length key. *Fish. Bull.* Vol 85, N 2.
- Lai,H-L. 1993. Optimal sampling design for using the age – length key to estimate age composition of a fish population.*Fish. Bull.* 9 (2).
- Landaeta M., Castro L.R. 2006. Variabilidad estacional en los patrones espaciales de las asociaciones ictioplantónicas de la zona de Fiordos de Chile Austral. *Cienc. Technol. Mar*, 29 (2): 107-127.
- Landaeta M., Castillo G., Bustos C. 2018. “Effects of Salinity Gradients on Larval Growth and Otolith Asymmetry of Austral Hake *Merluccius Australis*.” *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 46 (1): 212–18.
- Legua J., V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, L. Rodríguez, L. Rodríguez S., E. Molina, S. Klarian, M. Hernández, C. Salas, D. Riquelme, C. Cárcamo y B. Leiva. 2018. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2017. Inst. de Fomento Pesquero, 67 p.
- Legua J., R. Vargas, R. Céspedes, V. Ojeda, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, L. Rodríguez, S. Klarian, F. Vargas, C. Cárcamo, j. Julca, I. Quintanilla y B. Leiva. 2019a. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2018. Instituto de Fomento Pesquero, 73 p.
- Legua J., R. Vargas, R. Céspedes, V. Ojeda, H. Hidalgo, L. Muñoz, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, L. Rodríguez, S. Klarián, F. Vargas, C. Cárcamo, J. Julca, I. Quintanilla y B. Leiva. 2019b. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección II: Merluza de cola. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2018. Instituto de Fomento Pesquero, 70 p.
- Legua J., R Vargas, V. Ojeda, H. Hidalgo, R. Céspedes, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, S. Klarián, C. Cárcamo, I. Quintanilla, F. Fernandez, S. Curaz, J. Vargas, B. Leiva, A. Valdenegro, F. Gómez. 2020. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza



de tres aletas en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena, año 2019. Sección II: Merluza de cola. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2019. Instituto de Fomento Pesquero, 78 pp.

- Legua J., R. Vargas, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, S. Klarian, C. Cárcamo, I. Quintanilla, F. Fernandoy, S. Curaz, J. Vargas y B. Leiva. 2021. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre las regiones de Los Lagos y de Magallanes y la Antártica chilena, año 2020. Sección I: Merluza del sur. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2020. Instituto de Fomento Pesquero, 85 p.
- Lillo, S. A. Paillamán, V. Correa, E. Figueroa, R. Céspedes, H. Miranda, J. L. Blanco, A. Vega, F. Balbontín, R. Bravo y R. Bernal. 1995. Evaluación Hidroacústica del stock desovante de merluza del sur en la zona de Guafo y Guambín, X y XI regiones. Informe final FIP 1993-04. 147 pp.
- Lillo, S., J. Córdova y A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES. J. Mar. Sci. 53(2): 267-271.
- Lillo, S, M. Espejo, M. Rojas, M.A. Barbieri, J. Castillo, V. Ojeda, F. Cerna, R. Céspedes, L. Adasme, H. Miranda, C. Bravo, F. Balbontín, M. Acevedo, L. Rodríguez, M. Braun, V. Valenzuela, H. Miles, J.L. Blanco, J. Letelier y J. Osses. 1997. Evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona sur-austral. Informe final FIP 1996-38. 203 pp.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda y R. Vega. 2000. Evaluación directa de merluza de cola en la zona centrosur, 1999. Inf. Téc. FIP-IT/99-06: 55 pp.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, L. Adasme, M. Aguayo y A. Saavedra. 2001. Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Informe Final (FIP 2000-14), IFOP, 64 pp. (+ figuras, tablas y anexos)
- Lillo, S., V. Ojeda, R. Céspedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, L. Adasme y M. Rojas. 2002. Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Proyecto FIP 2001-19. Informe. 86 pp (+ figuras, tablas y anexos).
- Lillo, S., V. Ojeda, R. Céspedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, C. Vera, L. Adasme, y M. Rojas. 2003. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, 2002. Pre-Informe Final (FIP 2002-19), IFOP, 81 pp. (+ figuras, tablas y anexos).
- Lillo, S., R. Céspedes, F. Balbontín, V. Ojeda, y A. Saavedra. 2004. Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2003. Proyecto FIP 2003-09. 103 pp. (+ figuras, tablas y anexos).



- Lillo, S., M. A. Barbieri, M. Espejo, J. Castillo, H. Miranda, J. Córdova, A. Saavedra, M. Rojas, C. Cancino, F. Flores, H. Reyes. 2005 a. Estimaciones in situ de la fuerza de blanco (TS) de merluza del sur y merluza de cola. Informe IFOP/FIP 2003-34.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, R. Bravo, A. Saavedra, M. Barbieri y C. Vera. 2005 b. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola, en la zona sur austral, año 2004. Proyecto FIP 2004-07. Informe Final.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Adasme, F. Balbontín, M. Rojas y A. Saavedra. 2008. Evaluación del stock desovante de merluza de cola en aguas exteriores, año 2007. Informe FIP 2007-13.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, F. Balbontín, R. Bravo, E. Molina, R. Meléndez y A. Saavedra. 2009. Evaluación del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores, año 2008. Informe FIP 2008-11.
- Lillo S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, L. Adasme, M. San Martín, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez y A. Saavedra. 2010. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2009. Informe Final Corregido. FIP 2009-10.
- Lillo S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, K. Hunt, H. Hidalgo, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez. 2011. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur – austral, año 2010. Informe Final Pesca de Investigación. Ejecutor IFOP Requirente SUBPESCA.
- Lillo S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez, A. Saavedra. 2012. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2011. Informe Final FIP N° 2011-04.
- Lillo S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, R. Meléndez, A. Saavedra. 2013. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2012. Informe Final FIP N° 2012-07.
- Lillo S., V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, E. Molina, R. Meléndez y A. Saavedra. 2014. Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de 75ata aletas, año 2013. Informe Final. FIP 2013-13 Capítulo I – Merluza del sur. Capítulo II– Merluza de cola.



- Lillo S., V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, S. López y A. Saavedra. 2015. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur.
- Lillo S., J. Legua, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, E. Molina, S. López y B. Leiva. 2016. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur.
- Lillo S., J. Legua, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, E. Molina, S. López y B. Leiva. 2017. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur.
- Matheron, G. 1971. The theory of regionalized variables and its applications. Technical reports C-5, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Centre de Geoestatistique et de Morphologie Mathématique, Fontaine bleau (F). 211 pp.
- Medina, G. 2013. Uso de biomarcadores lipídicos en el estudio de la dinámica espacial de la Merluza austral (*Merluccius australis*) en la patagonia chilena. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias Mención Pesquerías. Universidad de Concepción. 63 pp.
- McCullagh, P. y J. A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. London: Chapman and Hall, 511 pp.
- Ojeda, F.P. 1981. Estructura comunitaria de peces demersales en el extremo austral de Chile: Explicación ecológica de patrones latitudinales, batimétricos y de simpatria. Tesis. Universidad de Chile. 91 pp.
- Ojeda, V. y I. Céspedes, 1988. Elaboración de claves edad-talla y composición en número de individuos por grupos de edad para merluza del sur, *Merluccius australis*, (Hutton.1872), en la zona sur-austral, año 1987. Informe Interno, IFOP.
- Ojeda, V., F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid; L. Muñoz; L. Chong. 2001. Determinación de Edad. En: Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2000. II Parte. 46pg, 16 Figuras, 41 Tablas.
- Ojeda, V., L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid; K. Hunt, L. Miranda. 2007. Estimación de Edad. En: Informe Final Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2006.



- Ojeda, V., L. Muñoz, K. Hunt, L. Miranda, R. Bravo, L. Cid; H. Hidalgo y M. Miranda, 2008 a. Estructuras de edad en las capturas de los recursos pesqueros: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de cola, Merluza de tres aletas, Bacalao de profundidad. En: Informe Final Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Situación Pesquería Demersal Sur - Austral, 2007.
- Ojeda, V., O. Guzmán, V. Bocic, L. Muñoz, J. Olivares y F. Cerna. 2008 b. Actualización y perfeccionamiento de metodologías científicas de determinación de edad en peces para la sustentabilidad de los recursos pesqueros nacionales. 05CN11IPT-16. INNOVA – CHILE. Requirente: CORFO. Ejecutor: IFOP.
- Ojeda, V. y L. Muñoz, 2008. Técnicas y metodologías de análisis de edad en recursos pesqueros chilenos. Serie 1 peces de importancia comercial. I.S.B.N. RPI N° 173096.
- Ojeda, V., L. Muñoz, K. Hunt, M. Miranda, A. Villalón, R. Bravo, L. Cid; L. Vidal. 2013. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas, Bacalao de profundidad. Reg. 2013-I-13. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2012. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda V., L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2014. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2013. Actividad Demersal. Reg. 2014-I-11. SEC- IFOP.
- Ojeda V., L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2015. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2014. Actividad Demersal. Reg. 2015-I-7. SEC- IFOP.
- Ojeda, V, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2016 a. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). . Reg. 2016-I-D6. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2015. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, L. Cid y L. Vidal. 2016 b. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*). Reg. 2016-I-D7. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2015. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Artesanal.
- Ojeda, V, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, L. Cid y L. Vidal. 2017 a. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*). Reg.



- 2017-I-D6. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2016.. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Artesanal.
- Ojeda, V, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2017 b. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Reg. 2017-I-D4. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2016. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, L. Cid y L. Vidal. 2018 a. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*). Reg. 2018-I-D5. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2017. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Artesanal.
- Ojeda, V, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2018 b. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Reg. 2018-I-D4. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2017. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, L. Cid y L. Vidal. 2019 a. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*). Reg. 2019-I-D5. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2018. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Artesanal.
- Ojeda, V, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2019 b. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Reg. 2019-I-D6. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2018. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V, M. Miranda, L. Muñoz. 2020. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Reg. 2020-I-D8. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2019. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, y L. Vidal. 2021. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*). Reg. 2021-I-D11. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2020. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial y Artesanal.



- Payá, I. 1992. The diet of Patagonian hake *Merluccius australis* polylepis and its daily ration of Patagonian grenadier *Macrouronus magellanicus*. In: Benguela Trophic Functioning. Payne, A. I. L., Brink, K. H., Mann, K. H. and R. Hilborn (Eds.). Afr. J. Mar. Sci., 12:753-760.
- Payá, I., S. Lillo, J. Cordova, A. Paillaman, R. Quiñones, J. Blanco, R. Céspedes, E. Figueroa, I. Céspedes. 1993. Evaluación directa de la abundancia de recursos demersales en aguas exteriores de la pesquería sur austral. 72 pp + figuras y anexos.
- Payá, I., F. Contreras, J. Quiroz, V. Ojeda, A. Flores, S. Lillo y R. Céspedes. 2013. Informe Final Asesoría Integral para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2012. META CUALITATIVA N°2, Indicador 2: Programa de investigación valorizado de corto, mediano y largo plazo que se haga cargo de las brechas en el conocimiento detectadas para los recursos que constituyen importantes pesquerías en la zona sur austral de Chile. Ejecutor: IFOP Requirente Subpesca. 121p. 4 Anexos.
- Pérez, M. y J. Quiroz, 2018. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2019: Merluza del sur, 2019. Informe 1 Estatus y CBA. Convenio de Desempeño 2018. Requirente: Subsecretaría de Economía y EMT. Ejecutor IFOP.
- Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 pp.
- Petitgas, P. y A. Prampart. 1993. EVA. Estimation variance. A geostatistical software for structure characterization and variance computation.
- Picquelle, S. y G. Stauffer. 1985. Parameter estimation for an egg production method of Northern anchovy biomass assessment. NOAA Tech. Rep. NMFS 36.
- Pienaar L. y W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 – 2747.
- Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortés y M. Arriaza. 1997. Interacciones tróficas en recursos demersales en la zona sur. Informe final FIP 1994-32. 131 pp.
- Quiroz, J. C. 2017. Merluza del sur, 2017. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, 2017. Documento consolidado. Convenio de desempeño 2017. IFOP – Requirente: Subsecretaría de Economía y EMT. 109 pp.
- Queirolo D., V. Zamora, C. Hurtado, I. Montenegro, T. Melo, J. Merino, E. Gaete, y R. Escobar. 2008. Caracterización de agregaciones de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en la zona centro-sur de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 36 (2), 259-269.



- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Renard, D., Bez, N., Desassis, N., and Beucher, H. 2015. Rgeostats: The Geostatistical package 11.0.1. MINES ParisTech. Free download from: <http://cg.ensmp.fr/rgeostats>.
- Rencher, A. 1995. Methods of multivariate analysis. New York. Wiley. 627 pp.
- Ricker W., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.
- Rivoirard, J. Simmonds, K. Foote, P. Fernandes y N. Bez. 2000. Geostatistics for estimating fish abundance. Ed. Blackwell. 345 pp.
- Roa, R., B. Ernst y F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. Fish. Bull. 97: 570–580.
- Robotham, H. y 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.
- Robotham, H., 1994. Revisión de los procedimientos estadísticos de muestreo para otolitos conducente a la elaboración de claves talla edad y matrices de captura. En: Informe Técnico: Estandarización de métodos para la determinación de la edad y crecimiento de anchoveta, sardina, jurel y merluza. Segundo Taller IFOP-IMARPE, junio, Iquique.
- Rokne, J. 1996. The area of a simple polygon. In: Arvo J (ed). Graphis Gems II, pp. 5-6. Academic Press, San Diego.
- Saavedra, A. Castillo, J. Niklitschek, E y J.C. Saavedra-Nievas. 2012. Reducing uncertainty and bias in acoustic biomass estimations of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the southeastern Pacific: transducer motion effects upon acoustic attenuation. Lat. Am. J. Aquat. Res. 2012, 40: 743 - 754.
- Scalabrin, C., y J. Massé. 1993. Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour. 6 :269-283.
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des espèces pelagiques à partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospecifiques. Thèse. Ecole doctorale des sciences de la mer. 235 pp.



- Schnute J. T., Boers N. M., Haigh R. PBS Mapping 2: user's guide, 2004, vol. 2549 pg. 126 Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences software available in the R package PBSmapping, which includes this report as PBSmapping- UG.pdf.
- SERNAPESCA, 1980. Anuario Estadístico de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile. 97 pp.
- Simmonds, J., y D. MacLennan. 2005. Fisheries acoustic. Chapman y Hall, 548 pp.
- Simrad, 2008. Simrad EK60 Scientific echo sounder system. Instruction manual. 91 pp.
- Smircich, M. G., Strayer, D. L., & Schultz, E. T. 2017. Zebra Mussel (*Dreissena Polymorpha*) Affects the Feeding Ecology of Early Stage Striped Bass (*Morone Saxatilis*) in the Hudson River Estuary. Environmental biology of fishes, 100, 395–406.
- Thompson, S.K. 1992. Sampling. John Wiley & Sons, New York, 343 pp.
- Vivanco, M. 1999. Análisis Estadístico multivariable. Editorial Universitaria, Chile. 233 pp.
- Wallace, R. y Selman, K. 1981. Cellular an dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Amer. Zool. 21: 325-343.
- Welch, D. y R. P. Foucher. 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:333-343.
- Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation. Springer -Verlag, New York. 428pp.
- Woillez, M., Poulard, J.-C., Rivoirard, J., Petitgas, P. y Bez, N. 2007. Indices for capturing spatial patterns and their evolution in time, with application to European hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay. ICES J. Mar. Sci., 64: 537–550.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

FIGURAS

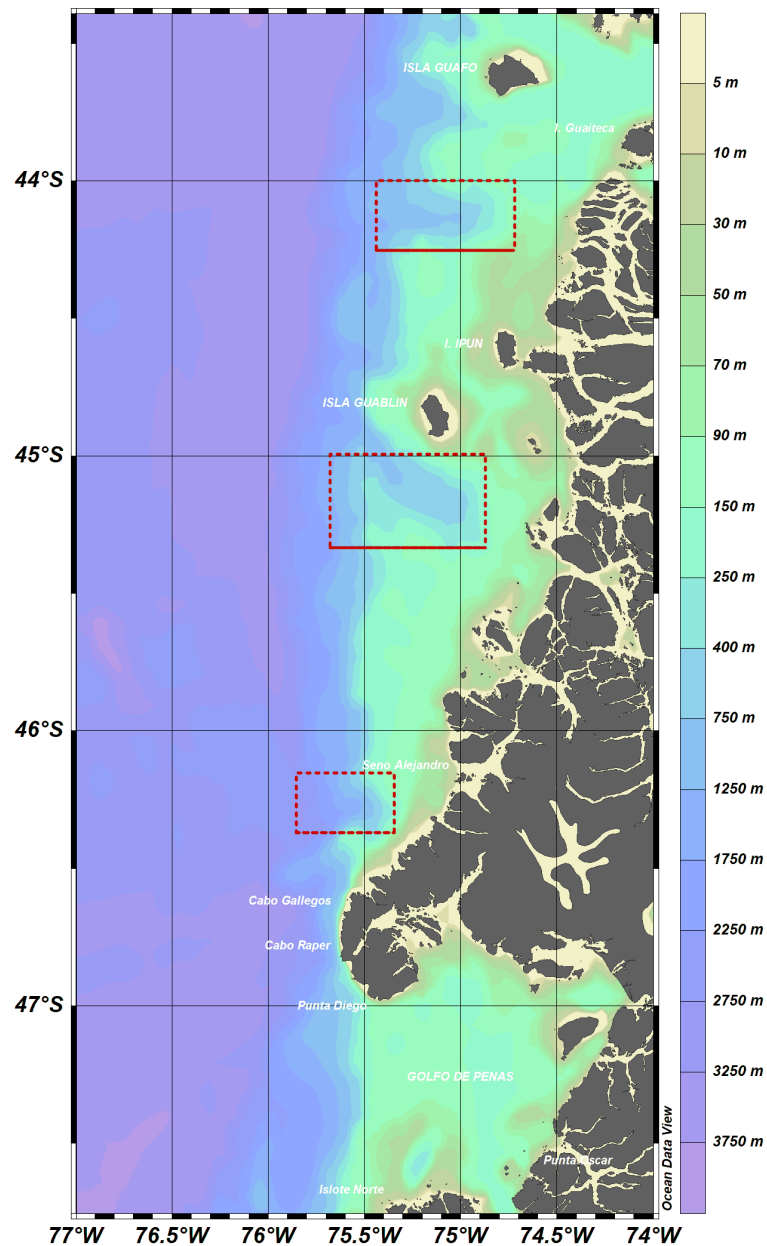


Figura 1. Área de estudio. Se señalan las isolíneas de los veriles y las zonas asociadas a los cañones de profundidad (rectángulos rojos) presentes en la zona de estudio.



Figura 2. Buque fábrica “Cabo de Hornos” utilizado en el crucero. Fotografía, Adrián Ibieta Figueroa., *Tecnólogo Evaluación directa*.

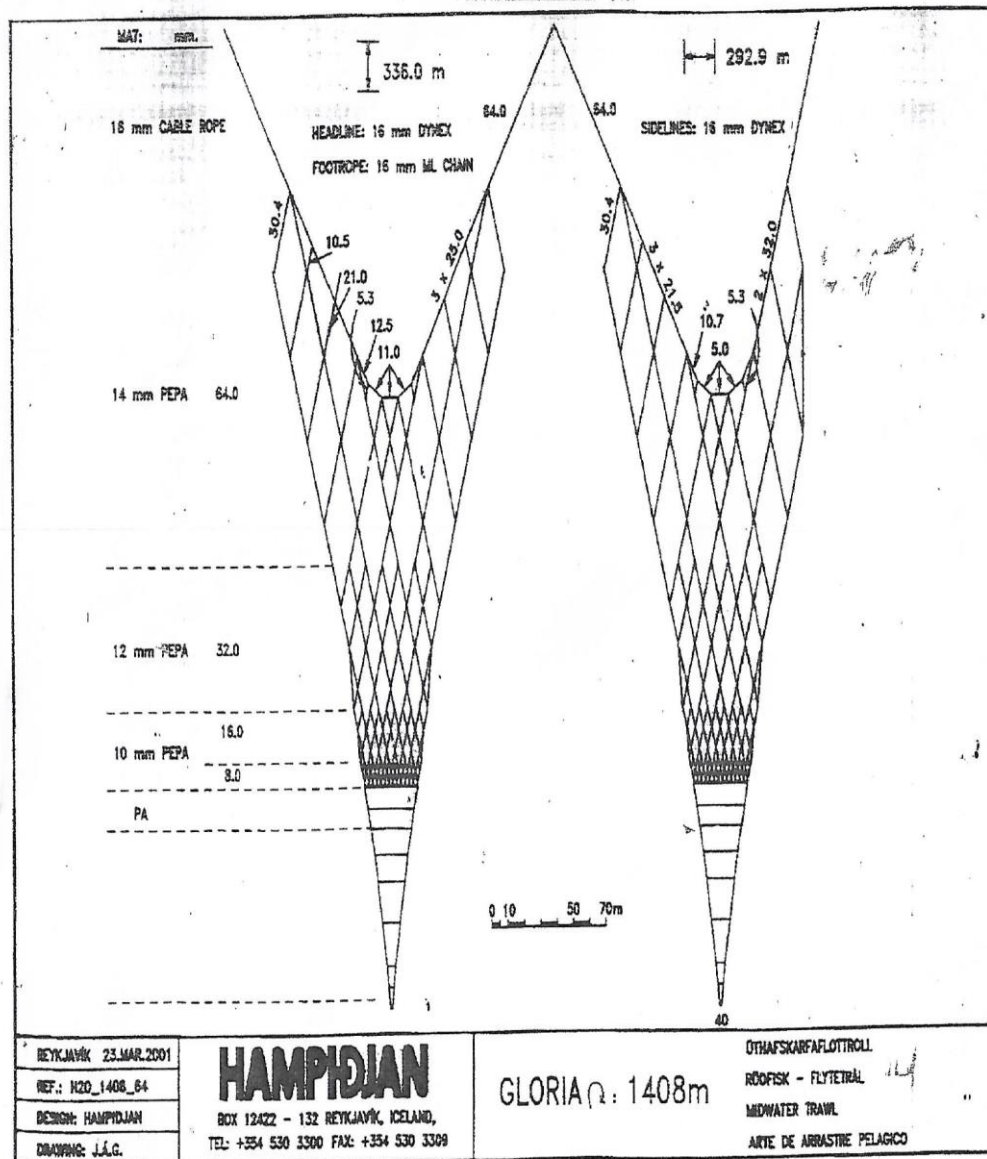


Figura 3. Plano de la red comercial GLORIA 1408 utilizada en el estudio.

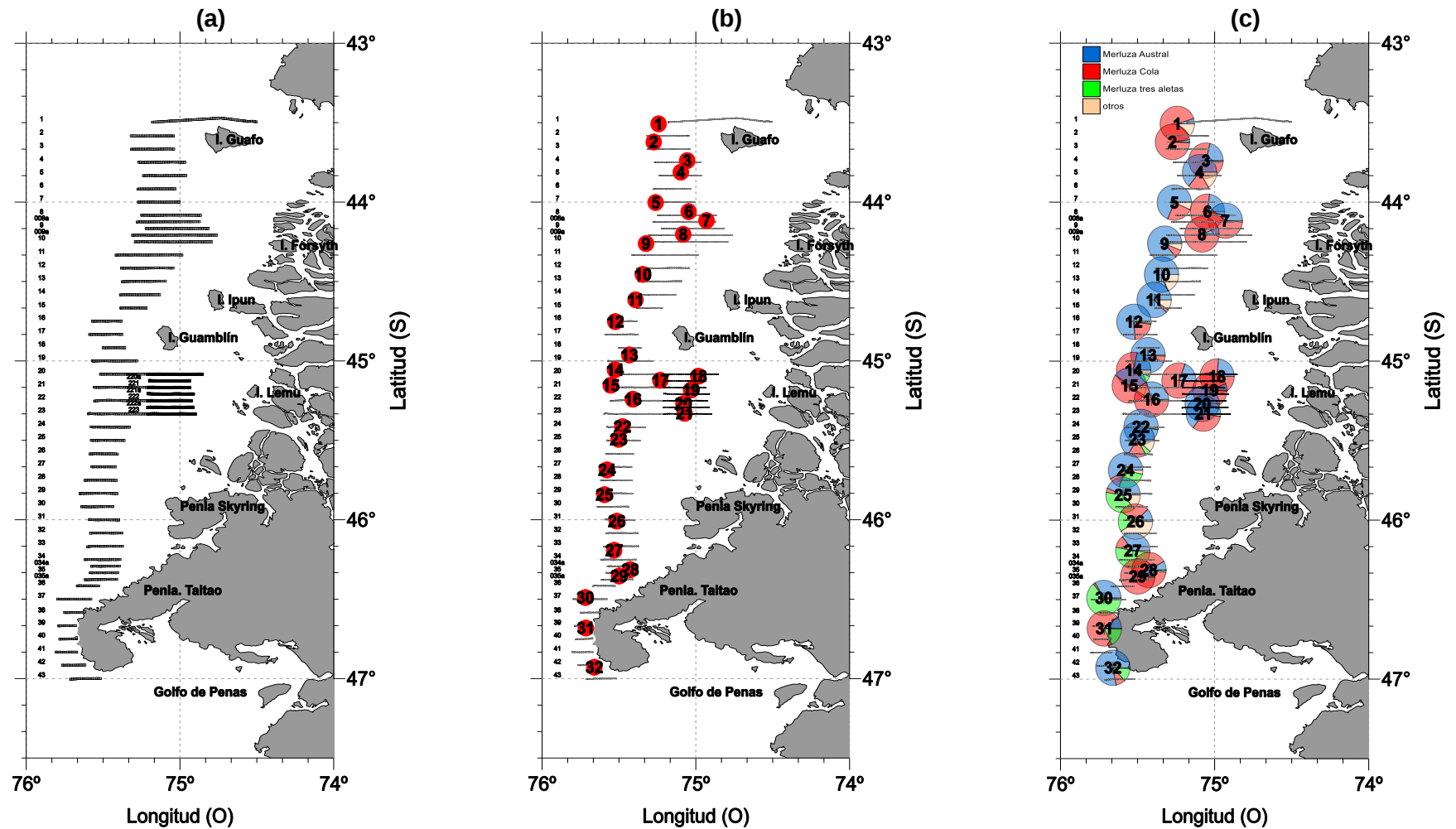


Figura 4. Localizaci3n de (a) transectas de muestreo acústico, (b) posici3n lances de pesca de identificaci3n y (c) composici3n de captura principales especies capturadas, esquematizada en un mapa de tortas. Crucero 2021.

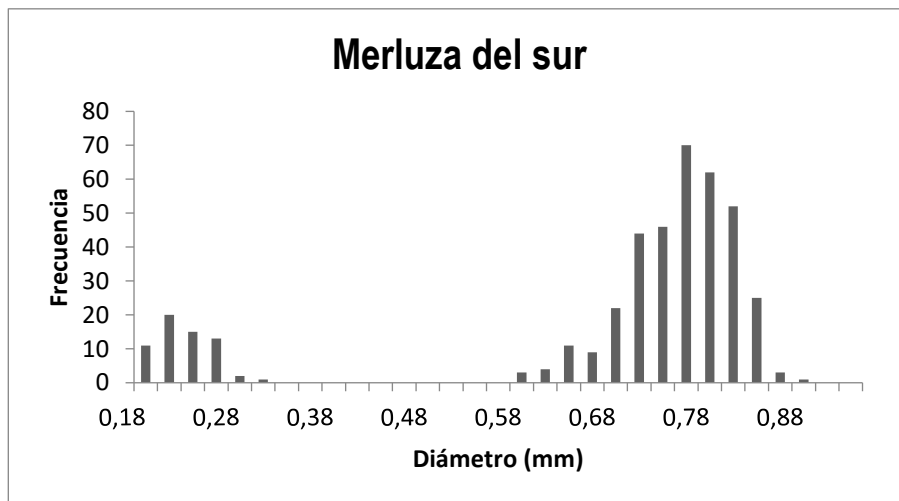


Figura 5. Frecuencia de tamaños de los ovocitos presentes en un ovario de merluza del sur, *Merluccius australis*, utilizado en estimaciones anteriores de fecundidad. La moda más avanzada corresponde a los ovocitos que serán desovados en la temporada de puesta.

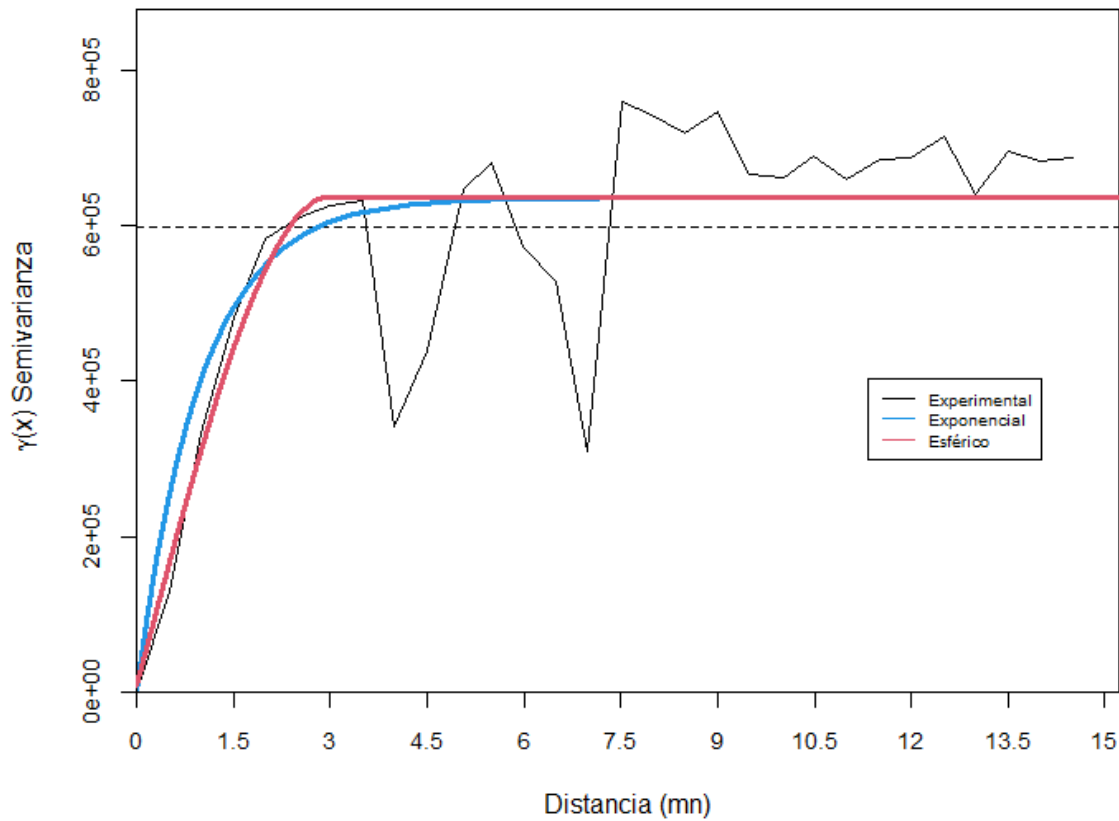


Figura 6. Semivariograma de Matheron para merluza del sur. Direcci3n omnidireccional. Zona total de estudio. Crucero 2021.

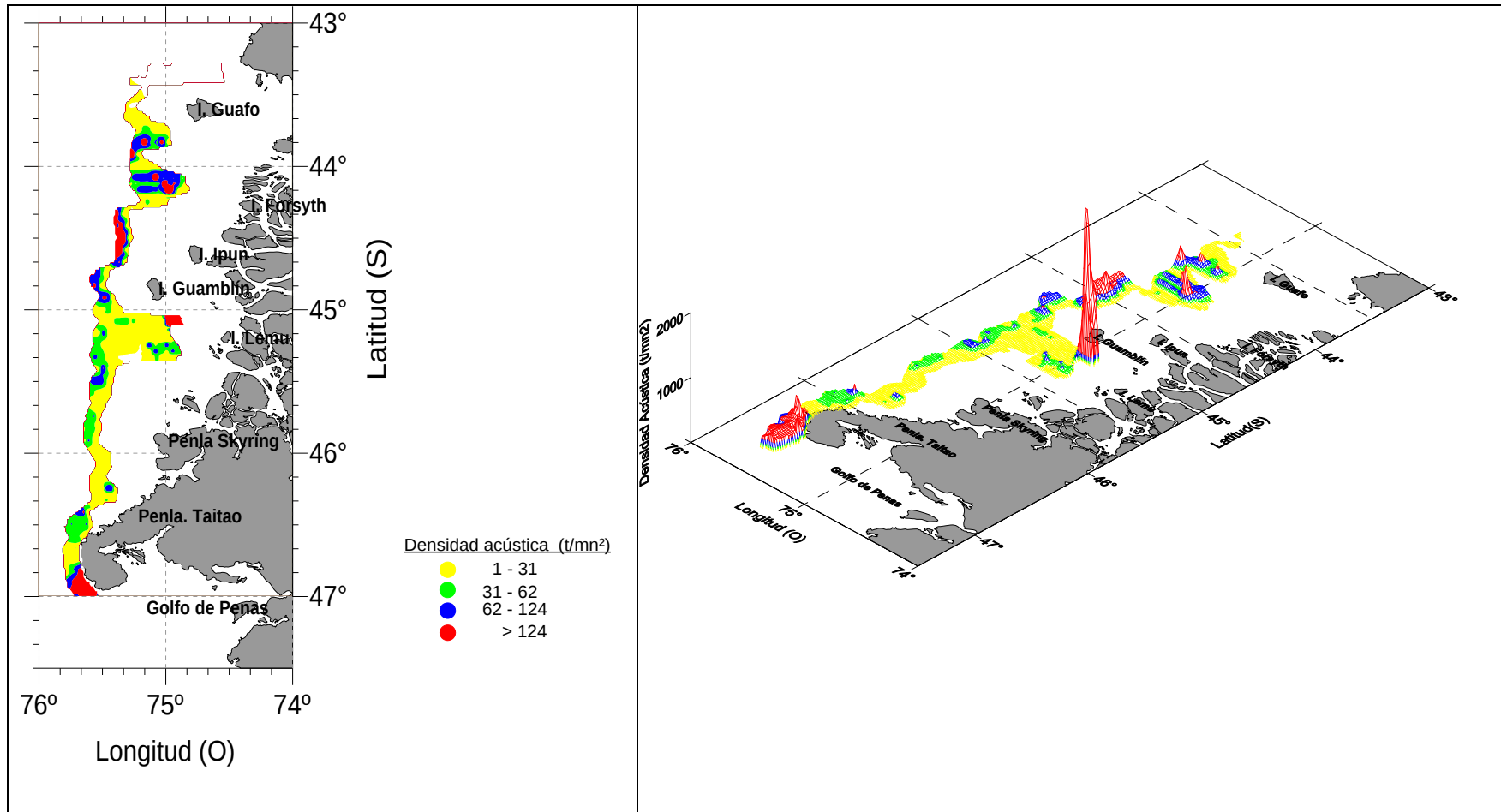


Figura 7. Distribuci3n espacial de la merluza del sur en el 1rea de prospecci3n. Crucero 2021.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

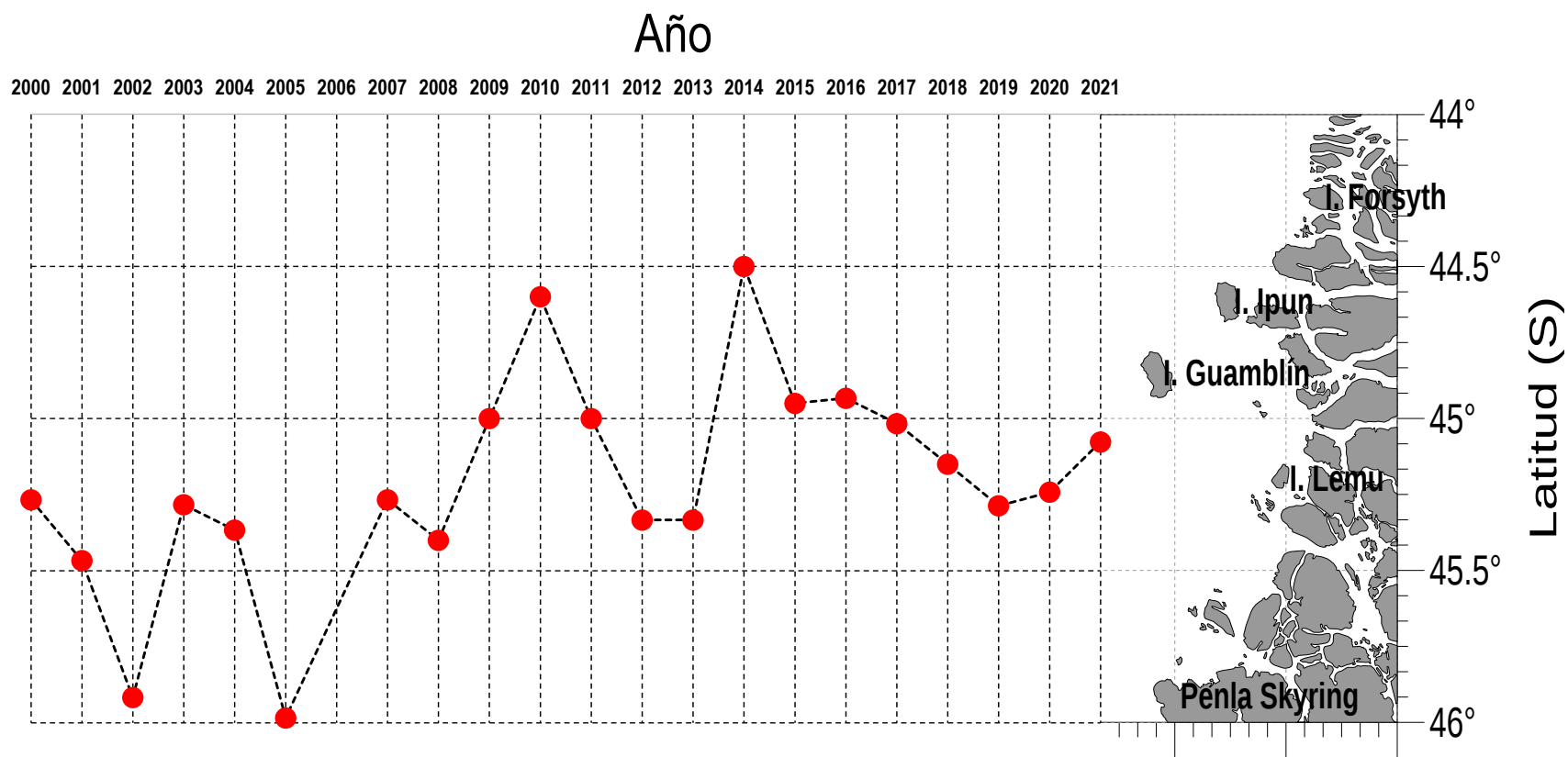
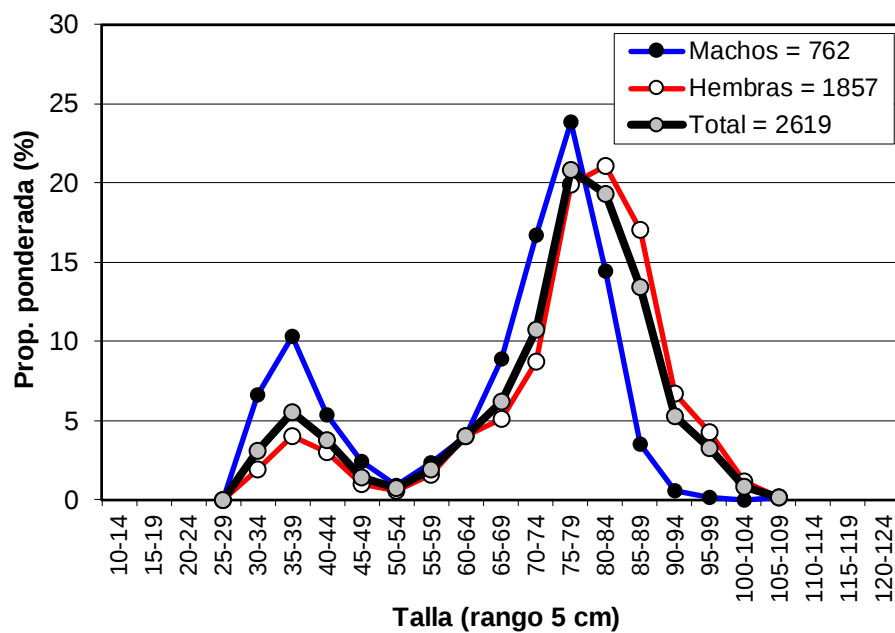
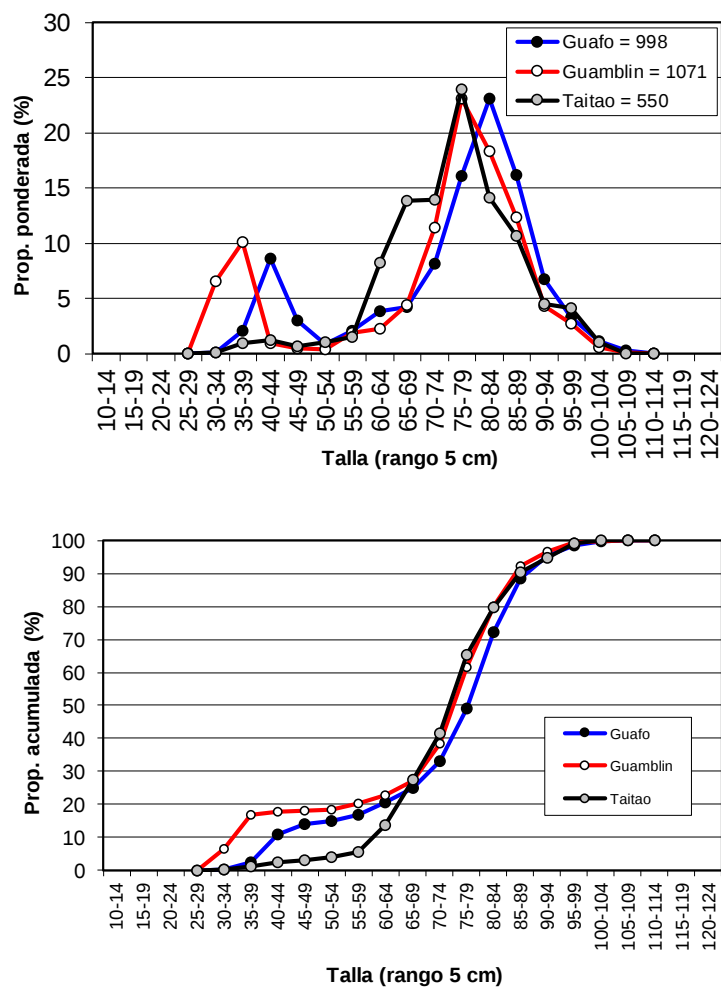


Figura 8. Centros de Gravedad de la distribución del stock evaluado de Merluza del Sur. Periodo 2000 a 2021.



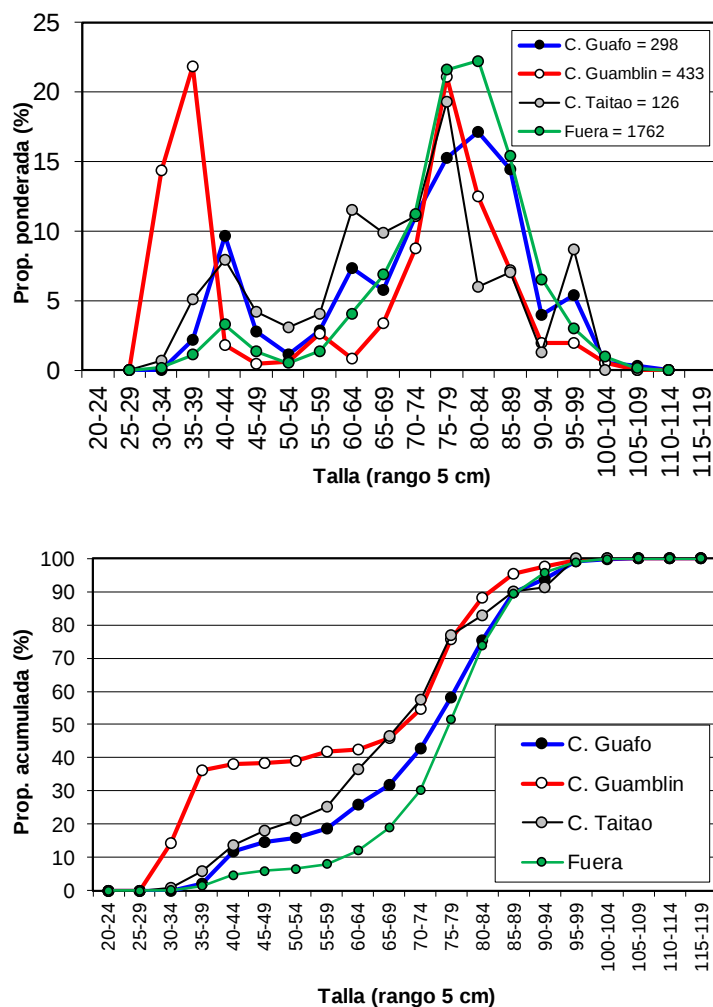
Indicador	Macho	Hembra	Total
n	762	1.857	2.619
Mín. (cm)	31	30	30
Máx. (cm)	106	106	106
Prom. (cm)	65,5	76,1	73,3
D. est. (cm)	2,7	1,9	1,6
% < 70 cm	40,7	21,0	26,4
Pr. Sex. (%)	38,0	62,0	100

Figura 9. Distribución de talla de merluza del sur por sexo para el área de estudio. B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).



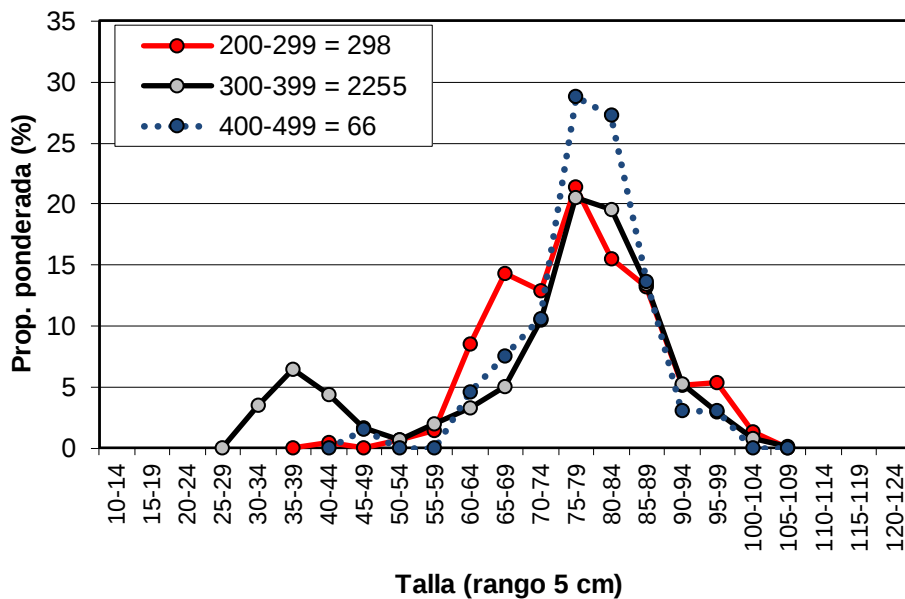
Indicador	Guafo	Guablín	Taitao
n	998	1071	550
Mín. (cm)	34	30	34
Máx. (cm)	106	106	102
Prom. (cm)	74,9	71,1	75,6
D. est. (cm)	2,7	2,2	3,0
% < 70 cm	24,9	27,0	27,6
Macho (%)	27	28	22
Hembra (%)	72,5	72,1	77,5

Figura 10. Distribución de talla de merluza del sur por área. B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).



Indicador	C. Guafo	C. Guamblin	C. Taitao	Fuera
n	298	433	126	1762
Mín. (cm)	37	30	34	33
Máx. (cm)	106	103	98	106
Prom. (cm)	73,0	61,5	68,7	77,1
D. est. (cm)	3,7	2,8	6,3	2,0
% < 70 cm	31,8	46,0	46,6	18,8
Macho (%)	18	35	34	25
Hembra (%)	82	65	66	75

Figura 11. Distribución de talla de merluza del sur por cañón y fuera de los cañones. B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).



Indicador	Profundidad (m)		
	200-299	300-399	400-499
n	298	2255	66
Prom. (cm)	77,3	72,6	78,3
D. est. (cm)	3,3	1,7	0,0
% < 70 cm	25,4	26,9	13,6
Macho (%)	21,2	27,5	25,8
Hembra (%)	78,8	72,5	74,2

Figura 12. Distribución de talla de merluza del sur por rango de profundidad (según profundidad de relinga superior). B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

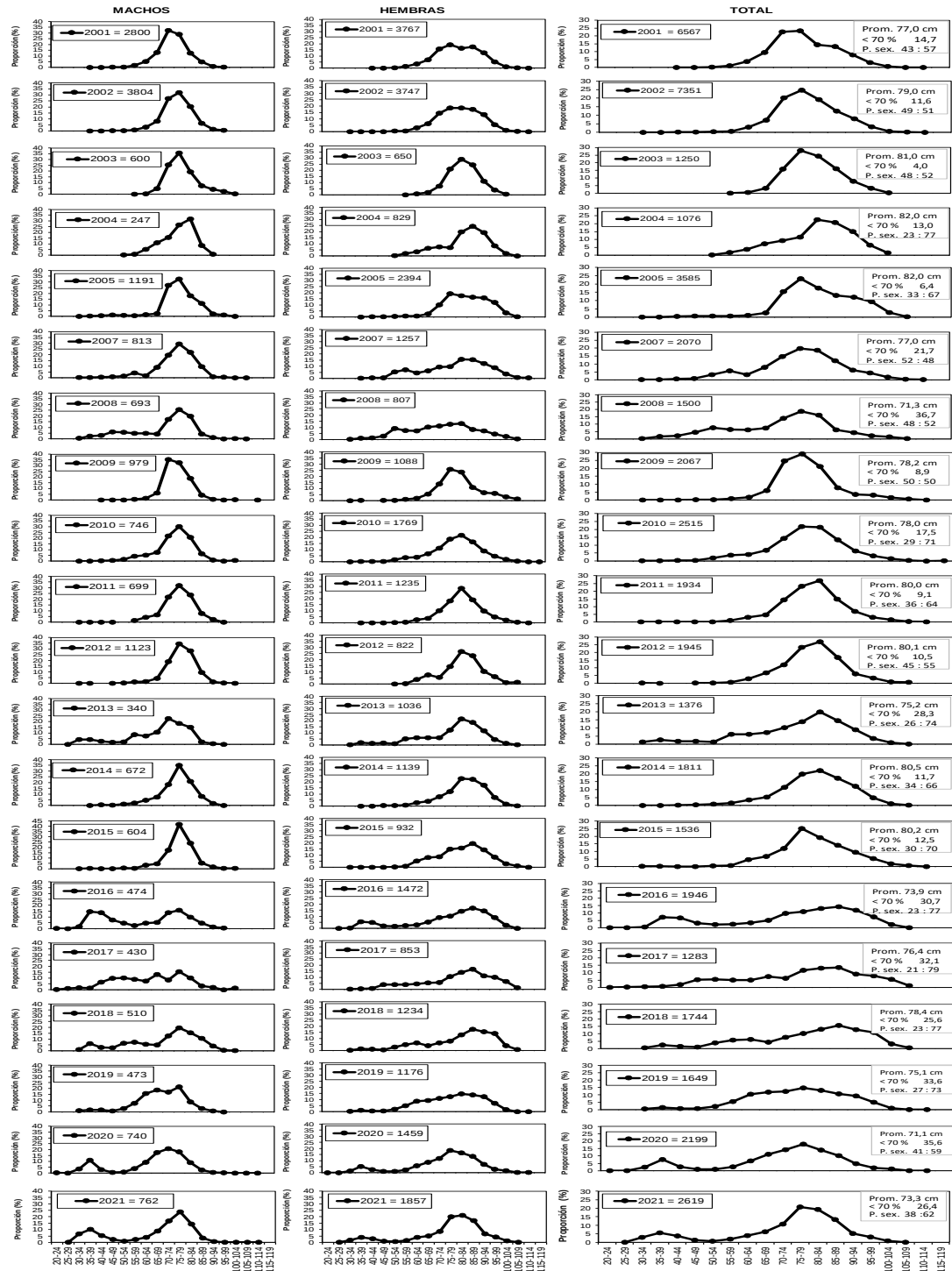


Figura 13. Distribución relativa de la talla de merluza del sur para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2021



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

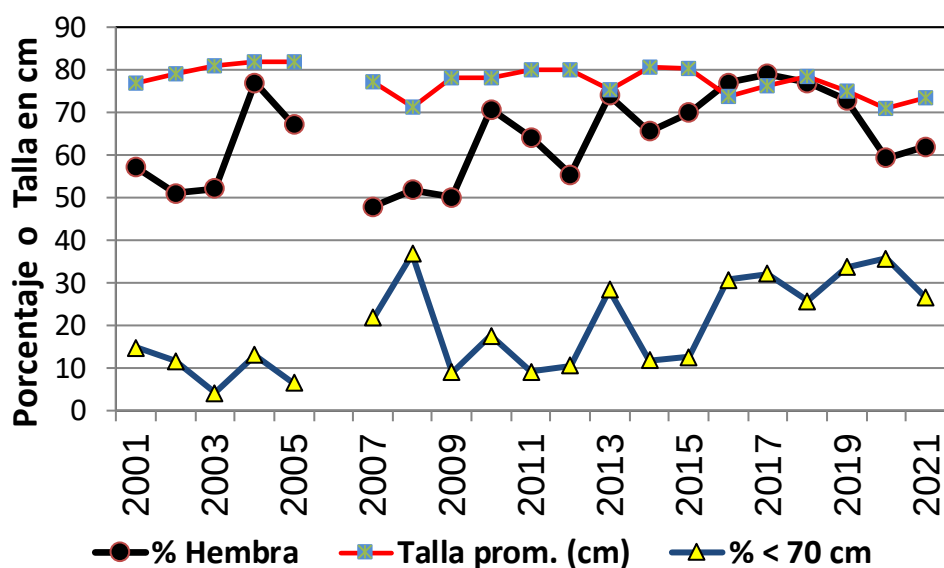


Figura 14. Distribución de los estadísticos históricos de la talla de merluza del sur para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2021.

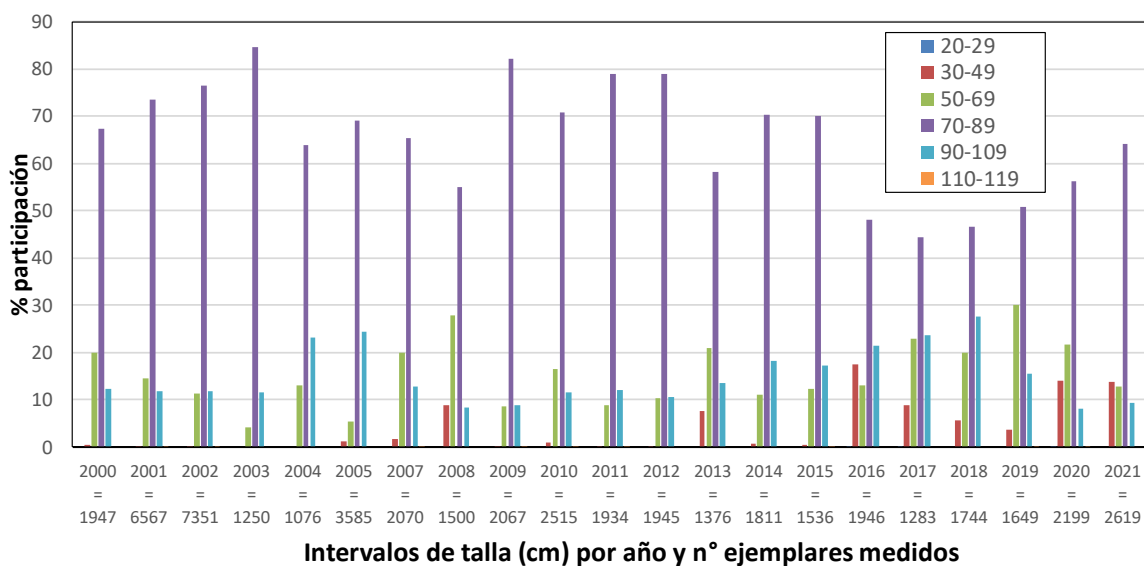


Figura 15. Distribución histórica de intervalos de talla de merluza del sur para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2021.

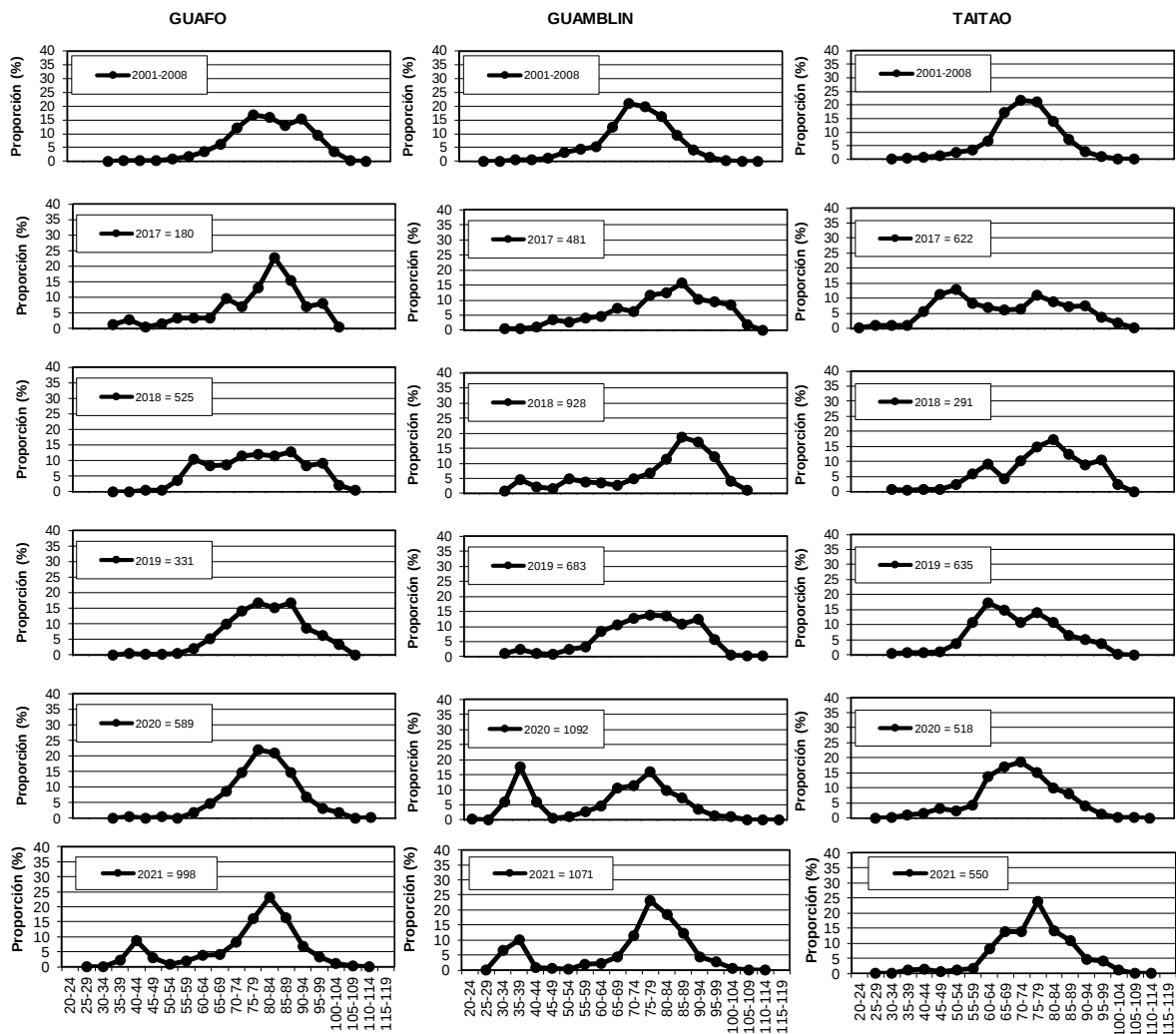


Figura 16. Distribución de talla de merluza del sur por zona para los cruceros hidroacústicos 2001-2008 (promedio), 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021.

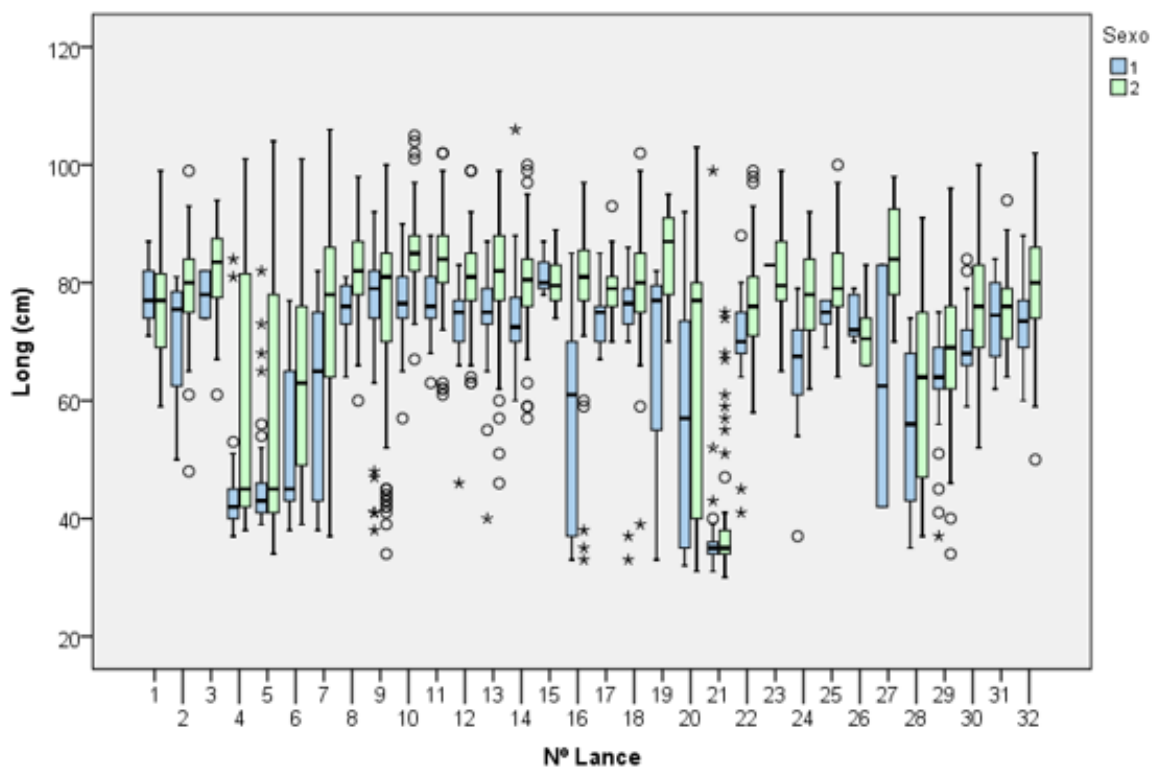


Figura 17. Rango de longitudes y tendencia central del muestreo biológico, por sexo, asociado a cada lance de pesca, merluza del sur, crucero de investigación 2021. (1=machos, 2=hembras).

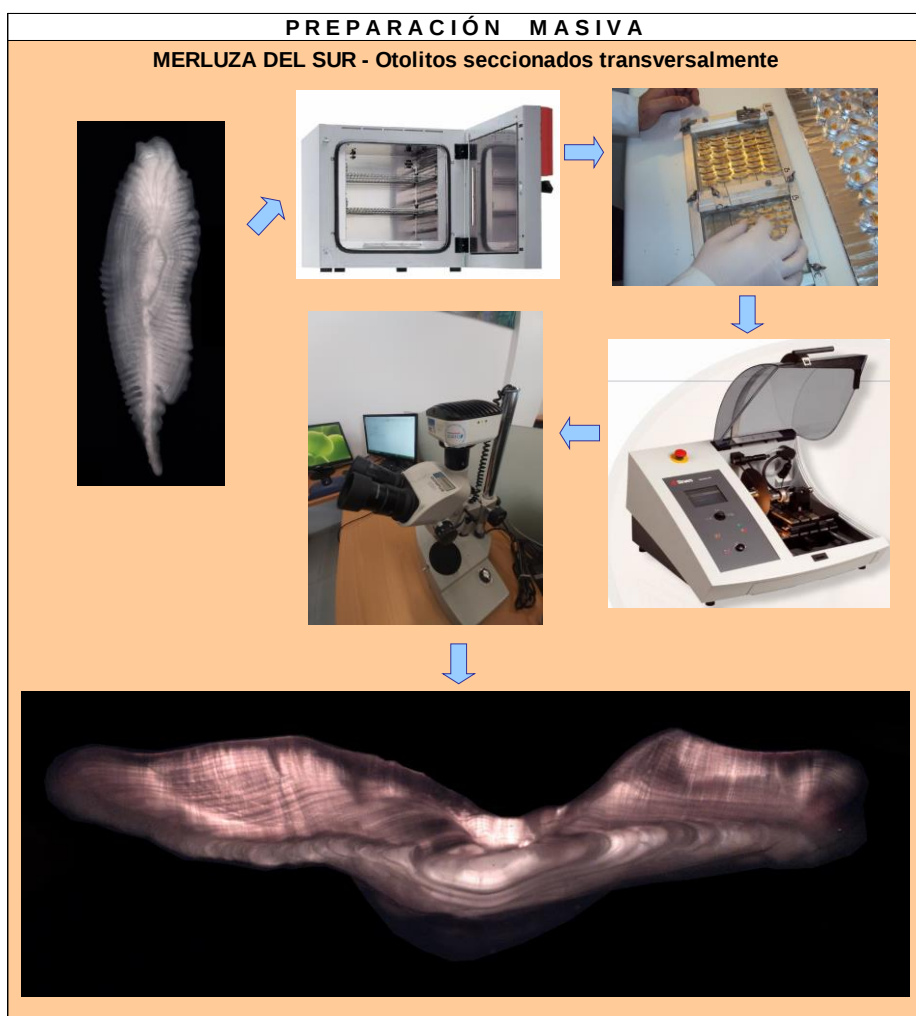


Figura 18. Secuencia general de preparaci3n y observaci3n de l3minas de otolitos de merluza del sur.

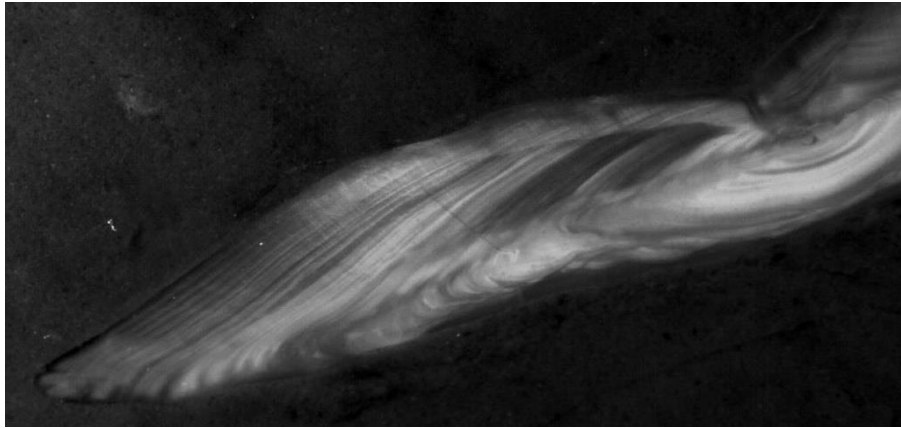


Figura 19. Otolito de merluza del sur en secci3n transversal a nivel del foco. Longitud pez 90cm, macho. Edad: 19.

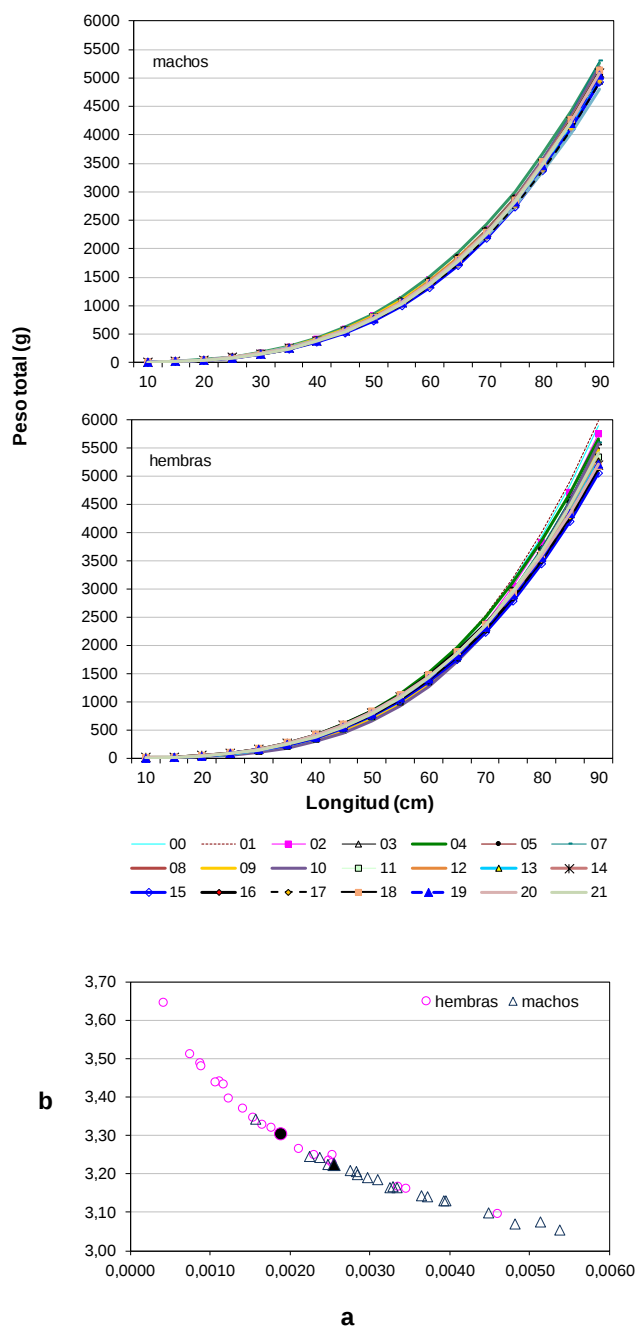


Figura 20. Comparación de la funciones peso- longitud estimadas para merluza del sur por sexo (A) y representación de los parámetros “a” (intercepto) y “b” (pendiente) de esta relación en el periodo 2000 – 2021 (B).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

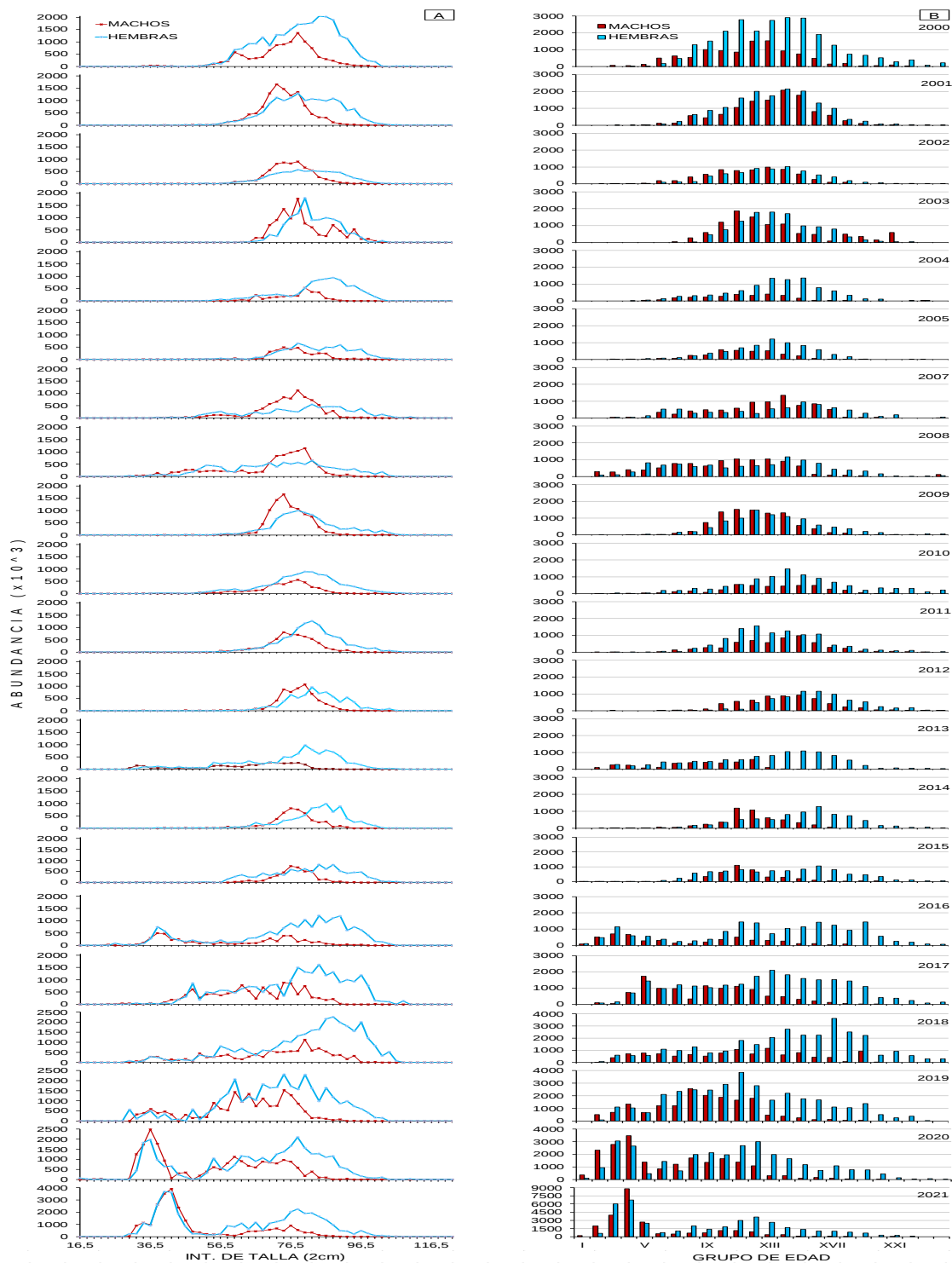


Figura 21. Abundancia por clase de talla (A) y grupos de edad (B) de merluza del sur, por sexo, en las evaluaciones directas efectuadas en el periodo 2000 – 2021.

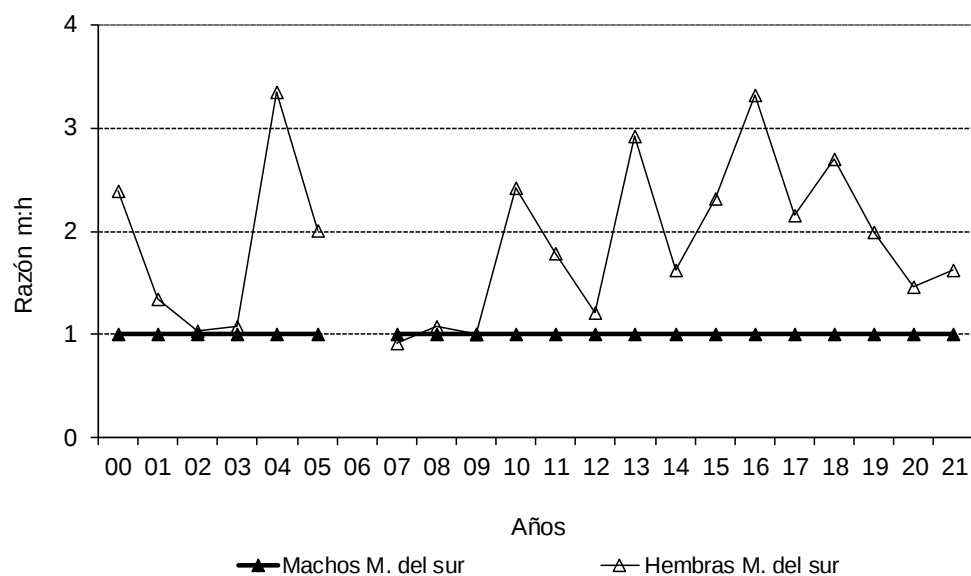


Figura 22. Proporción sexual de merluza del sur, presente en la abundancia en el período de desove, según año, período 2000 – 2021.

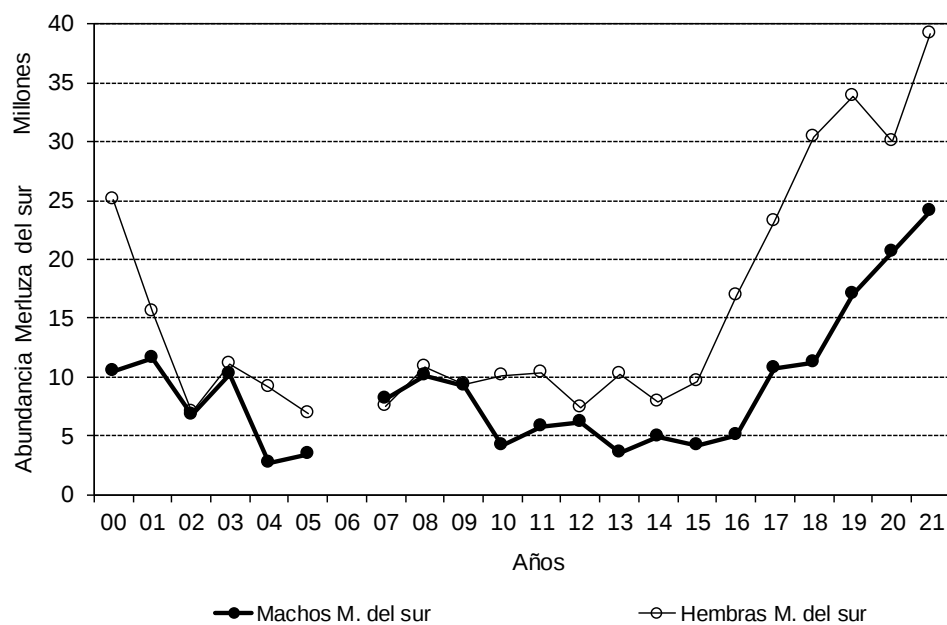


Figura 23. Abundancia de merluza del sur, por sexo, en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 – 2021.

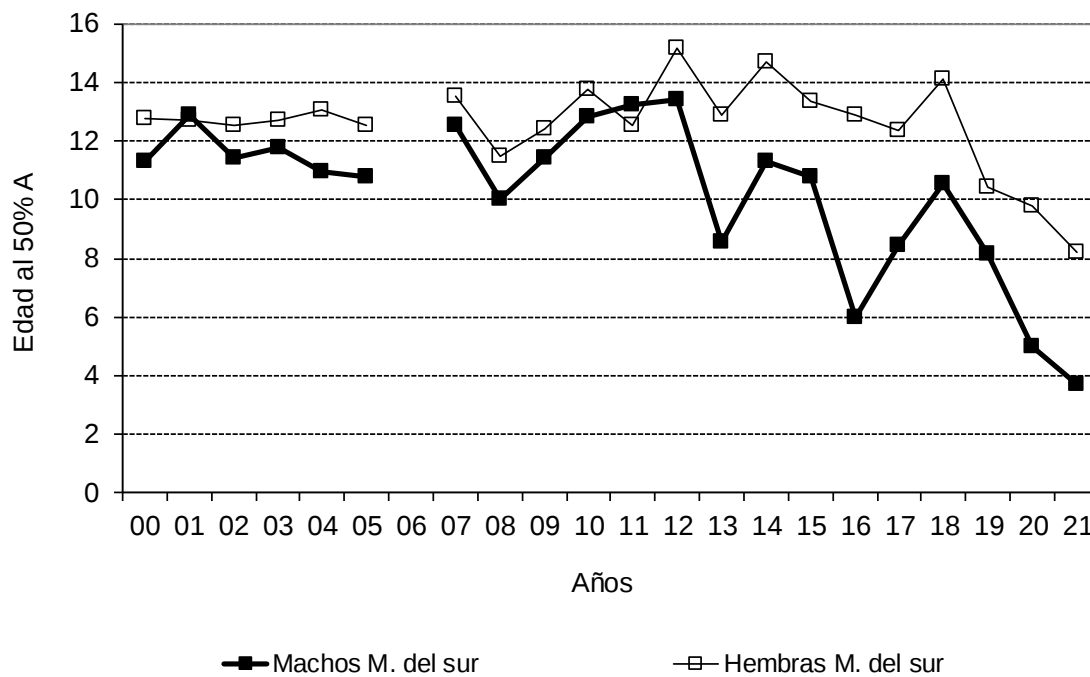


Figura 24. Edades medianas de merluza del sur, por sexo, presente en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 – 2021.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

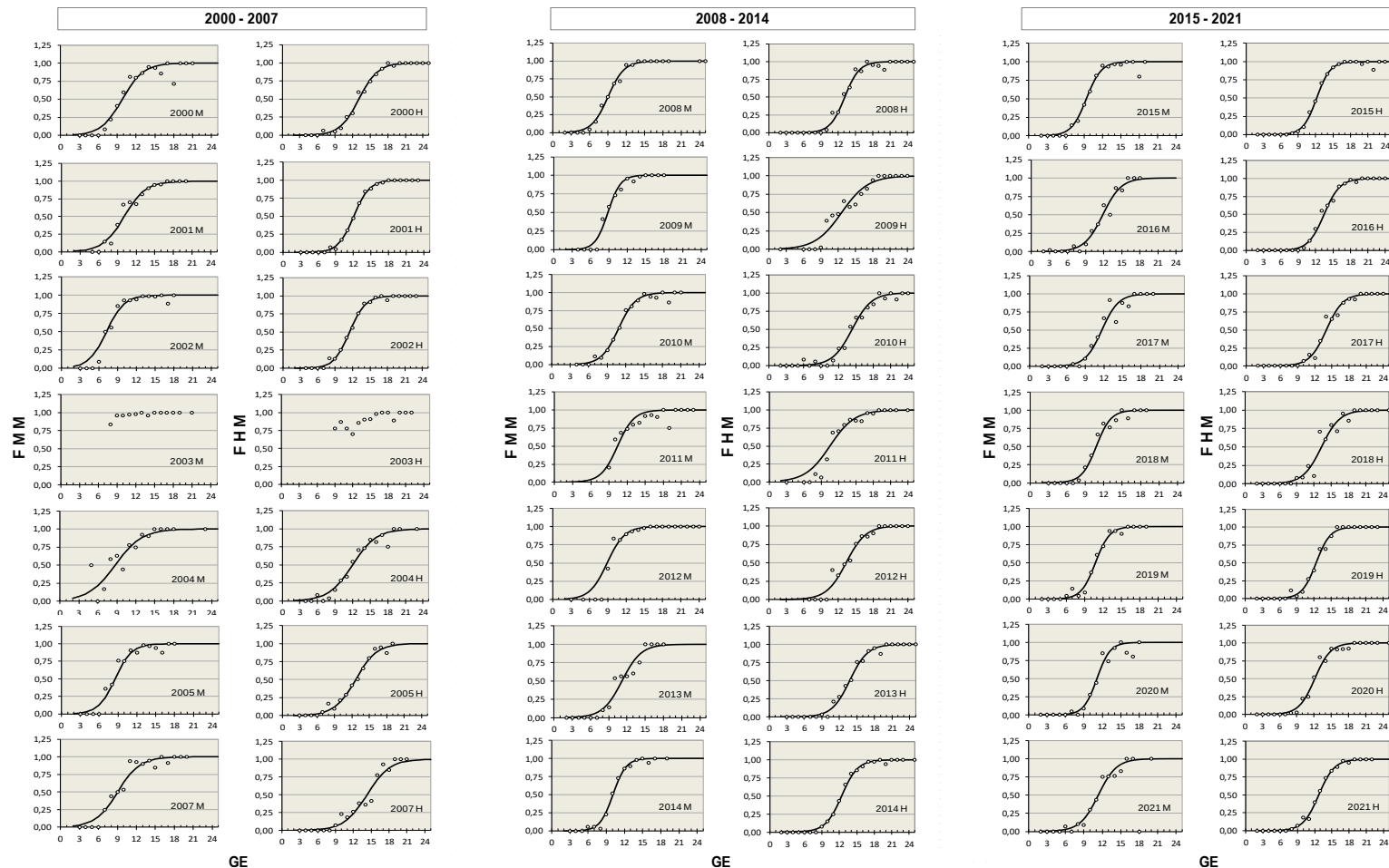


Figura 25. Fracción de merluza del sur (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2000 a 2021. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.

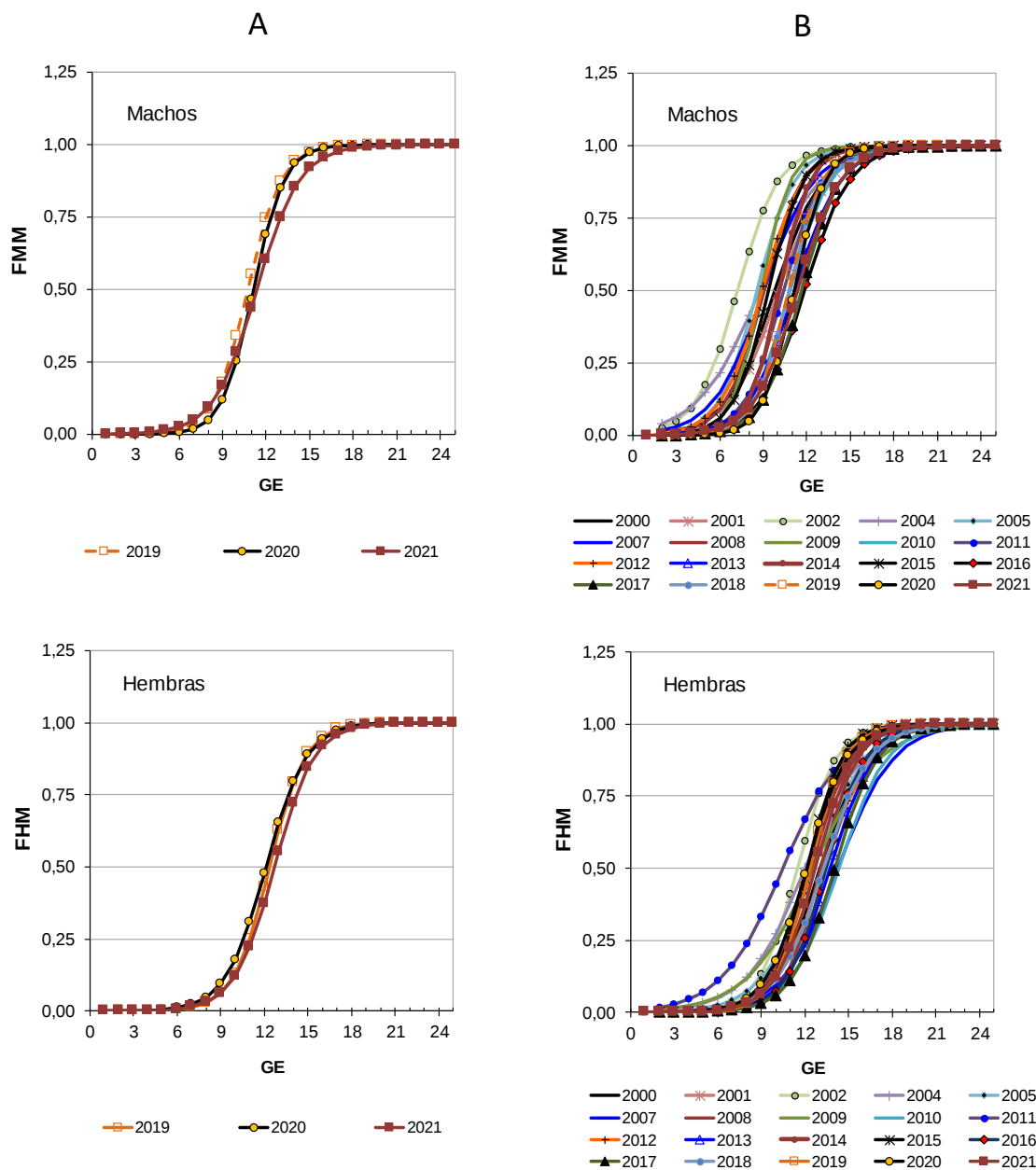


Figura 26. Curvas de madurez estimadas para merluza del sur (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2000 a 2021. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.

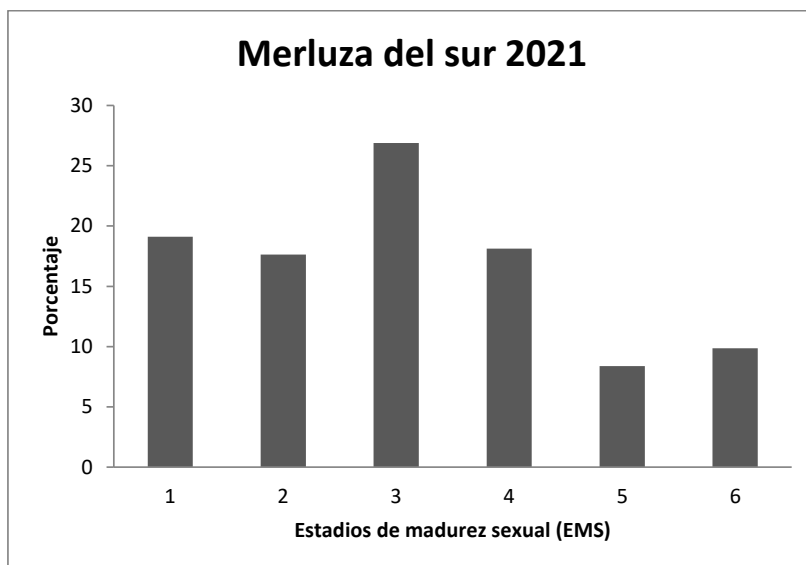


Figura 27. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2021.

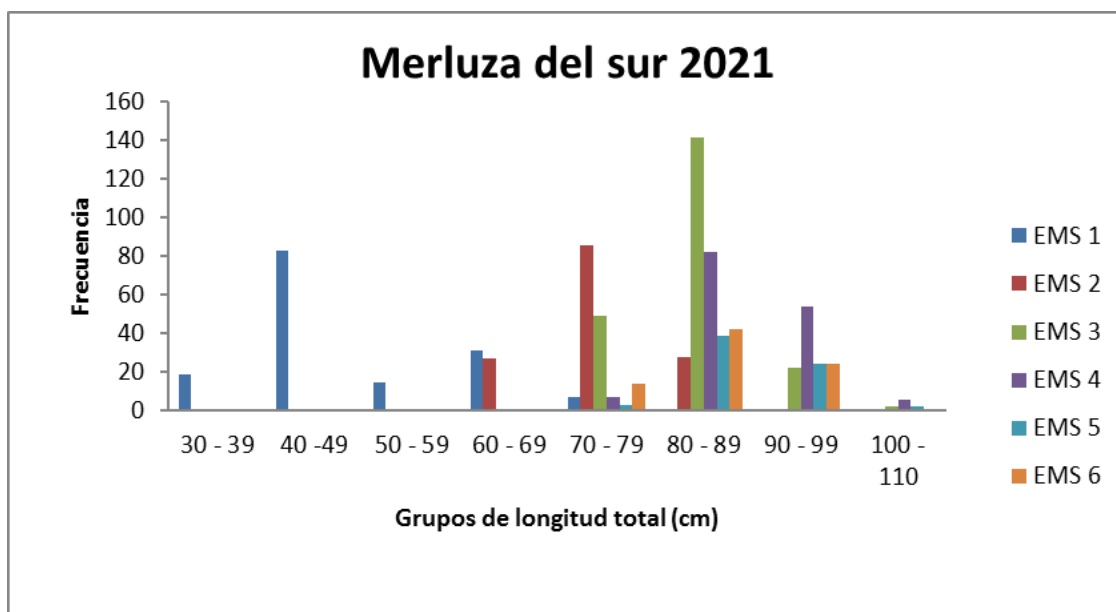


Figura 28. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2021.

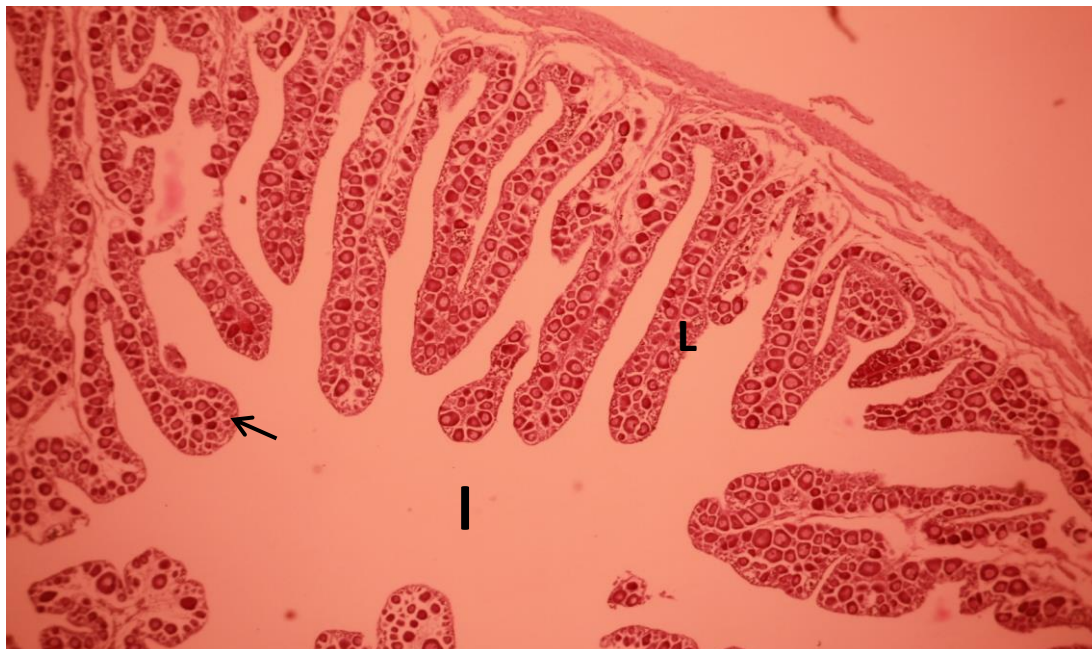


Figura 29. Ovario de merluza del sur en estadio inicial de desarrollo. Ms 136: Aspecto histológico estadio ovárico Inmaduro (I). Aumento 5x. L: Lamela; Flecha: Ovocito reserva; I: Lumen.

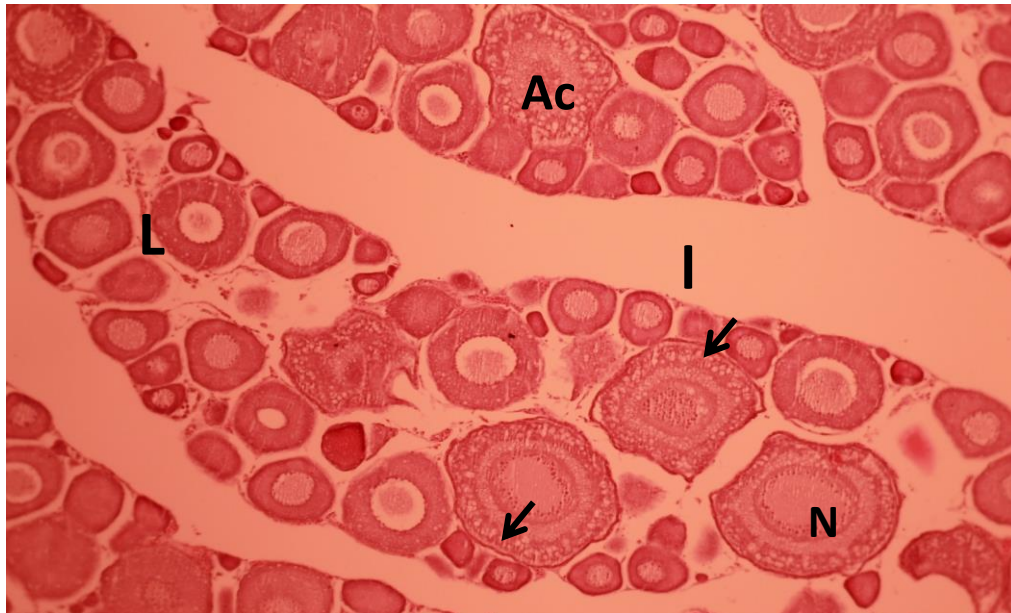


Figura 30. Ovario de merluza del sur en estadio inicial de desarrollo. Ms 514: Aspecto histológico estadio ovárico Madurez temprana (II) (inicio proceso de madurez ovocitaria). Aumento 10x. L: lamela; AC: Ovocito alveolo cortical; Flecha: Gránulo Cortical ; N: Núcleo; I: lumen.

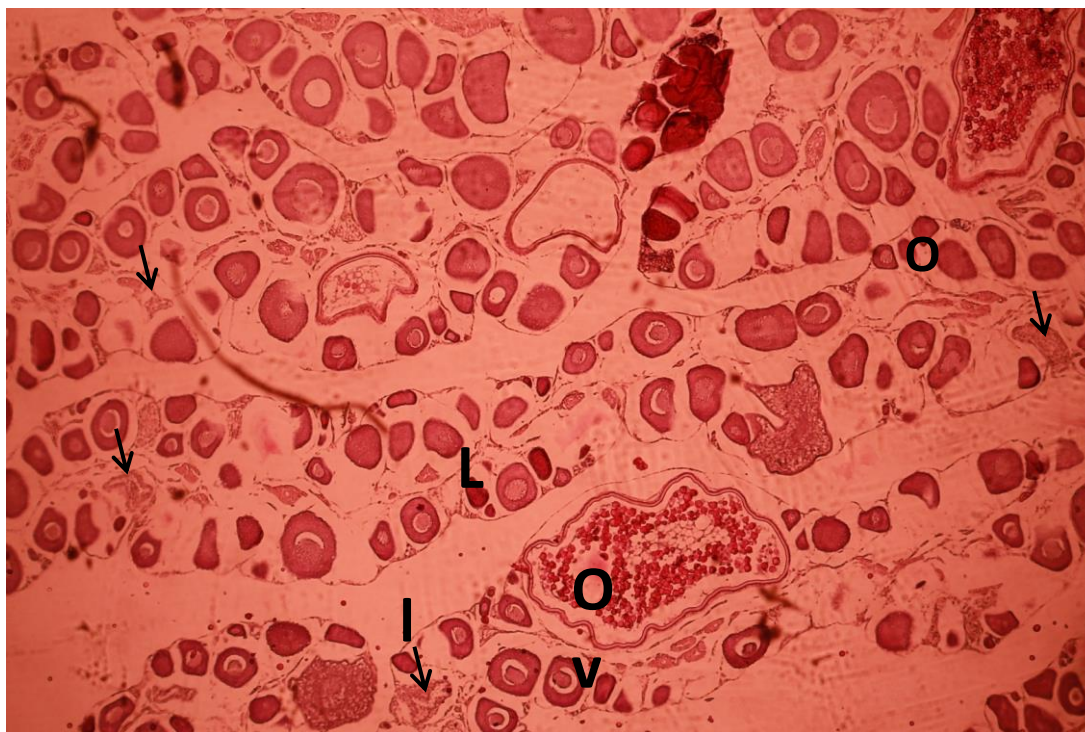


Figura 31. Ovario de merluza del sur en estadio final de desarrollo. Ms 560: Aspecto histológico estadio ovárico Regresión (VI). Aumento 5x. L: Lamela; I: Lumen; Ov: Ovocitovitelado residual; Or: Ovocito reserva; Flecha: Ovocitoatresico.

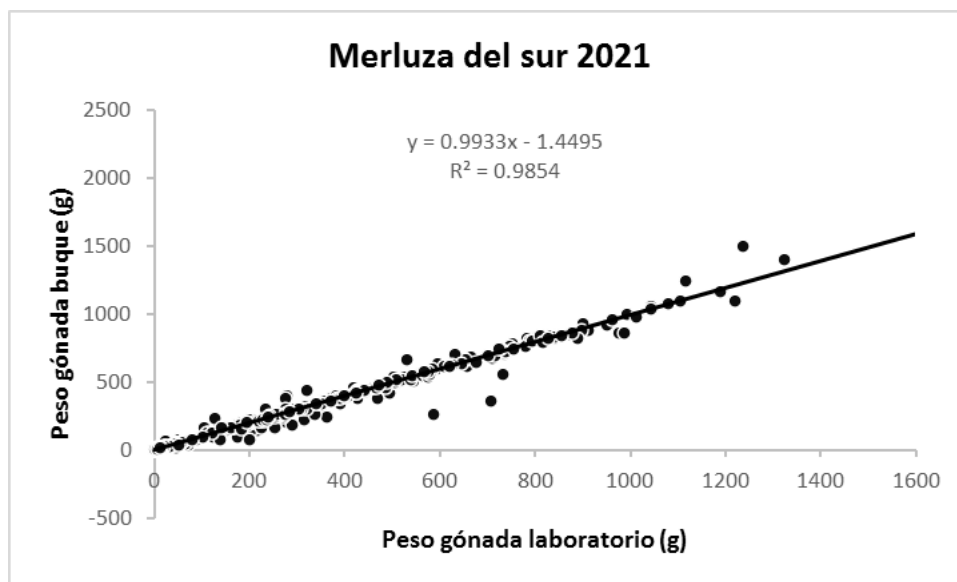


Figura 32. Relación entre el peso de la gónada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto 2020.

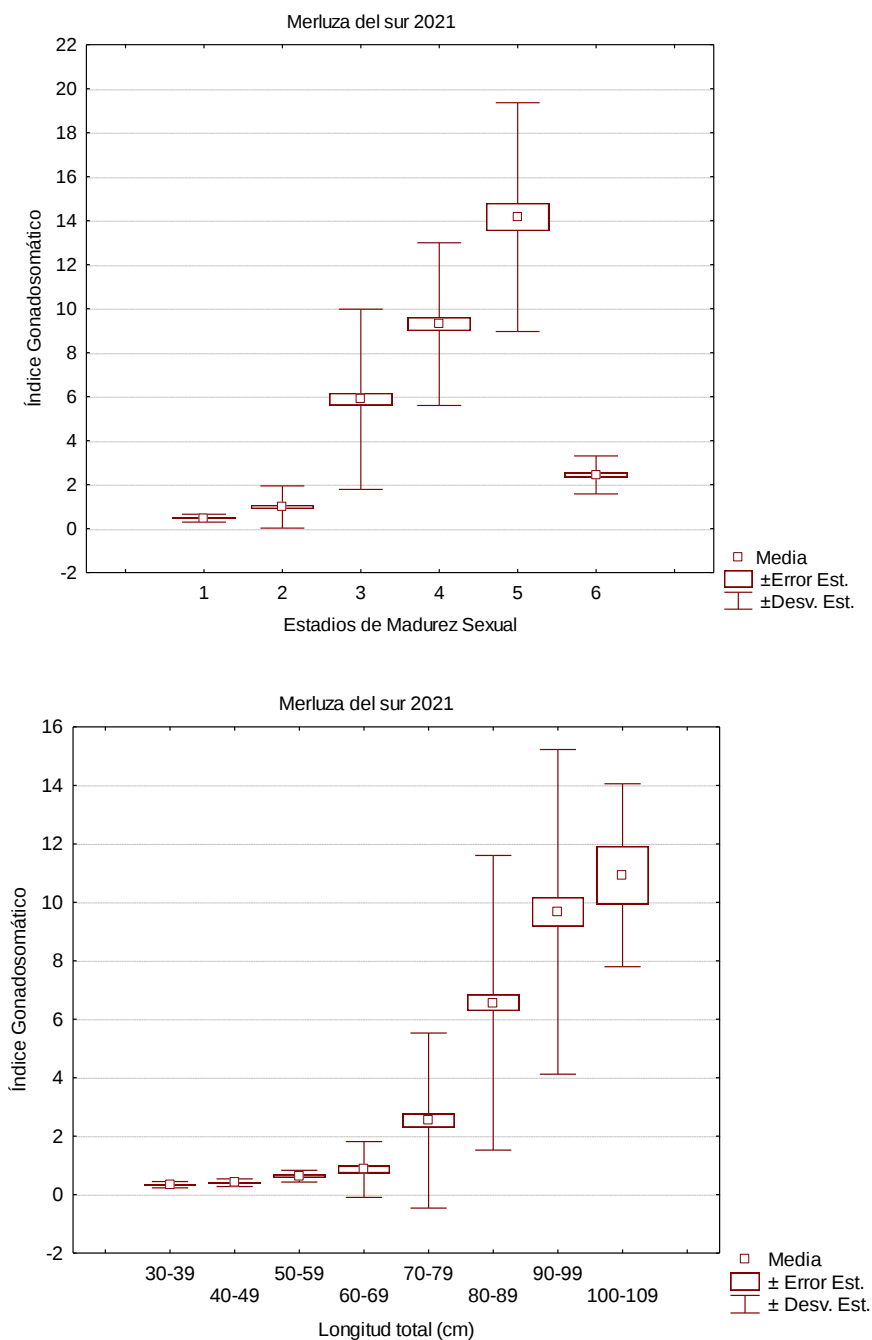


Figura 33. Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) $\pm$ la desviación estándar y el error estándar, para cada uno de los estadios de madurez sexual y rango de tallas de la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2021.

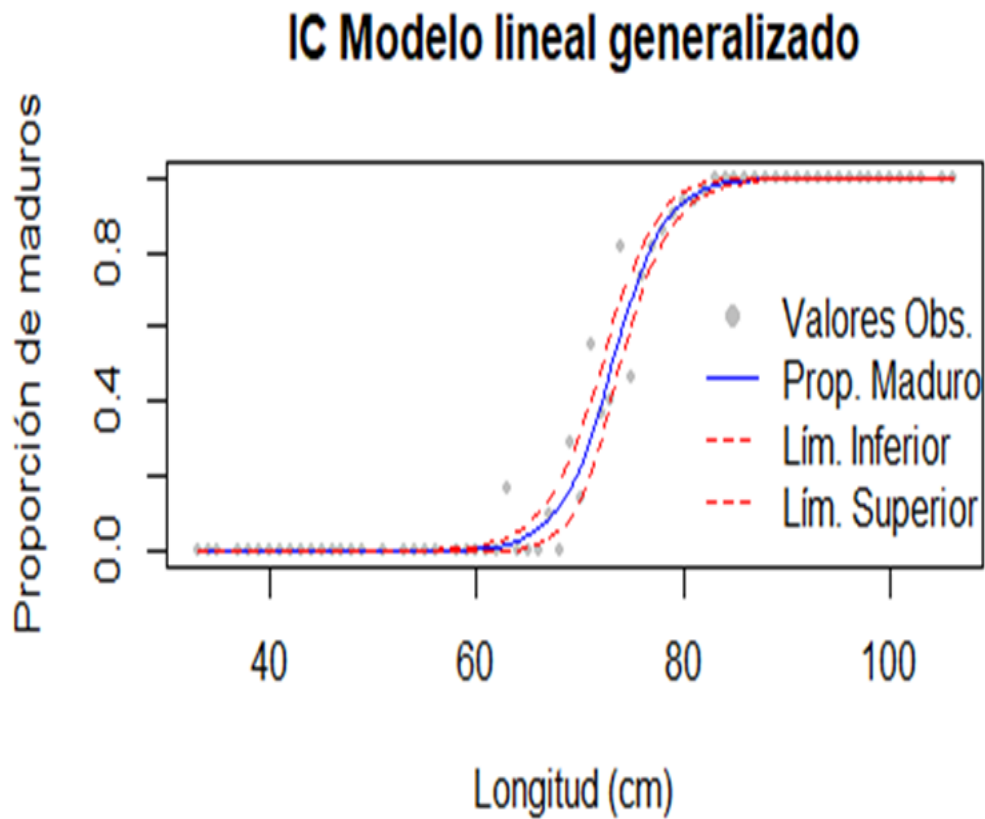
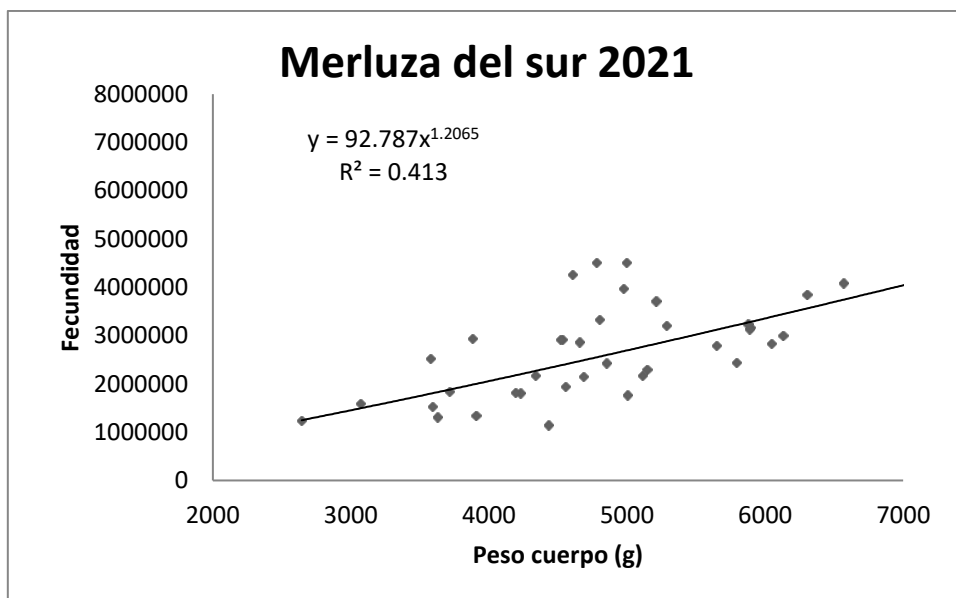


Figura 34. Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2021, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo lineal generalizado.



a)



b)

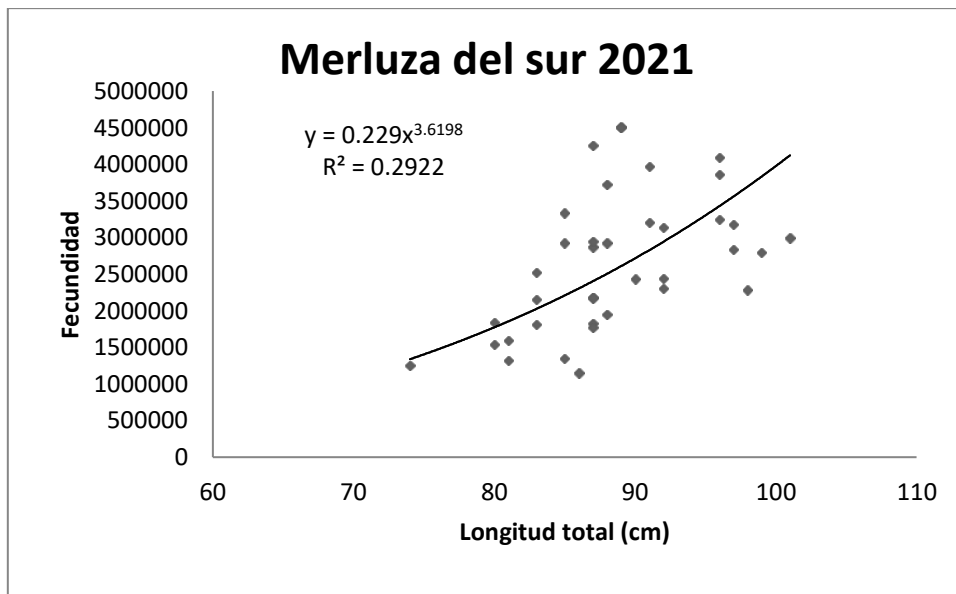


Figura 35. Relación entre la fecundidad modal con a) el peso del cuerpo menos el peso de la gónada y b) la longitud total. Merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2021.

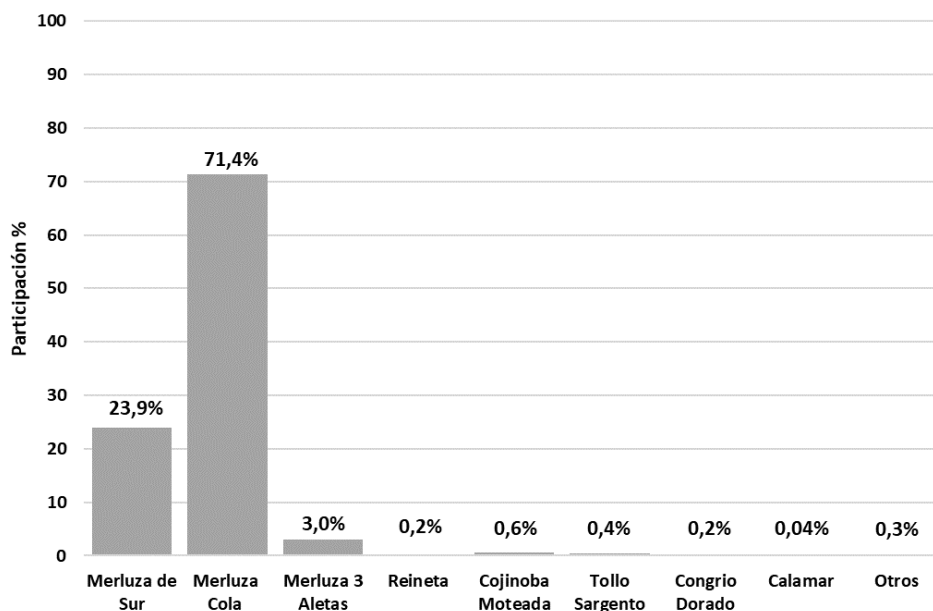


Figura 36. Participación de las principales especies capturadas, respecto captura total estandarizada crucero. Año 2021.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

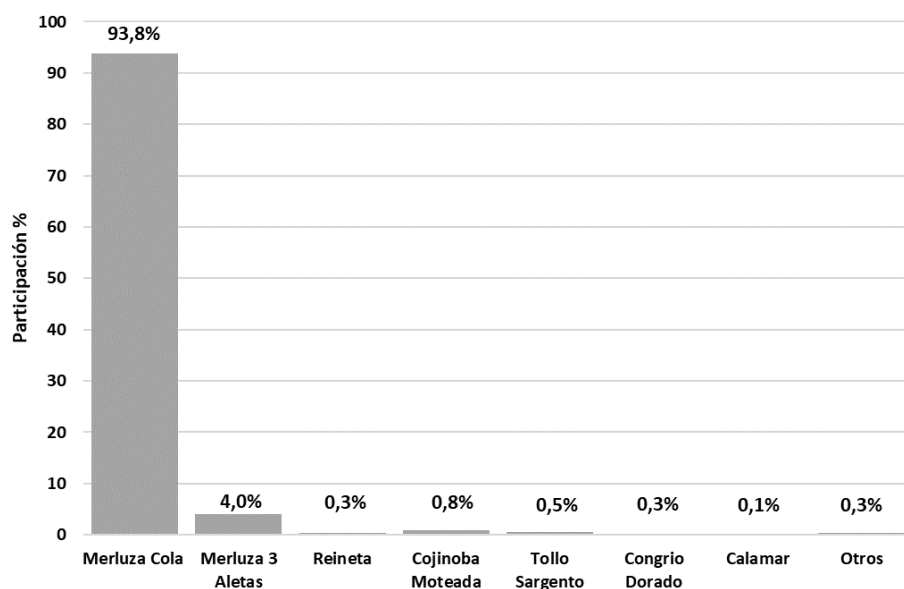


Figura 37. Participaci3n de la fauna acompa1ante de merluza del sur. A1o 2021.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

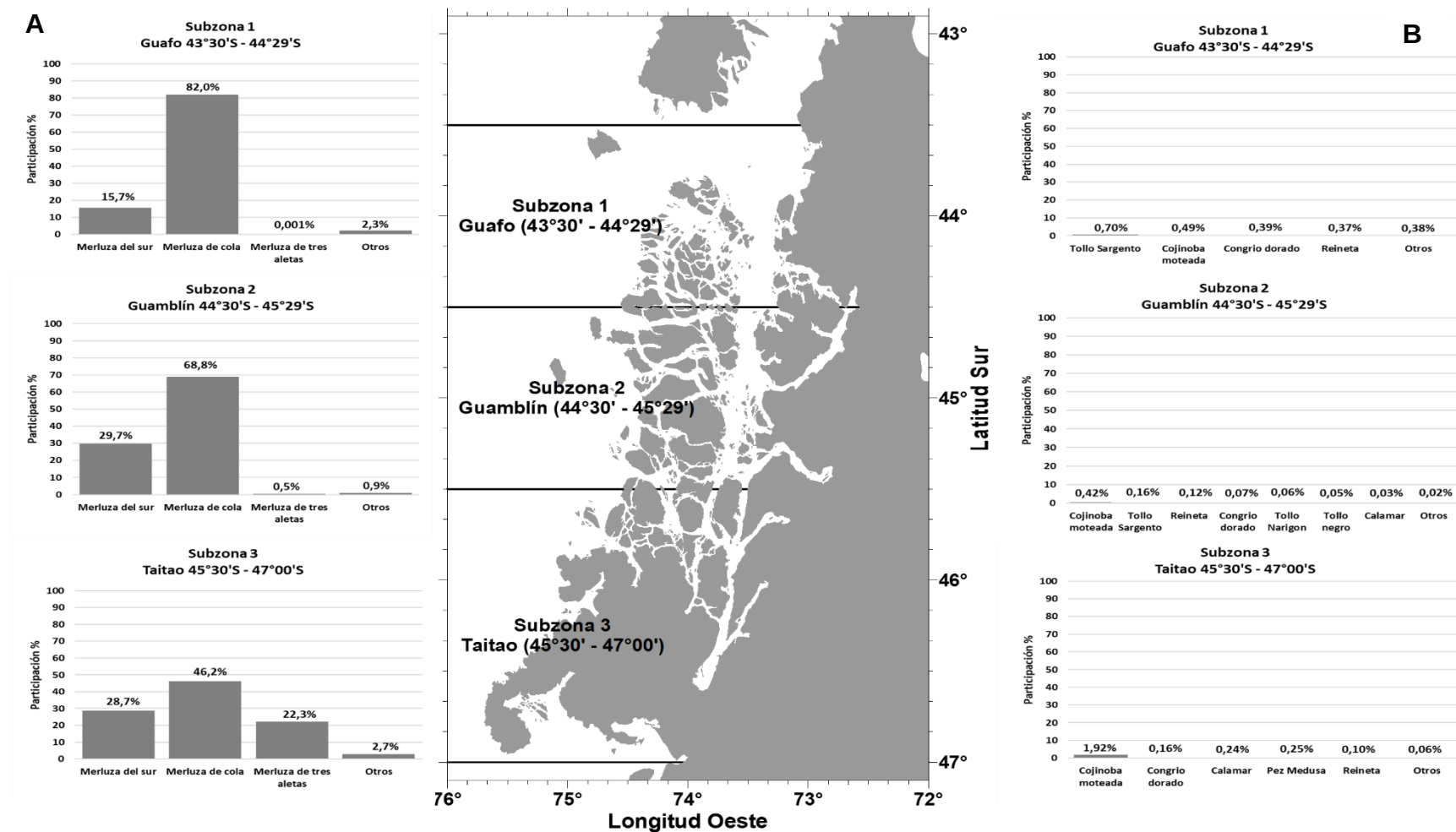


Figura 38. Participación (%) respecto de la captura total estandarizada por subzona de: a) principales especies capturadas durante el crucero; b) fauna acompañante de merluza del sur. Año 2021.

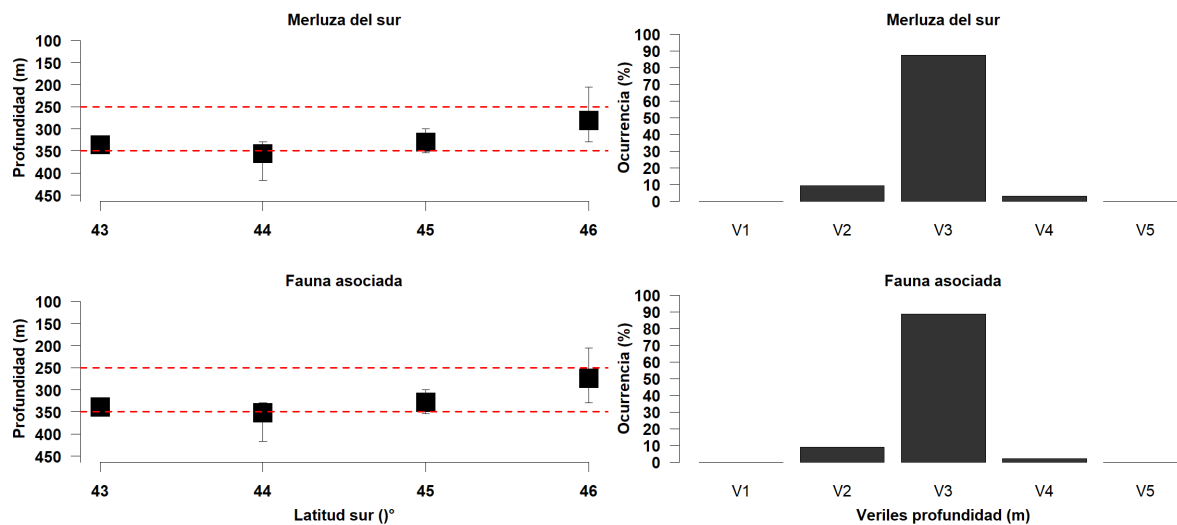


Figura 39. Distribución y frecuencia de ocurrencia por veril de profundidad de merluza del sur y su fauna acompañante. Año 2021.

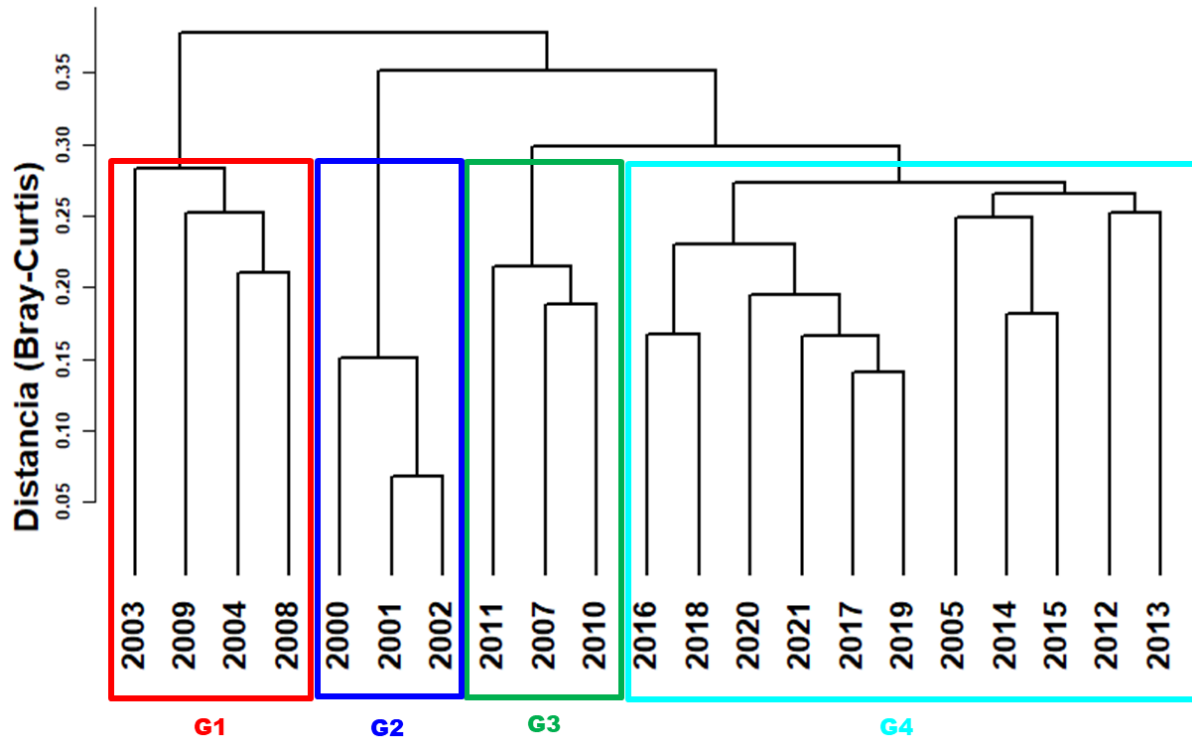


Figura 40. Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2021.

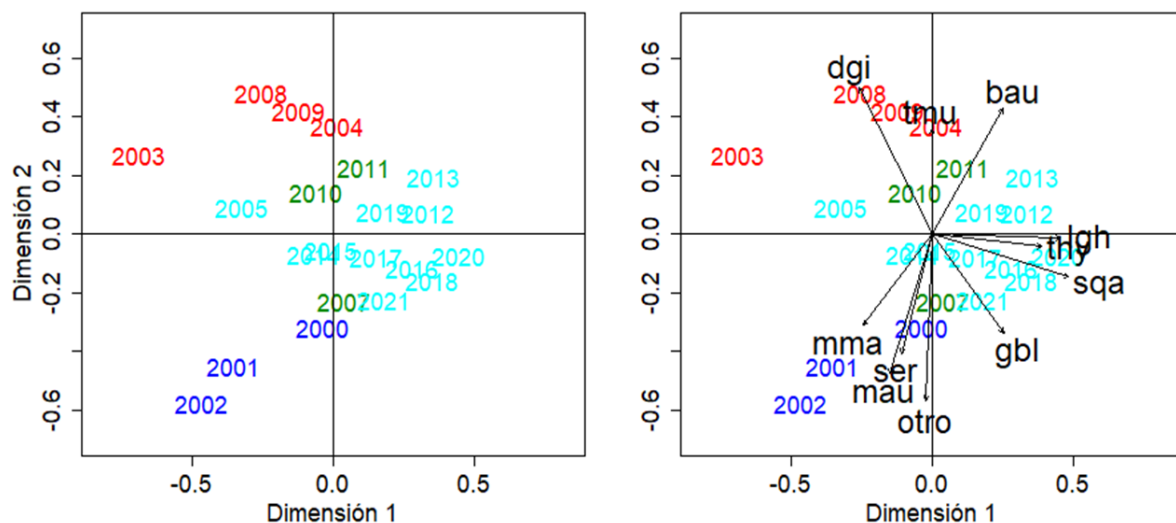
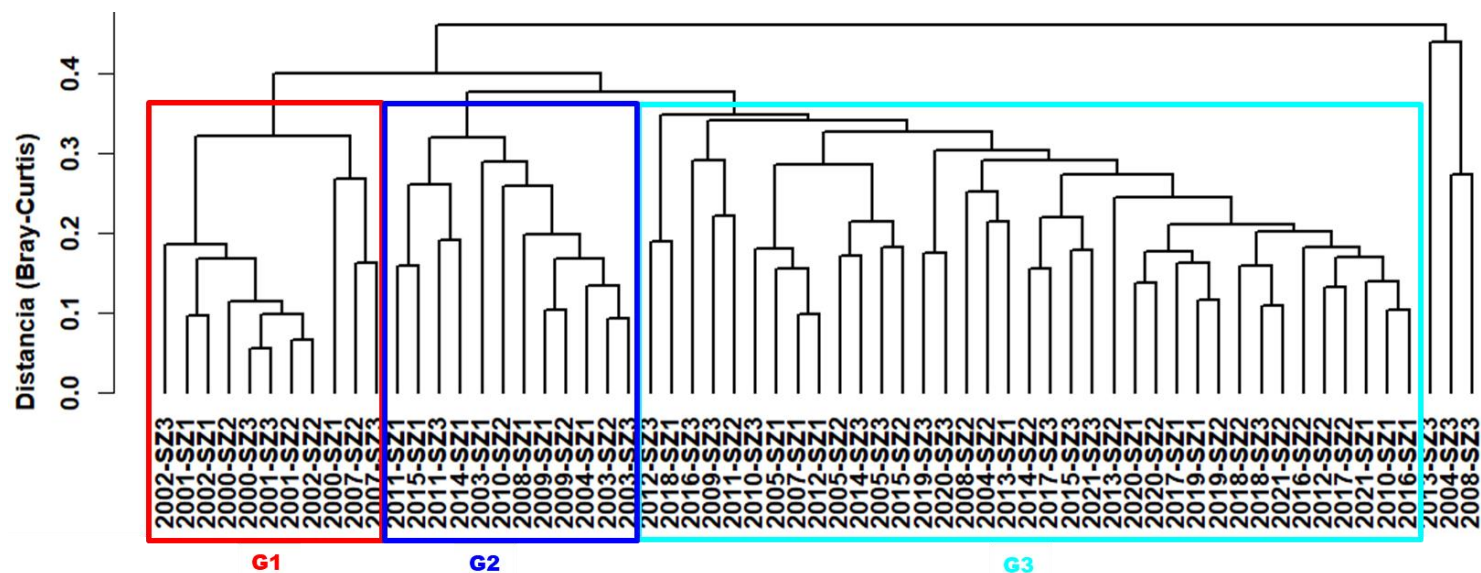


Figura 41. Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2021.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



SZ 1=Guafu (43°30'-44°29'); SZ 2=Guamblín (44°30'-45°29'); SZ 3= Taitao (45°30'-47°00')

Figura 42. Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2021.

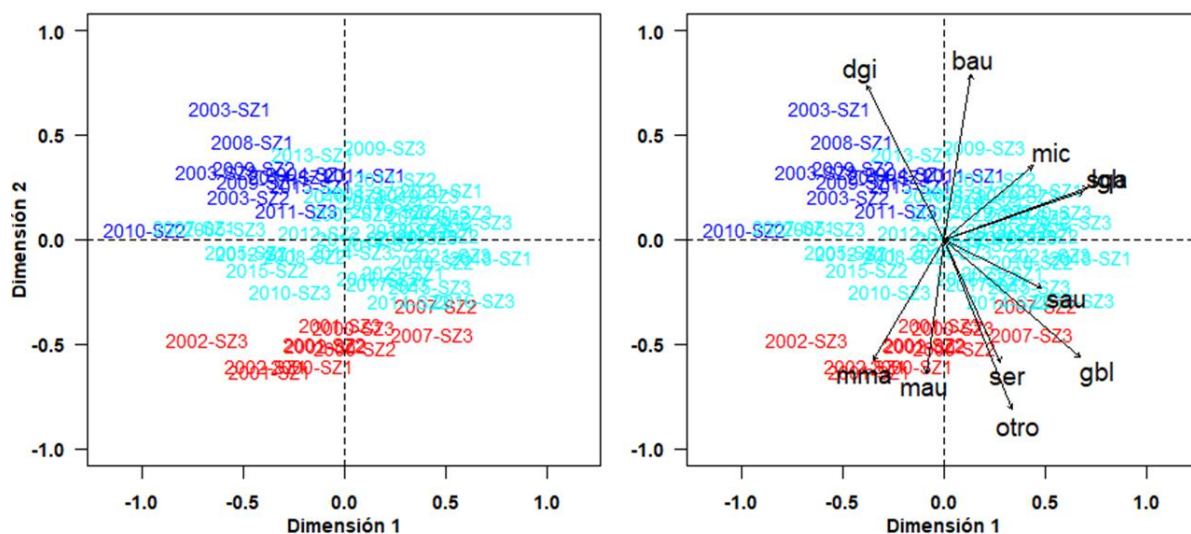
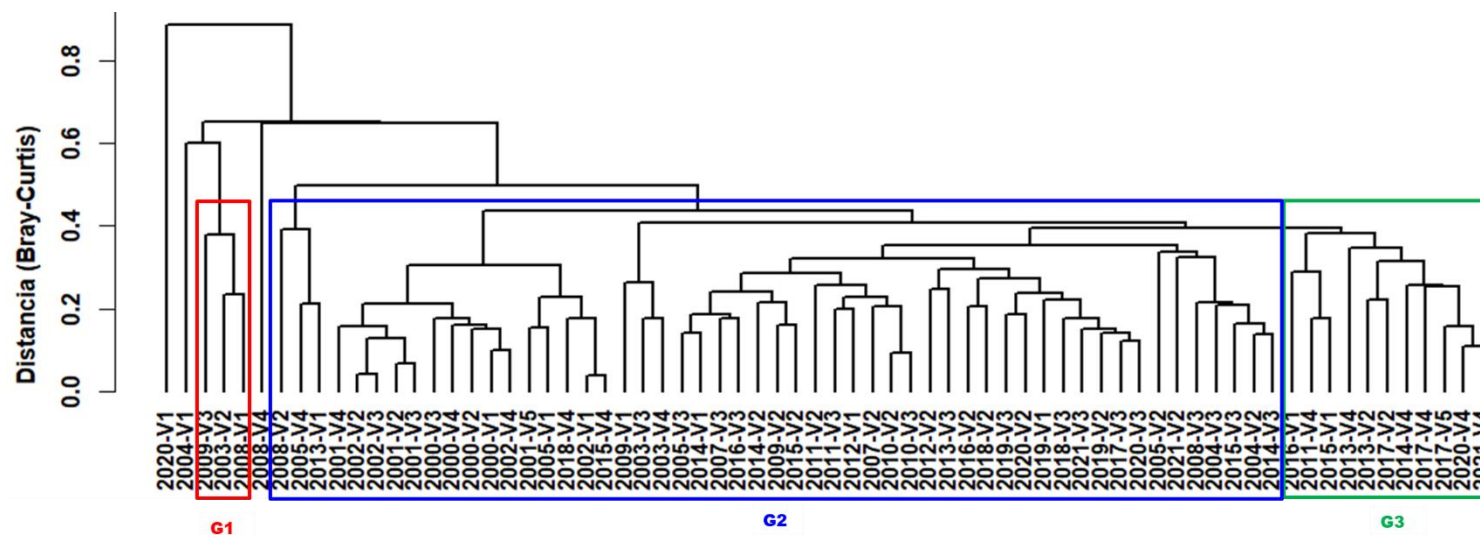


Figura 43. Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2021.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



V1 = 100-200 m; V2 = 200-300 m; V3 = 300-450 m; V4 = 400-500 m; V5 >500 m

Figura 44. Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2021.

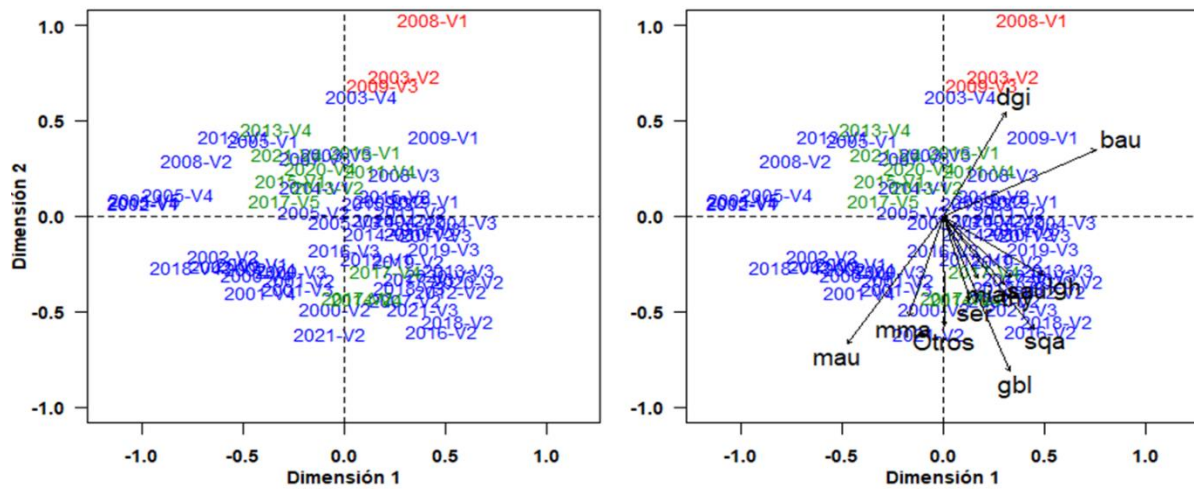


Figura 45. Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2021.

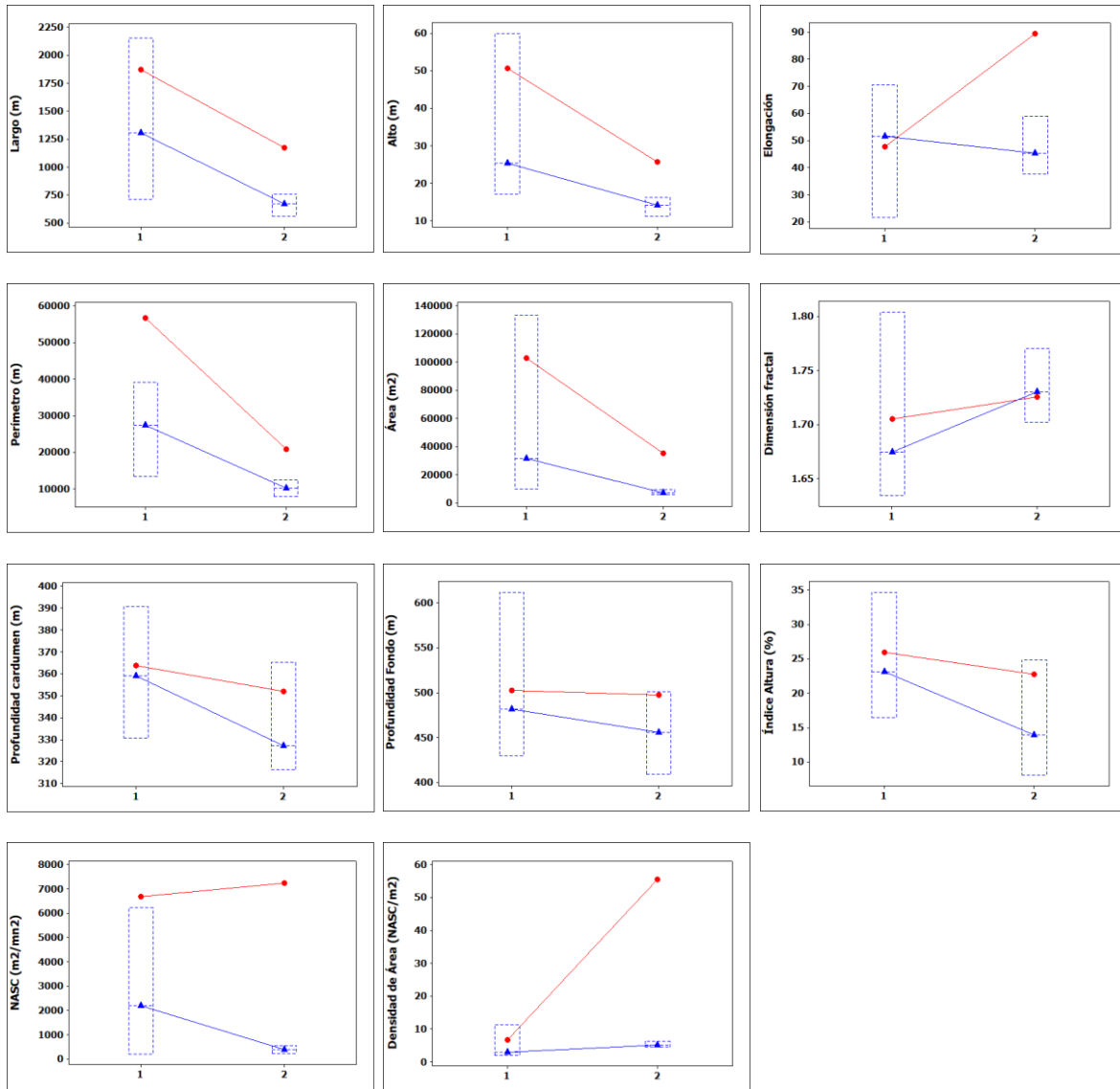


Figura 46. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores: morfológicos largo, alto y elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²) de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Dentro del cañón (si) y fuera del cañón (no). Agosto 2021

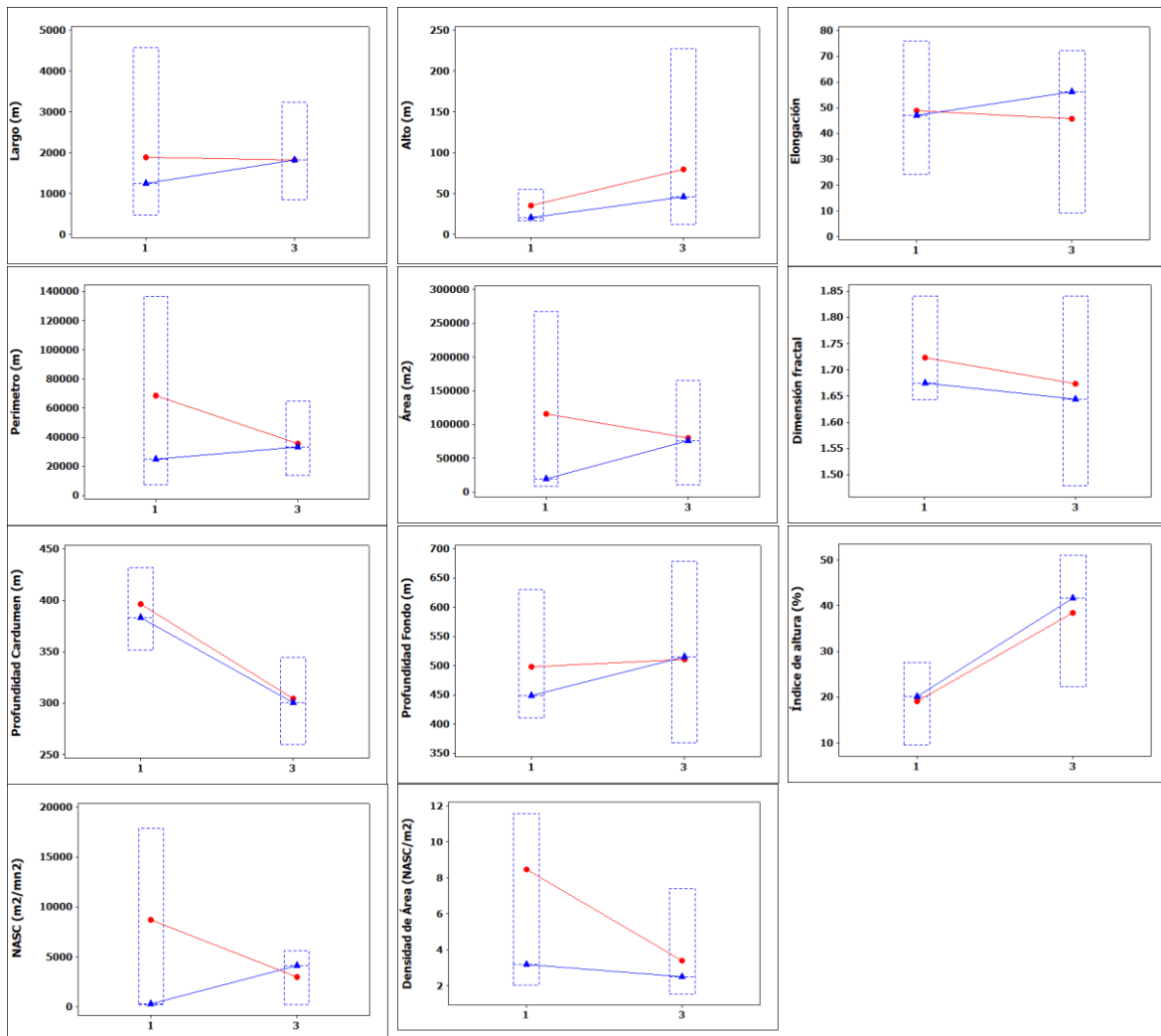


Figura 47. Valor promedio y mediana de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad de área (NASC/m²) de la mezcla de merluza del sur y merluza de cola. Según cañón. Agosto 2021.

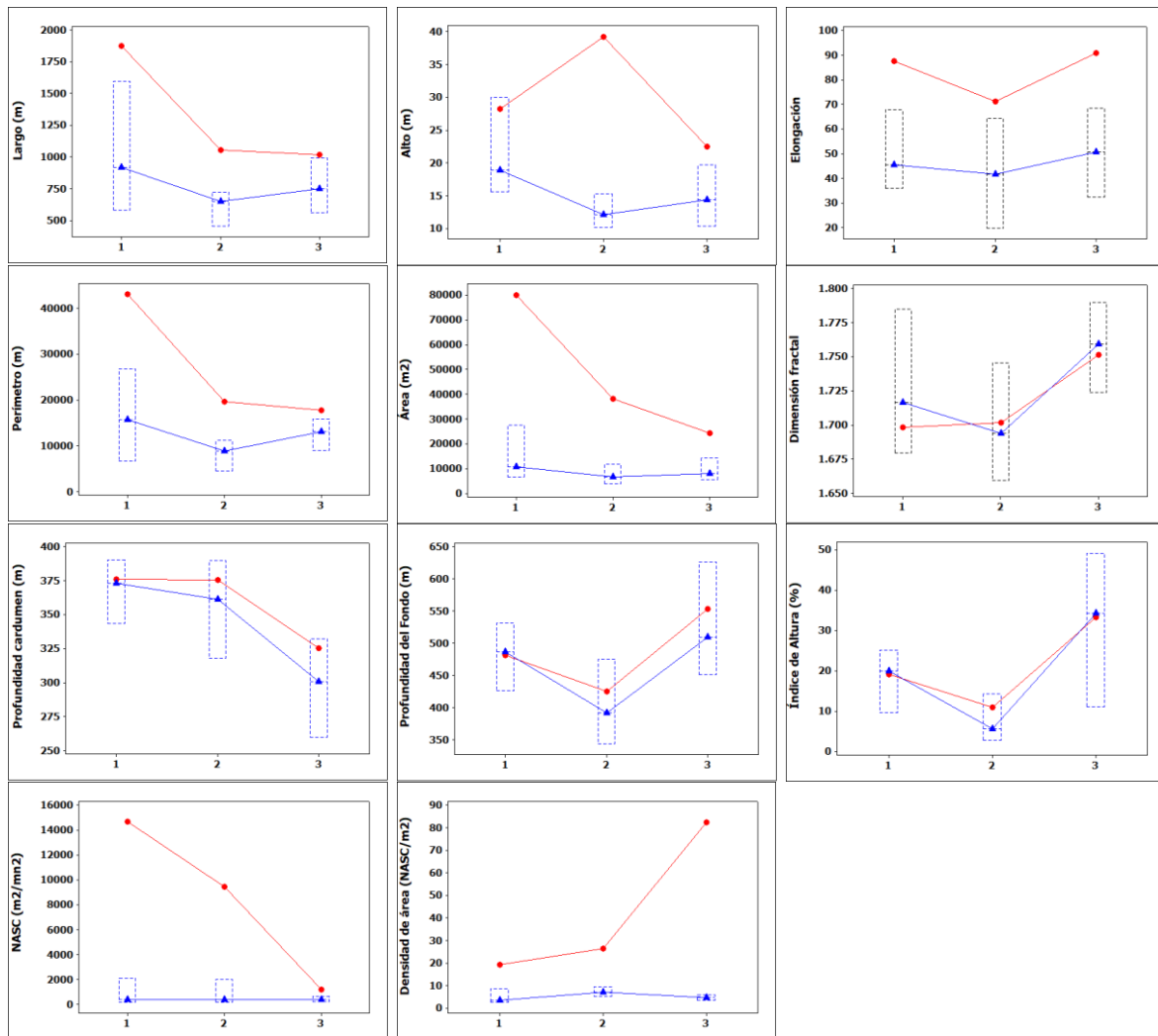


Figura 48. Valor promedio y mediana de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad de área (NASC/m²) de la mezcla de merluza del sur y merluza de cola. Según zona. Agosto 2021.

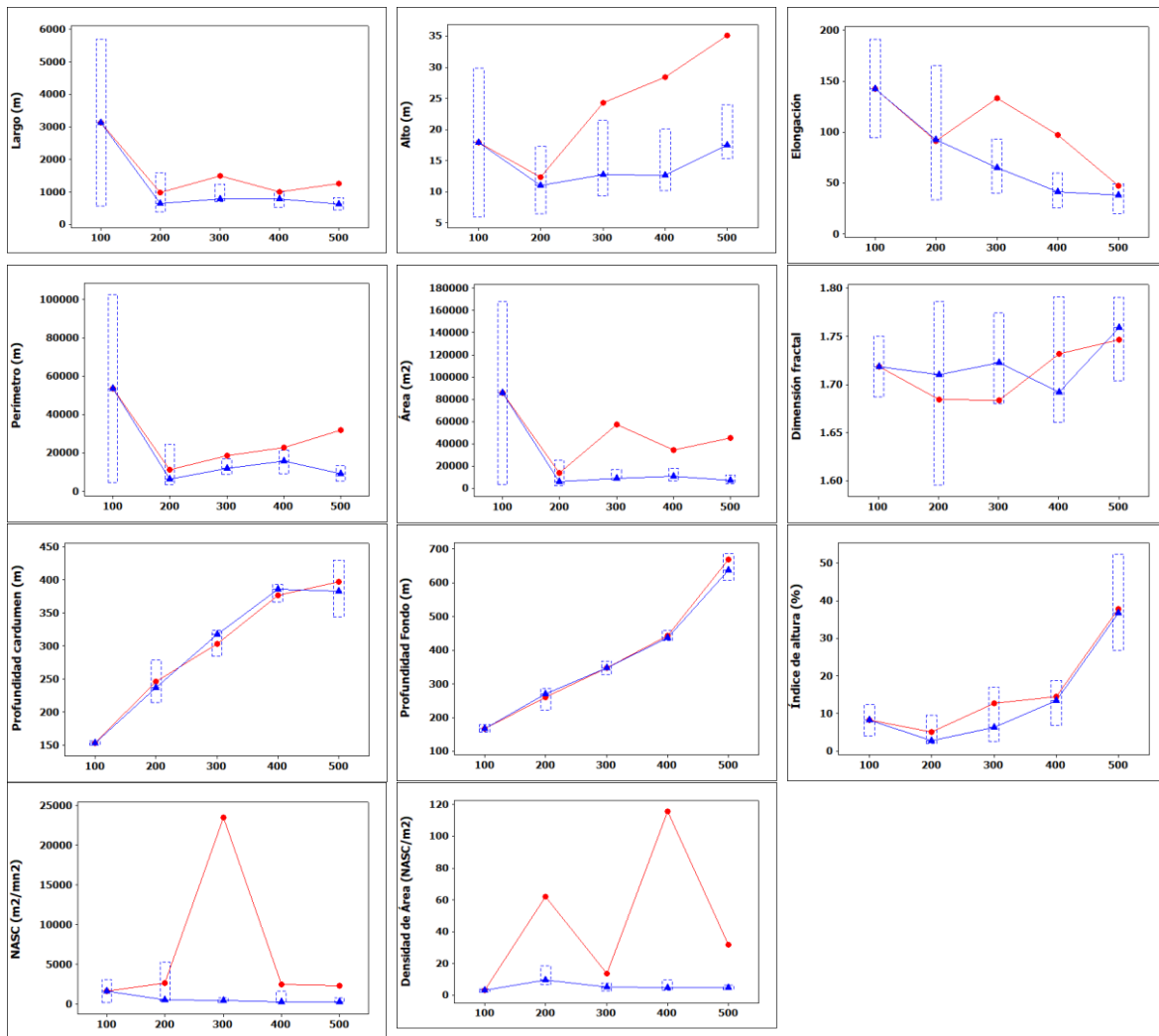


Figura 49. Valor promedio y mediana de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad de área (NASC/m²) de la mezcla de merluza del sur y merluza de cola. Según rango de profundidad. Crucero MS-MC 2021.

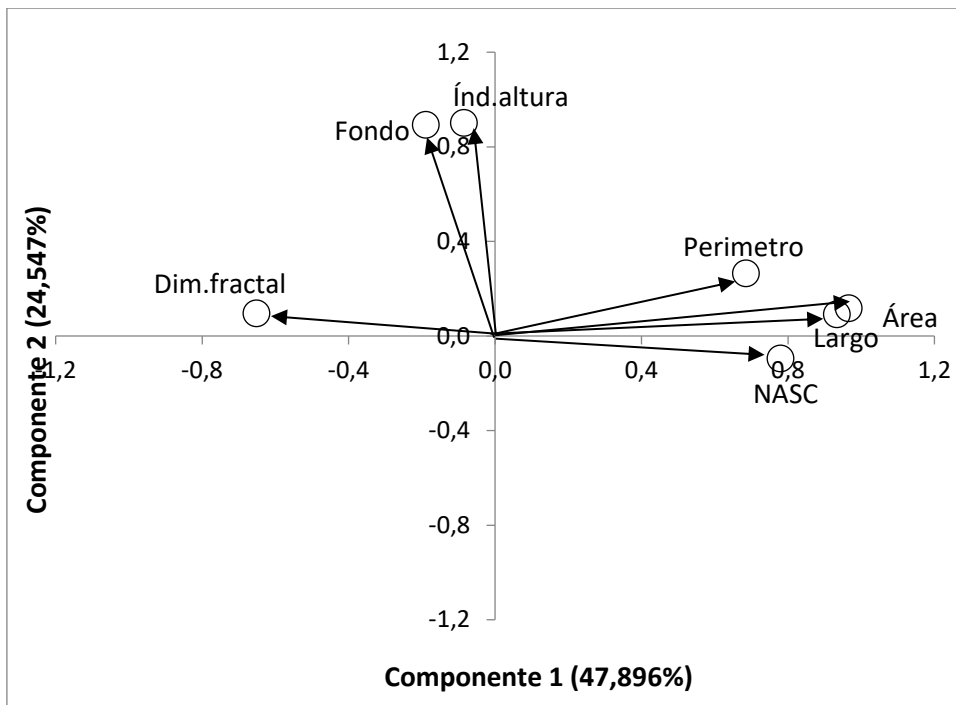


Figura 50. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes. Mezcla de Merluza del sur y de cola. Agosto 2021.

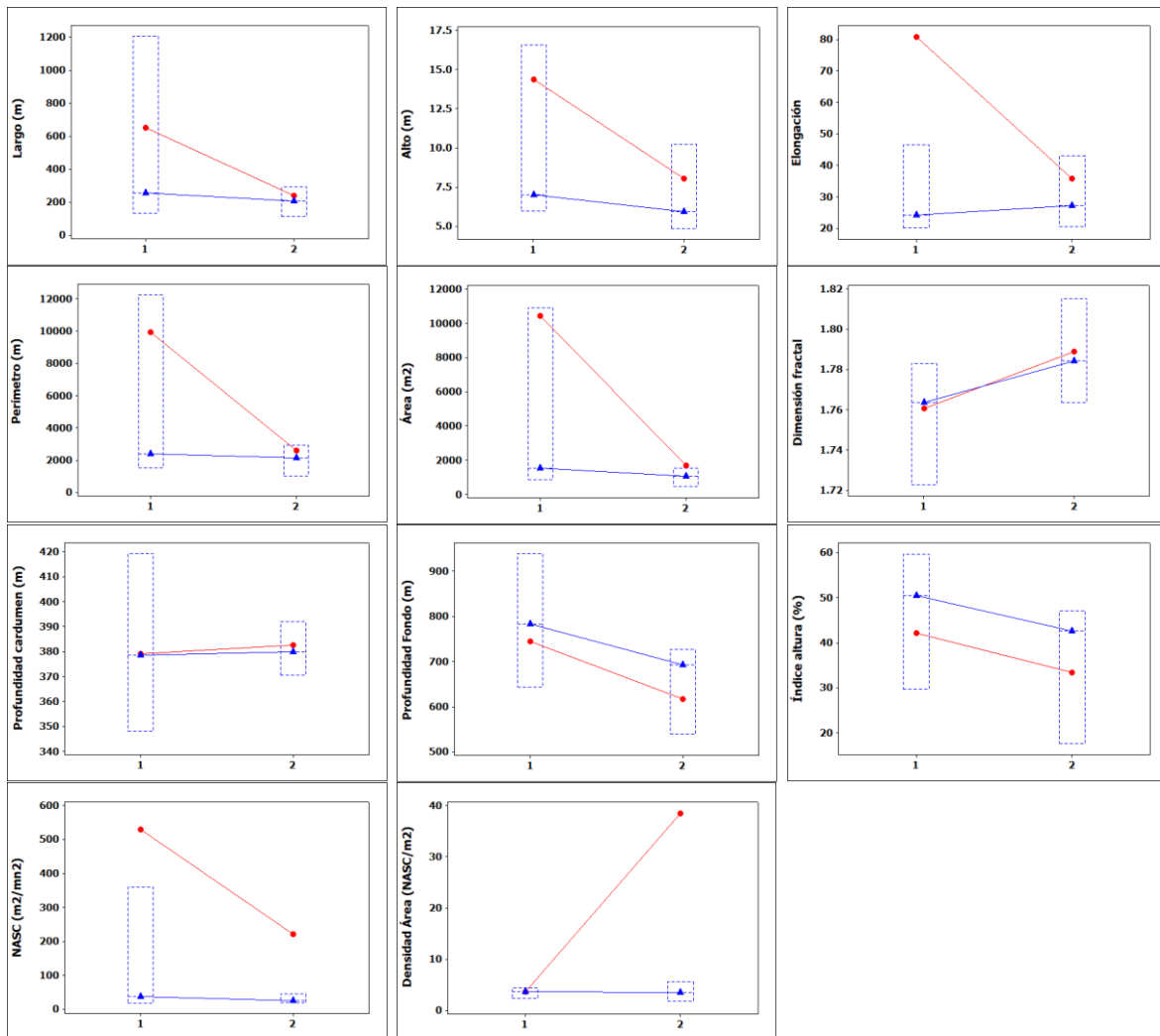


Figura 51. Valor promedio y mediana de los descriptores morfol3gicos de largo, alto, elongaci3n, perimetro, 3rea y dimensi3n fractal; descriptores batim3tricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura; descriptores de energ3a retrodispersada (NASC) y densidad de 3rea (NASC/m²) de la merluza del sur. Dentro y fuera de ca3n. Crucero MS-MC 2021.

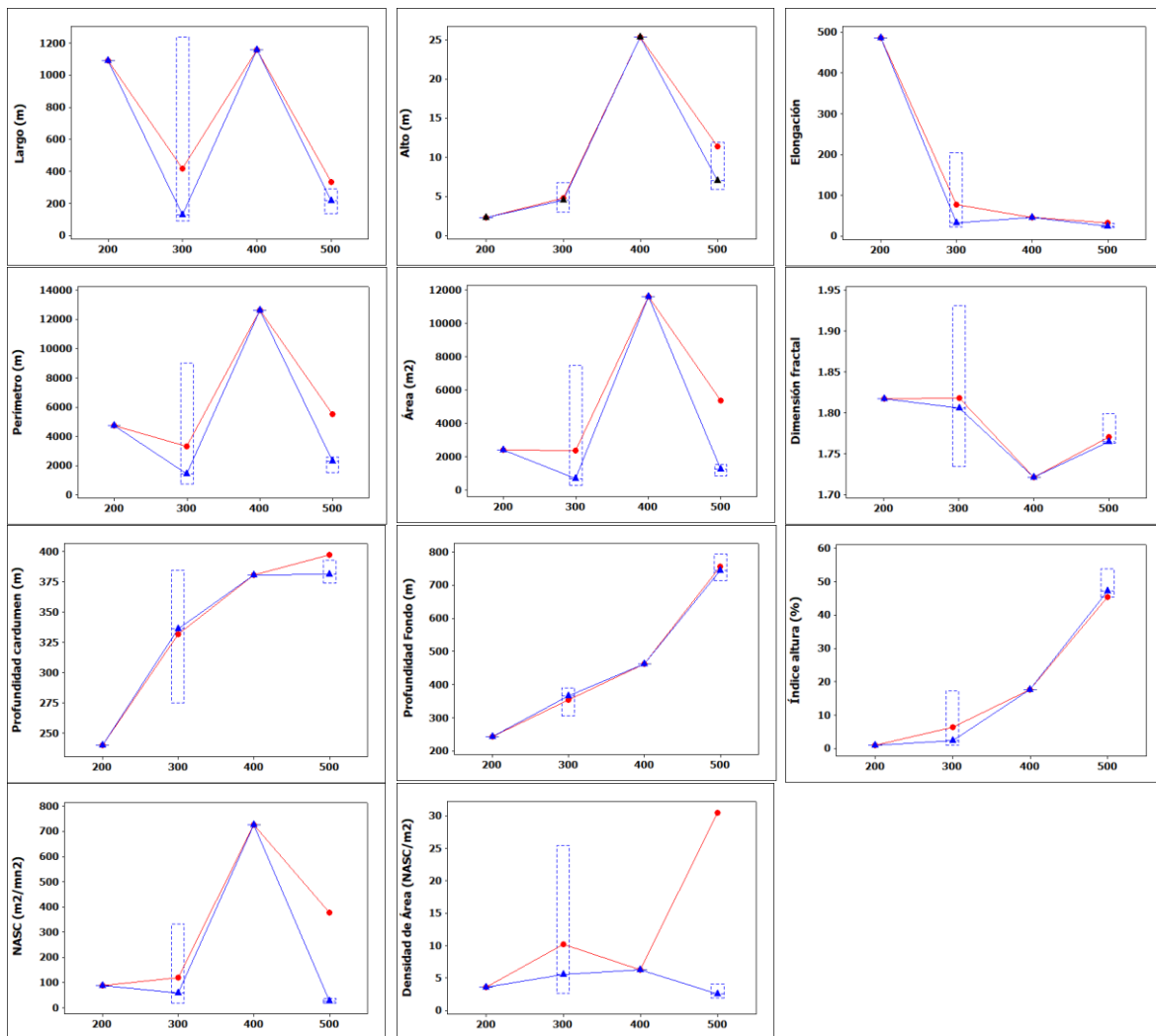


Figura 52. Valor promedio y mediana de los descriptores morfol3gicos de largo, alto, elongaci3n, permetro, rea y dimensi3n fractal; descriptores batim3tricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e ndice de altura; descriptores de energa retrodispersada (NASC) y densidad de rea (NASC/m²) de la merluza del sur. Seg3n rango de profundidad. Crucero MS-MC 2021.

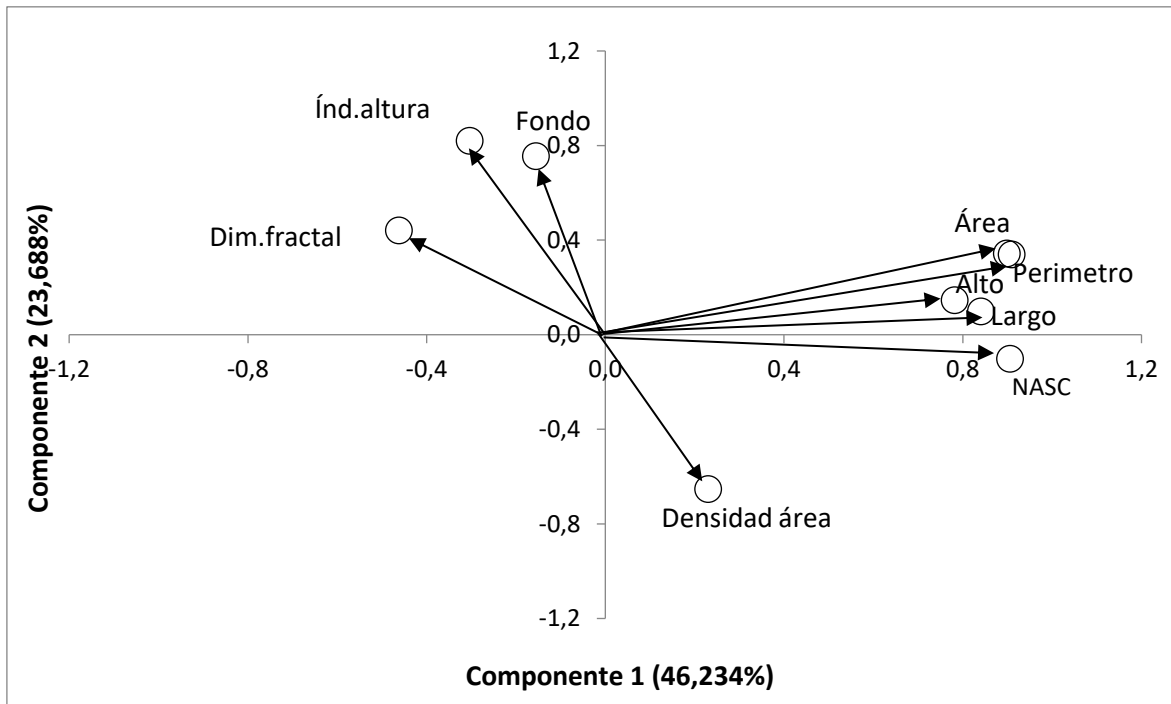


Figura 53. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes. Merluza del sur. Agosto 2021.

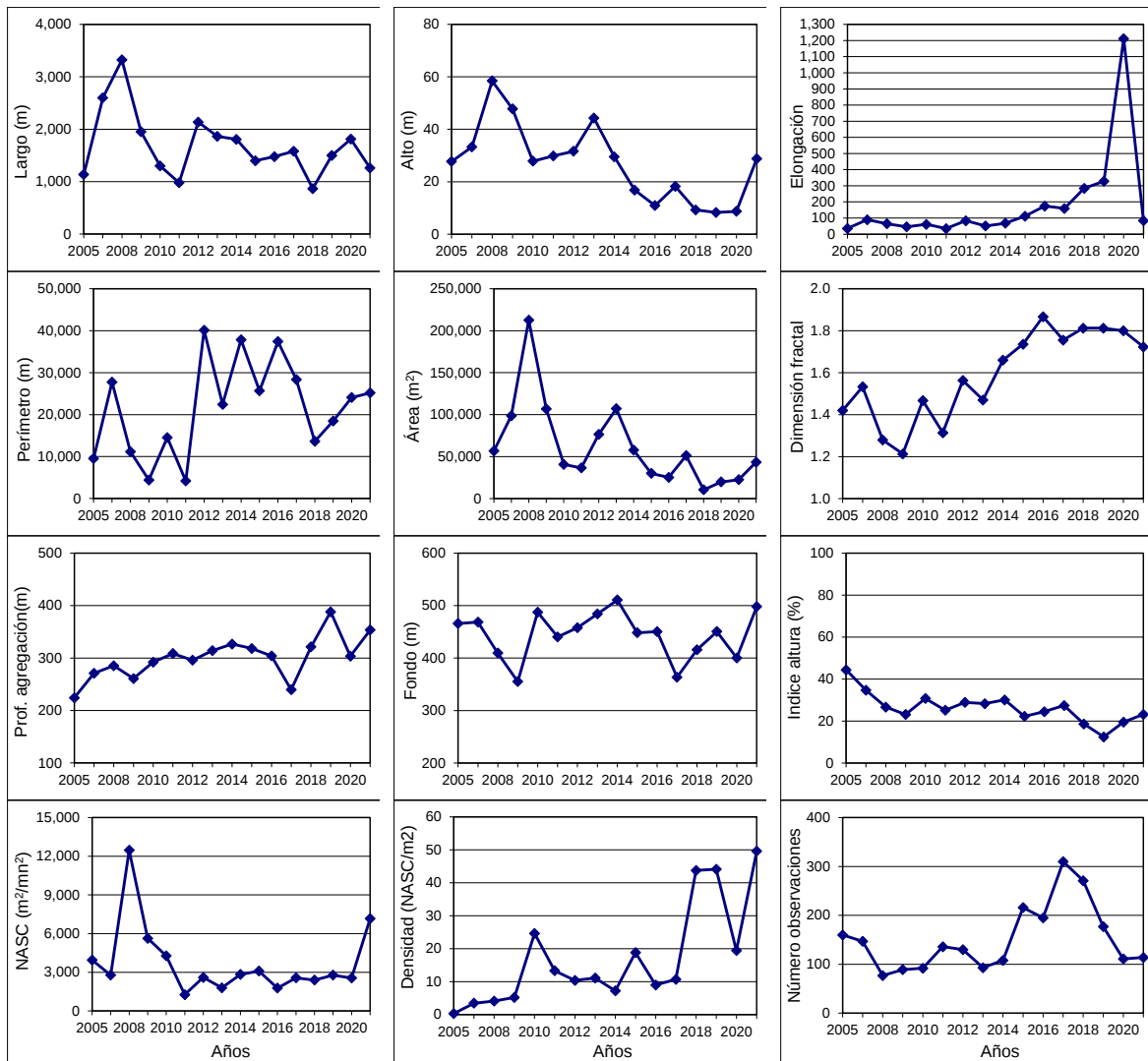


Figura 54. Valores promedio de descriptores morfológicos (largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal), batimétricos (profundidad agregación, profundidad fondo e índice de altura) y de energía (NASC y densidad). Años 2005-2021.

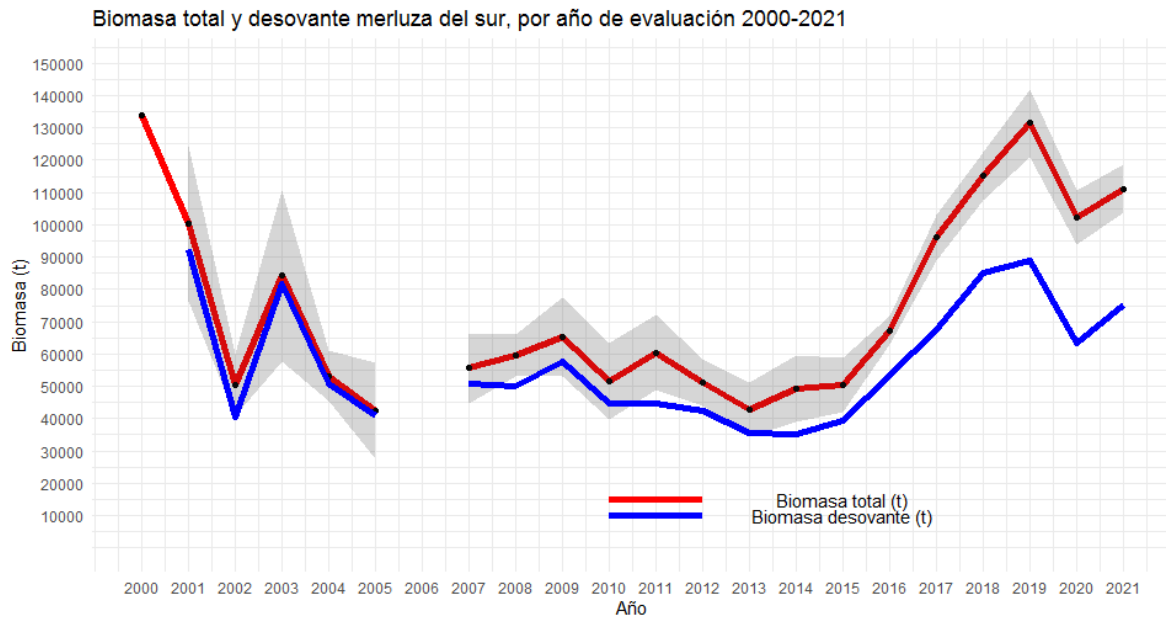


Figura 55. Biomasa total y desovante (t) histórica de merluza del sur.

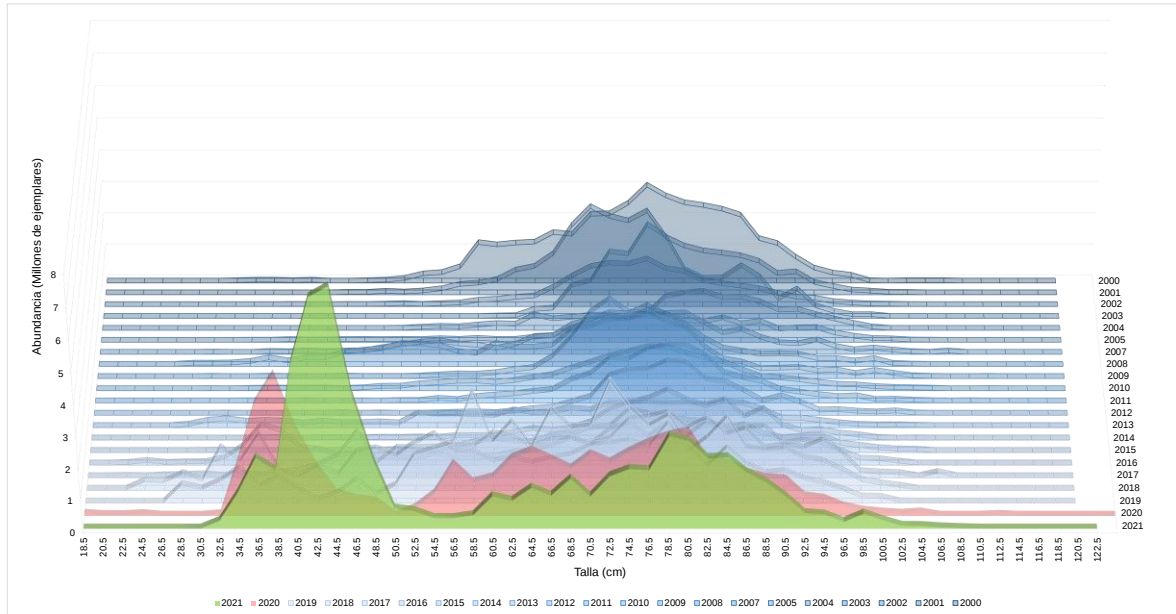


Figura 56. Abundancia (Millones de ejemplares) – Longitud (LT en cm) hist3rica de merluza del sur periodo 2000 – 2021.

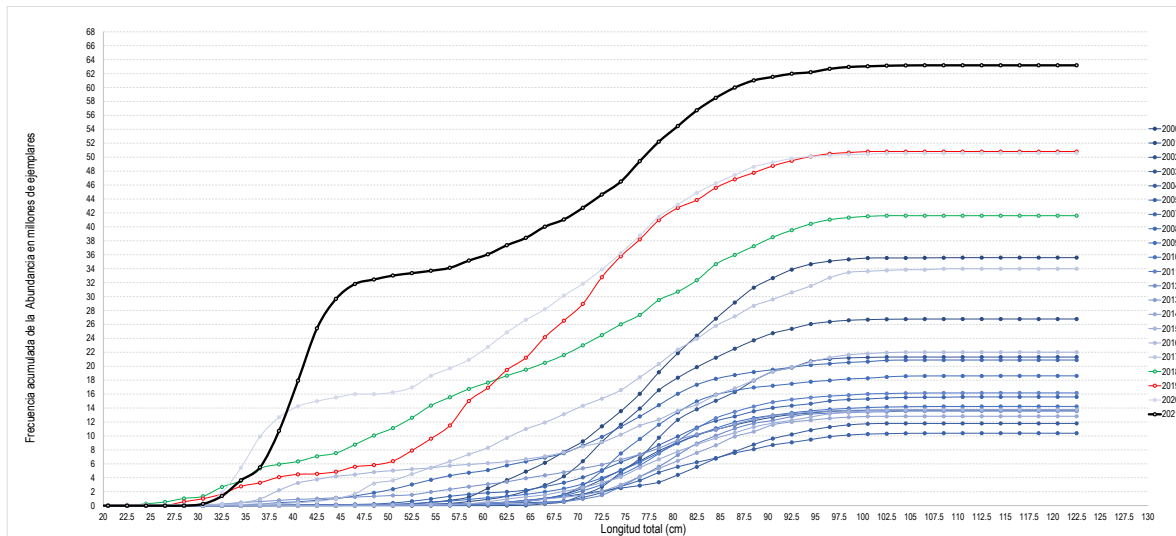


Figura 57. Frecuencia acumulada de la Abundancia total (millones de ejemplares) – Longitud (LT en cm) histórica de merluza del sur periodo 2000 – 2021.

T A B L A S



Tabla 1. Características principales del buque fábrica “Cabo de Hornos”.

Nombre armador	PESCA CHILE S.A.
Nombre Nave	“Cabo de Hornos
Señal Distintiva	CB-7960
N° Matrícula / puerto	3102 / Valparaíso
Eslora total (m)	80
Eslora entre perpendiculares (m)	71,95
Manga (m)	13,5
Puntal en centro segunda cubierta (m)	5,75
Puntal Cubierta superior (m)	8
Calado máximo cuaderna maestra (m)	5,462
Registro bruto TRG	2140
Registro neto TRN	642
Potencia principal instalada (hp)/ marca motor	2564 / Deutz
Potencia auxiliar instalada (hp)	1665
Capacidad tripulación (N° personas)	75
Velocidad crucero (Nudos)	10
Estanques de petróleo (N°) / Capacidad (l) / consumo (litros/día)	16 / 797.057 / 12.000
Agua dulce (litros)	125.823



Tabla 2. Calibración del sistema de eointegración EK 80. Buque fábrica “Cabo de Hornos”. Crucero 2021.

Lugar	Puerto Lagunas, Región de Aysen (45°17,577'S - 73°42,245'O)	
Fecha	06/08/2021	
Buque	BF “Cabo de Hornos”	
Marca Ecosonda / Tecnología/ versión	SIMRAD / EK 80/ 1.12.2	
Marca /Modelo Transductor / N°serie	SIMRAD/ES38B / 230	
Profundidad esfera (m)	20	
Software de calibración	EK 80 – (Versión 2.2)	
Profundidad fondo (m)	35	
Frecuencia (kHz)	38	
Ganancia (TS gain) (dB)	27,41	
TS esfera (Cobre de 60 mm) (dB)	-33,6	
Corrección s_A (dB)	-0.0021dB	
Ancho de banda (kHz)	2,43	
Intervalo de muestreo (m)	0,192	
Coefficiente de absorción (dB/ Km)	8,5	
Velocidad del sonido (m/s)	1463	
2-way beam angle (dB)	-20,6	
RMS modelo (indicador de calidad de la calibración)	0,1607 dB	
	<u>Alongship</u>	<u>Athwartships</u>
Sensibilidad del ángulo	21,9	21,9
Ancho del haz (°)	6,73	6,81°
Desplazamiento del ángulo (°)	-0,14°	0,05°
Temperatura promedio (°C)	9,8	
Salinidad promedio (PSU)	29	



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 3. Datos operacionales de los lances de pesca de identificación. Crucero 2021.

Lances	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Operacional						Captura en [Kg]					Proporción Captura [%]			
					Relinga superior(m)	Fondo(m)	Duración (hora)	Rumbo(°)	Velocidad (nd)	Distancia (mn)	Merluza Austral	Merluza Cola	Merluza 3 Aletas	otras	Total	Merluza Austral	Merluza Cola	Merluza 3 Aletas	otras
1	7/8/2021	0841	43°30.5'	75°14.5'	330	832	0.8	260	3.4	2.3	58.32	997.25		140.40	1.195.97	4.88	83.38		11.74
2	7/8/2021	2013	43°37.3'	75°16.4'	355	497	0.4	125	3.8	1.5	101.57	4.603.00		41.96	4.746.53	2.14	96.98		0.88
3	8/8/2021	0904	43°44.3'	75°03.4'	320	421	0.7	189	3.5	2.4	260.09	958.00		8.54	1.226.63	21.20	78.10		0.70
4	8/8/2021	0522	43°48.7'	75°05.9'	341	620	0.8	230	4	2.8	177.00	54.30		44.58	275.88	64.16	19.68		16.16
5	8/8/2021	2055	44°00.2'	75°15.7'	350	535	0.7	169	3.6	2.6	183.57	66.25		17.38	267.20	68.70	24.79		6.50
6	9/8/2021	0043	44°03.6'	75°02.8'	342	455	1.0	239	3.3	3.5	184.36	593.68	0.34	21.62	800.00	23.05	74.21	0.04	2.70
7	9/8/2021	0650	44°07'	74°55.8'	338	548	0.6	239	3.5	2.0	383.60	594.20		12.20	1.000.00	39.36	59.42		1.22
8	10/8/2021	0905	44°12.2'	75°04.9'	355	725	0.3	260	3.1	0.8	320.10	4.664.70		15.20	5.000.00	6.40	93.29		0.30
9	10/8/2021	0751	44°15.7'	75°19.4'	352	564	0.5	228	3.5	2.1	793.58	69.34		56.06	918.97	86.35	7.55		6.10
10	10/8/2021	2138	44°27.3'	75°20.7'	335	392	0.6	196	3.3	1.8	812.16	1.60		188.76	1.002.52	81.01	0.16		18.83
11	11/8/2021	0603	44°36.9'	75°23.5'	330	600	0.7	221	3.5	2.2	458.05	14.76		50.02	522.83	87.61	2.82		9.57
12	11/8/2021	2047	44°45.2'	75°31.4'	417	487	0.6	192	3	1.6	236.34	66.90	3.16	3.86	310.26	76.17	21.56	1.02	1.24
13	12/8/2021	0239	44°57.7'	75°25.9'	385	750	0.7	181	3.4	2.3	507.15	32.02		4.56	543.73	93.27	5.89		0.84
14	12/8/2021	0922	45°03.3'	75°31.6'	345	425	0.6	212	3.4	1.9	388.85	1.186.80	118.83	105.72	1.800.00	21.60	65.92	6.60	5.87
15	12/8/2021	2102	45°09.2'	75°33.2'	336	434	0.6	186	3.7	2.2	64.48	78.30	2.92	14.84	160.53	40.17	48.77	1.82	9.24
16	13/8/2021	0124	45°14.5'	75°24.6'	300	400	0.7	258	3.7	2.5	295.79	692.77	3.16	8.28	1.000.00	29.58	69.28	0.32	0.83
17	13/8/2021	1618	45°07.3'	75°13.9'	338	560	0.7	204	3.5	2.3	77.10	320.20		2.70	400.00	19.28	80.05		0.68
18	13/8/2021	2040	45°05.8'	74°59'	321	500	0.0	270	3.7	0.1	355.54	1.144.46		0.00	1.500.00	23.70	76.30		0.00
19	14/8/2021	0425	45°11'	75°01.8'	312	390	0.2	272	3.4	0.7	47.95	746.93		5.12	800.00	5.99	93.37		0.64
20	14/8/2021	1953	45°16.1'	75°04.8'	354	473	0.7	332	3.6	2.3	989.52	21.83		28.64	1.039.99	96.15	2.10		2.75
21	15/8/2021	0345	45°19.8'	75°04.4'	350	437	0.4	0	3.2	1.2	388.64	195.26	0.98	15.12	600.00	64.77	32.54	0.16	2.52
22	15/8/2021	1932	45°24.8'	75°28.6'	343	523	0.9	34	2.8	2.6	380.92	2.00	7.94	0.00	390.86	97.46	0.51	2.03	0.00
23	15/8/2021	2244	45°29.6'	75°30.1'	317	432	0.7	2	3	2.0	77.10	20.74	5.60	13.68	117.12	65.83	17.71	4.78	11.68
24	17/8/2021	1928	45°41.2'	75°34.7'	343	476	0.7	212	4	2.8	141.30	25.96	67.08	8.62	242.96	58.16	10.68	27.61	3.55
25	18/8/2021	0223	45°50.5'	75°35.6'	305	429	6.8	173	3.9	2.7	110.56	9.97	97.08	35.12	252.73	43.75	3.94	38.41	13.90
26	18/8/2021	0823	46°00.5'	75°30.8'	310	473	0.6	243	3.3	2.1	36.99	86.15	57.33	123.60	304.07	12.16	26.33	18.85	40.65
27	18/8/2021	1914	46°11.5'	75°31.9'	216	291	0.2	204	3.8	0.7	90.84	30.04	132.30	4.02	257.20	35.32	11.68	51.44	1.56
28	19/8/2021	0028	46°18.8'	75°25.6'	317	500	0.5	229	3.4	1.5	81.74	898.52	16.71	3.03	1.000.00	8.17	89.85	1.67	0.30
29	19/8/2021	0640	46°21.3'	75°29.9'	300	430	0.4	336	3.8	1.6	100.60	693.08	6.32	0.00	800.00	12.58	86.64	0.79	0.00
30	19/8/2021	1905	46°29.4'	75°43.1'	288	554	0.6	211	3.6	2.1	336.27	18.37	639.40	5.96	1.000.00	33.63	1.84	63.94	0.60
31	20/8/2021	0020	46°40.9'	75°42.9'	330	560	0.5	180	3.3	1.8	112.40	708.31	174.00	5.30	1.000.00	11.24	70.83	17.40	0.53
32	20/8/2021	0638	46°55.7'	75°39.6'	205	332	0.5	162	4	1.6	672.32	78.01	103.10	7.32	860.75	78.11	9.06	11.98	0.85
Total Captura [Kg]											9.234,78	19.673,47	1.436,24	992,21	31.337				
Proporción[%]											29,5	62,8	4,6	3,2	100,0				

¹ hora media entre el calado y el virado de la red de pesca

² Posición media entre el calado y el virado de la red de pesca, en grados

³ Eprofundidad de la relinga superior de la red gloria 1408, en metros (abertura de boca red media = 70m)

⁴ Profundidad de fondo donde se posicionó la red de pesca, una vez que se estabilizó en la profundidad de trabajo, en metros

⁵ Duración del lance de pesca, en horas

⁶ Rumbo desde donde se se posicionó la red calada hasta su virado, en grados

⁷ Velocidad de arrastre del buque, en nudos

⁸ Distancia entre la latitud de calado y la de virado, en millas nauticas

⁹ otras especies presentes en la captura



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 4. Capturas por especie registradas en los lances de pesca de identificación. Crucero 2021.

	Operacional				Número de ejemplares																		
Lances	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Merluza Austral	Merluza Cola	Merluza 3 Aletas	Reineta	Cojinoba Moteada	Tollo Sargento	Cojinoba Ploma	Mictofidos	Pez Medusa	Calamar	Congrio Dorado	Raya Volantin	Pejerrata	Tollo Narigon	Jibia	Tollo Negro	Anguila Espinosa	Tollo de Cachos	Total
1	7/8/2021	0841	43°30.5'	75°14.5'	18	2.773		4	96	5					3								2.899
2	7/8/2021	2013	43°37.3'	75°16.4'	30	19.700		9	8	3					5								19.755
3	8/8/2021	0004	43°44.3'	75°03.4'	26	3.129			4						1								3.160
4	8/8/2021	0522	43°48.7'	75°05.9'	144	181		24	3	3					2								357
5	8/8/2021	2055	44°00.2'	75°15.7'	137	157		1	1	3					2								301
6	9/8/2021	0043	44°03.6'	75°02.8'	95	4.194	2			7					1								4.299
7	9/8/2021	0550	44°07'	74°55.8'	127	2.654		1	1						4								2.787
8	10/8/2021	0005	44°12.2'	75°04.9'	79	7.452		12															7.543
9	10/8/2021	0751	44°15.7'	75°19.4'	225	91				12					11								339
10	10/8/2021	2138	44°27.3'	75°20.7'	180	3		9	1	35					3				1				232
11	11/8/2021	0603	44°36.9'	75°23.5'	110	16		2	1	21													150
12	11/8/2021	2047	44°45.2'	75°31.4'	66	134	7	3															210
13	12/8/2021	0239	44°57.7'	75°25.9'	126	114		2							1					1			244
14	12/8/2021	0922	45°03.3'	75°31.6'	112	3.739	331	8	83														4.273
15	12/8/2021	2102	45°09.2'	75°33.2'	17	183	7	5							4								216
16	13/8/2021	0124	45°14.5'	75°24.6'	81	1.458	7	3	1						1		2					1	1.554
17	13/8/2021	1618	45°07.3'	75°13.9'	23	936		2															961
18	13/8/2021	2040	45°05.8'	74°59'	85	1.529																	1.614
19	14/8/2021	0425	45°11'	75°01.8'	12	1.807					3												1.822
20	14/8/2021	1953	45°16.1'	75°04.8'	434	73				2					2					23			535
21	15/8/2021	0345	45°19.8'	75°04.4'	932	535	1								1	1	3		9		7		1.489
22	15/8/2021	1932	45°24.8'	75°28.6'	127	5	21																153
23	15/8/2021	2244	45°29.6'	75°30.1'	19	55	12	2				13	1	50	1								153
24	17/8/2021	1928	45°41.2'	75°34.7'	46	89	168		4			135	2	2								1	447
25	18/8/2021	0223	45°50.5'	75°35.6'	31	34	202	1				37	183	6	5								499
26	18/8/2021	0823	46°00.5'	75°30.8'	15	193	142		120														470
27	18/8/2021	1914	46°11.5'	75°31.9'	21	56	329				1			7									414
28	19/8/2021	0028	46°18.8'	75°25.6'	55	4.825	38							2								1	4.921
29	19/8/2021	0640	46°21.3'	75°29.9'	50	702	11																763
30	19/8/2021	1905	46°29.4'	75°43.1'	115	41	1.502		1					2									1.661
31	20/8/2021	0020	46°40.9'	75°42.9'	36	2.779	445	3															3.263
32	20/8/2021	0638	46°55.7'	75°39.6'	193	290	247							2	1								733
Total Captura [N°]					3.767	59.926	3.472	91	324	91	4	185	186	71	48	1	5	10	1	24	7	3	68.216
Proporción(%)					5,52	87,85	5,09	0,13	0,47	0,13	0,01	0,27	0,27	0,10	0,07	0,00	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00	100,0

¹ hora media entre el calado y el virado de la red de pesca

² Posición media entre el calado y el virado de la red de pesca (en grados)

³ Número de ejemplares capturados en los lances de identificación



Tabla 5. Escala de madurez sexual para merluza del sur, *Merluccius australis*, basada en características macroscópicas y microscópicas de la gónada, según Balbontín y Fischer (1981), modificada por Balbontín y Bravo (1993). Se indica la numeración utilizada en la escala del IFOP y entre paréntesis el número original de la escala.

1(1) Virginal: ovarios pequeños, filiformes; sexo difícilmente discernible de manera macroscópica. El examen microscópico muestra la presencia de células germinales. En un estadio más avanzado son de color rosado claro, de sección tubular y con un diámetro máximo de los ovocitos menor que 0,18 mm.
2(2) Inmaduro: ovarios claramente diferenciados, con paredes firmes, gruesas; color rosado claro o amarillo ocre. Ovocitos no visibles al ojo desnudo, de aspecto opaco, en vitelogénesis incipiente; diámetro máximo de los ovocitos inferior a 0,38 mm.
3(3) En maduración: ovarios turgentes, con escasa vascularización; color amarillo pálido; alcanzan un gran volumen. Ovocitos visibles a simple vista, en un amplio rango de tamaños, en vitelogénesis avanzada; diámetro máximo de los ovocitos inferior a 0,85 mm.
4(3A) En maduración, desove parcial reciente: ovario similar al estadio 3, turgentes o ligeramente flácidos; color amarillo pálido u oscuro. Diámetro de los ovocitos similar al estadio 3, pero además se distingue un número reducido de ovocitos hidratados con gota oleosa que corresponden al remanente de un desove parcial reciente. Estos ovarios pasan nuevamente al estadio 5.
5(4) Maduro: ovarios turgentes, a menudo con zonas traslúcidas; color amarillo a anaranjado pálido; en una fase avanzada, los ovocitos fluyen del ovario al presionar el abdomen. Ovocitos visibles al ojo desnudo, con el proceso de hidratación iniciándose; con o sin gota oleosa; diámetro de los ovocitos más diferenciados igual o mayor que 0,85 mm.
6(5) En regresión: ovario flácido, con lumen grande; color rojizo; al final de este estadio las paredes se tornan gruesas y el color pasa a rosado amarillento. Sin ovocitos visibles a simple vista o bien ovocitos en número reducido en proceso de reabsorción. Estos ovarios pasan al estadio 2.



Tabla 6. Criterios citol3gicos e histol3gicos para la definici3n de estadios de madurez gonadal en peces tele3steos. FPO, folículo postovulatorio; VG, vesícula germinal.

Estadio gonadal	Caracterizaci3n histol3gica del par3nquima gonadal
I Virginal	Par3nquima representado por ovocitos premei3ticos (ovocitos primarios en leptoteno) citoplasma bas3filo, escaso, n3cleo cromatínico. Lumen amplio y lamelas pequeñas de base ancha.
II Inmaduro	Lamelas largas, delgadas e interdigitadas invaden el lumen. Ovocitos de reserva no vitelados rodeados de una fina lámina de células foliculares. VG central con numerosos nucléolos esféricos y periféricos. Citoplasma finamente granular altamente bas3filo.
III Alveolo Cortical	Presencia de ovocitos con vesículas en el citoplasma cortical de diferente diámetro, cuyo contenido es producto de síntesis del ovocito. Citoplasma ligeramente bas3filo. Externamente se visualiza una delgada zona radiata y células foliculares de plano a cúbicas. La presencia de vesículas corticales indica el debut de la actividad ovocitaria end3gena.
IV Parcialmente Vitelado	Predominio de ovocitos en estado temprano de deposici3n de vitelo, sin abarcar más de $\frac{3}{4}$ partes del citoplasma. Destaca la presencia de vesículas periféricas. VG esférica central multinuclear. Zona radiata delgada.
V Vitelado	Citoplasma eosin3filo, cargado de gl3bulos de vitelo. VG central multinucleolar. Zona radiata desarrollada. Células foliculares cúbicas con n3cleo central esférico y citoplasma claro.
VI Migrante	Citoplasma vitelado. VG periférica o ausente por reinicio de la meiosis.
VII Hidratado (Hialino)	Aumento considerable del diámetro ovocitario por ingreso de líquido. Disoluci3n de vitelo por ingreso de fluidos adoptando el aspecto de placas en el citoplasma. La capa folicular pierde espesor.
VIII En Desove	Coexistencia de ovocitos hidratados y estructuras que evidencian desove reciente (FPO nuevos), conjuntamente con ovocitos en otros grados de vitelaci3n.
IX Post Desove	Lamelas con predominio de ovocitos no vitelados (de reserva) y escasos ovocitos vitelados residuales, atresias folicular alfa y beta. Eventualmente folículos postovulatorios de estadio 5 o más.



Tabla 7. Resumen modelación geoestadística de merluza del sur para la zona total de estudio. Crucero 2021.

Recurso	Subzona	Dirección	Modelo ajustado	Parámetros ajustados				Bondad ajuste	Predicción espacial	
				Psill	Total sill	Rango (mn)	Nugget		Media Kriging	Varianza geo
Merluza del sur	Zona total	Omnidireccional	Exponencial	6,36E+05	6,36E+05	3	0	35.40	208,3169	1,25E+03
			Esférico	6,30E+05	6,37E+05	3	6,82E+03	36.95	202,5217	1,37E+03

**Tabla 8.** Estimado total de biomasa y abundancia, límites de confianza, área densidad de merluza del sur. Crucero 2021.

MERLUZA DEL SUR 2021								
Método	Biomasa (t)	varianza	ds	cv(%)	superior	inferior	área (mn ²)	Densidad (t/mn ²)
Geoestadístico	111.211	1,5,E+07	3,9,E+03	3,5	118.795	103.627	2.165	51,4
Bootstrap	121.629	1,2,E+07	3,5,E+03	2,8	128.415	114.843	2.165	56,2

	Abundancia (N° Ind)	varianza	ds	cv(%)	superior	inferior
Geoestadístico	63.188.117	6,2,E+12	2,5,E+06	3,9	68.053.117	58.323.117
Bootstrap	69.107.753	5,2,E+12	2,3,E+06	3,3	73.590.938	64.624.568

ds= desviación estándar de la biomasa y abundancia a la talla

cv = coeficiente de variación de la biomasa y abundancia a la talla

superior= Límite de confianza superior

inferior= límite de confianza inferior

Área = área de presencia del recurso



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 9. Estimados de abundancia de merluza del sur y participación por sexo. Crucero 2021.

Sexo	Abundancia (N°)	Participación (%)
Machos	24.039.318	38
Hembras	39.148.799	62
Total	63.188.117	100

Tabla 10. Parámetros de la relación peso – longitud total de merluza del sur. Crucero 2021.

Sexo	Parámetro	valor	intervalo	
			inferior	superior
Ambos	a	0,001966616	0,001853	0,0020877
	b	3,29288777	3,278747	3,3070286
	N	1.584		
	R ² ajustado	0,987599137		
Machos	a	0,002531951	0,002313	0,0023128
	b	3,225006385	3,202784	3,2472285
	N	762		
	R ² ajustado	0,990711025		
Hembras	a	0,001886744	0,001738	0,0020482
	b	3,304797275	3,285639	3,3239558
	N	1.857		
	R ² ajustado	0,984042448		

¹Intervalos al 95% de confianza



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 11. Estimaciones del tamaño del stock usados en los procesos históricos, peso promedio, longitud promedio y proporción sexual, cruceros de merluza del sur 2000 - 2021.

Merluza del sur																					
Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
B (x10 ³)	133,8	100,4	50,4	84,3	53,2	42,5	55,6	59,7	65,3	51,5	60,4	51,3	42,8	49,3	50,3	67,3	96,1	115,1	131,4	102,2	111,2
A (x10 ⁶)	36	27	14	21	12	10	16	21	19	14	16	14	14	13	14	22	34	42	51	51	63
wprom (g)	3.761	3.696	3.673	3.952	4.512	4.091	3.566	2.857	3.510	3.614	3.735	3.780	3.108	3.842	3.651	3.055	2.827	2.765	2.587	2.021	1.760
lprom(cm)	80	79	80	81	84	83	79	75	79	80	81	81	77	82	82	77	75	74	72	67	64
Proporción (%) M:H en número	30:71	43:57	49:51	48:52	23:77	33:67	52:48	48:52	50:50	29:71	36:64	45:55	26:74	38:62	30:70	23:77	32:68	27:73	33:67	41:59	38:62
Proporción (%) M:H en peso	23:77	33:67	41:59	44:56	17:83	26:74	45:55	44:56	43:57	24:76	30:70	45:55	16:84	31:69	25:75	13:87	21:79	20:80	24:76	27:73	21:79

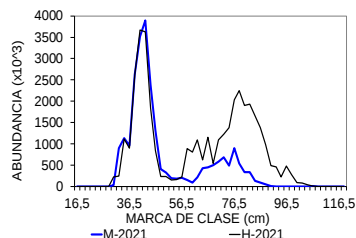
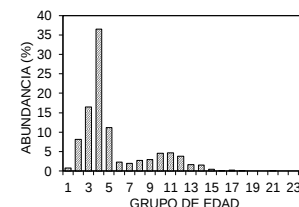
B=biomasa (t); A=Abundancia (nº de ejemplares); wprom= (B/A)



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 12. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, machos. Crucero de evaluación 2021.
(Abundancia Total= 63.188.117 ejemplares; Machos= 24.039.318; Hembras= 39.148.799).

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24+
16 - 17																									
18 - 19																									
20 - 21																									
22 - 23																									
24 - 25																									
26 - 27																									
28 - 29																									
30 - 31	26.705		26.705																						
32 - 33	895.560	179.112	358.224	268.668	89.556																				
34 - 35	1.135.432		681.259	454.173																					
36 - 37	963.530		557.833	304.273	101.424																				
38 - 39	2.622.255		100.856	1.311.127	1.210.271																				
40 - 41	3.521.360		227.185	1.022.330	2.271.845																				
42 - 43	3.891.605			525.893	3.155.355	210.357																			
44 - 45	2.375.928			74.248	1.484.955	816.725																			
46 - 47	1.308.500				402.616	905.885																			
48 - 49	409.444				68.241	341.203																			
50 - 51	330.111					188.635	141.476																		
52 - 53	193.058					115.835	38.612	38.612																	
54 - 55	178.496					44.624	89.248	44.624																	
56 - 57	202.229					67.410	101.115	33.705																	
58 - 59	154.048						77.024	77.024																	
60 - 61	89.386						44.693	22.346	22.346																
62 - 63	217.118						46.525	77.542	62.034	31.017															
64 - 65	432.386							144.129	216.193	72.064															
66 - 67	445.028							182.057	161.828	60.686															
68 - 69	496.306							40.457	99.261	357.340	39.704														
70 - 71	584.261								53.115	17.705	371.802	141.639													
72 - 73	678.745									20.568	329.089	308.521	20.568												
74 - 75	484.880									80.813	222.237	121.220													
76 - 77	895.487										156.710	246.259	425.357	67.162											
78 - 79	539.517										69.615	87.019	208.845	104.423	34.808	34.808									
80 - 81	340.040											97.154	48.577	113.347	64.770	16.192									
82 - 83	338.490												63.467	63.467	148.090	21.156	21.156								
84 - 85	126.951												18.136	36.272	36.272	36.272									
86 - 87	89.927																								
88 - 89	53.187																								
90 - 91	12.581																								
92 - 93																									
94 - 95																									
96 - 97																									
98 - 99	655																								
100 - 101																									
102 - 103																									
104 - 105																									
106 - 107	6.113																								
108 - 109																									
110 - 111																									
112 - 113																									
114 - 115																									
116 - 117																									
118 - 119																									
TOTAL	24.039.318	179.112	1.952.062	3.960.712	8.784.264	2.690.674	538.692	478.438	655.209	700.929	1.108.420	1.123.984	906.170	384.670	367.101	108.427	33.737	59.951	655						6.113
PORCENTAJE		0,75	8,12	16,48	36,54	11,19	2,24	1,99	2,73	2,92	4,61	4,68	3,77	1,60	1,53	0,45	0,14	0,25	0,00						0,03
TALLA PROM. (cm)		32,50	35,55	38,64	41,83	46,76	55,44	60,73	66,13	67,88	72,45	74,86	77,40	79,97	83,16	81,59	85,48	86,50	98,50						106,50
VARIANZA			6,00	8,40	5,91	9,15	15,15	18,75	7,80	6,42	8,70	9,41	5,67	5,76	8,70	6,24	14,97	0,00							0,00
PESO PROM (g)		186,7	253,6	332,6	426,1	611,8	1.062,4	1.425,5	1.854,5	2.014,0	2.487,1	2.765,0	3.070,1	3.410,2	3.874,2	3.638,4	4.245,7	4.378,6	6.655,5						8.560,4





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 13. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, hembras. Crucero de evaluación 2021. (Abundancia Total= 63.188.117 ejemplares; Machos= 24.039.318; Hembras= 39.148.799).

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24+
16 - 17																									
18 - 19																									
20 - 21																									
22 - 23																									
24 - 25																									
26 - 27																									
28 - 29																									
30 - 31	221.339		221.339																						
32 - 33	239.846	68.527	171.319																						
34 - 35	1.116.635		1.023.582	93.053																					
36 - 37	897.120		299.040	598.080																					
38 - 39	2.602.396	247.847	1.363.160	991.389																					
40 - 41	3.674.680	141.334	1.837.340	1.413.339	141.334	141.334																			
42 - 43	3.633.378	151.391	605.563	2.422.252	454.172																				
44 - 45	1.843.484		460.871	921.742	460.871																				
46 - 47	836.759			185.946	650.812																				
48 - 49	235.797		47.159	47.159	141.478																				
50 - 51	236.584				236.584																				
52 - 53	148.871				148.871																				
54 - 55	161.286					107.524		53.762																	
56 - 57	227.397				113.698	56.849	56.849																		
58 - 59	884.232			68.018		204.054	340.089	272.071																	
60 - 61	806.076				62.006	124.012	186.018	372.035		62.006		51.812													
62 - 63	1.088.046				51.812	51.812	155.435	414.494	310.870	51.812	51.812														
64 - 65	626.154						220.996	220.996									36.833								
66 - 67	1.158.011					42.889	171.557	343.114	386.004	128.668							85.779								
68 - 69	535.038							93.050	209.363	116.313	93.050	23.263													
70 - 71	1.090.347							117.875	294.688	412.564	176.813	88.407													
72 - 73	1.224.593						61.230	551.067	336.763	244.919	30.615														
74 - 75	1.378.626						25.530	25.530	153.181	842.494	306.361	25.530													
76 - 77	2.036.071						77.319	51.546	51.546	644.326	1.005.149	180.411	25.773												
78 - 79	2.247.229								236.550	236.550	1.094.046	473.101	118.275	59.138											
80 - 81	1.901.982							23.775	47.550	71.324	213.973	332.847	760.793	309.072	71.324	47.550	29.569								
82 - 83	1.933.594											161.133	621.512	552.455	253.209	46.038	46.038	69.057							
84 - 85	1.657.741								23.019	69.057	92.076	51.804	181.315	414.435	543.946	233.120	181.315	25.902	25.902						
86 - 87	1.382.926											153.658	128.049	128.049	230.488	384.146	307.317	25.610	25.610						
88 - 89	976.758											22.715	45.431	22.715	113.576	90.861	159.007	272.584	181.722	45.431	22.715				
90 - 91	486.499											16.217		16.217		64.866	64.866	48.650	145.950	81.083	48.650				
92 - 93	453.122															18.880	56.640	18.880	169.921	132.161	18.880	37.760			
94 - 95	219.681															16.899	16.899	84.493	84.493	16.899					
96 - 97	483.286																40.274	20.137	100.685	140.958	100.685	20.137	60.411		
98 - 99	271.135																	18.076	36.151	90.378	54.227	54.227	18.076		
100 - 101	92.421																		15.403	30.807	46.210				
102 - 103	84.607																		16.921		33.843				
104 - 105	42.714																			42.714					
106 - 107	12.338																								
108 - 109																									
110 - 111																									
112 - 113																									
114 - 115																									
116 - 117																									
118 - 119																									
TOTAL	39.148.799	609.099	6.029.373	6.740.978	2.461.639	728.473	1.057.279	1.957.376	1.392.752	1.786.212	2.962.540	3.595.423	2.651.276	1.678.558	1.349.611	1.048.540	983.261	839.490	658.340	292.862	234.891	90.825			
PORCENTAJE		1,56	15,40	17,22	6,29	1,86	2,70	5,00	3,56	4,56	7,57	9,18	6,77	4,29	3,45	2,68	2,51	2,14	1,68	0,75	0,60	0,23			
TALLA PROM. (cm)		39,3	38,8	41,4	47,1	55,4	61,5	63,8	67,2	72,6	74,9	77,7	79,9	83,2	84,8	87,0	87,1	91,0	93,8	95,3	99,4	98,3			
VARIANZA		8,34	12,55	9,96	24,35	61,24	9,87	24,71	21,48	24,18	15,77	13,61	20,66	10,65	8,73	11,39	15,58	17,00	16,75	13,19	14,91	11,30			
PESO PROM (g)		358,1	347,7	427,8	663,7	1.172,3	1.555,2	1.781,5	2.103,6	2.710,3	2.996,5	3.361,8	3.703,7	4.205,2	4.476,9	4.879,2	4.913,6	5.667,4	6.269,0	6.592,9	7.584,9	7.285,1			

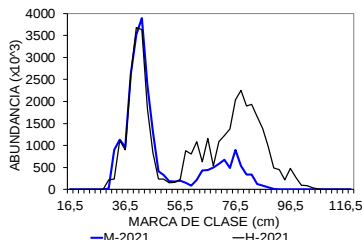
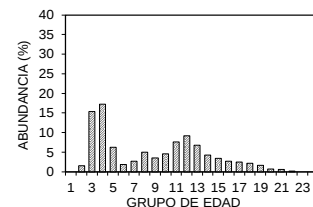


Tabla 14. Abundancia por grupo de edad y desviación estándar para merluza del sur por sexo y proporción de ambos según grupo de edad. Crucero de evaluación 2021.

GE	Machos		Hembras		Ambos	
	Número	sd	Número	sd	Número	%
I	179.112	119.569	0	0	179.112	0,3
II	1.952.062	314.961	609.099	273.258	2.561.161	4,1
III	3.960.712	542.061	6.029.373	684.004	9.990.085	15,8
IV	8.784.264	695.583	6.740.978	745.186	15.525.241	24,6
V	2.690.674	351.444	2.461.639	408.988	5.152.312	8,2
VI	538.692	135.776	728.473	224.220	1.267.166	2,0
VII	478.438	129.990	1.057.279	220.776	1.535.717	2,4
VIII	655.209	107.717	1.957.376	274.786	2.612.585	4,1
IX	700.929	98.055	1.392.752	207.677	2.093.682	3,3
X	1.108.420	126.610	1.786.212	225.945	2.894.631	4,6
XI	1.123.984	133.409	2.962.540	269.358	4.086.524	6,5
XII	906.170	117.111	3.595.423	301.945	4.501.593	7,1
XIII	384.670	79.018	2.651.276	261.431	3.035.946	4,8
XIV	367.101	71.301	1.678.558	198.198	2.045.658	3,2
XV	108.427	43.185	1.349.611	174.657	1.458.038	2,3
XVI	33.737	21.191	1.048.540	151.911	1.082.276	1,7
XVII	59.951	30.073	983.261	147.292	1.043.212	1,7
XVIII	655	30	839.490	121.856	840.145	1,3
XIX	0	0	658.340	104.716	658.340	1,0
XX	0	0	292.862	70.441	292.862	0,5
XXI	6.113	284	234.891	53.825	241.004	0,4
XXII	0	0	90.825	38.107	90.825	0,1
XXIII	0	0	0	0	0	0,0
XXIV+	0	0	0	0	0	0,0
Total	24.039.318	1.116.339	39.148.799	1.817.994	63.188.117	100



Tabla 15. Estimaciones de grupo de edad (GE) al 50% de madurez para merluza del sur, Intervalo de confianza (IC), L3mites (LI: l3mite inferior, LS: l3mite superior) y n3mero de muestras analizadas (n), por sexo, para a3os que forman parte de la serie hist3rica de cruceros de evaluaci3n, 2000-2021.

Merluza del sur																						
Sexo	Par3metro	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Machos	GE 50%	9,8	10,1	7,2	s/a	8,7	8,5	9,0	9,1	8,9	10,8	10,5	8,9	11,2	10,1	9,4	11,9	11,7	10,8	10,8	11,1	11,4
	IC LI	9,2	9,2	6,4	s/a	7,7	8,0	8,1	8,8	8,6	10,5	9,7	7,7	10,1	9,8	9,2	11,4	11,1	10,4	10,5	10,7	11,0
	IC LS	10,6	10,7	7,7	s/a	9,8	9,2	9,9	9,8	9,4	11,2	11,3	10,0	11,8	10,6	9,8	12,5	12,3	11,6	11,2	12,0	12,2
	n	491	487	696	301	188	440	230	405	477	467	418	647	232	563	408	359	340	318	416	494	503
Hembras	GE 50%	13,1	12,1	11,5	s/a	12,0	12,6	14,3	13,1	12,5	14,3	10,5	13,3	13,7	12,4	12,2	13,5	14,0	13,3	12,4	12,1	12,7
	IC LI	12,6	12,0	11,4	s/a	11,6	12,3	13,5	12,6	11,7	13,9	9,2	12,8	13,4	12,2	12,0	13,2	13,6	12,7	11,7	11,7	12,5
	IC LS	13,3	12,3	11,6	s/a	12,6	12,8	15,1	13,6	13,2	14,9	11,6	13,8	14,3	12,6	12,4	13,8	14,6	14,5	12,7	12,7	12,9
	n	977	873	714	431	602	680	348	607	476	484	589	605	783	937	788	934	740	394	444	936	988

s/a: Sin ajuste. La informaci3n presenta pocos peces inmaduros.



Tabla 16. Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza del sur *Merluccius australis*, desde el 7 al 20 de agosto de 2021. LT, longitud promedio; EMS, estadio de madurez sexual; IGS, índice gonadosomático. El cálculo del % de EMS considera peces inmaduros y maduros.

Periodo	N Lanc es	N Hembras maduras	LT Hembras maduras (cm)	% EMS 3	% EMS 4+5	% EMS 6	IGS Hembras maduras
7 al 13	18	382	85,94	24,7	24,8	10,2	7,5
14 al 20	14	131	85,85	35,1	32,8	8,8	7,3



Tabla 17. Proporción de hembras maduras a la talla y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2021, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.

LT (cm)	Proporción maduras	Límite inferior	Límite superior
33	0	0	0
34	0	0	0
35	0	0	0
36	0	0	0
37	0	0	0
38	0	0	0
39	0	0	0
40	0	0	0
41	0	0	0
42	0	0	0
43	0	0	0
44	0	0	0
45	0	0	0
46	0	0	0
47	0	0	0
48	0	0	0
49	0	0	0
50	0	0	0
51	0	0	0
52	0	0	0
53	0	0	0
54	0	0	0
55	0	0	0
56	0	0	0
57	0	0	0
58	0	0	0,01
59	0	0	0,01
60	0,01	0	0,01
61	0,01	0	0,02
62	0,01	0	0,03
63	0,02	0	0,04
64	0,03	0	0,05
65	0,04	0,01	0,07
66	0,06	0,02	0,10
72	0,40	0,30	0,49

LT (cm)	Proporción maduras	Límite inferior	Límite superior
73	0,49	0,40	0,58
74	0,59	0,51	0,67
75	0,68	0,61	0,75
76	0,76	0,70	0,82
77	0,82	0,77	0,87
78	0,87	0,83	0,91
79	0,91	0,88	0,94
80	0,94	0,91	0,96
81	0,96	0,94	0,98
82	0,97	0,95	0,99
83	0,98	0,97	0,99
84	0,99	0,98	1
85	0,99	0,98	1
86	0,99	0,99	1
87	1	0,99	1
88	1	0,99	1
89	1	1	1
90	1	1	1
91	1	1	1
92	1	1	1
93	1	1	1
94	1	1	1
95	1	1	1
96	1	1	1
97	1	1	1
98	1	1	1
99	1	1	1
100	1	1	1
101	1	1	1
102	1	1	1
103	1	1	1
104	1	1	1
105	1	1	1
106	1	1	1



Tabla 18. Talla media de madurez sexual estimada por un ajuste de máxima verosimilitud mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado en la merluza del sur *Merluccius australis*, años 2012 a 2021.

Año	Modelo lineal	Fuente
Agosto 2012	73,5	Lillo <i>et al.</i> (2013)
Agosto 2013	71,3	Lillo <i>et al.</i> (2014)
Agosto 2014	73,2	Lillo <i>et al.</i> (2015)
Agosto 2015	75,5	Lillo <i>et al.</i> (2016)
Agosto 2016	75,5	Lillo <i>et al.</i> (2017)
Agosto 2017	74,9	Legua <i>et al.</i> (2018 a)
Agosto 2018	74,2	Legua <i>et al.</i> (2019)
Agosto 2019	73,8	Legua <i>et al.</i> (2020)
Agosto 2020	72,7	Legua <i>et al.</i> (2021)
Agosto 2021	73,1	Presente estudio



Tabla 19. Proporción de individuos maduros a la edad en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2021, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.

Grupo de Edad	Proporción Maduras	Límite Inferior	Límite Superior
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0,01
5	0,05	0	0,01
6	0	0	0,03
7	0	0,01	0,07
8	0,08	0,04	0,15
9	0,21	0,13	0,29
10	0,57	0,31	0,48
11	0,50	0,55	0,68
12	0,80	0,75	0,85
13	0,88	0,87	0,94
14	0,98	0,94	0,98
15	1	0,97	0,99
16	1	0,99	1
17	1	0,99	1
18	1	1	1
19	1	1	1
20	1	1	1
21	1	1	1
22	1	1	1



Tabla 20. Fecundidad promedio y fecundidad del total de las hembras maduras de la muestra calculada en estudios realizados en merluza del sur *Merluccius australis*, años 2005 a 2021.

Año	Fecundidad modal	Fecundidad de muestra total	Fuente
Agosto 2005	2.123.087	1.872.397	Córdova <i>et al.</i> (2006)
Agosto-sept. 2007	2.475.969	2.363.500	Lillo <i>et al.</i> (2008)
Agosto 2008	2.090.497	2.185.513	Lillo <i>et al.</i> (2009)
Agosto 2009	1.632.482	2.098.111	Lillo <i>et al.</i> (2010)
Agosto 2010	1.726.131	1.708.447	Lillo <i>et al.</i> (2011)
Agosto 2011	2.102.105	2.118.824	Lillo <i>et al.</i> (2012)
Agosto 2012	2.217.147	2.096.196	Lillo <i>et al.</i> (2013)
Agosto 2013	2.415.476	2.215.594	Lillo <i>et al.</i> (2014)
Agosto 2014	2.528.297	2.182.975	Lillo <i>et al.</i> (2015)
Agosto 2015	2.495.631	2.463.270	Lillo <i>et al.</i> (2016)
Agosto 2016	2.429.266	2.339.158	Lillo <i>et al.</i> (2017)
Agosto 2017	2.516.521	2.488.595	Legua <i>et al.</i> (2018)
Agosto 2018	2.455.894	2.054.730	Legua <i>et al.</i> (2019)
Agosto 2019	2.176.918	2.870.597	Legua <i>et al.</i> (2020)
Agosto 2020	2.471.757	2.495.438	Legua <i>et al.</i> (2021)
Agosto 2021	2.603.427	2.487.437	Presente estudio



Tabla 21. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas. Agosto 2021.

Descriptor	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	114	14,0	8.754,0	1.260,0	698,0	1.505,0	1,19
Alto (m)	114	1,2	282,5	28,7	15,3	43,4	1,51
Elongación	114	1,6	1.074,6	84,4	46,1	137,6	1,63
Perímetro (m)	114	157,0	327.478,0	25.177,0	10.939,0	45.008,0	1,79
Área (m2)	114	53,0	563.716,0	43.339,0	7.822,0	100.452,0	2,32
Dimensión fractal	114	0,6	1,9	1,7	1,7	0,1	0,08
Profundidad cardumen (m)	114	150,1	768,4	353,4	342,4	114,5	0,32
Profundidad Fondo (m)	114	156,4	1.000,0	498,0	459,6	186,6	0,38
Índice Altura (%)	114	0,1	79,6	23,2	17,3	22,4	0,97
NASC (m2/mn2)	114	103,0	342.638,0	7.169,0	373,0	38.942,0	5,43
Densidad de Área (NASC/m2)	114	1,4	2.928,6	49,6	5,1	286,2	5,78



Tabla 22. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2021.

Dentro de cañones	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	14	137,0	5.566,0	1.869,0	1.306,0	1.737,0	0,93
Alto (m)	14	10,9	226,9	50,6	25,3	58,1	1,15
Elongación	14	7,3	94,6	47,7	51,5	27,3	0,57
Perímetro (m)	14	2.664,0	327.478,0	56.767,0	27.405,0	87.971,0	1,55
Área (m ²)	14	978,0	563.716,0	102.914,0	31.448,0	160.292,0	1,56
Dimensión fractal	14	1,5	1,9	1,7	1,7	0,1	0,07
Profundidad cardumen (m)	14	259,9	502,2	363,6	359,1	62,9	0,17
Profundidad Fondo (m)	14	367,8	678,6	502,5	481,4	102,7	0,20
Índice Altura (%)	14	6,9	51,1	25,9	23,1	14,0	0,54
NASC (m ² /mn ²)	14	114,0	36.921,0	6.675,0	2.197,0	10.630,0	1,59
Densidad de Área (NASC/m ²)	14	1,4	30,5	6,7	2,8	7,9	1,19

Fuera de cañones	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	100	14,0	8.754,0	1.175,0	669,0	1.459,0	1,24
Alto (m)	100	1,2	282,5	25,7	14,1	40,3	1,57
Elongación	100	1,6	1.074,6	89,5	45,3	145,9	1,63
Perímetro (m)	100	157,0	209.555,0	20.754,0	10.267,0	33.691,0	1,62
Área (m ²)	100	53,0	560.735,0	34.999,0	7.210,0	87.014,0	2,49
Dimensión fractal	100	0,6	1,9	1,7	1,7	0,1	0,09
Profundidad cardumen (m)	100	150,1	768,4	352,0	327,1	120,2	0,34
Profundidad Fondo (m)	100	156,4	1.000,0	497,4	455,4	195,9	0,39
Índice Altura (%)	100	0,1	79,6	22,8	13,9	23,4	1,03
NASC (m ² /mn ²)	100	103,0	342.638,0	7.238,0	373,0	41.426,0	5,72
Densidad de Área (NASC/m ²)	100	1,5	2.928,6	55,6	5,2	305,3	5,50



Tabla 23. Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2021.

Descriptor		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
Largo (m)	Inter-grupos	5,91E+06	1	5,91E+06	2,649	0,106
	Intra-grupos	2,50E+08	112	2,23E+06		
	Total	2,56E+08	113			
Alto (m)	Inter-grupos	7,65E+03	1	7,65E+03	4,182	0,043
	Intra-grupos	2,05E+05	112	1,83E+03		
	Total	2,13E+05	113			
Elongación	Inter-grupos	2,14E+04	1	2,14E+04	1,134	0,289
	Intra-grupos	2,12E+06	112	1,89E+04		
	Total	2,14E+06	113			
Perímetro (m)	Inter-grupos	1,59E+10	1	1,59E+10	8,375	0,005
	Intra-grupos	2,13E+11	112	1,90E+09		
	Total	2,29E+11	113			
Área (m2)	Inter-grupos	5,66E+10	1	5,66E+10	5,855	0,017
	Intra-grupos	1,08E+12	112	9,67E+09		
	Total	1,14E+12	113			
Dimensión fractal	Inter-grupos	4,93E-03	1	4,93E-03	0,234	0,630
	Intra-grupos	2,36E+00	112	2,11E-02		
	Total	2,37E+00	113			
Profundidad cardumen (m)	Inter-grupos	1,66E+03	1	1,66E+03	0,125	0,724
	Intra-grupos	1,48E+06	112	1,32E+04		
	Total	1,48E+06	113			
Profundidad Fondo (m)	Inter-grupos	3,24E+02	1	3,24E+02	0,009	0,924
	Intra-grupos	3,94E+06	112	3,51E+04		
	Total	3,94E+06	113			
Índice de altura (%)	Inter-grupos	1,21E+02	1	1,21E+02	0,240	0,626
	Intra-grupos	5,66E+04	112	5,05E+02		
	Total	5,67E+04	113			
NASC (m2/mn2)	Inter-grupos	3,90E+06	1	3,90E+06	0,003	0,960
	Intra-grupos	1,71E+11	112	1,53E+09		
	Total	1,71E+11	113			
Densidad de área (NASC/m2)	Inter-grupos	2,94E+04	1	2,94E+04	0,356	0,552
	Intra-grupos	9,23E+06	112	8,24E+04		
	Total	9,26E+06	113			



Tabla 24. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas en cañones 1 y 3. Agosto 2021.

Cañon 1	total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	9	137,0	5.566,0	1.893,0	1.246,0	2.113,0	1,12
Alto (m)	9	10,9	99,2	34,8	20,1	28,5	0,82
Elongación	9	7,3	94,6	48,9	47,0	27,9	0,57
Perímetro (m)	9	2.664,0	327.478,0	68.510,0	24.666,0	109.399,0	1,60
Área (m2)	9	978,0	563.716,0	115.682,0	19.485,0	197.245,0	1,71
Dimensión fractal	9	1,6	1,9	1,7	1,7	0,1	0,06
Profundidad cardumen (m)	9	344,4	502,2	396,3	382,9	49,7	0,13
Profundidad Fondo (m)	9	380,2	637,1	498,1	448,8	103,1	0,21
Índice Altura (%)	9	6,9	34,3	19,0	20,1	9,2	0,49
NASC (m2/mn2)	9	114,0	36.921,0	8.721,0	281,0	12.928,0	1,48
Densidad de Área (NASC/m2)	9	1,4	30,5	8,5	3,2	9,4	1,11

Cañon 3	total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	5	852,0	3.234,0	1.825,0	1.822,0	935,0	0,51
Alto (m)	5	11,8	226,9	79,1	45,9	88,2	1,12
Elongación	5	9,2	72,1	45,6	56,1	29,2	0,64
Perímetro (m)	5	13.745,0	64.758,0	35.629,0	33.001,0	18.609,0	0,52
Área (m2)	5	9.776,0	164.830,0	79.932,0	75.427,0	68.310,0	0,86
Dimensión fractal	5	1,5	1,8	1,7	1,6	0,1	0,08
Profundidad cardumen (m)	5	259,9	344,4	304,6	300,7	34,3	0,11
Profundidad Fondo (m)	5	367,8	678,6	510,5	515,2	113,7	0,22
Índice Altura (%)	5	22,3	51,1	38,4	41,6	12,9	0,34
NASC (m2/mn2)	5	192,0	5.602,0	2.990,0	4.112,0	2.572,0	0,86
Densidad de Área (NASC/m2)	5	1,5	7,4	3,4	2,5	2,4	0,70



Tabla 25. Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola entre cañones. Agosto 2021.

Descriptor		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
Largo (m)	Inter-grupos	1,51E+04	1	1,51E+04	0,005	0,947
	Intra-grupos	3,92E+07	12	3,27E+06		
	Total	3,92E+07	13			
Alto (m)	Inter-grupos	6,31E+03	1	6,31E+03	2,014	0,181
	Intra-grupos	3,76E+04	12	3,13E+03		
	Total	4,39E+04	13			
Elongación	Inter-grupos	3,48E+01	1	3,48E+01	0,043	0,839
	Intra-grupos	9,65E+03	12	8,04E+02		
	Total	9,68E+03	13			
Perímetro (m)	Inter-grupos	3,48E+09	1	3,48E+09	0,429	0,525
	Intra-grupos	9,71E+10	12	8,0,+09		
	Total	1,01E+11	13			
Área (m2)	Inter-grupos	4,11E+09	1	4,11E+09	0,149	0,706
	Intra-grupos	3,30E+11	12	2,75E+10		
	Total	3,34E+11	13			
Dimensión fractal	Inter-grupos	7,91E-03	1	7,91E-03	0,597	0,455
	Intra-grupos	1,59E-01	12	1,32E-02		
	Total	1,67E-01	13			
Profundidad cardumen (m)	Inter-grupos	2,70E+04	1	2,70E+04	13,266	0,003
	Intra-grupos	2,45E+04	12	2,04E+03		
	Total	5,15E+04	13			
Profundidad Fondo (m)	Inter-grupos	4,90E+02	1	4,90E+02	0,043	0,839
	Intra-grupos	1,37E+05	12	1,14E+04		
	Total	1,37E+05	13			
Índice de altura (%)	Inter-grupos	1,21E+03	1	1,21E+03	10,761	0,007
	Intra-grupos	1,35E+03	12	1,12E+02		
	Total	2,55E+03	13			
NASC (m2/mn2)	Inter-grupos	1,06E+08	1	1,06E+08	0,929	0,354
	Intra-grupos	1,36E+09	12	1,14E+08		
	Total	1,47E+09	13			
Densidad de área (NASC/m2)	Inter-grupos	8,24E+01	1	8,24E+01	1,355	0,267
	Intra-grupos	7,29E+02	12	6,08E+01		
	Total	8,12E+02	13			



Tabla 26. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas por zona. Agosto 2021.

Subzona 1	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	31	70,0	8.754,0	1.877,0	919,0	2.205,0	1,18
Alto (m)	31	3,2	99,2	28,2	18,9	24,0	0,85
Elongación	31	1,6	492,6	87,5	45,5	116,6	1,33
Perímetro (m)	31	200,0	327.478,0	43.099,0	15.631,0	72.768,0	1,69
Área (m2)	31	566,0	563.716,0	80.031,0	10.724,0	150.766,0	1,88
Dimensión fractal	31	0,6	1,9	1,7	1,7	0,2	0,14
Profundidad cardumen (m)	31	155,8	668,7	376,2	372,8	89,3	0,24
Profundidad Fondo (m)	31	177,9	739,8	482,0	487,2	134,9	0,28
Índice Altura (%)	31	0,2	62,7	19,2	20,0	15,0	0,79
NASC (m2/mn2)	31	106,0	342.638,0	14.671,0	360,0	61.356,0	4,18
Densidad de Área (NASC/m2)	31	1,4	274,0	19,3	3,3	50,4	2,61
Subzona 2	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	32	63,0	6.125,0	1.052,0	648,0	1.323,0	1,26
Alto (m)	32	3,7	282,5	39,2	12,1	65,9	1,68
Elongación	32	3,4	422,1	71,0	41,6	93,3	1,31
Perímetro (m)	32	1.226,0	162.548,0	19.612,0	8.833,0	35.717,0	1,82
Área (m2)	32	917,0	469.160,0	38.026,0	6.655,0	101.378,0	2,67
Dimensión fractal	32	1,5	1,9	1,7	1,7	0,1	0,06
Profundidad cardumen (m)	32	213,6	768,4	375,7	361,1	132,1	0,35
Profundidad Fondo (m)	32	218,8	771,7	425,5	391,9	142,7	0,34
Índice Altura (%)	32	0,4	43,7	11,0	5,6	10,9	1,00
NASC (m2/mn2)	32	116,0	238.198,0	9.437,0	373,0	41.936,0	4,44
Densidad de Área (NASC/m2)	32	1,8	527,9	26,5	7,1	92,2	3,48
Subzona 3	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	51	14,0	3.667,0	1.016,0	749,0	890,0	0,88
Alto (m)	51	1,2	226,9	22,5	14,4	33,2	1,48
Elongación	51	3,5	1.074,6	90,8	50,6	170,4	1,88
Perímetro (m)	51	157,0	78.874,0	17.775,0	13.106,0	18.311,0	1,03
Área (m2)	51	53,0	164.830,0	24.370,0	7.873,0	39.682,0	1,63
Dimensión fractal	51	1,5	1,9	1,8	1,8	0,1	0,05
Profundidad cardumen (m)	51	150,1	678,2	325,5	300,7	112,3	0,35
Profundidad Fondo (m)	51	156,4	1.000,0	553,3	510,0	220,3	0,40
Índice Altura (%)	51	0,1	79,6	33,3	34,3	26,7	0,80
NASC (m2/mn2)	51	103,0	8.256,0	1.185,0	404,0	1.868,0	1,58
Densidad de Área (NASC/m2)	51	1,5	2.928,6	82,4	4,5	419,9	5,09



Tabla 27. Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola según zona. Agosto 2021.

Descriptor		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
Largo (m)	Inter-grupos	1,62E+07	2	8,12E+06	3,758	0,026
	Intra-grupos	2,40E+08	111	2,16E+06		
	Total	2,56E+08	113			
Alto (m)	Inter-grupos	5,55E+03	2	2,77E+03	1,487	0,230
	Intra-grupos	2,07E+05	111	1,87E+03		
	Total	2,13E+05	113			
Elongación (m)	Inter-grupos	8,10E+03	2	4,05E+03	0,211	0,810
	Intra-grupos	2,13E+06	111	1,92E+04		
	Total	2,14E+06	113			
Perímetro (m)	Inter-grupos	1,37E+10	2	6,87E+09	3,545	0,032
	Intra-grupos	2,15E+11	111	1,94E+09		
	Total	2,29E+11	113			
Área (m2)	Inter-grupos	6,10E+10	2	3,05E+10	3,136	0,047
	Intra-grupos	1,08E+12	111	9,72E+09		
	Total	1,14E+12	113			
Dimensión fractal	Inter-grupos	7,43E-02	2	3,71E-02	1,796	0,171
	Intra-grupos	2,30E+00	111	2,07E-02		
	Total	2,37E+00	113			
Profundidad cardumen (m)	Inter-grupos	7,19E+04	2	3,59E+04	2,827	0,063
	Intra-grupos	1,41E+06	111	1,27E+04		
	Total	1,48E+06	113			
Profundidad Fondo (m)	Inter-grupos	3,32E+05	2	1,66E+05	5,115	0,007
	Intra-grupos	3,60E+06	111	3,25E+04		
	Total	3,94E+06	113			
Índice de altura (%)	Inter-grupos	1,05E+04	2	5,24E+03	12,584	0,000
	Intra-grupos	4,62E+04	111	4,16E+02		
	Total	5,67E+04	113			
NASC (m2/mn2)	Inter-grupos	3,74E+09	2	1,87E+09	1,237	0,294
	Intra-grupos	1,68E+11	111	1,51E+09		
	Total	1,71E+11	113			
Densidad de área (NASC/m2)	Inter-grupos	1,01E+05	2	5,03E+04	0,610	0,545
	Intra-grupos	9,16E+06	111	8,25E+04		
	Total	9,26E+06	113			



Tabla 28. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas por rango de fondo. Agosto 2021.

100-199m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	2	556,0	5.683,0	3.120,0	3.120,0	3.625,0	1,16
Alto (m)	2	5,9	29,8	17,9	17,9	16,9	0,95
Elongación	2	94,3	190,7	142,5	142,5	68,1	0,48
Perímetro (m)	2	4.601,0	102.646,0	53.624,0	53.624,0	69.329,0	1,29
Área (m2)	2	3.147,0	168.317,0	85.732,0	85.732,0	116.793,0	1,36
Dimensión fractal	2	1,7	1,8	1,7	1,7	0,0	0,03
Profundidad cardumen (m)	2	150,1	155,8	153,0	153,0	4,1	0,03
Profundidad Fondo (m)	2	156,4	177,9	167,2	167,2	15,2	0,09
Índice Altura (%)	2	4,0	12,4	8,2	8,2	6,0	0,72
NASC (m2/mn2)	2	126,0	3.087,0	1.606,0	1.606,0	2.093,0	1,30
Densidad de Área (NASC/m2)	2	1,8	4,0	2,9	2,9	1,5	0,53
200-299m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	10	149,0	2.663,0	974,0	652,0	823,0	0,85
Alto (m)	10	3,9	27,2	12,3	11,0	7,2	0,59
Elongación	10	11,4	168,3	90,9	92,3	60,9	0,67
Perímetro (m)	10	1.226,0	25.331,0	10.946,0	6.234,0	9.946,0	0,91
Área (m2)	10	1.683,0	42.179,0	13.325,0	5.696,0	15.493,0	1,16
Dimensión fractal	10	1,5	1,8	1,7	1,7	0,1	0,07
Profundidad cardumen (m)	10	206,0	287,0	246,3	236,9	31,4	0,13
Profundidad Fondo (m)	10	209,0	293,8	259,4	269,6	31,4	0,12
Índice Altura (%)	10	1,2	13,7	5,0	2,7	4,4	0,88
NASC (m2/mn2)	10	152,0	9.847,0	2.617,0	537,0	3.594,0	1,37
Densidad de Área (NASC/m2)	10	3,4	527,9	61,9	9,4	163,8	2,65
300-399m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	26	147,0	8.754,0	1.491,0	781,0	1.889,0	1,27
Alto (m)	26	1,2	125,7	24,3	12,7	29,9	1,23
Elongación	26	5,6	649,7	133,4	65,0	168,1	1,26
Perímetro (m)	26	200,0	130.466,0	18.376,0	11.732,0	25.209,0	1,37
Área (m2)	26	690,0	560.735,0	57.363,0	9.010,0	139.108,0	2,43
Dimensión fractal	26	0,6	1,9	1,7	1,7	0,2	0,14
Profundidad cardumen (m)	26	231,6	372,8	302,7	317,7	40,7	0,13
Profundidad Fondo (m)	26	300,4	398,2	348,4	348,5	28,1	0,08
Índice Altura (%)	26	0,2	40,3	12,6	6,4	13,1	1,04
NASC (m2/mn2)	26	106,0	342.638,0	23.507,0	413,0	80.001,0	3,40
Densidad de Área (NASC/m2)	26	1,6	78,9	13,4	4,9	21,0	1,57



Tabla 28. Cont. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas por rango de fondo. Agosto 2021.

400-499m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	27	14,0	4.644,0	1.001,0	781,0	1.041,0	1,04
Alto (m)	27	3,4	198,9	28,4	12,6	48,1	1,70
Elongación	27	3,4	1.074,6	97,4	41,2	211,2	2,17
Perímetro (m)	27	157,0	162.548,0	22.622,0	15.631,0	32.321,0	1,43
Área (m2)	27	53,0	354.861,0	34.115,0	10.794,0	71.021,0	2,08
Dimensión fractal	27	1,6	1,9	1,7	1,7	0,1	0,06
Profundidad cardumen (m)	27	255,6	481,2	377,2	386,4	53,8	0,14
Profundidad Fondo (m)	27	401,7	494,5	442,3	437,9	29,8	0,07
Índice Altura (%)	27	0,1	44,4	14,5	13,4	12,1	0,83
NASC (m2/mn2)	27	113,0	17.654,0	2.448,0	275,0	4.644,0	1,90
Densidad de Área (NASC/m2)	27	1,0	2.929,0	116,0	5,0	562,0	4,86

>= 500m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	49	33,0	5.566,0	1.263,0	621,0	1.503,0	1,19
Alto (m)	49	2,9	282,5	35,1	17,4	50,8	1,45
Elongación	49	1,6	226,2	47,4	37,7	43,8	0,92
Perímetro (m)	49	262,0	327.478,0	31.937,0	8.902,0	60.018,0	1,88
Área (m2)	49	90,0	563.716,0	45.376,0	6.684,0	100.964,0	2,23
Dimensión fractal	49	1,4	1,9	1,7	1,8	0,1	0,06
Profundidad cardumen (m)	49	201,0	768,4	397,2	382,9	143,3	0,36
Profundidad Fondo (m)	49	500,2	1.000,0	670,3	637,7	142,5	0,21
Índice Altura (%)	49	0,4	79,6	37,8	36,8	24,7	0,65
NASC (m2/mn2)	49	103,0	36.921,0	2.256,0	284,0	5.928,0	2,63
Densidad de Área (NASC/m2)	49	1,4	701,9	31,8	4,7	113,1	3,56



Tabla 29. Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparaci3n de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola seg3n rangos de fondo. Agosto 2021.

ANOVA						
Descriptor		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
Largo (m)	Inter-grupos	1,09E+07	4	2,73E+06	1,215	0,309
	Intra-grupos	2,45E+08	109	2,25E+06		
	Total	2,56E+08	113			
Alto (m)	Inter-grupos	5,47E+03	4	1,37E+03	0,720	0,580
	Intra-grupos	2,07E+05	109	1,90E+03		
	Total	2,13E+05	113			
Elongaci3n	Inter-grupos	1,41E+05	4	3,53E+04	1,925	0,111
	Intra-grupos	2,00E+06	109	1,83E+04		
	Total	2,14E+06	113			
Perímetro (m)	Inter-grupos	7,26E+09	4	1,82E+09	0,893	0,471
	Intra-grupos	2,22E+11	109	2,03E+09		
	Total	2,29E+11	113			
Área (m2)	Inter-grupos	2,02E+10	4	5,05E+09	0,492	0,742
	Intra-grupos	1,12E+12	109	1,03E+10		
	Total	1,14E+12	113			
Dimensi3n fractal	Inter-grupos	8,45E-02	4	2,11E-02	1,008	0,407
	Intra-grupos	2,29E+00	109	2,10E-02		
	Total	2,37E+00	113			
Profundidad Cardumen (m)	Inter-grupos	3,72E+05	4	9,29E+04	9,114	0,000
	Intra-grupos	1,11E+06	109	1,02E+04		
	Total	1,48E+06	113			
Profundidad Fondo (m)	Inter-grupos	2,91E+06	4	7,27E+05	77,165	0,000
	Intra-grupos	1,03E+06	109	9,42E+03		
	Total	3,94E+06	113			
Índice de altura (%)	Inter-grupos	1,92E+04	4	4,80E+03	13,967	0,000
	Intra-grupos	3,75E+04	109	3,44E+02		
	Total	5,67E+04	113			
NASC (m2/mn2)	Inter-grupos	8,99E+09	4	2,25E+09	1,509	0,204
	Intra-grupos	1,62E+11	109	1,49E+09		
	Total	1,71E+11	113			
Densidad de Área (NASC/m2)	Inter-grupos	1,73E+05	4	4,33E+04	0,519	0,722
	Intra-grupos	9,08E+06	109	8,33E+04		
	Total	9,26E+06	113			



Tabla 30. Matriz de correlaciones entre las variables originales de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Agosto 2021.

Descriptor	Largo	Alto	Elongación	Perímetro	Área	Dimensión fractal	Profundidad cardumen	Profundidad Fondo	Índice altura	NASC	Densidad de área
Largo (m)	1,000	0,282	0,424	0,750	0,897	-0,469	-0,101	-0,135	-0,015	0,622	-0,109
Alto (m)	0,282	1,000	-0,197	0,296	0,274	-0,201	0,061	0,108	0,116	0,070	-0,079
Elongación	0,424	-0,197	1,000	0,196	0,282	-0,148	-0,022	-0,224	-0,248	0,219	-0,079
Perímetro (m)	0,750	0,296	0,196	1,000	0,786	-0,055	0,023	0,006	0,049	0,159	-0,082
Área (m2)	0,897	0,274	0,282	0,786	1,000	-0,517	-0,024	-0,078	-0,022	0,695	-0,050
Dimensión fractal	-0,469	-0,201	-0,148	-0,055	-0,517	1,000	0,171	0,127	0,009	-0,681	0,079
Profundidad cardumen (m)	-0,101	0,061	-0,022	0,023	-0,024	0,171	1,000	0,317	-0,389	-0,078	0,118
Profundidad Fondo (m)	-0,135	0,108	-0,224	0,006	-0,078	0,127	0,317	1,000	0,706	-0,132	-0,042
Índice de Altura (%)	-0,015	0,116	-0,248	0,049	-0,022	0,009	-0,389	0,706	1,000	-0,074	-0,148
NASC (m2/mn2)	0,622	0,070	0,219	0,159	0,695	-0,681	-0,078	-0,132	-0,074	1,000	0,005
Densidad de Área (NASC/m2)	-0,109	-0,079	-0,079	-0,082	-0,050	0,079	0,118	-0,042	-0,148	0,005	1,000



Tabla 31. Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Agosto 2021.

Componente	Valor propio	% Variabilidad	% Acumulado
1	3,353	47,896	47,896
2	1,718	24,547	72,443
3	1,184	16,916	89,359
4	0,339	4,840	
5	0,271	3,866	
6	0,116	1,652	
7	0,020	0,283	

Tabla 32. Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Agosto 2021.

Descriptor	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Largo (m)	0,934	0,091	0,182
Perímetro (m)	0,686	0,265	0,653
Área (m ²)	0,966	0,118	0,136
Dimensión fractal	-0,651	0,095	0,639
Profundidad fondo (m)	-0,188	0,892	-0,148
Índice altura (%)	-0,084	0,901	-0,201
NASC (m ² /mn ²)	0,780	-0,096	-0,485



Tabla 33. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza del sur detectadas. Agosto 2021.

Descriptor	total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CoefVar
Largo (m)	35	36,3	2.265,5	392,1	215,2	514,8	1,31
Alto (m)	35	1,6	50,9	10,4	6,4	10,5	1,01
Elongación	35	2,9	487,0	52,5	26,1	89,0	1,69
Perímetro (m)	35	295,0	73.032,0	5.326,0	2.279,0	12.331,0	2,32
Área (m2)	35	159,0	90.759,0	4.934,0	1.228,0	15.341,0	3,11
Dimensión fractal	35	1,4	2,0	1,8	1,8	0,1	0,05
Profundidad cardumen (m)	35	240,0	535,0	381,3	378,7	62,9	0,17
Profundidad Fondo (m)	35	242,4	940,8	664,6	720,0	204,4	0,31
Índice Altura (%)	35	0,9	63,4	36,6	45,4	21,8	0,60
NASC (m2/mn2)	35	10,0	4.776,0	335,0	25,0	966,0	2,89
Densidad de Área (NASC/m2)	35	1,2	739,1	25,6	3,6	124,3	4,86



Tabla 34. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza del sur, detectadas en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2021.

Dentro de Cañón	Total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	13	99,0	2.266,0	651,0	256,0	739,0	1,14
Alto (m)	13	2,3	50,9	14,4	7,0	14,9	1,04
Elongación	13	10,6	487,0	80,8	24,2	141,2	1,75
Perímetro (m)	13	677,0	73.032,0	9.932,0	2.390,0	19.522,0	1,97
Área (m ²)	13	269,0	90.759,0	10.416,0	1.505,0	24.561,0	2,36
Dimensión fractal	13	1,7	1,8	1,8	1,8	0,0	0,03
Profundidad cardumen (m)	13	240,0	505,3	379,1	378,6	68,6	0,18
Profundidad Fondo (m)	13	242,4	940,8	744,7	782,4	244,7	0,33
Índice Altura (%)	13	0,9	63,4	42,2	50,5	23,9	0,57
NASC (m ² /mn ²)	13	11,0	4.776,0	528,0	37,0	1.310,0	2,48
Densidad de Área (NASC/m ²)	13	1,2	9,3	3,7	3,6	2,1	0,57

Fuera de Cañón	Total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	22	36,3	1.157,9	239,3	206,0	226,6	0,95
Alto (m)	22	1,6	25,4	8,0	5,9	5,9	0,74
Elongación	22	2,9	118,6	35,8	27,3	25,3	0,71
Perímetro (m)	22	295,0	12.617,0	2.605,0	2.129,0	2.741,0	1,05
Área (m ²)	22	159,0	11.619,0	1.695,0	1.063,0	2.595,0	1,53
Dimensión fractal	22	1,4	2,0	1,8	1,8	0,1	0,06
Profundidad cardumen (m)	22	270,8	535,0	382,6	379,9	61,0	0,16
Profundidad Fondo (m)	22	307,7	819,4	617,2	693,0	164,6	0,27
Índice Altura (%)	22	0,9	58,6	33,4	42,7	20,3	0,61
NASC (m ² /mn ²)	22	10,0	3.284,0	220,0	25,0	701,0	3,19
Densidad de Área (NASC/m ²)	22	1,6	739,1	38,5	3,5	156,6	4,06

**Tabla 35.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de merluza del sur, en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2021.

Descriptor		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
Largo (m)	Inter-grupos	1,38E+06	1	1,38E+06	5,985	0,020
	Intra-grupos	7,63E+06	33	2,31E+05		
	Total	9,01E+06	34			
Alto (m)	Inter-grupos	3,27E+02	1	3,27E+02	3,181	0,084
	Intra-grupos	3,40E+03	33	1,03E+02		
	Total	3,72E+03	34			
Elongación	Inter-grupos	1,65E+04	1	1,65E+04	2,159	0,151
	Intra-grupos	2,53E+05	33	7,66E+03		
	Total	2,69E+05	34			
Perímetro (m)	Inter-grupos	4,39E+08	1	4,39E+08	3,060	0,090
	Intra-grupos	4,73E+09	33	1,43E+08		
	Total	5,17E+09	34			
Área (m2)	Inter-grupos	6,21E+08	1	6,21E+08	2,779	0,105
	Intra-grupos	7,38E+09	33	2,24E+08		
	Total	8,00E+09	34			
Dimensión fractal	Inter-grupos	6,51E-03	1	6,51E-03	0,773	0,386
	Intra-grupos	2,78E-01	33	8,43E-03		
	Total	2,85E-01	34			
Profundidad cardumen (m)	Inter-grupos	9,81E+01	1	9,81E+01	0,024	0,878
	Intra-grupos	1,35E+05	33	4,08E+03		
	Total	1,35E+05	34			
Profundidad Fondo (m)	Inter-grupos	1,33E+05	1	1,33E+05	3,407	0,074
	Intra-grupos	1,29E+06	33	3,90E+04		
	Total	1,42E+06	34			
Índice altura (%)	Inter-grupos	6,33E+02	1	6,33E+02	1,344	0,255
	Intra-grupos	1,55E+04	33	4,71E+02		
	Total	1,62E+04	34			
NASC (m2/mn2)	Inter-grupos	7,78E+05	1	7,78E+05	0,830	0,369
	Intra-grupos	3,09E+07	33	9,37E+05		
	Total	3,17E+07	34			
Densidad de Área (NASC/m2)	Inter-grupos	9,95E+03	1	9,95E+03	0,637	0,430
	Intra-grupos	5,15E+05	33	1,56E+04		
	Total	5,25E+05	34			



Tabla 36. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza del sur detectadas por rango de profundidad. Agosto 2021.

200-299m	Total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	1	1.093,6	1.093,6	1.093,6	1.093,6	*	*
Alto (m)	1	2,2	2,2	2,2	2,2	*	*
Elongación	1	487,0	487,0	487,0	487,0	*	*
Perímetro (m)	1	4.715,7	4.715,7	4.715,7	4.715,7	*	*
Área (m ²)	1	2.403,1	2.403,1	2.403,1	2.403,1	*	*
Dimensión fractal	1	1,8	1,8	1,8	1,8	*	*
Profundidad cardumen (m)	1	240,0	240,0	240,0	240,0	*	*
Profundidad Fondo (m)	1	242,4	242,4	242,4	242,4	*	*
Índice Altura (%)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	*	*
NASC (m ² /mn ²)	1	86,6	86,6	86,6	86,6	*	*
Densidad de Área (NASC/m ²)	1	3,6	3,6	3,6	3,6	*	*
300-399m	Total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	6	87,0	1.742,0	418,0	126,0	655,0	1,57
Alto (m)	6	2,8	7,0	4,7	4,5	1,7	0,35
Elongación	6	20,5	279,3	76,0	32,8	101,0	1,33
Perímetro (m)	6	716,0	12.185,0	3.302,0	1.432,0	4.462,0	1,35
Área (m ²)	6	270,0	10.794,0	2.376,0	680,0	4.155,0	1,75
Dimensión fractal	6	1,7	2,0	1,8	1,8	0,1	0,05
Profundidad cardumen (m)	6	270,8	392,0	331,8	336,5	52,3	0,16
Profundidad Fondo (m)	6	304,8	395,4	353,9	366,9	39,2	0,11
Índice Altura (%)	6	0,9	20,1	6,5	2,4	7,9	1,22
NASC (m ² /mn ²)	6	17,1	463,6	119,0	58,5	172,7	1,45
Densidad de Área (NASC/m ²)	6	1,6	34,0	10,2	5,5	12,0	1,18



Tabla 36 (cont). Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza del sur detectadas por rango de profundidad. Agosto 2021.

400-499m	Total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	1	1.157,9	1.157,9	1.157,9	1.157,9	*	*
Alto (m)	1	25,4	25,4	25,4	25,4	*	*
Elongación	1	45,7	45,7	45,7	45,7	*	*
Perímetro (m)	1	12.617,0	12.617,0	12.617,0	12.617,0	*	*
Área (m ²)	1	11.619,0	11.619,0	11.619,0	11.619,0	*	*
Dimensión fractal	1	1,7	1,7	1,7	1,7	*	*
Profundidad cardumen (m)	1	380,6	380,6	380,6	380,6	*	*
Profundidad Fondo (m)	1	462,4	462,4	462,4	462,4	*	*
Índice Altura (%)	1	17,7	17,7	17,7	17,7	*	*
NASC (m ² /mn ²)	1	725,4	725,4	725,4	725,4	*	*
Densidad de Área (NASC/m ²)	1	6,2	6,2	6,2	6,2	*	*

>=500m	Total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	27	36,3	2.265,5	332,0	215,2	467,6	1,41
Alto (m)	27	1,6	50,9	11,4	7,0	11,1	0,97
Elongación	27	2,9	118,6	31,5	24,2	23,3	0,74
Perímetro (m)	27	295,0	73.032,0	5.529,0	2.279,0	13.855,0	2,51
Área (m ²)	27	159,0	90.759,0	5.349,0	1.228,0	17.343,0	3,24
Dimensión fractal	27	1,4	2,0	1,8	1,8	0,1	0,05
Profundidad cardumen (m)	27	331,3	535,0	397,6	381,5	55,2	0,14
Profundidad Fondo (m)	27	526,4	940,8	756,8	745,0	121,6	0,16
Índice Altura (%)	27	1,2	63,4	45,4	47,1	16,1	0,36
NASC (m ² /mn ²)	27	10,0	4.776,0	377,0	25,0	1.092,0	2,90
Densidad de Área (NASC/m ²)	27	1,2	739,1	30,5	2,5	141,6	4,64



Tabla 37. Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de merluza del sur, según rangos de fondo. Agosto 2021.

Descriptor		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
Largo (m)	Inter-grupos	1,18E+06	3	3,93E+05	1,558	0,219
	Intra-grupos	7,83E+06	31	2,53E+05		
	Total	9,01E+06	34			
Alto (m)	Inter-grupos	5,10E+02	3	1,70E+02	1,641	0,200
	Intra-grupos	3,21E+03	31	1,04E+02		
	Total	3,72E+03	34			
Elongación	Inter-grupos	2,04E+05	3	6,80E+04	32,385	0,000
	Intra-grupos	6,51E+04	31	2,10E+03		
	Total	2,69E+05	34			
Perímetro (m)	Inter-grupos	7,92E+07	3	2,64E+07	0,161	0,922
	Intra-grupos	5,09E+09	31	1,64E+08		
	Total	5,17E+09	34			
Área (m2)	Inter-grupos	9,50E+07	3	3,17E+07	0,124	0,945
	Intra-grupos	7,91E+09	31	2,55E+08		
	Total	8,00E+09	34			
Dimensión fractal	Inter-grupos	1,60E-02	3	5,35E-03	0,617	0,609
	Intra-grupos	2,69E-01	31	8,66E-03		
	Total	2,85E-01	34			
Profundidad cardumen (m)	Inter-grupos	4,18E+04	3	1,39E+04	4,656	0,008
	Intra-grupos	9,29E+04	31	3,00E+03		
	Total	1,35E+05	34			
Profundidad Fondo (m)	Inter-grupos	1,03E+06	3	3,43E+05	27,075	0,000
	Intra-grupos	3,92E+05	31	1,27E+04		
	Total	1,42E+06	34			
Índice altura (%)	Inter-grupos	9,15E+03	3	3,05E+03	13,445	0,000
	Intra-grupos	7,03E+03	31	2,27E+02		
	Total	1,62E+04	34			
NASC (m2/mn2)	Inter-grupos	5,42E+05	3	1,81E+05	0,180	0,909
	Intra-grupos	3,12E+07	31	1,00E+06		
	Total	3,17E+07	34			
Densidad de Área (NASC/m2)	Inter-grupos	2,95E+03	3	9,83E+02	0,058	0,981
	Intra-grupos	5,22E+05	31	1,68E+04		
	Total	5,25E+05	34			



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Tabla 38. Matriz de correlaciones entre las variables originales de Merluza del Sur. Agosto 2021.

Descriptor	Largo	Alto	Elongaci3n	Per3metro	Área	Dimensi3n fractal	Profundidad cardumen	Profundidad Fondo	Índice altura	NASC	Densidad de Área
Largo (m)	1,000	0,665	0,473	0,800	0,761	-0,172	0,047	-0,266	-0,315	0,593	-0,119
Alto (m)	0,665	1,000	-0,170	0,653	0,626	-0,373	0,569	0,055	-0,157	0,593	0,039
Elongaci3n	0,473	-0,170	1,000	0,087	0,052	0,125	-0,513	-0,464	-0,349	-0,022	-0,099
Per3metro (m)	0,800	0,653	0,087	1,000	0,997	-0,173	0,203	0,023	-0,044	0,798	-0,070
Área (m2)	0,761	0,626	0,052	0,997	1,000	-0,173	0,211	0,042	-0,025	0,811	-0,050
Dimensi3n fractal	-0,172	-0,373	0,125	-0,173	-0,173	1,000	-0,472	0,023	0,207	-0,537	-0,681
Profundidad cardumen (m)	0,047	0,569	-0,513	0,203	0,211	-0,472	1,000	0,254	-0,079	0,446	0,426
Profundidad Fondo (m)	-0,266	0,055	-0,464	0,023	0,042	0,023	0,254	1,000	0,920	-0,055	-0,121
Índice de altura (%)	-0,315	-0,157	-0,349	-0,044	-0,025	0,207	-0,079	0,920	1,000	-0,222	-0,302
NASC (m2/mn2)	0,593	0,593	-0,022	0,798	0,811	-0,537	0,446	-0,055	-0,222	1,000	0,534
Densidad de Área (NASC/m2)	-0,119	0,039	-0,099	-0,070	-0,050	-0,681	0,426	-0,121	-0,302	0,534	1,000



Tabla 39. Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Merluza del sur. Agosto 2021.

Componente	Valor propio	% Variabilidad	% Acumulado
1	4,161	46,234	46,234
2	2,132	23,688	69,922
3	1,651	18,349	88,271
4	0,576	6,395	
5	0,275	3,057	
6	0,164	1,817	
7	0,036	0,396	
8	0,005	0,061	
9	0,000	0,002	

Tabla 40. Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Merluza del sur. Agosto 2021.

Descriptor	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Largo (m)	0,841	0,098	-0,372
Alto (m)	0,783	0,144	0,029
Perímetro (m)	0,910	0,339	-0,115
Área (m ²)	0,899	0,342	-0,084
Dimensi3n fractal	-0,462	0,440	-0,626
Fondo (m)	-0,155	0,753	0,616
Índice altura (%)	-0,303	0,819	0,452
NASC (m ² /mn ²)	0,906	-0,103	0,290
Densidad de área (NASC/m2)	0,231	-0,653	0,657

**Tabla 41.** Tamaño del stock de merluza del sur en prospecciones acústicas, período 1992 - 2021.

Año	Proyecto	Especie	Biomasa (t)	Abundancia (N°)
1992	FIP 92-02	Merluza del sur	31.250	
1994	FIP 93-04	Merluza del sur	23.123	7.650.000
1996	FIP 96-38	Merluza del sur	40.301	17.065.132
2000	FIP 2000-14	Merluza del sur	133.845	35.585.682
2001	FIP 2001-19	Merluza del sur	100.326	26.780.066
2002	FIP 2002-19	Merluza del sur	50.356	13.709.497
2003	FIP 2003-09	Merluza del sur	84.269	21.321.834
2004	FIP 2004-07	Merluza del sur	53.200	11.789.646
2005	FIP 2005-04	Merluza del sur	42.500	10.388.863
2007	FIP 2007-12	Merluza del sur	55.632	15.600.407
2008	FIP 2008 11	Merluza del sur	59.678	20.890.709
2009	FIP 2009-09	Merluza del sur	65.337	18.616.730
2010	Pesca Investigación	Merluza del sur	51.451	14.265.269
2011	FIP 2011-04	Merluza del sur	60.394	16.169.746
2012	FIP 2012-07	Merluza del sur	51.271	13.562.492
2013	FIP 2013-13	Merluza del sur	42.789	13.085.421
2014	ASIPA 2014	Merluza del sur	49.254	12.819.885
2015	ASIPA 2015	Merluza del sur	50.319	13.781.425
2016	ASIPA 2016	Merluza del sur	67.264	22.016.685
2017	ASIPA 2017	Merluza del sur	96.082	33.988.081
2018	ASIPA 2018	Merluza del sur	115.068	41.609.423
2019	ASIPA 2019	Merluza del sur	131.443	50.812.560
2020	ASIPA 2020	Merluza del sur	102.240	50.581.099
2021	ASIPA 2021	Merluza del sur	111.211	63.188.117

A N E X O 1

Pesca de investigación y D.S. 711



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Resoluci3n exenta N° E-2021-393

Verificaci3n del Documento:

- Id del Documento: 7695
- C3digo de verificaci3n: 78901142593
- Verificar validez en <https://tramites.subpesca.cl/wf-tramites/public/documentos/validar>

MINISTERIO DE ECONOMÍA
FOMENTO Y TURISMO

**SUBSECRETARÍA DE PESCA Y
ACUICULTURA**

PINV E-2021-280 CRUCERO DE PROSPECCI3N
MSUR-MCOLA-M3ALETAS

AUTORIZA A INSTITUTO DE FOMENTO
PESQUERO PARA REALIZAR PESCA DE
INVESTIGACI3N QUE INDICA.

VALPARAÍSO,

R. EX. N° E-2021-393

FECHA: 30/07/2021

VISTO: Lo solicitado por el Instituto de Fomento Pesquero mediante Oficio IFOP/2021/LC/N°043/DIR/313 SUBPESCA, ingreso electr3nico E-PINV-2021-284 de fecha 21 de julio de 2021; lo informado por la Divisi3n de Administraci3n Pesquera de esta Subsecretarí, en Informe T3cnico N° E-2021-280, de fecha 27 de julio de 2021; los T3rminos T3cnicos de Referencia del Proyecto denominado ***"Crucero de prospecci3n para la evaluaci3n hidroacústica de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo"*** elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretarí de Pesca; lo dispuesto en el D.F.L. N° 5 de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucci3n; las Leyes N° 19.880, N° 20.528, N° 20.597; N° 20.560; N°20.657; el Convenio de Desempeño suscrito entre la Subsecretarí de Economía y Empresas de Menor Tamaño y el Instituto de Fomento Pesquero, aprobado mediante Decreto Supremo N° 85 de 2020, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; los D.S. N° 144 de 1980; los Decretos Exentos N° 140 de 1996, N° 795 de 2013 y Decretos Exentos Electr3nicos N° 98 y N° 134, ambos de 2020, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; la Resoluci3n N° 1700 de 2000, y las Resoluciones Exentas N° 3067, N° 4479 y N° 4480 de 2017 de esta Subsecretarí.

CONSIDERANDO:

Que el Instituto de Fomento Pesquero ingres3, mediante Oficio citado en Visto, una solicitud para desarrollar la pesca de investigaci3n conforme los T3rminos T3cnicos de Referencia del Proyecto denominado ***"Crucero de prospecci3n para la evaluaci3n hidroacústica de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo"***



Que mediante Memor3ndum T3cnico, citado en Visto, la Divisi3n de Administraci3n Pesquera de esta Subsecretar3a, informa que los objetivos y las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigaci3n con car3cter de pesca de prospecci3n de acuerdo a lo dispuesto en el art3culo 2º Nº 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura ya que el estudio plantea evaluar la biomasa y abundancia de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el 3rea de sus unidades de pesquer3a a trav3s de una prospecci3n hidroac3stica, con lances de identificaci3n.

Que de acuerdo a lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los art3culos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. Nº 461 de 1995 del Ministerio de Econom3a, Fomento y Reconstrucci3n, corresponde autorizar la pesca de investigaci3n solicitada.

RESUELVO:

1.- Autor3zase al Instituto de Fomento Pesquero, R.U.T. Nº 61.310.000-8, domiciliado en Blanco 839, Valpara3so, para efectuar una pesca de investigaci3n de conformidad con los T3rminos T3cnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Crucero de prospecci3n para la evaluaci3n hidroac3stica de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las regiones de Los Lagos y Ays3n del General Carlos Ib3ñez del Campo"**, elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretar3a de Pesca y Acuicultura.

2.- El objetivo principal de la pesca de investigaci3n consiste en prospectar hidroac3sticamente la zona comprendida entre La Regi3n de Los Lagos y de Ays3n del General Carlos Ib3ñez del Campo a fin de determinar el stock desovante de Merluza del Sur, Merluza de cola y Merluza de tres aletas.

3.- La pesca de investigaci3n se efectuar3 desde la fecha de publicaci3n de la presente resoluci3n, de conformidad con lo establecido en el art3culo Nº 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, y el 31 de agosto de 2021, ambas fechas inclusive.

La pesca de investigaci3n se realizar3 en el 3rea mar3tima comprendida entre las latitudes 43º30' L.S. y 51º00' L.S., incluyendo el sector de aguas interiores, comprendido por los puntos Cabo Quil3n (43º16,6' L.S. y 74º 24,6' L.O.) en la Isla Grande de Chilo3 y el Islote Occidental de la Isla Menchuam (45º 37,7' L.S. y 74º 56,8' L.O.), entre los paralelos 43º 44'17" L.S. y 45º 37,7' L.S.

4.- En la pesca de investigaci3n que se autoriza, participar3 en el 3rea mar3tima individualizada previamente, el barco f3brica **"CABO DE HORROS"**, cuyas caracter3sticas n3uticas son las siguientes:

Distintivo de Llamada	CB7960
Eslora	80 m
Manga	13,5 m
T.R.G	2140 t



La nave antes se1alada podr1 operar en toda el 1rea de estudio indicada en el numeral 3° de la presente resoluci3n. No obstante, en el 1rea de aguas interiores no se podr1n realizar lances de pesca con ning3n prop3sito, quedando limitada su actividad exclusivamente a labores de ecoprospecci3n.

5.- La presente pesca de investigaci3n se ejecutar1 en dos cruceros, pudiendo extraerse los recursos que se indica a continuaci3n:

- a) Primer crucero: se realizar1 durante la primera quincena de agosto, en el 1rea mar1tima comprendida entre los paralelos 43°30' L.S. y 47°00' L.S., considerando como especies objetivo los recursos merluza del sur ***Merluccius australis*** y merluza de cola ***Macruronus magellanicus***.
- b) Segundo crucero: se realizar1 durante la segunda quincena de agosto, en el 1rea mar1tima comprendida entre los paralelos 47°00' L.S. y 51°00' L.S., considerando como especie objetivo, el recurso merluza de tres aletas ***Micromesistius australis***.

6.- En cumplimiento del objetivo de la presente pesca de investigaci3n, la nave "CABO DE HORNOS", podr1 extraer un total de 18 toneladas de merluza del sur ***Merluccius australis***, 60 toneladas de merluza de cola ***Macruronus magellanicus*** y 40 toneladas de merluza de tres aletas ***Micromesistius australis***.

Asimismo, podr1 extraer los siguientes recursos hidrobiol3gicos, en calidad de fauna acompa1ante, en los montos que en cada caso se indica:

Nombre com3n	Nombre cient1fico	Cuota (toneladas)
Cojinoba	<i>Seriola sp</i>	1
Reineta	<i>Brama australis</i>	1
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	0,5
Tollo	<i>Squalus sp, Mustelus sp</i>	0,2
Brotula	<i>Salilota australis</i>	0,5
Otros	-	1

Las toneladas antes se1aladas de merluza del sur, merluza de tres aletas, merluza de cola y congrio dorado se imputar1n a las fracciones de las cuotas globales anuales de captura, de dichos recursos, reservadas para fines de investigaci3n, establecidas mediante Decretos Exentos Electr3nicos N° 98 y N° 134, ambos del 2020 del Ministerio de Econom1a, Fomento y Turismo.

En el caso de requerir ingresar, con fines de desplazamiento, al interior de un 1rea Marina Protegida, el ejecutante de la pesca de investigaci3n deber1 coordinar la actividad con el administrador del 1rea, con dos d1as h1biles de anticipaci3n.

7.- Para efectos de la presente pesca de investigaci3n se except3a el cumplimiento de las siguientes medidas de conservaci3n y administraci3n, respectivamente:

- a) Tama1o de luz de malla, establecida mediante D.S. N° 144 de 1980, del actual Ministerio de Econom1a, Fomento y Turismo.



- b) Veda biológica del recurso Merluza del sur establecida mediante Decreto Exento N° 140 de 1996, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- c) Veda biológica para el recurso Merluza de cola establecida mediante Decreto Exento N° 795 de 2013, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- d) Artes y aparejos de pesca, para recursos hidrobiológicos, establecida mediante Resolución Exenta N° 1700 de 2000, de esta Subsecretaría.

8.- La nave participante en la presente pesca de investigación deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- a) Comunicar al Servicio Nacional de Pesca, la fecha y hora de zarpe y recalada de la nave y dar cumplimiento a los procedimientos de control que establezca el mencionado organismo para estos efectos.
- b) Realizar las labores de pesca de investigación con sujeción a los diseños operativos determinados por el Instituto de Fomento Pesquero.
- c) Aceptar a bordo a los observadores científicos que designe el Instituto de Fomento Pesquero y otorgar todas las facilidades para que éstos puedan recopilar y transmitir la información necesaria para el cumplimiento del plan de trabajo durante todo el período de la pesca de investigación.
- d) Mantener operativo el dispositivo de posicionamiento satelital;
- e) Informar y documentar las capturas y su destino conforme lo dispuesto en el artículo 63 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus normas reglamentarias.
- f) En general dar cumplimiento a las obligaciones legales y reglamentarias establecidas para la realización de actividades pesqueras extractivas y medidas de administración establecidas para las especies en estudio, con exclusión de aquellas expresamente exceptuadas mediante la presente pesca de investigación.

El incumplimiento de las obligaciones antes señaladas importará el término inmediato de la autorización otorgada a la nave infractora, sin que sea necesario formalizarlo.

9.- Durante el crucero de investigación se eximirá de la prohibición de descarte las capturas realizadas, efectuados de conformidad con lo establecido en los planes de reducción del Descarte y de la Pesca Incidental de las pesquerías de merluza de cola, merluza del sur y congrio dorado y merluza de tres aletas, establecidos mediante Res. Ex. N° 3.067, N° 4.479, N° 4.480, todas de 2017, de esta Subsecretaría.

En este caso la nave podrá extraer los recursos en las cantidades autorizadas en la presente resolución, debiendo dejar



constancia de la cuantificaci3n de las capturas totales y de la devoluci3n al mar de las especies capturadas en calidad de especie objetivo y fauna acompa1ante una vez efectuados los respectivos muestreos, as1 como la captura incidental y la forma en que esta se realiza.

10.-El Instituto de Fomento Pesquero deber1 elaborar un informe resumido de las actividades realizadas, que contenga a lo menos informaci3n de la obtenci3n de muestras, de los materiales y m1todos ocupados. Asimismo, se deber1 entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: localizaci3n de la red o estaciones de muestreo, n1mero de muestras, n1mero de ejemplares capturados por especie cuando proceda o una cuantificaci3n de la captura y caracter1sticas de los individuos muestreados en el contexto de la autorizaci3n.

Adem1s, se deber1 disponer los resultados en un archivo electr3nico en formato *shape* el cual deber1 estar en coordenadas geogr1ficas (grados, minutos y segundos) referida al *datum* WGS-84 considerando como atributo la categor1a antes mencionada. Adicionalmente, la informaci3n espacial deber1 presentar un archivo de metadato seg1n Res. SSPA N1 934 de 09/Mar/2018, que para el 1mbito pesquero se adjunta su formato.

Lo anterior deber1 ser entregado dentro del plazo de 30 d1as corridos, contados desde la fecha de t1rmino del per1odo de pesca autorizado y deber1 entregarse impreso por medio de una carta conductora a la cual se le deber1 adjuntar un dispositivo de respaldo digital que contenga una copia del informe m1s la base de datos solicitada. Asimismo, deber1 ingresarlo a trav1s del sistema de tramitaci3n electr3nico, en el 1tem de resultados.

El incumplimiento de la obligaci3n antes se1alada se considerar1 como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigaci3n.

11.- Designase al Jefe de Divisi3n de Administraci3n Pesquera de esta Subsecretar1a como funcionario encargado de velar por el oportuno y debido cumplimiento de las obligaciones establecidas en el numeral anterior.

12.- El Instituto designa como persona responsable de esta pesca de investigaci3n, a su Director Ejecutivo don Luis Alfredo Parot Donoso, R.U.T. N1 6.797.121-3, ambos domiciliados en Blanco N1 839, Valpara1so.

13.- La presente resoluci3n deber1 publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado, dentro del plazo de 30 d1as h1biles contados desde su fecha.

14.- Esta autorizaci3n es intransferible y no podr1 ser objeto de negociaci3n alguna.

15.- El Instituto de Fomento Pesquero deber1 dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los Decretos N1 430, de 1991 y N1 461, de 1995, ambos del Ministerio de Econom1a, Fomento y Reconstrucci3n, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones que se establecen en la presente Resoluci3n.

El incumplimiento har1 incurrir al titular en el t1rmino inmediato de la pesca de investigaci3n sin que sea necesario formalizarlo.



16.- La infracción a las disposiciones legales y reglamentarias sobre pesca de investigación, será sancionada con las penas y conforme al procedimiento establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura.

17.- La presente autorización es sin perjuicio de las que corresponda conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

18.- La presente Resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la ley 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que el solicitante estime pertinentes.

19.- Transcribase copia de esta Resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y a la División Jurídica de esta Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CARTA CERTIFICADA, PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL Y A TEXTO ÍNTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA.




CRISTIAN ESPINOZA MONTENEGRO
Subsecretario de Pesca y Acuicultura (S)



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Resoluci3n SHOA ordinario N° 13270/24/989

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Errázuriz 254 - Playa Ancha - Casilla 324 - Valparaíso - Chile - C.B: 236-0157 - Fono: 56-32226666 / Fax: 56-32276657 - Correo electrónico: shia@shoa.cl / www.shoa.cl

SHOA ORDINARIO N° 13270/24/ ~~989~~ Vrs.

AUTORIZA AL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE INVESTIGACI3N CIENTÍFICA MARINA ENTRE LAS REGIONES DE LOS LAGOS Y DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA.

22 JUL. 2021

VALPARAÍSO,

VISTO: lo solicitado por el INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, mediante Solicitud N° 10994, de fecha 14 de julio de 2021 e informaci3n complementaria de las actividades a desarrollar en terreno; las atribuciones que me confiere el Decreto Supremo (M) N° 192, de fecha 6 de marzo de 1969, modificado por Decreto Supremo N° 784, de fecha 14 de agosto de 1985; lo seÑalado en el Decreto Supremo N° 711, de fecha 22 de agosto de 1975, "Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas efectuadas en la Zona Marítima de Jurisdicci3n Nacional"; lo establecido en la Resoluci3n SHOA Ordinario N° 6070/1/5 Vrs. de fecha 4 de enero de 2021; lo estipulado en el Decreto Supremo N° 4, de fecha 5 de febrero de 2020, modificado por Decretos Supremos N° 6 y 10, de fechas 6 y 24 de marzo de 2020, respectivamente, prorrogado por Decreto Supremo N° 1, de fecha 15 de enero de 2021 y lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 104, de fecha 18 de marzo de 2020, prorrogado por Decreto Supremo N° 153, de fecha 25 de junio de 2021,

CONSIDERANDO:

- 1.- Que, el INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, con fecha 14 de julio de 2021, solicit3 autorizaci3n para efectuar investigaci3n científica marina, correspondiente a muestreos acústicos para realizar una prospecci3n hidroacústica de los recursos de merluza y conocer la batimetría del área de estudio, para el sector comprendido entre las latitudes 43° 00' S y 51° 00' S, y desde la costa hasta el veril de los 700 metros, entre las Regiones de Los Lagos y de Magallanes y de la Antártica Chilena.
- 2.- Que, las atribuciones del SHOA en materia de investigaciones científicas y tecnológicas marinas efectuadas en la zona marítima de jurisdicci3n nacional, así como los procedimientos para la tramitaci3n de las solicitudes relacionadas con dichas investigaciones, se encuentran establecidas en el Decreto Supremo N° 711, de fecha 22 de agosto de 1975, citado en VISTO.
- 3.- Que, el Decreto Supremo N° 711, aprob3 el Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas efectuadas en la Zona Marítima de Jurisdicci3n Nacional, por lo que todo incumplimiento referente a trabajos de investigaci3n científica y/o tecnológica marina permitidos, será sancionado de acuerdo a lo establecido en el Título III de dicho Decreto.

RESUELVO:

- 1.- **AUTORIZASE** al INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, para que con el apoyo del B/F "CABO DE HORNOS", desarrolle actividades de investigaci3n científica marina en el sector comprendido entre las latitudes 43° 00' S y 51° 00' S, y desde la costa hasta el veril de los 700 metros (entre las Regiones de Los Lagos y de Magallanes y de la Antártica Chilena – Cartas Náuticas SHOA N° 7000, 8000, 9000 y 10000), dentro del marco del Proyecto denominado "Evaluaci3n del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las regiones de Los Lagos y de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo", las cuales se realizarán a contar de esta fecha y hasta el 30 de septiembre de 2021.





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Errázuriz 254 - Playa Ancha - Casilla 324 - Valparaíso - Chile - C.P.: 236-0167 - Tono: 56-32226666 / Fax: 56-322266542 - Correo electrónico: shoa@shoa.cl / www.shoa.cl

SHOA ORD. N° 13270/24/989 / Vrs.

Hoja N° 2.-

Fecha: 22 JUL. 2021

2.-

DECLÁRASE:

- a.- De acuerdo a lo informado por el INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, se ejecutarán muestreos acústicos para realizar una prospección hidroacústica de los recursos de merluza y conocer la batimetría del área de estudio.
- b.- Según la información proporcionada por la empresa citada en VISTO, este trabajo no requiere de inspección en terreno, ni revisión de los antecedentes finales del estudio por parte del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), en razón al carácter exploratorio de ellos. Por ende, este estudio se considerará sin valor hidrográfico ni oceanográfico.
- c.- Se deberá considerar que previo al inicio de los trabajos e independiente al trámite de zarpe de la embarcación, el Jefe de Grupo responsable de los trabajos en terreno y representante del INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, Sr. Javier Legua Delgado, deberá concurrir a la Capitanía de Puerto de Puerto Chacabuco, para coordinar las actividades de investigación a ejecutar; requerir información respecto de las medidas de seguridad que se deben adoptar durante las operaciones de navegación y buceo, sin perjuicio de la obligación del Jefe de Terreno de solicitar ante dicha Capitanía y/o a otros organismos competentes del Estado, otras autorizaciones reglamentarias, según corresponda. Asimismo, se deberá informar la posición geográfica en que se instalarán los instrumentos oceanográficos y posteriormente su retiro, como también cualquier variación a lo autorizado.
- d.- Lo anterior, sin perjuicio de los trámites que deban ser realizados ante las autoridades competentes para autorizar los movimientos dentro del Territorio Nacional, en caso de ser necesario, en consideración a la declaración de Estado de Excepción Constitucional de Catástrofe, por calamidad pública, dictado y prorrogado mediante Decretos Supremos N° 104 y 153, respectivamente, citados en VISTO.
- e.- Asimismo, en atención a la contingencia relacionada con la Alerta Sanitaria producto de la propagación del COVID-19, el ingreso a cualquier recinto de la Armada de Chile, estará sujeto a los controles sanitarios que se indiquen y exijan (tales como registro de temperatura, uso de mascarillas, guantes, etc.).
- f.- La nave deberá emitir su posición (Q.T.H.) diariamente a las 12:00 Z y 24:00 Z, según el procedimiento chileno de notificación de la situación de los buques (CHILREP), dirigido a la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, a través de las radio estaciones costeras.
- g.- La Empresa o Entidad a cargo de los trabajos deberá comunicar por escrito al SHOA, si la investigación científica marina autorizada en la presente Resolución no se realizará, con el objeto de que este Servicio informe el término de la investigación a la Autoridad Marítima, mediante una Resolución de "Déjese Sin Efecto".
- h.- Lo expuesto y dispuesto en los considerandos anteriores, no podrá bajo ningún pretexto perjudicar o amenazar los derechos de terceros, válidamente constituidos en el área de estudio.





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Errázuriz 254 - Playa Ancha - Casilla 324 - Valparaíso - Chile - C.P.: 236-0367 - Fono: 56-322266646 / Fax: 56-322266542 - Correo electrónico: shoa@ifopa.cl / www.shoa.cl

SHOA ORD. N° 13270/24/989 / Vrs.

Hoja N° 3.-

Fecha: 22 JUL. 2021

- i.- Conforme a lo dispuesto en el Artículo 16° del Decreto Supremo N° 711, citado en VISTO, al término del estudio el Sr. Javier Legua Delgado, a través del Representante Legal del INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, Sr. Luis Parot Donoso, deberá remitir al SHOA, una copia (en medio digital), de los datos e informe de los resultados obtenidos, en consideración a que esta información es de especial interés para el Servicio. La data obtenida podrá ser utilizada en forma parcial o total por el SHOA, objeto poder proporcionar las informaciones pertinentes y de su competencia, destinadas a dar seguridad a la navegación a través de publicaciones, informaciones o actividades. Lo anterior, deberá ser efectuado en un plazo no superior a 6 meses, una vez finalizado el período autorizado.
- j.- En función a lo dispuesto en el Artículo 10° del Decreto Supremo N° 711, en el evento que sean necesario extender el período ya autorizado, la Empresa o Entidad ejecutora deberá solicitar una prórroga, con a lo menos 30 días de anticipación a la fecha de expiración de la autorización otorgada, acompañando, en dicho requerimiento, un informe de las actividades realizadas hasta el momento de la solicitud.
- k.- La Empresa o Entidad a cargo de los trabajos deberá dar estricto cumplimiento a lo Autorizado y Declarado en la presente Resolución. Asimismo, todo incumplimiento referente a trabajos de investigación científica y/o tecnológica autorizados, será sancionado de acuerdo a lo establecido en el Título III del Decreto Supremo N° 711.

3.- **ANÓTESE** y comuníquese a quienes corresponda, para su conocimiento y cumplimiento.

POR ORDEN DEL SR. DIRECTOR



ENRIQUE SILVA VILLAGRA
CAPITÁN DE NAVÍO
SUBDIRECTOR





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

A N E X O 2

Talleres



1 Taller de Coordinación

De acuerdo a las bases administrativas del proyecto, se realizó el taller de coordinación con la finalidad de presentar el plan de trabajo, metodologías y procedimientos relevantes para fines del estudio. Este taller se realizó el martes 3 de agosto de 2021 a través de Google Meet. La lista de invitados se presenta a continuación y la presentación se encuentra para permanente consulta en el sitio Google Drive:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/12pD92qXevzftn7HjL6OumGQDZaE-Y6FB>

<i>Nombre</i>	<i>Institución</i>
Sergio Lillo Vega	IFOP, Jefe DIP -DED
Jorge Farias Ahumada	SUBPESCA
Lorenzo Flores Villarroel	SUBPESCA
Carla Falcón Simonelli	MINECON
Javier Legua Delgado	IFOP –jefe de Proyecto merluzas aguas exteriores coordinador reunión.
Rene Vargas Silva	IFOP
José Córdova Masanes	IFOP, Reemplaza a jefe DED en reunión de coordinación.

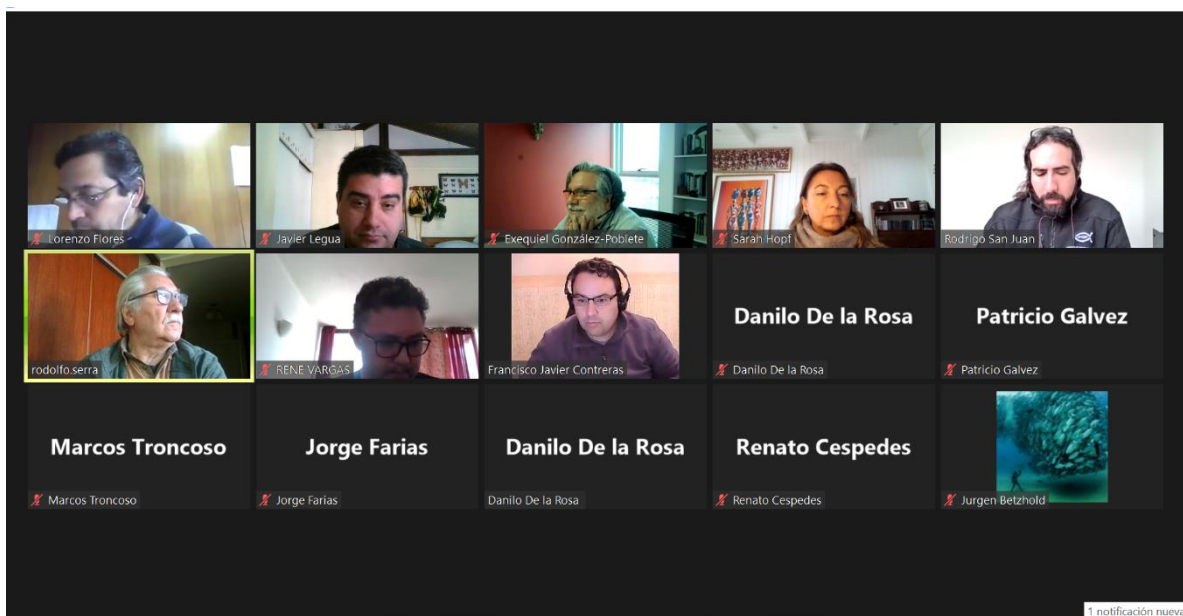


2 Presentación en comité científicos técnico de la pesquería demersal sur austral

De acuerdo a los términos técnicos de referencia numeral 5.2, "los resultados del proyecto deberán ser expuestos en las instancias que la SUBPESCA y Acuicultura determine".

Para el presente periodo 2021, se recibió invitación para participar en el comité científico de merluza del sur el día 7 de octubre de 2021. La presentación se encuentra para permanente consulta en el siguiente sitio de Google Drive:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/12pD92qXevzftn7HjL6OumGQDZaE-Y6FB>



Participación en taller del comité científico técnico.



3 Taller de Presentación y discusión de resultados finales

De acuerdo a las bases administrativas del proyecto, se debería realizar un taller de presentación y discusión de resultados.

El taller será realizado posterior a la fecha de entrega del presente informe final, debido a ello , las presentaciones del taller y las discusiones emanadas, estarán disponibles permanentemente para consulta, en el siguiente sitio de Google Drive:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/12pD92qXevzftn7HjL6OumGQDZaE-Y6FB>



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

A N E X O 3

Personal Participante por actividad



Objetivo 1.

Nombre	Actividad	¹ Horas
Javier Legua Delgado	• Jefe de Proyecto, Participa en Crucero Acústico agosto 2021. • Análisis de Datos y redacción de informe. • Estimación de Biomasa y Abundancia de Merluza del sur y merluza de cola. • Mapas de distribución	1600

Objetivo 2.

Nombre	Actividad	¹ Horas
Vilma Ojeda Cerda	• Encargada de Objetivo. • Análisis de Datos y redacción de objetivo.	1120
Renato Céspedes Michea	• Análisis de datos y redacción de objetivo.	1120
Lizandro Muñoz Rubio	• Preparación y análisis de muestras de otolitos.	1120
Karen Hunt Jaque	• Preparación y análisis de muestras de otolitos.	1120
Angelica Villalón Castillo	• Preparación y análisis de muestras de otolitos.	1120



Objetivo 3.

Nombre	Actividad	¹ Horas
Mauricio Landaeta Díaz	• Encargado de Objetivo. • Análisis de Datos y redacción de objetivo.	1120
Gustavo Herrera Urzúa	• Análisis de datos y redacción de objetivo.	1120
Erika López Soto	• Análisis de datos y redacción de objetivo. • Preparación y análisis de muestras gonadales.	1120
Paola Troncoso Guerra	• Análisis de datos y redacción de objetivo. • Preparación y análisis de muestras gonadales.	1120

Objetivo 4.

Nombre	Actividad	¹ Horas
René Vargas Silva	• Encargado de Objetivo. Análisis de Datos y redacción de objetivo.	1120

Objetivo 5.

Nombre	Actividad	¹ Horas
Bernardo Leiva Pérez	• Encargado de Objetivo. • Análisis de Datos y redacción de objetivo.	160

¹Horas: en base a 1 mes = 160 horas. El cálculo de las horas es en base al resultado de la entrega del informe final y a la duración de la subcontratación.



Muestreo Biol3gico a bordo

Nombre	Actividad	¹ Horas
Adri3n Ibieta Figueroa	• Jefe de muestreo • Muestreo Biol3gico a Bordo • Etapa completa crucero	160
Braulio Acuña Guajardo	• Muestreo Biol3gico a Bordo • Etapa completa crucero	160
Oscar Nancul Paillaman	• Muestreo Biol3gico a Bordo • Etapa completa crucero	160
Rodrigo Ulloa Meza	• Muestreo Biol3gico a Bordo • Etapa complete crucero	160
Guillermo Carrasco Cisternas	• Muestreo Biol3gico a Bordo • Etapa completa crucero	160
Juan Linares Huenchupan	• Muestreo Biol3gico a Bordo • Etapa completa crucero	160

¹Horas: en base a 1 mes = 160 horas.



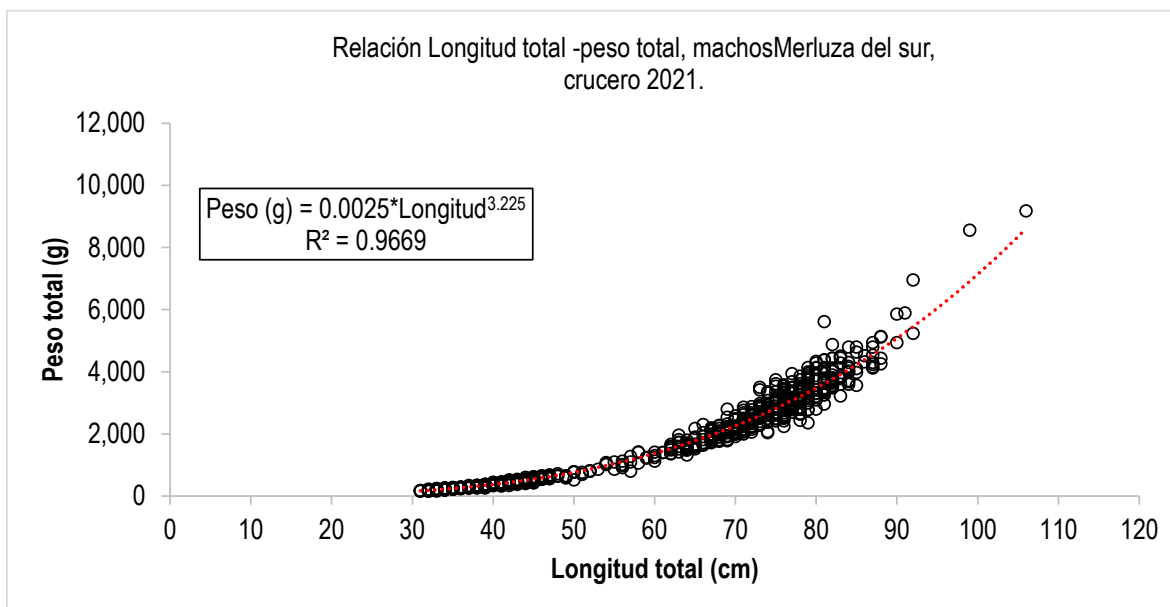
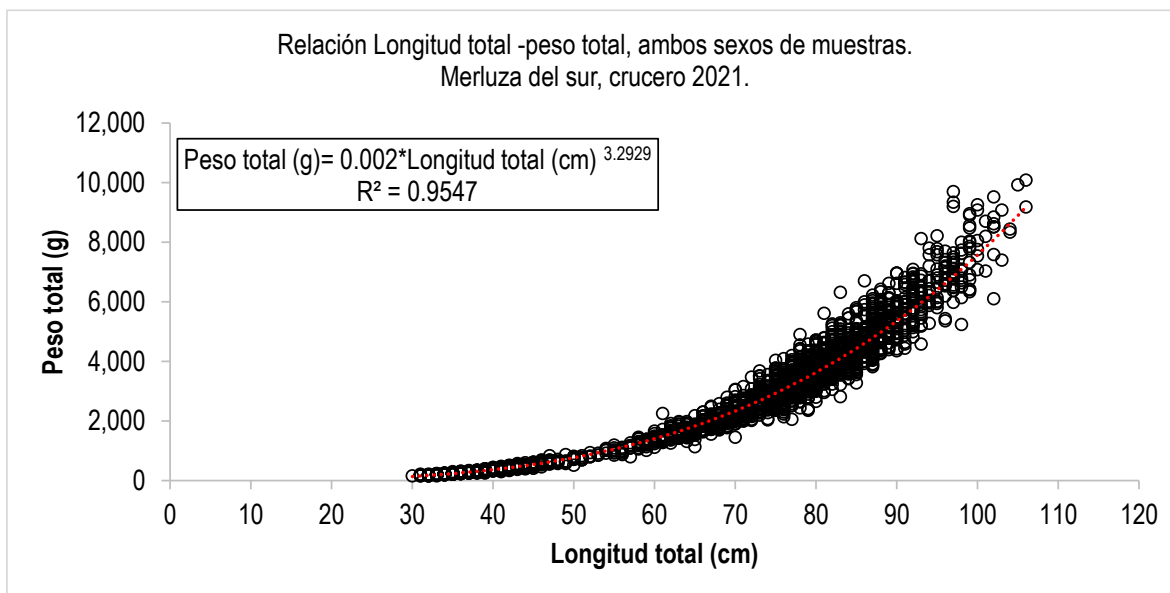
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

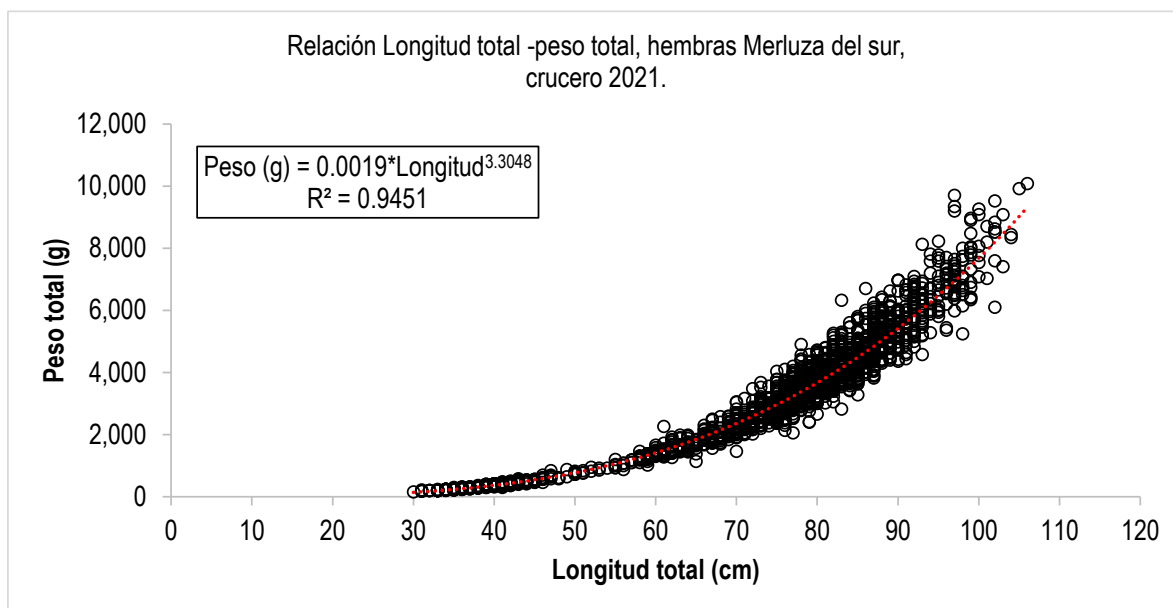
A N E X O 4

Estadística y gráficos de la relación talla – peso total y por sexos



Estadística y gráfcos de la relaci3n talla . peso total y por sexos.







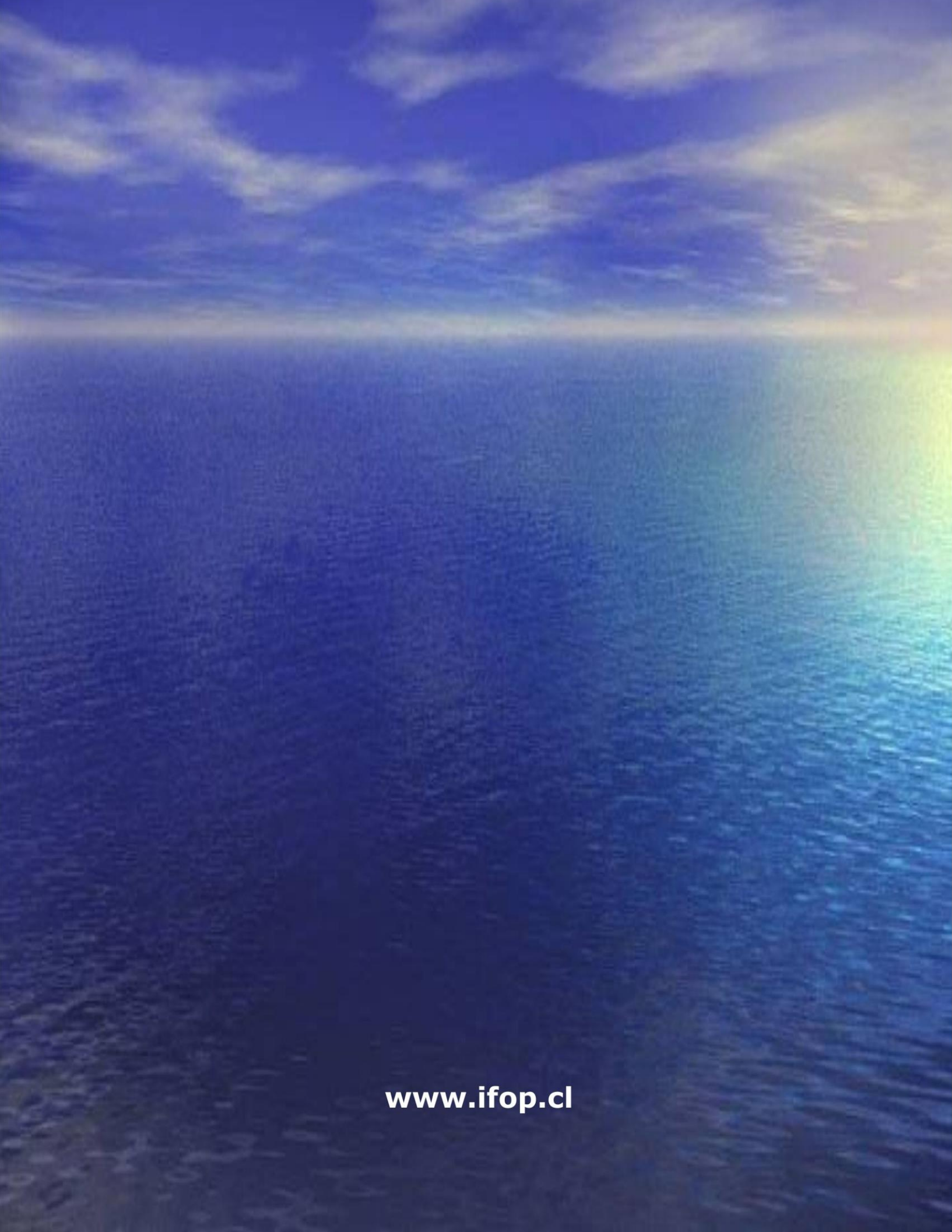
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl