



PROYECTO FIPA N° 2024-22:

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL RECURSO HUEPO (*Ensis macha*) Y PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS.

Informe Final

Requirente : Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Mandante : Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura
Ejecutor : Instituto de Fomento Pesquero
Jefe de proyecto : Carlos Techeira Tapia

Octubre, 2026



INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Requiere	:	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Mandante	:	Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura
Supervisión	:	Consejo de Investigación Pesquera y de Acuicultura
Ejecutor	:	Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)
Jefe de proyecto	:	Carlos Techeira Tapia
Autores	:	Carlos Cortés Segovia Carlos Techeira Tapia Francisco Cerna Troncoso Erika Lopez Soto Dagoberto Subiabre Mena
Colaboradores	:	Universidad Austral de Chile (UACH) Manuel Diaz Gomez Carlos Molinet Flores Jorge Henriquez Moreira

Citar como: Techeira, C., C. Cortes, E. López, F. Cerna, D. Subiabre y Diaz M. 2026. Evaluación del estado del recurso huevo (*Ensis macha*) y parámetros de crecimiento en la región de Los Lagos. Informe Final FIPA 2024-22. 225 páginas.

1. RESUMEN EJECUTIVO.

El presente documento corresponde al informe final del estudio FIPA 2024-22 “Evaluación del estado del recurso huepo (*Ensis macha*) y parámetros de crecimiento en la región de Los Lagos”. Este estudio adjudicado al Instituto de Fomento Pesquero, mediante Resolución Exenta N° 02144/202.

Los resultados muestran una pesquería de baja magnitud de desembarques en comparación con la escala nacional, escasos usuarios extractores debido a la ausencia de un poder comprador local, reflejado en la escasa actividad registrada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), con 0 t desembarcada el año 2025. Para la evaluación de los sitios PSMB (Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos), se revisó cada uno de los sitios presentes en la base histórica del SERNAPESCA, en términos de cobertura, estado y recursos, así, se encontró para la región de Los Lagos un total de 102 sitios, 45 de ellos abiertos y 2 para el recurso huepo, pero en condición de inactivos

Se identificaron los bancos del recurso asociados a los puertos que han registrado desembarques históricos, en los que fueron estimadas sus biomásas a través de evaluaciones directas en 3 de ellos, destacando el banco de Ancud por su biomasa.

De los muestreos mensuales en la localidad de Queilen, que por su situación protegida permitió la regularidad requerida de las observaciones, se obtuvo una ojiva de madurez de hembras, machos y sexos combinados, de la cual se propone un valor de L_{50} (Talla media de madurez sexual) de 108 mm, valor un poco mayor a la función de madurez de solo hembras, que se considera precautoria ante la persistente menor proporción de hembras en los muestreos. Además, se observó un de los desoves en la temporada estival, que invita a reevaluar el periodo de desove del recurso peak resuelto en la región de Los Lagos. Se obtuvieron valores de mortalidad natural (M) de $0,28 \text{ año}^{-1}$ y $0,21 \text{ año}^{-1}$ en función del empleo de los parámetros de crecimiento obtenidos desde tallas o desde la lectura de anillos de crecimiento respectivamente.

El estado de explotación en los bancos de bahía Ancud y Queilen es de subexplotado en ambos, en el primero en función del PBR (Punto Biológico de Referencia) MRS (Máximo Rendimiento Sostenido), que da un nivel de agotamiento actual de 0,51 en relación a una biomasa virginal (B_0) de 170 t, obtenido desde la implementación de un modelo de evaluación de stock estructurado en edades, pero con ingreso de datos en tallas, implementado en la plataforma SS3 (Stock Synthesis 3, programado en ADMB, Fournier *et al.* 2012) y en el caso de Queilen un SPR (Spawn Potential Ratio por sus siglas en inglés) de 0,48 en función de la relación obtenida de un potencial reproductivo teórico de la biomasa actual versus la teórica desde la construcción de una estructura de tamaños virginal, a través del modelo para pesquerías pobres en datos LBSPR (Length-Based Spawning Potential Ratio, Relación de Potencial de Desove Basada en la Longitud, Hordyk, 2021). Ambos análisis fueron desarrollados con los inputs de información generados en el presente estudio.

Del análisis de las estructuras de tallas del monitoreo de la pesquería se obtuvieron los parámetros de crecimiento de la función de von Bertalanffy, con un buen ajuste de las observaciones con el modelo MCCT (Modelo de Crecimiento a partir de Composiciones de Tallas, Canales & Arana, 2009). El análisis de las estructuras de tallas históricas de la región de Los Lagos, tiene un sesgo histórico de la cantidad de datos hacia la bahía de Ancud, resultado de la disponibilidad de monitoreo dirigido por IFOP a los principales centros de desembarque, así se procedió a seleccionar la muestra de tallas de este puerto para los años de 2002 a 2007, que dio como resultado para el mejor ajuste entre los

escenarios de análisis valores de Longitud infinita, $L_{\infty} = 200,1 \pm 8,76$ y un valor de Constante de Crecimiento de von Bertalanffy, $K = 0,23 \pm 0,03$ para una edad de 8 años.

Se compararon tres técnicas de lectura de bandas de crecimiento: observación de la superficie de la valva, secciones transversales y secciones longitudinales. Los resultados mostraron que la lectura superficial ofrece una mayor resolución y claridad, ya que permite observar el patrón completo del crecimiento y distinguir tanto las bandas anuales como los anillos falsos. En contraste, las secciones internas presentaron bajo contraste, dificultad de preparación y alta fragilidad, especialmente en las secciones longitudinales, lo que limitó su utilidad y precisión. Con base en la literatura del género *Ensis*, se estableció un criterio preliminar para identificar las bandas anuales, definidas como una marca oscura en relieve seguida de una banda opaca continua hacia el borde antero-ventral. Se identificó además una banda recurrente alrededor de los 40 mm, interpretada como una marca invernal previa al primer año de vida, lo que permitió asignar edad cero a ejemplares juveniles que solo presentaban esta señal.

La estimación de edad se realizó en 932 ejemplares recolectados entre abril del año 2025 y abril del 2026 en Curaco, Queilen y Paildad, con longitudes entre 71 y 201 mm y edades estimadas entre 0 y 12 años. Los resultados indicaron que *E. macha* presenta su mayor crecimiento durante el primer año, alcanzando en promedio 81 mm, seguido de una disminución progresiva de la tasa de crecimiento en años posteriores, hasta aproximarse a una forma asintótica alrededor de los 9–10 años. Este patrón es consistente con otras especies del género y refleja una estrategia de rápido crecimiento inicial, durante el primer año de vida, para asegurar la supervivencia. El modelo de von Bertalanffy con enfoque bayesiano tuvo el mejor ajuste al crecimiento, obteniéndose parámetros de $L_{\infty} = 202,5$ mm; $k = 0,15 \text{ año}^{-1}$ y longitud a tiempo cero $L_0 = 79,2$ mm. La validación de la edad se abordó mediante dos enfoques complementarios: el análisis de isótopos estables ($\delta^{13}\text{C}$, carbono y $\delta^{18}\text{O}$, oxígeno) y el seguimiento de ejemplares en cautiverio. Los perfiles isotópicos mostraron coincidencias entre una disminución de $\delta^{13}\text{C}$ con el aumento de la edad y entre el aumento del $\delta^{18}\text{O}$ con la ubicación visual de las bandas de crecimiento, sugiriendo una relación entre el metabolismo en el caso del carbono y con la ralentización del crecimiento ante la exposición a menores temperaturas asociadas a época invernal en el caso del oxígeno. Finalmente, los ejemplares mantenidos en cautiverio mostraron tasas de crecimiento muy bajas, inferiores a 2 mm anuales, lo que se atribuyó a bajas temperaturas, a una mala adaptación de los individuos a los estanques y/o a la baja alimentación en los mismos. Por ello, los resultados de dicho experimento no fueron considerados confiables para validar la edad. Por otra parte, los resultados del análisis de isótopos estables respaldaron la lectura superficial de la valva como un método confiable para estimar la edad de *Ensis macha*, siendo la primera vez que se hace un estudio usando esta metodología en esta especie para validar la edad.

Se proponen medidas de administración en función de mantener las poblaciones de huppo en un estado sostenible, que considere: i.- Determinación de estatus o situaciones deseables de conservación en zonas definidas de la región de Los Lagos, a priori se propone una vinculación a los Puertos de desembarque, ii.- Diseño de un sistema de monitoreo del estatus del recurso asociado a la zona de gestión (puerto). iii.- Incentivo a los usuarios para declarar sus desembarques a Sernapesca y dimensionar el esfuerzo activo. Para las zonas a definir en la región, se consideran los casos en los cuales se pueda definir el estado del recurso a través de una metodología de datos pobres o estructurados según la disponibilidad de datos. Lo anterior considerará implícito la definición de Puntos de Referencia para cada localidad. La condición actual de la pesquería en la región no pareciera

hacer plausible plantear alternativas con mayor involucramiento de los potenciales usuarios, dada la ausencia de organizaciones o liderazgos fuertes que propicien su éxito (Gutiérrez *et al.* 2010)

1.1 ABSTRACT.

This document is the final report of the FIPA 2024-22 study, "Evaluation of the status of the huppo (*Ensis macha*) resource and growth parameters in the Los Lagos Region." This study was awarded to the Fisheries Development Institute (Instituto de Fomento Pesquero) by Exempt Resolution No. 02144/202.

The results show a fishery with low landing volumes compared to the national scale, and few fishers due to the lack of local purchasing power, reflected in the low activity recorded by the National Fisheries and Aquaculture Service (SERNAPESCA), with 0 tons landed in 2025. For the evaluation of the PSMB (Bivalve Mollusk Health Program) sites, each site present in the SERNAPESCA historical database was reviewed in terms of coverage, status, and resources. A total of 102 sites were found for the Los Lagos Region, 45 of them open and 2 for the huppo resource, but in an inactive condition.

The fisheries ground associated with fishing ports that have recorded historical landings were identified, and their biomass was estimated through direct assessments in 3 of them, with the Ancud standing out due to its biomass.

From the monthly sampling in the locality of Queilen, whose protected location allowed for the required regularity of observations, a maturity ogive was obtained for females, males, and combined sexes. From this ogive, a value of L_{50} (mean size at sexual maturity) of 108 mm is proposed, a value slightly higher than the maturity function for females only. This higher value is considered a precautionary measure given the persistently lower proportion of females in the sampling. Furthermore, one of the spawning events was observed during the summer season, prompting a reassessment of the spawning period for the peak resource in the Los Lagos Region. Natural mortality (M) values of 0.28 year^{-1} and 0.21 year^{-1} were obtained based on the use of growth parameters derived from size measurements and from the reading of growth rings, respectively.

The exploitation status of the Ancud Bay and Queilen stocks is underexploited in both. In Ancud Bay, this is based on the Biological Reference Point (BRP) and Maximum Sustained Yield (MSY), which gives a current depletion level of 0.51 in relation to a virgin biomass (DB) of 170 t. This was obtained from the implementation of a stock assessment model structured by age, but with size input, implemented on the SS3 platform (Stock Synthesis 3, programmed in ADMB, Fournier *et al.* 2012). In the case of Queilen, a Spawn Potential Ratio (SPR) of 0.48 is obtained based on the ratio of the current biomass' theoretical reproductive potential versus the theoretical potential derived from the construction of a virgin size structure, using the Length-Based Spawning Potential Ratio (LBSPR) model for data-poor fisheries. Length-Based Spawning (Hordyk, 2021). Both analyses were developed using the data generated in this study.

From the analysis of the size structures of the fishery monitoring data, the growth parameters of the von Bertalanffy function were obtained, showing a good fit between the observations and the MCCT model (Growth Model from Size Compositions, Canales & Arana, 2009). The analysis of historical size

structures in the Los Lagos region has a historical bias in the amount of data towards Ancud Bay, resulting from the availability of monitoring conducted by IFOP at the main landing sites. Therefore, a sample of sizes from this port was selected for the years 2002 to 2007. This sample yielded the best fit between the analysis scenarios with values of infinite length, $L_{\infty} = 200.1 \pm 8.76$, and a von Bertalanffy growth constant, $K = 0.23 \pm 0.03$ for an age of 8 years.

Three techniques for reading growth bands were compared: observation of the valve surface, cross-sections, and longitudinal sections. The results showed that surface reading offers greater resolution and clarity, as it allows observation of the complete growth pattern and distinguishes both annual bands and false rings. In contrast, the internal sections exhibited low contrast, were difficult to prepare, and highly fragile, especially the longitudinal sections, which limited their usefulness and accuracy. Based on the literature for the genus *Ensis*, a preliminary criterion was established to identify the annual bands, defined as a dark, raised mark followed by a continuous, opaque band toward the anteroventral margin. A recurrent band was also identified around 40 mm, interpreted as a winter mark prior to the first year of life, allowing for the assignment of zero age to juvenile specimens that only exhibited this mark.

Age estimation was performed on 937 specimens collected between April 2025 and April 2026 in Curaco, Queilen, and Paildad, with lengths ranging from 71 to 201 mm and estimated ages between 0 and 12 years. The results indicated that *E. macha* exhibits its greatest growth during the first year, reaching an average of 81 mm, followed by a progressive decrease in the growth rate in subsequent years, approaching an asymptotic form around 9–10 years. This pattern is consistent with other species of the genus and reflects a strategy of rapid initial growth during the first year of life to ensure survival. The von Bertalanffy model with a Bayesian approach provided the best fit to the growth, yielding parameters of $L_{\infty} = 202.5$ mm; $k = 0.15 \text{ year}^{-1}$; and length at time zero $L_0 = 79.2$ mm. Age validation was addressed using two complementary approaches: stable isotope analysis ($\delta^{13}\text{C}$, carbon, and $\delta^{18}\text{O}$, oxygen) and monitoring of captive specimens. Isotopic profiles showed correlations between a decrease in $\delta^{13}\text{C}$ and increasing age, and between an increase in $\delta^{18}\text{O}$ and the visual location of growth bands, suggesting a relationship between metabolism in the case of carbon and slowed growth in response to lower winter temperatures in the case of oxygen. Finally, the captive specimens showed very low growth rates, less than 2 mm per year, which was attributed to low temperatures, poor adaptation of the individuals to the ponds, and/or insufficient feeding. Therefore, the results of this experiment were not considered reliable for age validation. Furthermore, the results of stable isotope analysis supported surface reading of the valve as a reliable method for estimating the age of *Ensis macha*, marking the first time this methodology has been used in this species to validate age.

Management measures are proposed to maintain huepo populations in a sustainable state, considering: i. Determining the conservation status or desirable conditions in defined areas of the Los Lagos Region, initially linking to landing ports; ii. Designing a monitoring system for the resource status associated with the management area (port); iii. Incentivizing users to report their landings to Sernapesca and assessing active fishing effort. For the areas to be defined in the region, cases where the resource status can be determined using a data-poor or structured data methodology will be considered, depending on data availability. This will implicitly include defining Reference Points for each location. The current state of the fishery in the region does not seem to make it plausible to



propose alternatives with greater involvement of potential users, given the absence of strong organizations or leadership that would promote its success (Gutiérrez et al. 2010)



ÍNDICE GENERAL

1. ÍNDICE TABLAS.....	9
2. ÍNDICE FIGURAS	11
3. ÍNDICE ANEXOS	18
4. OBJETIVOS	19
4.1 Objetivo general	19
4.2 Objetivos específicos.....	19
5. METODOLOGÍA Y RESULTADOS POR OBJETIVO.....	20
5.1 Objetivo específico 2.2.1	20
5.1.1 Antecedentes.....	20
5.1.2 Metodología.....	21
5.1.2.1 Descripción de la pesquería.	21
5.1.2.3 Solicitud de pesca de investigación.....	22
5.1.2.4 Evaluación directa	22
5.1.2.5 Ojiva de madurez y talla de primera madurez sexual	26
5.1.2.6 Parámetros de crecimiento obtenidos desde las estructuras de tallas históricas del monitoreo de la pesquería.....	29
5.1.2.7 Evaluación del estatus del recurso huepo	33
5.1.2.8 Identificación de sitios PSMB vinculados al recurso huepo.	40
5.1.3 Resultados.....	40
5.1.3.1 Descripción de la pesquería	40
5.1.3.2 Ubicación de bancos.	45
5.1.3.3 Solicitud de pesca de investigación.....	49
5.1.3.4 Evaluación directa.	49
5.1.3.5 Ojiva de madurez y talla de primera madurez sexual.....	59
5.1.3.6 Obtención de parámetros de crecimiento desde las estructuras de tallas del monitoreo ...	67
5.1.3.7 Determinación del estado de explotación (estatus) de los bancos de huepo en la región de Los Lagos.....	78
5.1.3.7.1 Estandarización de CPUE	79



5.1.3.7.2 Determinación de mortalidad natural.....	84
5.1.3.7.3 Evaluación de stock de huevo de bahía de Ancud.....	85
5.1.3.7.4 Evaluación de stock de huevo de Queilen.....	102
5.1.3.7.8 Identificación de sitios PSMB vinculados al recurso huevo.....	104
5.2 Objetivo específico 2.2.2.....	105
5.2.1 Antecedentes.....	105
5.2.2 Metodología.....	106
5.2.2.1 Muestreo.....	106
5.2.2.2 Método determinación de edad mediante lecturas de anillos de crecimiento.....	107
5.2.2.3 Estimación de precisión de la edad.....	110
5.2.2.4 Determinación del crecimiento.....	111
5.2.2.5 Validación de la periodicidad de las bandas de crecimiento.....	112
5.2.3 Resultados.....	115
5.2.3.1 Ensayos preparación de valvas para lectura de anillos de crecimiento.....	115
5.2.3.2 Lectura comparada de la superficie y corte transversal de la valva.....	116
5.2.3.3 Criterio de Lectura de bandas de crecimiento en la superficie de la valva.....	119
5.2.3.4 Estimación de edad de <i>Ensis macha</i>	121
5.2.3.5 Validación de la determinación de edad de <i>Ensis macha</i>	130
5.3 Objetivo específico 2.2.3.....	137
5.3.1 Antecedentes.....	137
5.3.2 Metodología.....	138
5.3.3 Resultados.....	139
5.3.3.1 Parámetros obtenidos de base de datos histórica.....	139
5.4 Objetivo específico 2.2.4.....	145
5.4.1 Antecedentes.....	145
5.4.2 Metodología.....	145
5.4.3 Resultados.....	146
5.4.3.1 Revisión de casos internacionales.....	146
5.4.3.2 Revisión planes de Manejo de moluscos bivalvos en Chile.....	149
5.4.3.3 Aplicación de encuesta a usuarios de interés en la pesquería.....	156



5.4.3.4 Proposici3n de medidas de manejo para las pesquerías de huepo en la regi3n de Los Lagos.	160
6. DISCUSI3N.....	163
7. CONCLUSIONES.....	171
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	172

1. ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Escala de estados de madurez sexual para <i>Ensis macha</i> (adaptada de Darriba et al., 2004).....	27
Tabla 2. Escenarios para la estimación de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy	30
Tabla 3. Resultados de la estimación geoestadística de la abundancia de huevo (<i>E. macha</i>) por sitio evaluado en la región de Los Lagos (el punto corresponde a marcador decimal)	56
Tabla 4. Resultados de la estimación geométrica de la abundancia de huevo (<i>E. macha</i>) por sitio evaluado en la región de Los Lagos (el punto corresponde a marcador decimal)	57
Tabla 5. Valores de cv (coeficientes de variación) y AIC (Akaike Information Criteria), de las agrupaciones mensuales de datos de madures sexual (L_{50}) e intervalo de confianza al 95% (IC95%), para el puerto de Queilen, región de Los Lagos.	64
Tabla 6. Parámetros de la ojiva de madurez estimados para el recurso huevo, por sexo y sexo combinado, en base a los muestreos de Queilen por sexos y sexo combinados para el recurso huevo, agrupación de datos de los meses de diciembre 2025 a marzo 2026, región de Los Lagos. Se presentan los valores de LC_{50} , Intervalos de confianza al 95 % (Li y Ls); coeficientes de variación (cv), tamaño de muestra (N) e índice de Akaike (AIC).	66
Tabla 7. Parámetros de las diferentes ojivas de madurez para huevo (β_0 y β_1), error estándar, valor de Z y p-valor y su respectivo coeficiente de variación.....	66
Tabla 8. Parámetros de crecimiento estimados por el MCCT para diferentes escenarios de grupos de edades. Loo = longitud asintótica de la función; K= constante de escarpamiento de la función de crecimiento; Lo=longitud de primera captura; Loglike: valor de verosimilitud; AIC=índice de parsimonia a Akaike; Φ = valor phi prima. 73	
Tabla 9. Valores de Índice AKAIKE y Devianza de los resultados de los modelos GLM aplicados a los diferentes escenarios de de interacción de los factores de estandarización de la CPUE.	82
Tabla 10. Estimaciones de mortalidad natural para las localidade de Ancud (parámetros obtenidos de las estructuras de tallas de los desembarques) y Queilen (parámetros obtenidos desde la lectura de anillos).	84
Tabla 11. Ajuste de las diferentes fuentes de información a los escenarios de modelo evaluados <i>a priori</i> . Modelo: Identificación de escenarios de evaluación, n: número de parámetros, Log-verosimilitud: verosimilitud en escala logarítmica, AIC: valor criterio Akaike, Ro: reclutamiento promedio, Captura: captura, índice: CPUE, Tallas: tallas..	85
Tabla 12. Valores de los puntos biológicos de referencia de los modelados para la definición del estatus del recurso huevo en la bahía Ancud. Bo (Biomasa virginal en t), SSB_2025 (biomasa desovante el año 2025 en	

t), F_2025 (mortalidad por pesca el año 2025), Bratio_2025 (razón de biomasa actual versus la virginal el año 2025), MSY (máximo rendimiento sostenido en t), FMSY (mortalidad por pesca correspondiente al MSY)	87
Tabla 13. Vectores anuales de desembarques (t) y CPUE (Captura en kg por hora de buceo) y sus correspondientes coeficientes de variación de modelo seleccionado.	88
Tabla 14. Parámetros de acondicionamiento inicial de modelo seleccionado	89
Tabla 15. Contribución de cada peeling al cálculo de Mohn's rho.	102
Tabla 16. Datos de los muestreos de bancos naturales de huego realizados entre abril de 2025 y abril de 2026.	107
Tabla 17. Datos de los muestreos de bancos naturales de huego realizados entre abril de 2025 y abril de 2026.	122
Tabla 18. Resumen de la lectura superficial de las valvas de huego, muestreo entre abril de 2025 y abril de 2026.	122
Tabla 19. Radios promedio (mm) de cada una de las bandas de crecimiento por edad a partir de la lectura de la superficie de las valvas de huego para ambos sexos combinados, machos y hembras, colectadas en tres localidades de muestreo entre abril 2025 y abril de 2026.	123
Tabla 20. Clave edad-talla de <i>Ensis macha</i> de ambos sexos, machos y hembras, correspondiente a la lectura superficial de la valva de especímenes capturados en los bancos de Curaco, Queilen y Paildad entre abril 2025 y abril de 2026.	124
Tabla 21. Parámetros de crecimiento de Von Bertalanffy y estimación de t_0 para <i>Ensis macha</i> proveniente de Queilen mediante enfoques Bayesiano (MCMC) y Frecuentista (NLS) para el conjunto de muestras global y para hembras y machos. Para MCMC la estimación corresponde a la media de la distribución posterior y el error es la desviación estándar. En NLS el valor de estimación responde a la estimación puntual y se reporta el error estándar. Donde IC 95% son los intervalos de confianza al 95%; n_{eff} corresponde al tamaño de muestra efectivo y $\hat{R}$ es el factor de reducción de escala potencial.	126
Tabla 22. Temperatura superficial del mar (TSM) promedio estacional para los años 2014 a 2025, Sector de Queilen, Chiloé.	131
Tabla 23. Delta de longitud promedio observada en los huepos puestos en cautiverio en estanques implementados en el laboratorio de Heihue, IFOP Chiloé. Se indican los días de sobrevivencia en cautiverio y el número de ejemplares correspondiente	137
Tabla 24. Desglose de muestras para la obtención de la relación de tallas y peso de <i>E. macha</i> en los bancos evaluados en la región de Los Lagos.	139
Tabla 25. Parámetros por año y localidad de las relaciones talla – peso para la región de Los Lagos.	144

2. ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Temporalidad estacional del ciclo reproductivo de <i>Ensis arcuatus</i> , modificado para <i>E. macha</i> (Ex. Darriba & Martínez 2011).....	28
Figura 2. Distribución interanual de tallas en los desembarques de Ancud (1998–2024). La línea vertical roja indica la talla mínima legal de extracción. Línea roja señala talla mínima legal de 110 mm en la región de Los Lagos.	31
Figura 3. A) Desembarques históricos de huego en los principales puertos de la región de Los Lagos, B) Viaje de pesca registrados en escala regional y en escala de los puertos de desembarques monitoreados históricamente por IFOP.....	41
Figura 4. Calificación de viajes de pesca monitoreados por IFOP en mono recurso (huego) o multi recurso en puertos de la región de Los Lagos.....	42
Figura 5. Número de embarcaciones que han operado en la pesquería de huego en los principales puertos de operación en la región de Los Lagos.....	43
Figura 6. Eslora de embarcaciones que registran desembarques para huego en los puertos monitoreados en la región de Los Lagos. Gráfico representa la concentración de las esloras en percentiles de 25-75 % y la mediana del total de los datos.	44
Figura 7. Composición anual del material de construcción de la flota artesanal con registro de la operación sobre huego por puerto.....	44
Figura 8. Concentración de procedencias de pesca, por puerto, que explican los desembarques de huego. Valores acumulados históricos.	45
Figura 9. Procedencias de pesca de huego (proporcionales a la captura monitoreada) y puertos de desembarques asociados, registrados en el monitoreo bentónico de IFOP.....	46
Figura 10. Procedencias de pesca (puntos verdes) en canal Dalcahue Frente a Curaco de Velez. Fuente: Monitoreo bentónico IFOP.....	47
Figura 11. Trabajo con usuarios en la identificación / validación de los sitios de pesca de huego vinculadas al Puerto de Dalcahue.	48
Figura 12. Definición a priori de bancos de huego en canal Dalcahue (Curaco de Velez, Curaco de Velez 2 y Curaco Sa José) en forma colaborativa con usuario.	48
Figura 13. Definición a priori de bancos de huego en Queilen con usuario.....	49
Figura 14. Ubicación de transectos en cada sitio evaluado del canal Dalcahue, (Curaco de Velez y Curaco de Velez 2) puntos rojos muestran transectos compuestas por 11 cuadrantes de 1m ² cada una.....	50

Figura 15. (A) Ubicación de transectos en cada sitio evaluado cercano al puerto de Queilen, puntos rojos muestran transectos compuestas por 11 cuadrantes de 1m ² cada una. (B) Ubicación de transectos en los sitios de evaluación en bahía Ancud, Punta Corona y Ancud.....	52
Figura 16. Pinza utilizada para la extracción de Huevo.	53
Figura 17. Individuo de huevo siendo extraído con pinza desde interior de cuadrante en evaluación directa de huevo. Imagen obtenida desde cámara GoPro dispuesta en buzos de los muestreos.	53
Figura 18. Individuo de huevo siendo extraído con pinza desde interior de cuadrante en evaluación directa de huevo. Imagen obtenida desde cámara GoPro dispuesta en buzos de los muestreos.	54
Figura 19. Clasificación de individuos por clases de talla en etapa de muestreo en evaluación directa.	54
Figura 20. Estructura de tallas poblacional de los sitios evaluados en la región de Los Lagos. Columnas azules señalan tallas sobre la mínima legal, línea naranja el valor acumulado de la frecuencia de tallas.....	55
Figura 21. Distribución de frecuencia de densidades en los sitios de evaluación de huevo (<i>E. macha</i>) en la región de Los Lagos.	58
Figura 22. Imagen de coloración lechosa de un individuo de <i>E. macha</i> hembra y su cobertura en el manto..	60
Figura 23. Proporción de sexo por individuos muestreados desde mayo 2025 a abril 2026 en localidad de Queilen, región de Los Lagos.	61
Figura 24. Estados de madurez por sexo para individuos muestreados desde mayo del 2025 a abril de 2026 en la localidad de Queilen, región de Los Lagos.	62
Figura 25. Estados de madurez para sexos combinados para individuos muestreados desde mayo del 2025 a abril de 2026 en la localidad de Queilen, región de Los Lagos	63
Figura 26. Ojivas de madurez y valores de Lc ₅₀ en base a los muestreos de Queilen por sexos y sexo combinados para el recurso huevo, agrupación de datos de los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, región de Los Lagos.	65
Figura 27. Índice de condición de los individuos muestreados desde mayo de 2025 a abril de 2026 en la localidad de Queilen, región de Los Lagos. El gráfico, un boxplot (o diagrama de caja y bigotes) muestra cómo se distribuyen los valores de IC. La caja central y líneas marcan el valor más bajo del tercer cuartil, la mediana y el valor más alto del tercer cuartil. Bajo y sobre la caja se observan los datos extremos con líneas y los atípicos con puntos.	67
Figura 28. Estructura de tallas de huevo monitoreados desde el desembarque en escala regional para Los Lagos. Línea roja señala talla mínima legal de 110 mm para la región de Los Lagos.....	68
Figura 29. Estructuras de tallas de huevo desde el desembarque monitoreado a nivel regional y a escalas de puertos en la región de Los Lagos.....	69

Figura 30. Gráfico Boxplot con la distribución de los percentiles de las tallas para la región de Los Lagos y a escala de puertos. Línea roja señala talla mínima legal.	70
Figura 31. Estructura de tallas de huepo monitoreadas en el desembarque en el Puerto de Calbuco.....	70
Figura 32. Estructura de tallas de huepo monitoreadas en el desembarque en el Puerto de Ancud.....	71
Figura 33. Estructura de tallas de huepo monitoreadas en el desembarque en el Puerto de Dalcahue.....	71
Figura 34. Estructura de tallas de huepo monitoreadas en el desembarque en el Puerto de Queilen.	72
Figura 35. Estructura de tallas de huepo monitoreadas en el desembarque en el Puerto de Quellón.	72
Figura 36. Distribuciones marginales de tallas observadas (barras grises) y predichas por el modelo MCCT (línea roja) para el recurso <i>Ensis macha</i> desembarcado en el puerto de Ancud, bajo distintos escenarios de número de edades relativas. Las curvas negras corresponden a las componentes de crecimiento asociadas a cada edad relativa.	74
Figura 37. Composición de tallas observada (barras grises) y ajustada por el modelo (línea roja) para los años seleccionados de Ancud (2002–2007). Las líneas negras corresponden a las componentes del modelo por grupo de edad.....	75
Figura 38. Curva de crecimiento talla–edad relativa estimada mediante el modelo MCCT para <i>Ensis macha</i> desembarcado en el puerto de Ancud, bajo el escenario base de 8 edades relativas. Los puntos representan las tallas medias estimadas por edad relativa, las barras verticales indican la dispersión asociada al crecimiento individual, y la línea continua corresponde a la curva de crecimiento ajustada.....	76
Figura 39. Diagnósticos del ajuste del modelo MCCT (Canales <i>et al</i> , 2009) aplicados a las composiciones de talla del puerto de Ancud.	77
Figura 40. Descripción gráfica de datos del monitoreo disponibles para huepo en la bahía Ancud.	79
Figura 41. Agrupación de valores nominales de CPUE por trimestre para las procedencias seleccionadas en el presente estudio.	80
Figura 42. CPUE por profundidades de viajes de pesca seleccionadas para el presente estudio.	80
Figura 43. Comportamiento de CPUE nominal con respecto al número de buzos, para los años de la serie.	81
Figura 44. Gráficas qqplot de la CPUE y ajuste de los residuales de los modelos a las distribuciones normal, log-normal y gamma.	82
Figura 45. Valores de CPUE nominal y estandarizados con distribución Gauss para la serie histórica escala regional del recurso huepo en la bahía Ancud.	83
Figura 46. Análisis de los residuales del ajuste de los valores de la serie de CPUE estandarizada. Escala regional	84

Figura 47. Desembarque de Huevo en la bahía de Ancud inicial, línea continua señala el estimado del modelo, puntos negros las observaciones y zona gris la incertidumbre prior 1995 – 2025.	90
Figura 48. . Puntos señalan los valores de CPUE anuales nominales (observaciones) y el cv en la barra de error, la línea azul representa la serie de CPUE predicha en el modelado, años1997-2025.....	91
Figura 49. Ajustes de tallas del modelo (línea verde), a las tallas agregadas observadas (puntos negros) de huevo en la bahía Ancud (1997-2025).	92
Figura 50. Residuales de las composiciones de talla de huevo de la Bahía Ancud predicha por el modelo. 1997 – 2025.	93
Figura 51. Mortalidad por pesca para huevo determinada para la bahía Ancud.1990-2023.	94
Figura 52. Selectividad de tallas de la pesquería (buceo monitoreado) en tallas y edades para el recurso huevo en la bahía Ancud.	95
Figura 53. Reclutamiento observado y predicho para huevo de la bahía Ancud sobre la serie temporal analizada.	96
Figura 54. Dinámica de la biomasa desovante estimada para el recurso huevo (<i>Ensis macha</i>) en Ancud durante el período 1994–2025. El punto sólido corresponde a la biomasa desovante virgen estimada por el modelo.	97
Figura 55. Variación interanual de la biomasa total estimada (t) de huevo en Ancud entre 1994 y 2025. El punto sólido representa la condición inicial del modelo y los círculos abiertos corresponden a las estimaciones anuales obtenidas mediante el modelo.	98
Figura 56. Evolución temporal de la biomasa reproductiva relativa (B/B_0) estimada para la población de huevo en Ancud durante el período 1995–2025. La línea continua representa la estimación puntual del modelo y las líneas punteadas corresponden a los intervalos de confianza aproximados. Las líneas horizontales indican los puntos de referencia biológicos utilizados en la evaluación: biomasa virginal ($B/B_0 = 1,0$), objetivo de manejo ($B/B_0 = 0,40$) y umbral mínimo de biomasa reproductiva ($B/B_0 = 0,25$).	99
Figura 57. Evolución temporal del potencial reproductivo desovante relativo (SPR) estimado para la población de huevo en Ancud durante el período 1995–2025. La línea horizontal punteada indica el punto de referencia biológico de $SPR = 0,40$, utilizado como nivel objetivo de conservación de la capacidad reproductiva del stock.	100
Figura 58. Recorrido de la biomasa desovante de huevo en la bahía Ancud en escenarios retrospectivos de entre 1 a 5 años de eliminación de datos.	102
Figura 59. Curvas de selectividad a la talla de huevo de Queilen y curva de madurez sexual.....	103
Figura 60. Representación del ajuste del modelo a las observaciones de tallas de huevo (<i>E. macha</i>) en Queilen para el año 2025.	103

Figura 61. Punto de referencia en relación al potencial reproductivo (SPR: spawn potential ratio) para el recurso huepo en Queilen.	104
Figura 62. Fotografías de superficie externa de ambas valvas de <i>E. macha</i> en un ejemplar de 188 mm (L) tomadas con luz reflejada (izquierda) y luz transmitida (derecha) a simple vista, y con microscopio estereoscópico (centro) con luz transmitida. Las flechas indican las dimensiones medidas L: longitud antero-posterior, D: longitud diagonal (eje de mayor crecimiento desde el umbo hacia el borde postero-ventral). ...	108
Figura 63. Fotografías muestran el detalle de la dirección del corte transversal de la valva a la altura del umbo y la disposición de las secciones sobre portaobjetos (A) y las secciones longitudinales por el centro de la valva (B), ambas montadas en resina epóxica.	109
Figura 64. A) microdrill usado para la obtención del carbonato de cada transecta de la concha; B) imagen de valva de <i>E. macha</i> (L = 161 mm) con la secuencia de 41 transectas que se hicieron sobre la concha.	113
Figura 65. A) microdrill usado para la obtención del carbonato de cada transecta de la concha; B) imagen de valva de <i>E. macha</i> (L = 161 mm) con la secuencia de 41 transectas que se hicieron sobre la concha.	114
Figura 66. En las fotos se muestran los estanques implementados para la mantención de los huepos en cautiverio en las instalaciones del centro de maricultura de Hueihue de Chiloé (IFOP) (A); ejemplares de <i>E. macha</i> con sus números de identificación respectivos y con marcaje en los bordes (B) y los instrumentos de medición y pesaje utilizados en terreno (C).	115
Figura 67. Fotografías de valvas de huepo antes y después de la exposición a una solución de cloro al 10% (A). Secuencia de imágenes de valvas previo a la exposición (B), a las 6 horas (C), 24 horas (D) y tras 48 horas (E) de exposición.	116
Figura 68. Fotografía de valva de un ejemplar de huepo de 167 mm con marca para hacer un corte longitudinal (A), valva montada en resina (B). Imágenes tomadas con lupa estereoscópica mostrando daño producido en la valva tras corte (C) y estructura del borde posterior indicándose marcas internas de crecimiento continuas hacia la estructura superficial (flechas negras) (D).	117
Figura 69. Fotografías de un ejemplar de huepo de 167 mm montado en resina y en portaobjetos para análisis de corte transversal (A). Imágenes que revelan marcas internas continuas hacia la superficie externa de la valva en el borde ventral a la altura del umbo (flechas blancas) tomadas con lupa estereoscópica aumento 10x (B arriba y central) y con microscopio con aumento 5x (B abajo).	118
Figura 70. Fotografía de un ejemplar de 134 mm con edad estimada de 4 años (flechas negras) (A). Imágenes de la misma valva tomadas con lupa estereoscópica (0,67X), se indica en cuadrado la alternancia de bandas a lo largo del borde ventral y cambios en el relieve de la superficie con círculos (B - C) y se señalan puntos de daño de la superficie valvar con flechas amarillas y en D la intrusión de sedimento observada en un corte longitudinal en un ejemplar de 173 mm.	120

Figura 71. Fotografía que muestra dos ejemplares de edad 0 (A); un ejemplar de edad 1 (B); edad 2 (C) y edad 3 (D). Las flechas abiertas con borde blanco indican la posición de la banda que se forma antes del año. Las flechas negras indican la posición de los anillos que se presume anuales.	121
Figura 72. Distribución de datos de las diferencias de estimación de la edad entre lectores por número de anillos (edad). Línea punteada indica el ajuste medio suavizado con su intervalo de confianza al 95%. La gráfica corresponde al segundo ejercicio de lectura.	125
Figura 73. Ajuste de crecimiento del Modelo Von Bertalanffy para ejemplares de <i>E. macha</i> provenientes de bancos naturales de Chiloé. Se muestran las curvas para los enfoques Frecuentista (NLS) y Bayesiano (MCMC), la curva de este último muestra el nivel de incertidumbre al 95%.	127
Figura 74. Diagnóstico de convergencia del Modelo Von Bertalanffy con enfoque MCMC. Se observa la moda para cada parámetro que entrega el modelo (izquierda) y los gráficos de traza (derecha) mostrando los valores estimados para cada parámetro versus el número de iteraciones definidas para el análisis.	128
Figura 75. Diagnóstico de convergencia del Modelo Von Bertalanffy con enfoque MCMC. Las gráficas muestran el nivel de correlación de las cadenas de Markov para cada parámetro. Se muestra el nivel de auto correlación versus el número de iteraciones para cada cadena de datos.	129
Figura 76. Tasa de crecimiento absoluto (TCA) y relativo (TCR) de <i>Ensis Macha</i> de la localidad de Queilen, estimadas a partir de los parámetros de crecimiento del modelo Von Bertalanffy con enfoque bayesiano. ..	130
Figura 77. Perfil de la proporción del isótopo estable de oxígeno del ejemplar 1 de <i>Ensis macha</i> de 138 mm de longitud total. Los puntos sólidos indican la proporción isotópica con referencia al estándar Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB); las líneas verticales discontinuas indican la distancia de los puntos de la valva en que se obtuvo la medición de isótopos. La línea continua celeste indica la posición de los incrementos de crecimiento anual identificados visualmente. Los perfiles están escalados al ejemplar del que se extrajo la muestra.	131
Figura 78. Perfil de la proporción del isótopo estable de oxígeno del ejemplar 2 de <i>Ensis macha</i> de 158 mm de longitud total. Los puntos sólidos indican la proporción isotópica con referencia al estándar VPDB; las líneas verticales discontinuas indican la distancia de los puntos de la valva en que se obtuvo la medición de isótopos. La línea continua celeste indica la posición de los incrementos de crecimiento anual identificados visualmente. Los perfiles están escalados al ejemplar del que se extrajo la muestra.	133
Figura 79. Perfil de la proporción del isótopo estable de oxígeno del ejemplar 3 de <i>Ensis macha</i> de 161 mm de longitud total. Los puntos sólidos indican la proporción isotópica con referencia al estándar VPDB; las líneas verticales discontinuas indican la distancia de los puntos de la valva en que se obtuvo la medición de isótopos. La línea continua celeste indica la posición de los incrementos de crecimiento anual identificados visualmente. Los perfiles están escalados al ejemplar del que se extrajo la muestra.	134

Figura 80. Perfil de la proporción del isótopo estable de oxígeno del ejemplar 4 de <i>Ensis macha</i> de 164 mm de longitud total. Los puntos sólidos indican la proporción isotópica con referencia al estándar VPDB; las líneas verticales discontinuas indican la distancia de los puntos de la valva en que se obtuvo la medición de isótopos. La línea continua celeste indica la posición de los incrementos de crecimiento anual identificados visualmente. Los perfiles están escalados al ejemplar del que se extrajo la muestra.	135
Figura 81. Perfiles de la proporción del isótopo estable de carbono de <i>Ensis macha</i> proveniente de Queilen, Chiloé. Las líneas continuas celeste indican la posición de los incrementos de crecimiento anual identificados visualmente. Se representan el ejemplar 1 de 138 mm (A), ejemplar 2 de 158 mm (B), ejemplar 3 de 161 mm (C) y ejemplar 4 de 164 mm de longitud (D).	135
Figura 82. Representación gráfica de la regresión potencial que ajusta a la relación de tallas y pesos de los individuos de los bancos de huevo evaluados en la región de Los Lagos.	139
Figura 83. Funciones potenciales de relación talla - peso en la escala espacial de la región de Los Lagos.	141
Figura 84. Series de índice de condición estacional en la escala temporal de los monitoreos.	142
Figura 85. Gráfico boxplot de índice de condición estacional. Valores acumulados de la serie de muestreos histórica.	142
Figura 86. Funciones de relación talla – peso para muestras mensuales de huevo en la localidad de Queilen.	143
Figura 87. Regla para la aplicación de las tasas de explotación de <i>Siliqua patula</i> en el Washington recreational razor clam mangement 2025 – 26 (Ex. (https://wdfw.wa.gov/sites/default/files/publications/02656/wdfw02656.pdf)).	148
Figura 88. Modelado del agotamiento de la Biomasa desovante de huevo para el Golfo de Arauco. Línea azul señala 40 % de agotamiento como objetivo de manejo y línea roja un 20% como objetivo límite.	151
Figura 89. Ojiva de madurez y curva de selectividad (panel izquierdo) y composición de tallas de los últimos años para huevo del Golfo de Arauco, comparada con la estructura objetivo y la virginal teórica.	151
Figura 90. Indicadores de condición para huevo en bahía Ancud, obtenidas con modelo LBSPR.	153
Figura 91. Agotamiento relativo de la biomasa desovante de huevo en bahía Ancud. Línea verde señala agotamiento del 40% de la Bd y línea roja agotamiento del 20% de la Bd.	153
Figura 92. Selectividad en tallas del recurso huevo en bahía Ancud. 2014 a 2018. Se asume madurez tipo filo de cuchillo.	155

3. ÍNDICE ANEXOS

ANEXO 1: Solicitud de Pesca de Investigación.

ANEXO 2: Resolución de Pesca de Investigación.

ANEXO 3: Solicitud de reprogramación estudio FIPA

ANEXO 4: Acta reunión coordinación FIPA - IFOP

ANEXO 5: Horas de participación en el estudio por parte del equipo técnico del estudio

ANEXO 6: Acta reunión objetivo específico 4

ANEXO 7: Interpolación geoestadística evaluaciones directas

ANEXO 8: Material fotográfico y videos

ANEXO 9: Taller de difusión

ANEXO 10: Material complementario Objetivo 2.

4. OBJETIVOS.

4.1 Objetivo general.

Evaluar el estado de situación del recurso huepo (*Ensis macha*) y determinar sus parámetros de crecimiento en la región de Los Lagos.

4.2 Objetivos específicos.

4.2.1 Conocer el estado de situación del recurso huepo (*Ensis macha*) en la región de Los Lagos, determinando su estado de explotación pesquera.

4.2.2 Caracterizar y determinar el proceso de crecimiento individual del recurso huepo (*Ensis macha*) en la región de Los Lagos.

4.2.3 Determinar los parámetros somatométricos y estado de condición, estacionales y anuales del recurso huepo (*Ensis macha*) en la región de Los Lagos.

4.2.4 Acordar con todos los actores involucrados (usuarios, autoridades, industria) un plan de administración del recurso que dé sustentabilidad (biológica, económica, social y sanitaria) a la pesquería del huepo en la región de Los Lagos.

5. METODOLOGÍA Y RESULTADOS POR OBJETIVO.

5.1. Objetivo específico 2.2.1: Conocer el estado de situación del recurso huepo (*Ensis macha*) en la región de Los Lagos, determinando su estado de explotación pesquera.

5.1.1 Antecedentes.

El desembarque de huepo de la región de Los Lagos el año 2023 fue de 109 toneladas, representando un 7,3 % del total nacional, liderado por el desembarque del banco del Golfo de Arauco, región del Biobío, con 1.387 toneladas; los desembarques de Los Lagos disminuyeron a 9 t el año 2024 y 0 t el 2025.

Los niveles de desembarques de la región de Los Lagos se explican por los registros en los puertos de Ancud, Dalcahue y Queilen principalmente; de ellos, el de Ancud ha sido evaluado previamente por IFOP, pero no ha habido evaluaciones documentadas para los bancos que desembarcan en los otros puertos, una exploración preliminar de antecedentes realizada con buzos locales para esta propuesta, señala la presencia de un número cercano a 5 bancos en aguas interiores de la región.

A diferencia de lo que ocurre en los bancos de huepo del Golfo de Arauco, bahía Ancud y bahía de Ancud, los bancos del resto de la región de Los Lagos no están administrados por un Plan de Manejo Bentónico (impulsados desde el año 2013 bajo la modificación de la Ley de Pesca de ese año), que impulse la evaluación del estado del recurso.

La evaluación de una población nueva de un recurso bentónico, tiene complejidades dadas por las condiciones ambientales locales que determinan variaciones en el ciclo de vida, por lo que se requiere salvar las brechas de conocimiento que serán abordadas en el presente estudio, las que constituyen piezas informativas que vinculadas.

La información previa a este estudio para el recurso, está restringida a los monitoreos de los desembarques de la pesquería en el marco del monitoreo de larga data que realiza IFOP, única fuente de información disponible.

5.1.2 Metodología.

5.1.2.1 Descripción de la pesquería.

La descripción de la pesquería se realizó a través de tres fuentes de información principales:

i.- Estadísticas oficiales de operación del Servicio Nacional de Pesca: Se consultaron los desembarques históricos por puerto de desembarque, se buscó trazabilidad por zonas de pesca en las declaraciones de desembarques.

ii.- Revisión de la base de datos histórica del programa de monitoreo de IFOP: Con la consideración de la estructuración aleatoria del diseño de muestreo del monitoreo, se realizaron compilaciones históricas de desembarques por puertos monitoreados; se identificaron las procedencias de pesca (entiéndase caladeros para otras pesquerías) a través de frecuencias en la operación; concentración temporal de las procedencias para la explicación de las capturas monitoreadas; exploración temporal entiéndase caladeros para otras pesquerías) a través de frecuencias en la operación; concentración temporal de las procedencias para la explicación de las capturas monitoreadas; exploración temporal por puerto de la composición de los viajes de pesca (mono o multi recurso); a su vez, se caracterizan en forma física descriptiva las embarcaciones que operan sobre huepo. La base de datos del monitoreo es pública por su origen, modelada en ORACLE, pero las vistas fueron procesadas en los softwares ACCES y R para estos resultados.

iii.- Entrevista a usuarios calificados: Los usuarios calificados identificados para la validación de las zonas de operación (3.1.2.2), fueron consultados, a través de entrevistas abiertas e informales, su conocimiento de la historia y las características de la operación. Como una labor de continuidad se realizará para el próximo informe de avance una descripción cuantitativa de la cadena de comercialización, además de la información referida en este reporte.

Como contexto metodológico, se explicita que la definición de banco, considerada como objetivo de los términos de referencia del FIPA, no está definida para el estudio. Para este estudio la definición será resultado de consideraciones técnicas en el momento del análisis de estatus, tal como está señalado en la propuesta técnica. El monitoreo bentónico de IFOP no está orientado a bancos, sino que a “procedencias de extracción” que corresponden a un símil de caladero, correspondiendo a un lugar de extracción identificado por los pescadores monitoreados, pero orientan la geolocalización de estas zonas de interés pesquero. La visación de los desembarques por Sernapesca y la asignación a un Puerto de desembarque tampoco está asociada a un banco, pero es un indicador de proximidad geográfica de los pescadores a los caladeros. Se utilizan los distintos acercamientos para la identificación de los sitios a evaluar, que posterior a los análisis permiten un pronunciamiento sobre

una consideración de banco como unidad poblacional. La referenciación de los resultados parciales se refiere a banco. |

5.1.2.2 Ubicación de bancos

La ubicación de los bancos en los cuales opera la pesquería se realizó secuencialmente con los siguientes pasos:

i.- Identificación preliminar de los puertos más relevantes a través de las estadísticas de desembarques del SERNAPESCA en la región de Los Lagos.

ii.- Identificación de las procedencias de pesca registradas en el sistema de monitoreo bentónico de IFOP, vinculadas a los registros de desembarque identificados a través de las estadísticas del SERNAPESCA.

iii.- Generación de mapas preliminares con la ubicación de las procedencias de pesca.

iv.- Identificación de usuarios calificados por su experiencia en los puertos identificados en (i).

v.- Determinación de los bancos a través de la validación de las procedencias de pesca y la vinculación de estas a uno o más bancos identificados por los usuarios.

vi.- Identificación de los bancos en cartografía borrador y validación en terreno.

5.1.2.3 Solicitud de pesca de investigación.

La solicitud de pesca de investigación corresponde a un requisito administrativo que condiciona la operación de campo, pues permite la realización de los muestreos sin las restricciones que afectan las observaciones con fines científicos, como la operación en periodos de veda, bajo talla mínima legal, cuota de investigación sin declaración de desembarques y otros atingentes.

La solicitud de Pesca de investigación E-PINV-2024-561 (Anexo 1) fue ingresada a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) por la Universidad Austral de Chile (UACH, entidad subcontratada para este estudio) el 17 de diciembre de 2024 y la Resolución aprobada el 5 de marzo de 2025 (Anexo 2).

5.1.2.4 Evaluación directa.

Definidos los bancos en los cuales se realizan las evaluaciones directas, implicó un cambio en el diseño propuesto, dado la distribución del recurso encontrada en terreno, agregada y no formando un gran banco que concentrara el sustrato habitado por el recurso.

El diseño de muestreo para georreferencia y dimensionamiento consideró 15 transectos (marcados por un cabo guía estirado en el fondo) por banco del recurso huego siguiendo la metodología propuesta por Molinet *et al* 2023. Cada transecto tubo una longitud de 150 m, y trazado perpendicular o paralelo a la línea de costa según la conformación del banco o agregación, cuidando de tener una

cobertura de la agregación, aumentando el distanciamiento de los transectos ante la disminución de muestreos positivos.

En cada transecto se recolectaron muestras cada 15 m con un cuadrante de 1 m², totalizando 11 cuadrantes por transecto (165 cuadrantes por banco). El inicio y final de cada transecto fue georreferenciado usando un GPS-sounder Garmin modelo GPS Map 585.

La obtención de las muestras se realizó a través de buceo, utilizando como arte de pesca (extracción) de pinza (alicate modificado) al interior de cada cuadrante, los que fueron almacenados al interior de una malla adherida a cada cuadrante, para su cuantificación y georreferenciación. Cada malla fue etiquetada con el número del transecto y número del cuadrante.

La georreferenciación de cada transecto fue realizada marcando el punto inicial y final de calado, posteriormente los cuadrantes desde el N° 1 al N° 11 ubicados cada 15 m estimando sus coordenadas a lo largo de dicho transecto. Se registró la profundidad (m) y número de individuos de huepo en cada cuadrante.

Durante la evaluación directa se empleó una cámara GoPro montada sobre un arnés y ubicada en el pecho del buzo mariscador que realizará la revisión de cada transecto, dicha grabación será utilizada posterior al presente informe, para la identificación del tipo de sustrato y evaluación de la metodología empleada, como la clasificación del tipo de sustrato (fango, arena, conchilla, grava, bolones, roca) y la realización de análisis varianzas y de conglomerado.

Distribución de frecuencia de tallas de evaluaciones directas.

La distribución de tamaños de la población de huepo en cada banco se estimó de las muestras recolectadas por buceo durante la evaluación directa, y es analizada mediante histogramas de frecuencias de tallas, especificando la proporción de ejemplares de huepo bajo la talla mínima legal y el número de ejemplares muestreados.

La estructura de tallas se construye de la siguiente forma:

Índices:

k : Longitud del ejemplar, $i = 1, 2, \dots, j$

Variables y Parámetros:

n : Número ejemplares en la muestra.

$\hat{p}_k$: Estimador de la proporción a la talla en el banco.

k : Longitud del ejemplar, $i = 1, 2, \dots, j$

Se utilizaron los siguientes algoritmos, para obtener el estimador de la estructura de talla de la población

$$\hat{p}_k = \frac{n_k}{n}$$

Tallas medias.

El estimador de la talla media por banco, se obtendrá de la siguiente forma

$$\hat{l} = \sum_{i=1}^i k \hat{p}_k$$

Estimación geoestadística de la abundancia.

El análisis supuso que la variable medida localmente (densidad poblacional) es la realización de una variable aleatoria y, por lo tanto, se puede dar cuenta rigurosamente del error en la determinación de la variable localmente. La estimación geoestadística se basa en la correlación espacial entre los datos en lugar de evitarla, como en el caso de un muestreo aleatorio, y permite obtener resultados insesgados prácticamente desde cualquier tipo de diseño muestral (Conan, 1985; Petitgas, 1996). No obstante, se obtiene una mayor precisión al aplicar este tipo de análisis bajo estrategias de muestreo de tipo regular (Conan, 1985). Las estimaciones locales de densidad obtenidas durante la prospección fueron consideradas una representación muestral del proceso aleatorio subyacente (i.e. distribución de la abundancia de huepo) (Gorni *et al.* 2002).

El método para estimar abundancia fue mediante la integración a través de la grilla generada por Kriging dentro de un polígono que define el área del stock en cada partición del área (polígonos de estimación o parches de distribución del recurso), a través de la generación de un espacio “ocupado” empleando un criterio binario de presencia – ausencia de individuos en los muestreos de densidad.

El enfoque para estimar la biomasa, incluidos datos positivo y nulos de densidad en el polígono delimitado, con la teoría de una variable positiva que tiene un pico de probabilidad en cero (Aitchison, 1955). En segundo lugar, se reproduce el modelo estadístico de Ribeiro *et al.* (2003), que válida únicamente para observaciones positivas de densidad, y se desarrolla una propuesta para introducir fuentes de la dependencia aparte de la proximidad espacial. En tercer lugar, se utiliza una metodología para estimar el área efectiva de las poblaciones utilizando una presencia / ausencia de los datos completos y un modelo lineal generalizado espacial de Christensen (2004).

La densidad promedio y abundancia fueron determinadas mediante la metodología de interpolación geoestadística Kriging Ordinario (Goovaerts, 1997), la cual es apta para diseños de muestreo aleatorio. El procedimiento de interpolación óptima o Kriging se basa en el ajuste de un modelo de distribución espacial de un determinado atributo para una variable regionalizada (georreferenciada en coordenadas UTM, *Universal Transverse Mercator*, Universal Transversa de Mercator), el cual recibe

el nombre de variograma. La expresión del variograma experimental, sobre el cual se realiza la modelación geoestadística es la siguiente:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} \{z(x_i) - z(x_i + h)\}^2$$

donde $z(x_i)$ representa los valores muestrales de la variable regionalizada y $N(h)$ es el número de pares de datos separados por una distancia h .

Una vez calculado el modelo que alcance un mejor ajuste del variograma (lineal, esférico, exponencial, u otro) y evaluada la existencia de anisotropía en la modelación, se realizó la interpolación de los valores modelados sobre una grilla predefinida de puntos en el espacio (nodos) a través de una combinación lineal de los indicadores muestrales cercanos, a saber:

$$z^*(x_i) = \sum_{j=1}^n w_j z(x_j)$$

donde $z^*(x_i)$ es el valor estimado de la variable regionalizada mediante el modelo seleccionado, $z(x_i)$ es el valor muestral, w_i representa la ponderación de la combinación lineal de los valores muestrales utilizada en la predicción (modelo) y n es el número de puntos de interpolación (nodos).

En términos del modelo de variograma modelado ($\gamma^*(h)$), el sistema de Kriging ordinario puede ser escrito como:

$$\sum_{j=1}^n w_j \gamma^*_{ij} - \mu = \gamma^*_{i0} \quad \forall i = 1, \dots, n$$

donde λ representa el parámetro de Lagrange (Isaaks & Srivastava, 1989), valor introducido como parte del algoritmo de minimización de la varianza del error de estimación para generar la condición de estimador insesgado:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Así, en el procedimiento Kriging los pesos de las ponderaciones son determinados de tal manera que el estimador resultante es insesgado y minimiza la estimación de la varianza. En la interpolación

geoestadística se utilizó una grilla de nodos definidos cada 1 a 5 metros y un radio de búsqueda ilimitado.

La biomasa poblacional en el tiempo j ($j=1$ para nuestros efectos) será estimada sobre la base de la abundancia poblacional (N_i, j) mediante la expresión:

$$B_j = \sum_{i=1}^m (w_{i,j} * N_{i,j})$$

Donde N representa la abundancia y w el peso determinado por los parámetros gravimétricos obtenidos de la relación longitud peso.

Cabe mencionar que las estimaciones globales de abundancias se realizan sin distinción de sexos.

En esta etapa de análisis no se realizan estimaciones de Lagrange estatus, en consideración a que las variables necesarias al efecto serán en resultado de los monitoreos de este estudio.

5.1.2.5 Ojiva de madurez y talla de primera madurez sexual.

Estos resultados, que constituyen piezas de información necesarias para la implementación de modelos de dinámica, serán el resultado de etapas posteriores de este análisis. Con respecto al muestreo de madurez sexual a través de una observación macroscópica, se generó una escala de asignación de madurez y se definió la coloración que permite la diferenciación de machos y hembras. La ausencia de una escala publicada de madures sexual para la especie *E. macha*, se realizó una búsqueda para especies similares y de literatura gris que permitió consensuar una escala para su aplicación en los muestreos mensuales. Esta búsqueda se realizó a través de motores de búsqueda de literatura científica y a través de consultas directas a profesionales de las ciencias del mar involucrados en experiencias de cultivo y/o reproducción de huevo.

Los individuos capturados en los muestreos poblacionales de la evaluación directa fueron empleados para la observación macroscópica de los colores de las gónadas y se realizaron frotis para la identificación de gametos masculinos y femeninos.

Con los resultados de las evaluaciones directas como prospecciones de sitios de muestreo, se identificó el sitio más apropiado para los muestreos mensuales, en conformidad con los términos de referencia del estudio, que solicitaban asegurar la continuidad de los muestreos poblacionales, tanto de madurez sexual como de tallas, por lo que se seleccionó una zona protegida a las condiciones climáticas adversas, que permitiera la periodicidad requerida en los muestreos.

La ojiva de madurez sexual se estimó modelando la probabilidad de que un individuo se encontrara sexualmente maduro en función de su talla. En bivalvos marinos, la madurez gonadal es altamente estacional y depende de la temperatura; por ello, la inclusión de datos provenientes de períodos de reposo o regresión post-desove puede inducir sesgos en la estimación de la talla media de madurez

(L_{50}), ya que la regresión post-desove puede mimetizar macroscópicamente estados inmaduros (Gosling, 2003, p. 144).

La determinación del estado de madurez se realizó mediante una escala macroscópica adaptada de Darriba *et al.* (2004) para *Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865), validada mediante cortes histológicos y observaciones macroscópicas (Tabla 1). La madurez gonadal fue tratada como variable binaria, asignando valor 1 a individuos clasificados como maduros (estados 3 y 4) y 0 a inmaduros (estados 0, 1 y 2).

Tabla 1. Escala de estados de madurez sexual para *Ensis macha* (adaptada de Darriba *et al.*, 2004)

Estado	Descripción macroscópica	Clasificación
0. Descanso	Tejido gonadal reducido, casi imperceptible; similar a lámina transparente anterior al músculo aductor.	Inmaduro
1. Inicio gametogénesis	Apariencia externa similar al estado 0.	Inmaduro
2. Gametogénesis avanzada	Sexos identificables. Machos: beige; hembras: blanquecina. Mayor tamaño anterior al aductor, cubre parcialmente glándula digestiva y pie.	Inmaduro
3. Maduro	Gónada cubre completamente glándula digestiva e invade interior del pie.	Maduro
4. Regresión	Disminución notable del volumen gonadal, especialmente en glándula digestiva y pie.	Maduro (funcional)

Nota: En caso de duda entre estados 0 y 1, clasificar como 0. Para el análisis de la ojiva, se consideraron inmaduros los estados 0, 1 y 2, y maduros los estados 3 y 4.

De acuerdo con la evolución mensual de los estados gonadales observados y antecedentes disponibles para la especie en la costa de Chile (Urban, 2000, citado en Barón *et al.*, 2004), la estimación se realizó utilizando datos de octubre y noviembre de 2025, caracterizados por los picos de madurez funcional (estado 3).

La estimación se realizó mediante un modelo lineal generalizado (GLM) con distribución binomial y función de enlace logit:

$$\text{logit}(p_i) = \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 \cdot LT_i$$

donde: - p_i es la probabilidad de que el individuo i se encuentre maduro - β_0 es el intercepto - β_1 es la pendiente asociada a la longitud total (LT) - LT_i es la longitud total del individuo i (en milímetros)

La variable explicativa utilizada fue la longitud total (LT, mm). Los modelos se ajustaron separadamente por sexo, dado que análisis previos indicaron diferencias significativas en la relación talla-madurez entre machos y hembras. El ajuste se realizó utilizando datos individuales sin agrupar, con el fin de preservar la variabilidad original de las observaciones.

A partir de los parámetros estimados del modelo, la talla media de madurez sexual (L_{50}) se calculó como la longitud a la cual la probabilidad estimada de encontrarse maduro es igual a 0,5:

$$L_{50} = -\frac{\beta_0}{\beta_1}$$

Los intervalos de confianza al 95% para L_{50} se estimaron a partir de la varianza del estimador, utilizando el método asintótico basado en el error estándar de los coeficientes del modelo. Adicionalmente, se evaluó la incertidumbre de la estimación mediante simulaciones Monte Carlo, generando réplicas de los parámetros a partir de su distribución multivariada.

Con fines descriptivos y de visualización, las observaciones fueron agrupadas en clases de talla de 20 mm, calculándose la proporción observada de individuos maduros por clase. Estas proporciones se utilizaron exclusivamente para la representación gráfica de la ojiva, mientras que la estimación del modelo se basó en los datos individuales.

La disponibilidad de datos de madurez en una escala temporal anual de los muestreos mensuales, permitió la estimación de los parámetros agrupados en distintos estratos mensuales, de forma de seleccionar, en relación al mejor ajuste en términos de verosimilitud y parsimonia, a través del Criterio de Información de Akaike (AIC, Akaike Information Criteria por sus siglas en Inglés), además de la concordancia con la temporalidad esperada de los procesos biológicos asociados, representados en la Figura 1, ratificado con la participación de la proporción de estados de madurez sexual mensuales.

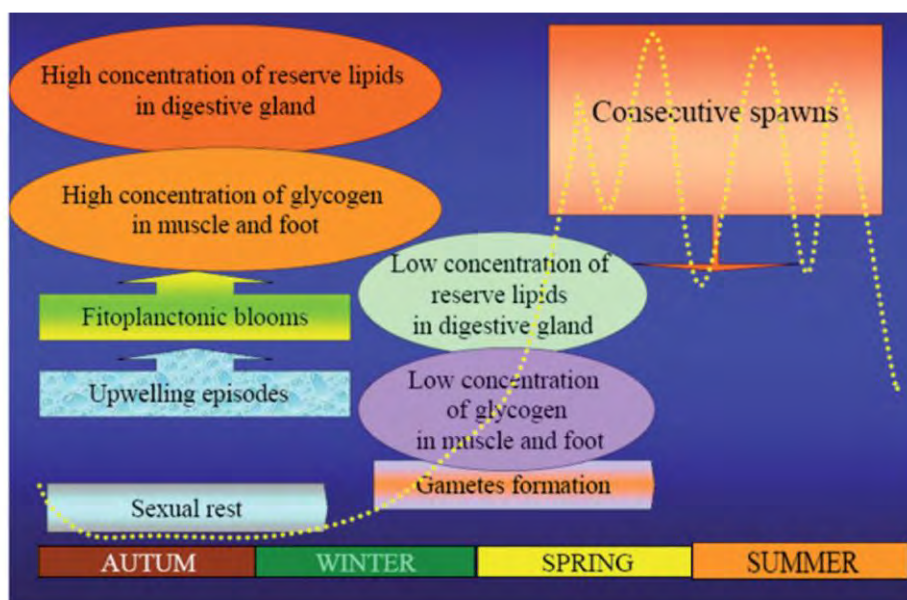


Figura 1. Temporalidad estacional del ciclo reproductivo de *Ensis arcuatus*, modificado para *E. macha* (Ex. Darriba & Martínez 2011).

Las ojivas de madurez fueron construidas y los parámetros estimados para cada uno de los escenarios evaluados, para machos, hembras y sexos combinados, seleccionado en este caso, además del mejor ajuste estadístico, el considerado precautorio para el manejo pesquero en base a la relación de sexos en la población.

5.1.2.6 Parámetros de crecimiento obtenidos desde las estructuras de tallas históricas del monitoreo de la pesquería.

Se realizó una estimación de los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy, 1938, aplicando la metodología desarrollada por Canales & Arana (2009), que consiste en realizar una descomposición modal de las estructuras de tallas, suponiendo que cada componente modal corresponde a un grupo de edad. El procedimiento consiste en identificar las distribuciones normales subyacentes en cada distribución de frecuencia analizada, tal como se realiza en el paquete computacional Elefan I. Este procedimiento se programó en el software estadístico Automatic Differentiation Model Builder (ADMB) y fue resuelto mediante el método de Estimadores Máximo Verosímiles (o maximum likelihood). La talla media de cada grupo modal, se establece como:

$$\bar{L}_a = L_{\infty}(1 - \exp^{-k}) + \exp^{-k}\bar{L}_{a-1}$$

Donde:

$\bar{L}_a$: Talla media de los individuos de edad a.

$\bar{L}_{a-1}$: Talla media de los individuos de edad a-1.

L_{∞} : Talla promedio máxima que pueden alcanzar los ejemplares del grupo.

La proporción de individuos a la talla (l), que comprende el a-ésimo grupo de edad, queda representada por una distribución normal con media conocida y desviación estándar σ :

$$p_{l,a} \approx N(\bar{L}_a, \sigma_a^2)$$

Esta proporción de individuos a la talla (l) se supone proporcional a la talla media modal, mediante el coeficiente de variación (CV), como se muestra a continuación:

$$\sigma_a = CV\bar{L}_a$$

De esta manera, la composición modal de tallas de cada grupo modal queda representada de la forma:

$$\hat{f}_{l,a,i} = \pi_{a,i} p_{l,a} n_i$$

$$\sum_a \pi_{a,i} = 1$$

donde $\pi_{a,i}$ es la proporci3n que compone cada grupo modal-etario y n el tama1o de muestra observado en la i -3sima composici3n de tallas. La i -3sima composici3n de tallas muestral es estimada sumando sobre cada componente modal:

$$\bar{F}_{l,i} = \sum_a^{na} \hat{f}_{l,a}$$

La determinaci3n de los par3metros de crecimiento, coeficiente de variaci3n y las proporciones edad-específicas, minimizando el valor de un estimador de log-verosimilitud penalizado, asumiendo para ello, que la composici3n de talla responde a una distribuci3n multinomial. En la distribuci3n se emple3 un tama1o muestral (T_m) efectivo variable proporcional al tama1o de muestra (m_i) observado de la i -3sima composici3n de tallas normalizado a T_m individuos, seg3n:

$$\log L = \sum_l^L \sum_i^{nf} T_m \frac{m_i}{\sum_i m_i} F_{l,i} \log(\hat{F}_{l,i}) + \lambda(L_\infty - \Lambda)^2$$

La penalizaci3n $\lambda(L_\infty - \Lambda)^2$ corresponde a una restricci3n de los valores probables de la longitud asint3tica modelada mediante p3rdida cuadr3tica en torno a la talla de referencia Λ . Una vez resuelto el vector de par3metros, se realiz3 un retro c3lculo, despejando el valor de $\bar{L}_{a-1}$ de la ecuaci3n $\bar{L}_a = L_\infty(1 - \exp^{-k}) + \exp^{-k}\bar{L}_{a-1}$, para evaluar la talla modal m3nima que podr3a tener un individuo de 1 a1o de edad y por ende la asignaci3n de edad en las siguientes componentes modales. Para la obtenci3n de los par3metros de crecimiento, se establecieron 3 escenarios probables (Tabla 2).

Tabla 2. Escenarios para la estimaci3n de los par3metros de crecimiento de von Bertalanffy

Caso	Edades	L_{00} (mm)	K (a1os ⁻¹)	L_0 (mm)	α	β
1	07	L_{00} estim/cv=0,15	estim/cv=0,2	estim/cv=0,2	estim/cv=0,1	Fijo=0
2 (Base)	08	L_{00} estim/cv=0,15	estim/cv=0,2	estim/cv=0,2	estim/cv=0,1	Fijo=0
4	09	L_{00} estim/cv=0,15	estim/cv=0,2	estim/cv=0,2	estim/cv=0,1	Fijo=0

Datos utilizados

El an3lisis se realiz3 utilizando composiciones de talla provenientes exclusivamente del puerto de Ancud, el cual concentra una fracci3n relevante de los desembarques monitoreados hist3ricamente dentro del 3rea de estudio. Si bien la pesquer3a presenta una din3mica espacial variable, la selecci3n de un 3nico puerto con alta representatividad permite reducir la heterogeneidad asociada a posibles diferencias en procedencias de pesca, estrategias de explotaci3n o selectividad, favoreciendo una interpretaci3n m3s consistente de las se1ales de crecimiento contenidas en las distribuciones de tallas.

Adicionalmente, la información utilizada corresponde a un subconjunto temporal de la serie completa, excluyendo los primeros años de operación de la pesquería (Figura 2). Esta decisión responde a que, durante las etapas iniciales (1997–2001), las distribuciones de talla suelen estar influenciadas por la presencia de individuos de mayor tamaño y por procesos de expansión espacial y exploración del recurso, lo que puede introducir sesgos en la identificación de cohortes y en la estimación de parámetros de crecimiento. El bloque temporal seleccionado se considera más representativo de una fase de explotación estabilizada.

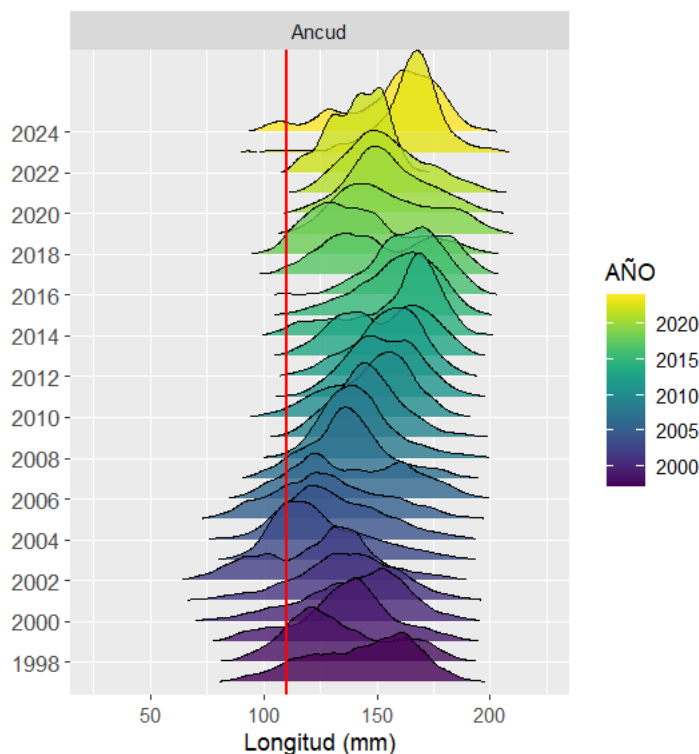


Figura 2. Distribución interanual de tallas en los desembarques de Ancud (1998–2024). La línea vertical roja indica la talla mínima legal de extracción. Línea roja señala talla mínima legal de 110 mm en la región de Los Lagos.

El bloque de años seleccionado (2002–2007) presenta distribuciones de tallas estructuradas, con desplazamientos modales consistentes entre años, amplio rango de longitudes y persistencia de cohortes identificables, condiciones necesarias para la aplicación del modelo. Este período antecede además la desaparición progresiva de tallas grandes observada en años posteriores, permitiendo capturar una señal de crecimiento representativa del potencial biológico del recurso.

De acuerdo con los registros de monitoreo de desembarques realizados por IFOP en el seguimiento de pesquerías bentónicas, durante el período 2002–2007 el puerto de Ancud concentró entre un 64% y un 99% de los desembarques regionales, con una participación promedio cercana al 80%

Los valores a priori de los parámetros de crecimiento fueron definidos a partir de antecedentes biológicos disponibles para *Ensis macha* y de rangos típicos observados en bivalvos de crecimiento rápido. Los coeficientes de variación asociados fueron establecidos de manera informativa pero flexible, permitiendo que la información contenida en las distribuciones de talla domine la estimación final, sin inducir valores biológicamente implausibles:

- Promedio de la marca de clase menor observado en las muestras anuales de capturas.
- Promedio de los valores K, establecidos para el recurso.
- Criterio de Pauly (1983), quien señala que una buena aproximación del Loo se obtiene dividiendo por 0,95 la longitud del ejemplar de mayor tamaño, en este caso la marca de clase máxima, registrada en las capturas, de esta manera, el cálculo de Loo queda definido por:

$$L_{\infty k} = \frac{l_{max}}{0,95}$$

Posteriormente se seleccionaron los modelos con mayor parsimonia para cada zona geográfica, considerando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Akaike, 1974), el cual penaliza el exceso de parámetros estimados y cuya expresión general está dada por:

$$AIC(p) = -2\ln \mathcal{L}[\hat{\theta}(p)] + 2p$$

donde $\mathcal{L}[\hat{\theta}(k)]$ es la función de verosimilitud de las observaciones, $\hat{\theta}(k)$ es la estimación máximo verosímil del vector de parámetros θ , y k es el número de parámetros independientes estimados dentro del modelo.

Ademas para los parámetros de crecimiento estimados, se calculó, el índice de crecimiento ϕ' , el cual captura de forma sintética y comparable la estrategia de crecimiento de una especie, considerando tanto tamaño potencial como velocidad de crecimiento.

$$\phi' = \log_{10}(K) + 2 * \log_{10}(L_{\infty})$$

Para calcular la significancia de la eficiencia del crecimiento se utilizó el coeficiente de variación ($CV\phi'$), el cuál es el equivalente a la razón entre la media aritmética (ACProm.) y la desviación estándar de las Phi primas a comparar (ϕ') (Munro & Pauly, 1983).

$$CV\phi' = \sigma\phi' / \text{ACProm.} * 100$$

5.1.2.7 Evaluación del estatus del recurso huego.

Para la evaluación del estatus del recurso huego, a través de una evaluación de stock indirecta (stock assessment), se emplearon dos métodos, en función de la información disponible:

i.- Modelo estructurado en edades para pesquerías calificadas de data rica (data rich en inglés).

Dada la completitud de las series históricas de la pesquería como insumos de la evaluación de stock, este modelamiento fue empleado en la bahía de Ancud.

ii.- Modelo de para pesquería de datos limitados (data poor en inglés).

Dada la completitud de las series históricas de la pesquería como insumos de la evaluación de stock, este modelamiento fue empleado en la localidad de Queilen.

i.- Modelo estructurado en edades (data rica) con información ingresada en tallas.

Estandarización de CPUE (Captura por Unidad de Esfuerzo).

El requerimiento de tener un estimador indirecto de la abundancia en los modelos de evaluación de poblaciones, se ha satisfecho históricamente con la utilización de una medida relativa al rendimiento de pesca, como la CPUE, asumiendo que, en condiciones de un stock unitario con mezcla dinámica, esta debería ser de alguna forma proporcional a la abundancia de la población de origen.

Sin embargo, ante la existencia de factores que puedan enmascarar cambios notables en los rendimientos, independiente de la abundancia, se considera la estandarización como un proceso analítico matemático, por el cual se espera identificar el efecto de determinadas variables conocidas y asociadas a los registros de la actividad pesquera extractiva, que permite cuantificar el efecto de las interacciones de estas y corregir la señal de abundancia que entrega determinada medida de CPUE.

Para el caso de la pesquería del huego, se realizó un análisis a través de los siguientes pasos secuenciales:

- Obtención de la serie nominal de CPUE entre las alternativas evaluadas de Kg/h de buceo
- Exploración de los datos, identificando las variables informativas disponibles y su asociación conceptual con los resultados de la actividad extractiva; evaluación de la correlación entre las variables; transformación de las variables; categorización de las variables en función de su distribución de frecuencia.
- Evaluación de las interacciones señaladas por el modelo. Construcción de las distribuciones de errores del modelo.
- Elección del modelo apropiado en función de la parsimonia de ellos a través del AIC y la estimación de la devianza.

La función da como resultado la incorporación de la serie predicha de CPUE al modelo de evaluación, que es el resultado de la interacción de los factores seleccionados a través de la distribución de los residuos y la parsimonia que señaló el indicador AIC y el mayor valor de Devianza.

Para la obtención de un índice de abundancia estandarizado, se utilizaron modelos lineales generalizados (GLMs por sus siglas en inglés; McCullagh & Nelder, 1989) donde el valor esperado de la captura por hora de buceo (Kg/hora buceo) se supone explicada por un arreglo de factores siguiendo una combinación lineal.

Los factores a considerar deben tener un impacto en el volumen de captura del recurso. Años de captura, trimestre de cada año (que se entiende como las estaciones anuales), número de buzos, profundidad y las procedencias. Se analizaron interacciones entre los factores mencionados y se utilizaron tres modelos de GLMs con diferente distribución y función de enlace, como son: distribución Gaussiana, con función de enlace normal (identity) y logarítmica; y la distribución Gamma, con función de enlace logarítmica.

Los GLMs siguieron la combinación lineal de la forma:

$$E(CPUE_{y,t,z,p}) = g^{-1}(cte + Ay + Tt + Bb + P1p + P2p + \sigma_{y,t,p})$$

Donde g es la función de enlace, A es el factor año, T el factor estacional (trimestre), B el número de buzos, $P1$ la profundidad, $P2$ la procedencia y σ es el error aleatorio. Cabe mencionar que, para dimensionar correctamente los niveles de esfuerzo, y los eventuales rendimientos, en el tratamiento de los datos fue importante la diferenciación de los viajes monoespecíficos en las operaciones de pesca.

Estructura de tallas anuales de los desembarques.

La distribución de frecuencias de tallas de los desembarques, fue obtenida desde los muestreos de desembarque diarios de IFOP, asignados a distintas procedencias de pesca identificados en el territorio del Plan de Manejo de Bahía Ancud. Los muestreos de tallas se obtuvieron de forma aleatoria por procedencia, medidos con error de $\pm 0,05$ mm, provenientes de viajes de pesca individualizados y registrados a una zona particular de pesca, denominada “procedencia”, que debiera considerarse como un símil de un caladero de pesca en otras pesquerías. Las distribuciones de frecuencias de tallas fueron integradas en estructuras anuales ponderadas por la magnitud de la captura de cada procedencia, asumida como representativas de la abundancia relativa de ellas.

Condiciones iniciales.

Se utilizó como serie de desembarques, equivalentes a las capturas desde la población, desde 1995, a los desembarques muestreados en puertos de la bahía de Ancud, con los cuales se proyectan los desembarques totales. Se consideró lo anterior dada la experiencia de obtener mayores desembarques que en las series oficiales del SERNAPESCA.

Selectividad y mortalidad por pesca.

La selectividad sigue un modelo logístico o asintótico a partir de la edad/talla de completo reclutamiento, lo cual significa que la mortalidad por pesca es constante por sobre esta talla/edad. Como edad de primera captura se considera individuos 2 años para huepo.

Parámetros y estadísticos de la información.

La evaluación de stock se sustenta en el ajuste estadístico de un modelo a la información. Para tales efectos es necesario precisar el nivel de error que pudiese tener la información, destacándose que a menudo los resultados son condicionales a la escala de los desembarques, fuente a los que se les da el mayor peso estadístico.

Régimen de operación de la flota y composición de los viajes.

La actividad sobre el recurso huepo puede ser considerada monoespecífica, dada la especialización que requiere emplear el arte de pesca más efectivo para el recurso. El régimen de operación corresponde a viajes diarios.

Mortalidad Natural (M).

La mortalidad natural (M) fue estimada como el promedio geométrico de tres métodos bioanalógicos reconocidos para recursos bentónicos, basados en los parámetros de crecimiento y relaciones empíricas, los métodos empleados fueron:

i.- Hoening (1983).

El resultado de un meta análisis de 84 especies de peces, moluscos y cetáceos, permite una relación empírica por grupos en base a regresiones lineales que relaciona el logaritmo natural de la tasa de mortalidad (se asume $Z=M$) con el logaritmo de la edad máxima (que se asume como longevidad). Así, para moluscos se obtiene:

$$\ln(Z) = 1,23 - 0,823/\ln(tmax)$$

ii.- Alverson y Carney (1975).

Este método plantea una relación empírica obtenida de la relación de crecimiento de von Bertalanffy y el decaimiento exponencial de los sobrevivientes de una cohorte, basada en la edad máxima observada en los individuos de una población y el parámetro de crecimiento (K).

$$M = \frac{3K}{e^{K-t^*-1}}$$

Donde:

M: Mortalidad natural

K: parámetro de crecimiento de von Bertalanffy

t*: edad crítica (la edad crítica se define como la edad en la cual una cohorte alcanza la máxima biomasa)

iii.- Brey y Cage (1997).

Este método describe una relación empírica para invertebrados bentónicos, en base estimación de mortalidades naturales de más de 80 especies de invertebrados bentónicos, considerando la relación entre la constante de crecimiento con la mortalidad natural. Su algoritmo es:

$$M = e^{(0,339+1,037*\ln(k))}$$

Plataforma de implementación de modelo de evaluación.

Las piezas de información resultado del desarrollo de los puntos metodológicos precedentes, generan los insumos que permiten la implementación de un modelo de evaluación indirecta de la población, que simulan las variaciones de la dinámica de abundancias del recurso, afectado con los forzantes de la pesquería a través de las remociones efectuadas, las edades afectadas y afectación del potencial reproductivo de la población como resultado.

El modelo de la dinámica poblacional fue implementado en Stock Synthesis (SS3) (Versión 3.30.10) (Method & Wetzel, 2013). SS3 es un modelo de evaluación estructurado por edad con datos en talla de la clase de modelos denominada “modelos de análisis integrados”. SS3 tiene un submodelo de población que simula el crecimiento de una cohorte, desplazamiento, y procesos de mortalidad; un submodelo de observación estima valores esperados para varios tipos de datos; un submodelo estadístico caracteriza la bondad de ajuste de los datos y obtiene el mejor ajuste de parámetros con varianza asociada; y un proceso de alimentación para niveles necesarios para el manejo. SS produce las cantidades, con intervalos de confianza, necesarias para implementar aversión al riesgo y reglas de control de la pesca. El modelo está codificado en C++ con la estimación de parámetros habilitada por diferenciación automática (ADMB) (Fournier *et al.*, 2012). Las salidas y análisis posteriores de visualización de los resultados son realizadas mediante la librería “r4ss” (Taylor *et al.*, 2021). SS3 está disponible en el laboratorio de modelación numérica para poblaciones marinas explotadas de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (<https://vlab.ncep.noaa.gov/web/stock-synthesis>). Todos los códigos fuente y datos empleados en las evaluaciones son documentados e informados debidamente.

Este un modelo edad-estructurado, con datos en tallas son analizados a través de un modelo estadístico de captura a la edad con datos en tallas.

Los principales supuestos del modelo edad-estructurado son:

- El stock de huevo está constituido por subunidades de stock que son parte de un pool común (stock) dentro de la bahía de Ancud.
- La mortalidad natural es conocida y constante entre años y edades.
- La mortalidad natural y por pesca son simultáneas (función de Baranov).
- El patrón de vulnerabilidad de los individuos es a la edad y sigue un modelo logístico.
- El modelo supone que *E. macha* presenta en cada unidad de análisis un stock cerrado y una población compuesta por no más de 12 grupos de edades.
- El reclutamiento (segundo grupo de edad) es el resultado del “desove” de conjunto de bancos vecinos y su sobrevivencia es modulada principalmente por cuestiones ambientales, lo que significa que los reclutamientos responden a procesos principalmente estocásticos donde la función stock-recluta es difusa. Reclutamiento constante. de últimos 5 años.

La captura es estimada en tallas y luego transformada a la edad por medio de un arreglo probabilístico edad-talla que describe la probabilidad condicional de la talla en cada grupo de edad. Las variaciones anuales de las composiciones de tallas reflejan los procesos de explotación talla específicos (selectividad) y del aporte de reclutamientos anuales a la talla, mientras que la CPUE es el reflejo tanto de las variaciones en la biomasa explotable como de los cambios en capturabilidad. Se supone que el reclutamiento ocurre a principios de cada año.

El modelo está basado en un conjunto de parámetros supuestos conocidos (híper-prior) y otros desconocidos que son el objeto del proceso de estimación. La estimación se sustenta en la maximización de la distribución a *posteriori* de los parámetros y por ende se consideran funciones de verosimilitud como expresión del error de observación, así como distribuciones a *priori* o penalizaciones en algunos parámetros de interés.

El modelo de dinámica poblacional se estructura en grupos de edades relativas, sin discriminar por sexos, con parámetros de crecimiento determinados según el punto 6.1.2.5 de este reporte y mortalidad natural conocida, la que se considera invariante en el tiempo y la edad. La dinámica poblacional está gobernada por la expresión:

$$N_{t,a} = \begin{cases} R_t & a = 1, \forall t \\ N_{t-1,a-1} e^{-(F_{t-1,a-1} + M)} & 1 < a < A-1, \forall t \\ N_{t-1,a-1} e^{-(F_{t-1,a-1} + M)} / (1 - e^{-(F_{t-1,a} + M)}) & a = A, t = 1 \\ N_{t-1,a-1} e^{-(F_{t-1,a-1} + M)} + N_{t-1,a} e^{-(F_{t-1,a} + M)} & a = A, t > 1 \end{cases}$$

Donde $N_{t,a}$ es la abundancia estimada al inicio del año t de los individuos de edad a ; M es la mortalidad natural independiente de la edad y tiempo, considerada como parámetro fijo sin error, $F_{t,a}$ es la mortalidad por pesca para la edad a durante el año t , de esta forma la abundancia es proyectada en el período de modelación, comenzando por la estructura de edad en número a inicios del primer año, la cual se estima con A parámetros en el modelo (con A el número de edades) y posteriormente

remover individuos de la población producto de la mortalidad natural y por pesca, sumando para cada periodo modelado el ingreso de reclutas.

Los reclutamientos anuales corresponden al grupo de individuos que, de una misma edad, comienzan a ser explotados próximos a la talla mínima legal de capturas. Estos desvíos responden a un proceso multiplicativo que en escala logarítmica son representados por una distribución normal con media 0 y desviación σ_R . En términos prácticos, esto significa que existiendo vínculo entre desovantes y reclutas, esta relación está perturbada por procesos estocásticos, ligados a factores ambientales y ecológicos. La pendiente o escarpamiento es supuesta inicialmente en $h=0,7$ para este stock, como valor *prior*, en base a las evaluaciones del recurso en el Golfo de Arauco.

ii.- Modelo de data pobre basado en potencial reproductivo.

Los métodos de data pobre para la determinación del estatus de un recurso pesquero se pueden agrupar en aquellos que permiten la parametrización indirecta de un modelo de excedente productivo y aquellos basados en la determinación de un potencial reproductivo. Esta última métrica puede ser empleada en Chile desde el año 2024, con la modificación de la Ley de Pesca llamada “Ley Bentónica”, que se basa en la comparación de la estructura de tamaños actual de la población versus la estructura teórica de la población virginal, construida con los parámetros de crecimiento obtenidos del presente estudio.

Método para pesquerías de data pobre, LBSPR.

El método LBSPR fue desarrollado por Hordyk *et al.* (2015) para pesquerías con datos limitados, puede trabajar con una muestra representativa de la estructura de tamaños de la fracción vulnerable a la pesca. Este método, basado en tallas y que prescinde de la captura, se basa en la construcción de una estructura de tallas teórica virginal, que se convierte en objeto de comparación con las estructuras de tallas observadas, definiendo un objetivo de manejo o estado para la pesquería.

El modelo utiliza métodos de máxima verosimilitud, para encontrar los valores de la mortalidad por pesca relativa y la selectividad por talla que minimiza la diferencia entre la composición observada y la talla esperada de la captura, y calcula el SPR resultante. SPR es la proporción del potencial reproductivo no capturado por recluta bajo un nivel dado de presión de pesca (Goodyear, 1993). En el método LBSPR, la SPR en una población explotada se calcula como una función de la razón de mortalidad por pesca a mortalidad natural (F / M), selectividad y las dos razones de historia de vida M / k y L_m / L_∞ ; k es el coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy, L_m es el tamaño de madurez y L_∞ es el tamaño asintótico (Hordyk *et al.* 2015a). Los requerimientos del método LBSPR son M / k , L_∞ , la variabilidad de la talla por edad (CVL_∞), que normalmente está alrededor del 10%, y la longitud de madurez se especifica en términos de L_{50} y L_{95} (el tamaño al que madura el 50% y el 95% de una población).

Dados los valores asumidos para M / k y L_∞ y que los datos de composición por tallas provienen de un stock explotado, el modelo LBSPR usa métodos de máxima verosimilitud para estimar la ojiva de

selectividad, que se supone que es de una forma logística definida por la selectividad en parámetros de longitud S_{50} y S_{95} (el tamaño en el que el 50% y el 95% de una población es retenido por el arte de pesca), y F/M . La ojiva de selectividad y la mortalidad por pesca relativa se utilizan luego para calcular la SPR (Hordyk *et al.* 2015a, 2015b). Las estimaciones de SPR están determinadas principalmente por la longitud de los individuos en relación con L_{50} y L_{∞} , pero también depende de parámetros del ciclo de vida como fecundidad por edad / talla y selectividad. LBSPR es un método basado en el equilibrio con los siguientes supuestos: (i) selectividad asintótica, (ii) el crecimiento se describe adecuadamente mediante la ecuación de von Bertalanffy, (iii) se puede usar una sola curva de crecimiento para describir a ambos sexos que tienen la misma capturabilidad, (iv) la talla por edad se distribuye normalmente, (v) las tasas de mortalidad natural son constantes en todas las clases de edad adulta, (vi) el reclutamiento es constante en el tiempo y (vii) las tasas de crecimiento permanecen constantes en las cohortes dentro de una población (Hordyk *et al.*, 2015a).

Los análisis se realizaron en la consola de R versión 4.4.1 (R Core Team, 2024), utilizando el paquete LBSPR, versión 0.1.6 en R (Hordyk, 2021). Se empleó la función más suave Rauch-Tung-Striebel disponible en el paquete LBSPR para suavizar las estimaciones de varios años de F .

Otras alternativas metodológicas con una métrica similar (como LBPA de Canales *et al.*), no se emplea, dado el requerimiento del número de estructuras de tallas anuales no disponibles para Queilen.

Supuestos:

- Equilibrio poblacional (steady-state).
- Composición de la longitud observada no se desvía de la estructura de longitud esperada debido a la variabilidad en el reclutamiento o la mortalidad.
- Selectividad logística estructurada por talla.
- Crecimiento de los peces se describe adecuadamente mediante la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy.

Los datos de entrada del modelo:

Parámetro	Valor
k	0,23
Loo	200,1 mm
t0	-1,25
a	0,0000165
b	2,9751
S50	100 mm
S95	150 mm
M50	107,8 mm
M95	118,58 mm
M	0,28 año -1
h	0,70
Edad Max	11,8
SigmaR	0,6

5.1.2.8 Identificación de sitios PSMB vinculados al recurso huepo.

Los sitios PSMB corresponden a áreas de extracción de moluscos bivalvos que garantizan una inocuidad específica, lo que facilita su exportación a mercados que así lo establecen como requisitos. Estos sitios son gestionados por un privado ante el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, forman parte de una dinámica de estados de sitios inactivos, abiertos, eliminados o suspendidos en forma temporal. Cada uno de estos sitios está dirigido a la vigilancia sanitaria ha recursos específicos. En el contexto de este estudio, se revisó la información disponible en la web de SERNAPESCA para los sitios de la región de Los Lagos que tengan considerado el recurso huepo.

5.1.3 Resultados.

5.1.3.1 Descripción de la pesquería.

La consulta de las estadísticas de desembarques del Sernapesca muestra para la región desembarques máximos de alrededor de 350 t el año 2002, explicados principalmente por los registros del Puerto de Ancud, que posteriormente disminuye sus desembarques en forma continua, para ser reemplazados por los desembarques del Puerto de Dalcahue desde el año 2015, para los otros puertos que registran desembarques, Calbuco, Queilen y Quellón, los desembarques son marginales en comparación con el total regional (Figura 3 A). Consultas de la base de datos del monitoreo bentónico, señalan una disponibilidad de registros del monitoreo concordante con las capturas, a través de viajes de pesca, que permiten una observación de las variables a emplear en etapas próximas de este estudio, que deben dar cuenta de indicadores de la pesquería que se integran en el modelo de dinámica a emplear (Figura 3 B).

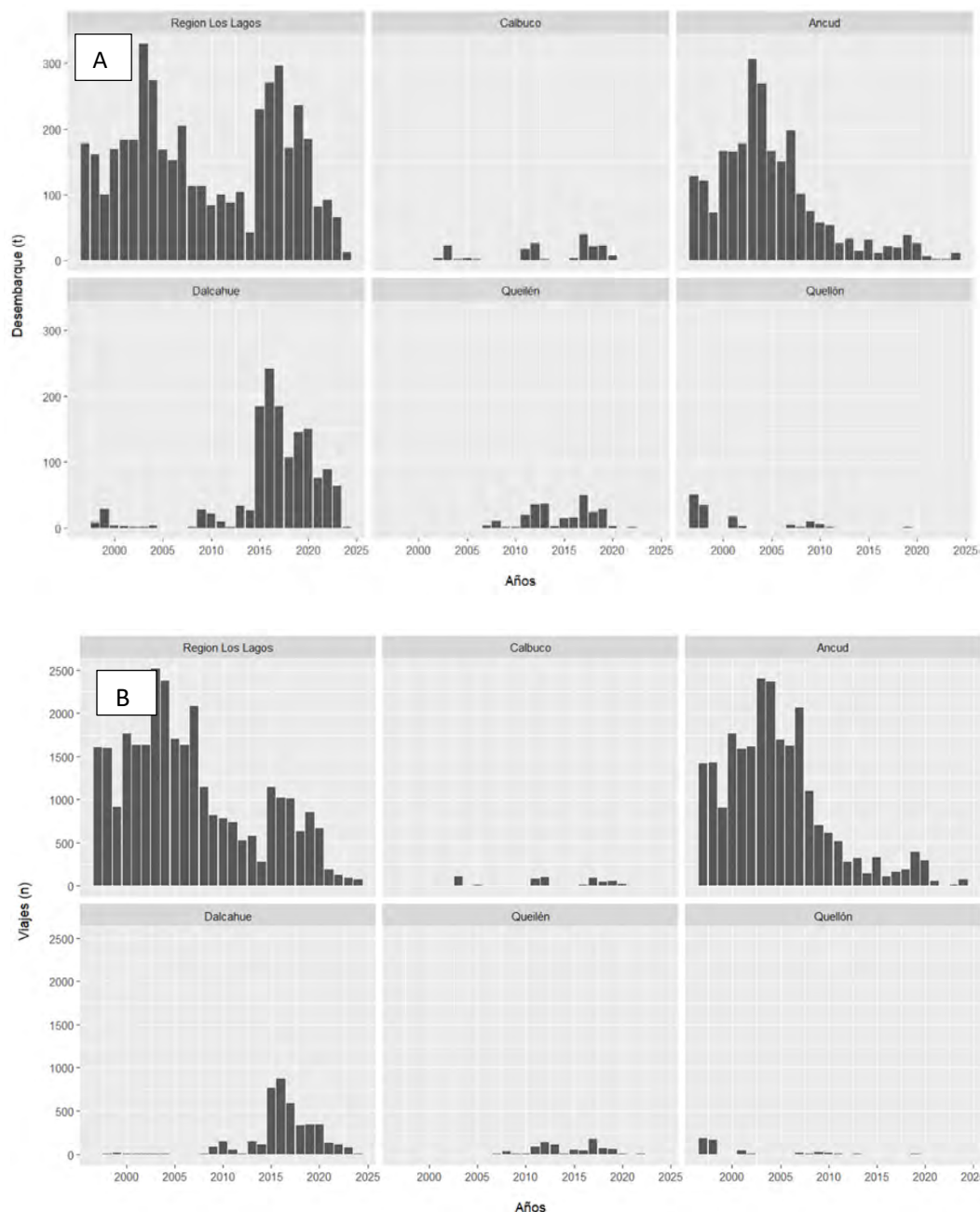


Figura 3. A) Desembarques históricos de huego en los principales puertos de la región de Los Lagos, B) Viaje de pesca registrados en escala regional y en escala de los puertos de desembarques monitoreados históricamente por IFOP

La exploración de los viajes de pesca, en términos de especie objetivo, muestra en general una alta participación de viajes mono recurso, es decir, exclusivamente dirigidos a la extracción de huego, que se explica por la especialización de la extracción de los individuos de estas poblaciones y el bajo número de usuarios con el manejo de esta técnica (el alicate modificado). El puerto de Ancud es el único en el cual se identifican capturas de otros recursos además de huego en los viajes de pesca, en

este caso representados principalmente por almeja común, culengue y choro zapato, dependiendo del puerto observado. En los otros puertos los registros muestran viajes con el objetivo exclusivo de huepo (Figura 4).

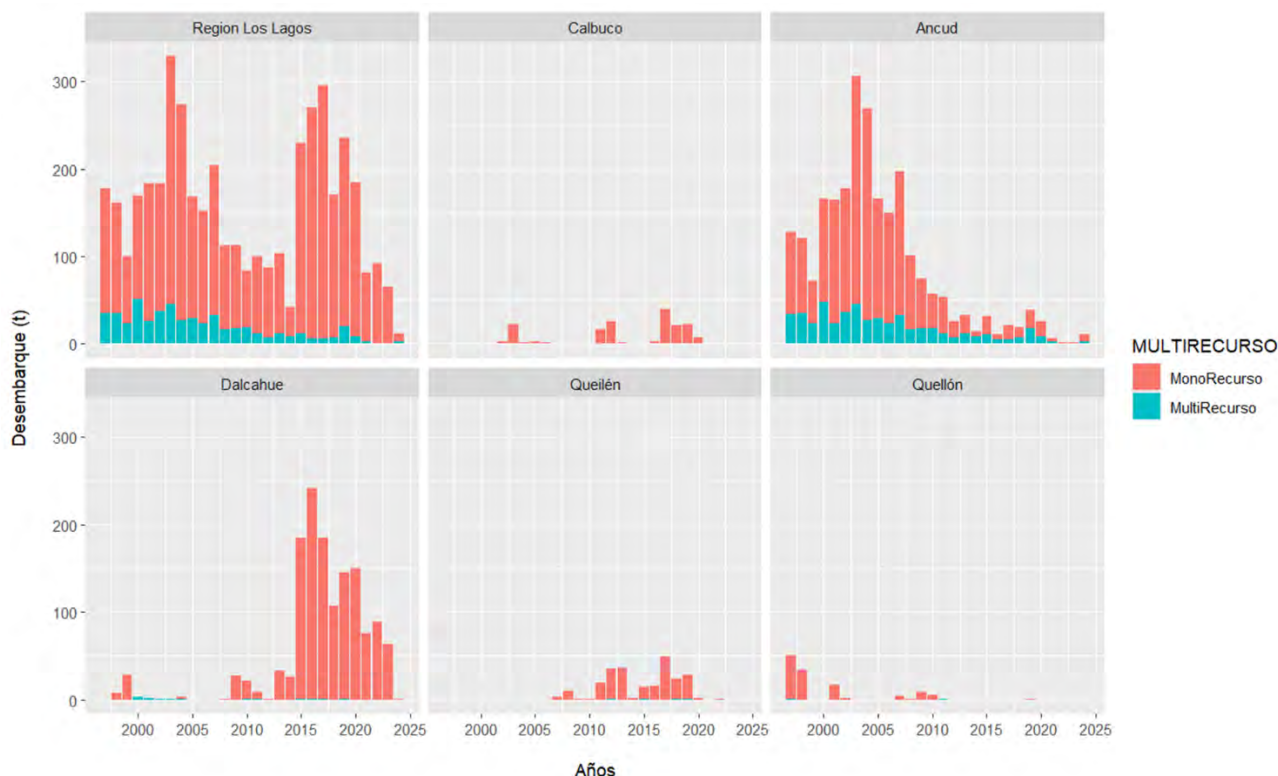


Figura 4. Calificación de viajes de pesca monitoreados por IFOP en mono recurso (huepo) o multi recurso en puertos de la región de Los Lagos.

Con respecto a la flota que opera en la pesquería (Figura 5), es fuertemente vinculada a las capturas, donde aparecen diferencias estructurales entre los puertos, principalmente en el Puerto de Ancud en el cual la eslora, para la cual la mediana ha disminuido hacia embarcaciones cercanas a los 8 m, las de menor tamaño de las embarcaciones registradas, en comparación con Dalcahue y Queilén que registran embarcaciones con medianas en los 9 metros de eslora (Figura 6). Con respecto a los materiales de construcción, en el puerto de Ancud se ha producido una transición hacia embarcaciones de fibra de vidrio en lugar de madera, en los otros puertos se mantienen las embarcaciones de madera como exclusivas en la pesquería (Figura 7). Con respecto a la concentración de las zonas de pesca,

expresadas en el acumulado que explican los desembarques por puerto, señalan en Ancud y Dalcahue la mayor concentración de las capturas en la menor cantidad de procedencias de pesca (Figura 8).

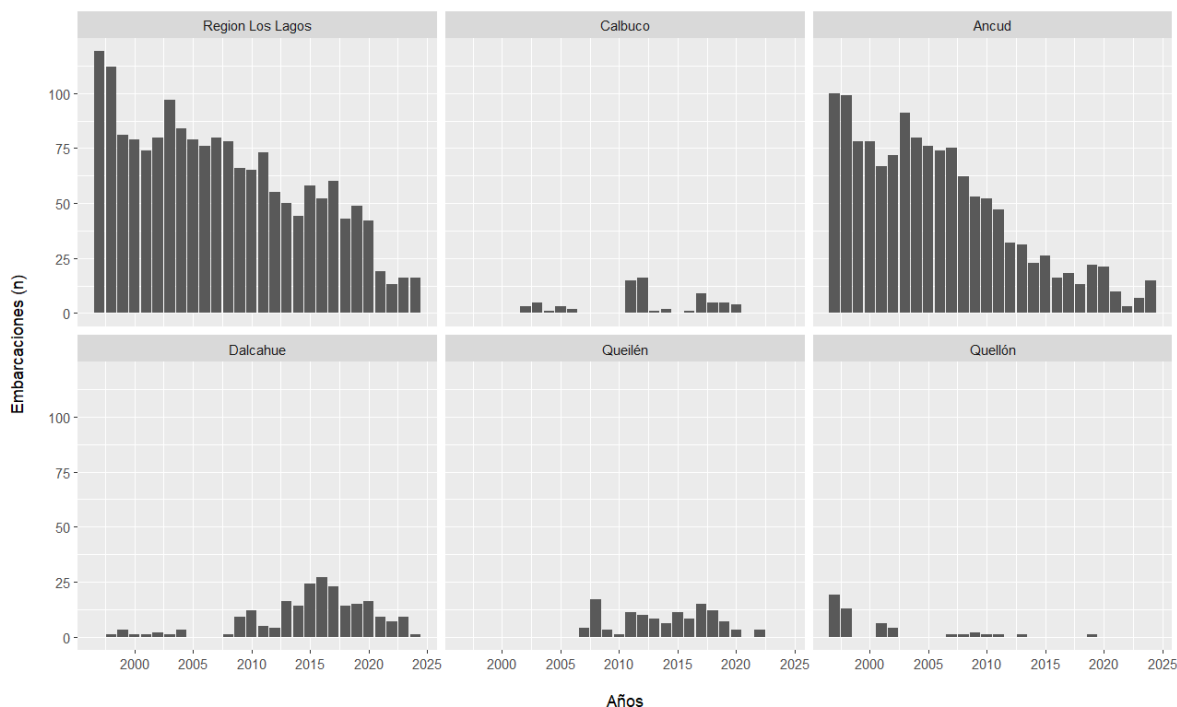


Figura 5. Número de embarcaciones que han operado en la pesquería de huego en los principales puertos de operación en la región de Los Lagos.

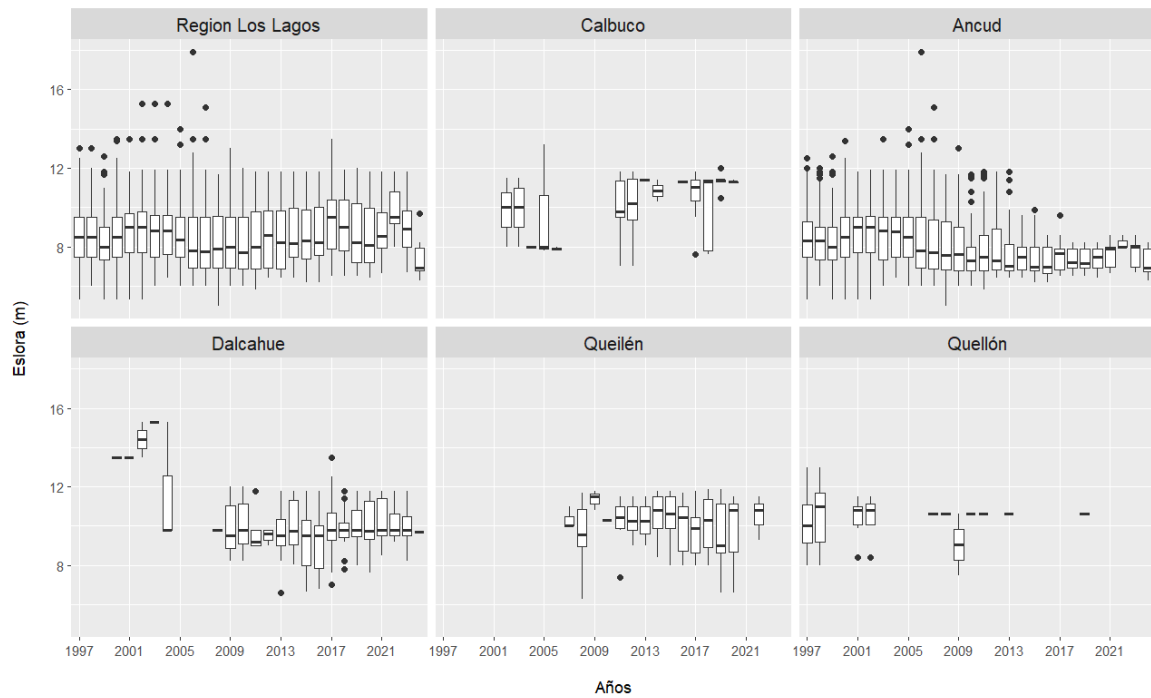


Figura 6. Eslera de embarcaciones que registran desembarques para huepo en los puertos monitoreados en la región de Los Lagos. Gráfico representa la concentración de las esleras en percentiles de 25-75 % y la mediana del total de los datos.



Figura 7. Composición anual del material de construcción de la flota artesanal con registro de la operación sobre huepo por puerto.

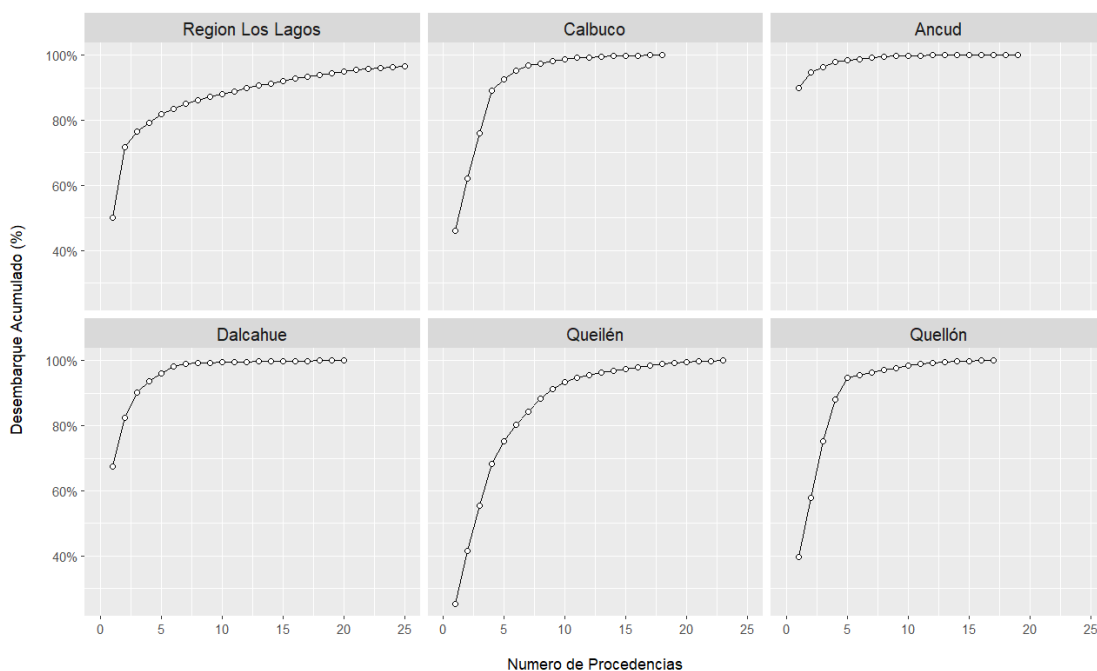


Figura 8. Concentración de procedencias de pesca, por puerto, que explican los desembarques de huepo. Valores acumulados históricos.

5.1.3.2 Ubicación de bancos.

Con referencia a la Figura 8, se procedió a generar una cartografía de las procedencias de pesca registradas en la región de Los Lagos vinculados a los puertos que registran operación y la captura acumulada de ellas (Figura 9). La información gráfica se llevó a escalas de observación local en mapas que fueron presentados a los usuarios para Dalcahue (Figura 10, Figura 11 y 12) y Queilen (Figura 13).

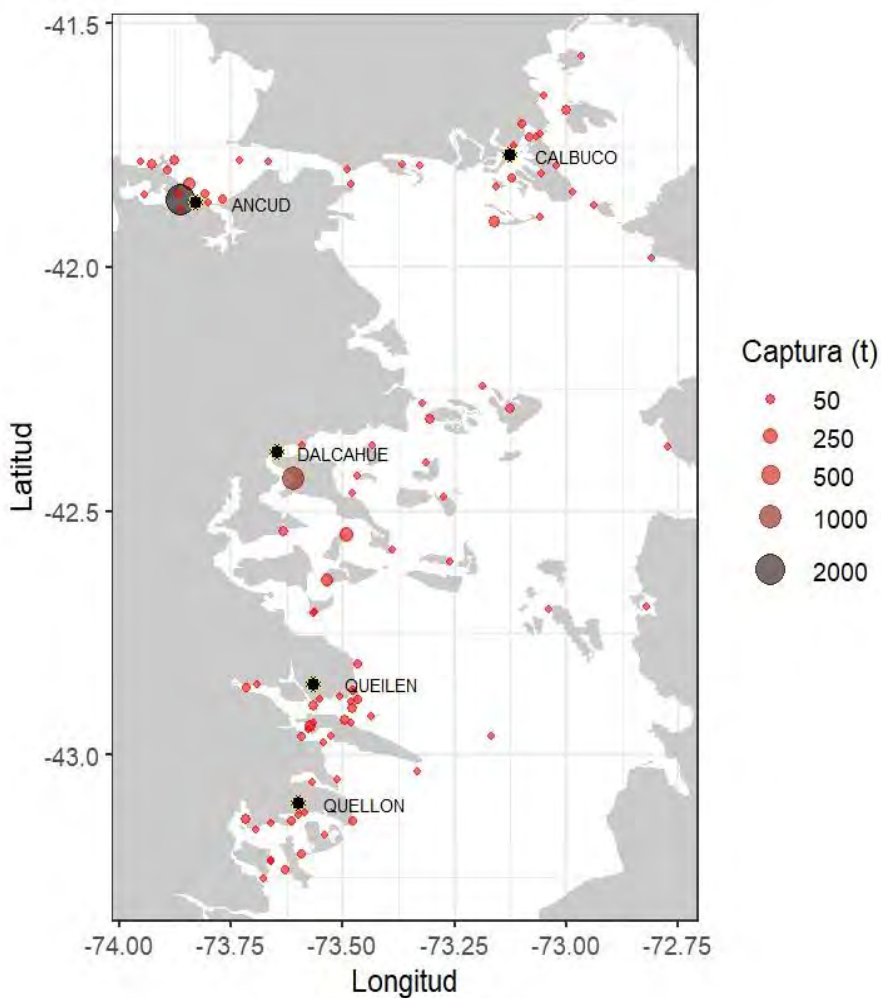


Figura 9. Procedencias de pesca de huego (proporcionales a la captura monitoreada) y puertos de desembarques acumulados asociados, registrados en el monitoreo bentónico de IFOP (1997 – 2025).

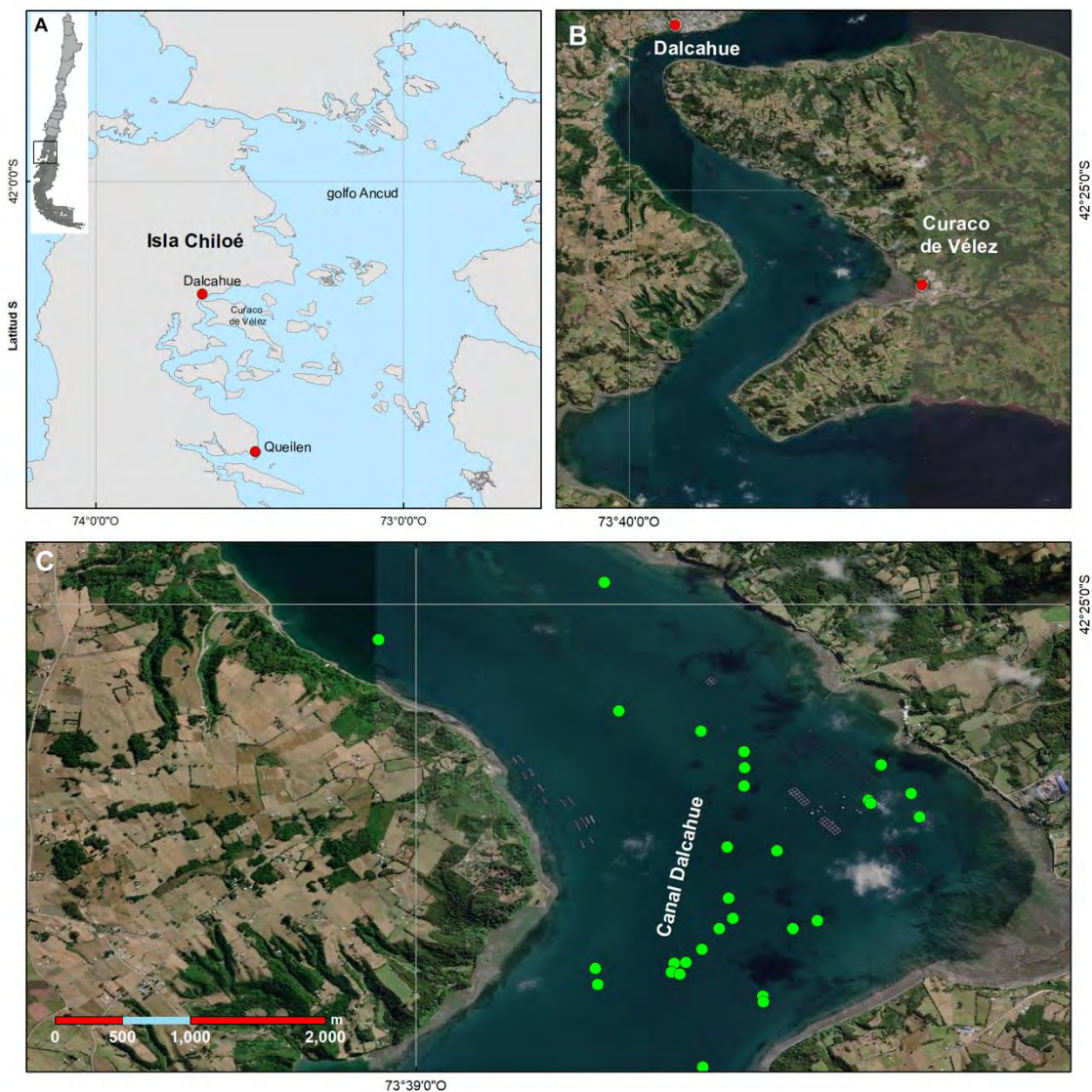


Figura 10. Procedencias de pesca (puntos verdes) en canal Dalcahue Frente a Curaco de Velez. Fuente: Monitoreo bentónico IFOP.



Figura 11. Trabajo con usuarios en la identificación / validación de los sitios de pesca de huego vinculadas al Puerto de Dalcahue.

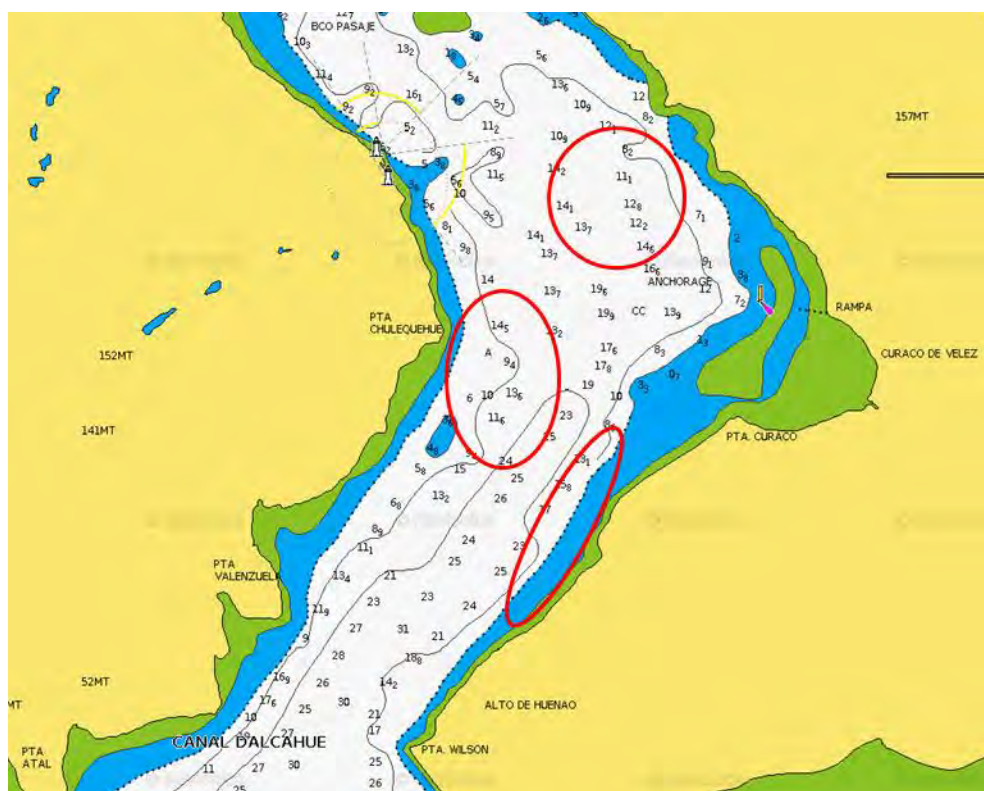


Figura 12. Definición a priori de bancos de huego en canal Dalcahue (Curaco de Velez, Curaco de Velez 2 y Curaco Sa José) en forma colaborativa con usuario.



Figura 13. Definición a priori de bancos de huevo en Queilen con usuario.

5.1.3.3 Solicitud de pesca de investigación.

Se entregan en Anexos 1 y 2.

5.1.3.4 Evaluación directa.

Evaluación directa.

Para el monitoreo de bancos del recurso huego en la región de Los Lagos, se realizó la evaluación directa de un total de 3 bancos asociados al puerto de desembarque de Dalcahue y los bancos de Paildad, Isla Tranqui y Queilen asociados al puerto de Queilen, basado en el análisis preliminar de la información recopilada durante el Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas entre los años 1997 y 2023 (procedencias de captura, monitoreos *in situ* y/o georreferenciación de procedencias de pesca), y desembarques de Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), el cual los indica como principales puertos de desembarque en la región de Los Lagos.

La selección se realizó considerando las procedencias de pesca informadas por los buzos locales y seguimientos in situ, registrados en el marco del Seguimiento Bentónico de IFOP, también se realizó un trabajo previo con buzos mariscadores de ambos puertos. La ubicación de los transectos dispuestos según la metodología para los bancos de Dalcahue y Queilen se muestran en las Figuras 14 y 15 A. La evaluación realizada en la bahía Ancud se presenta en la Figura 15 B.

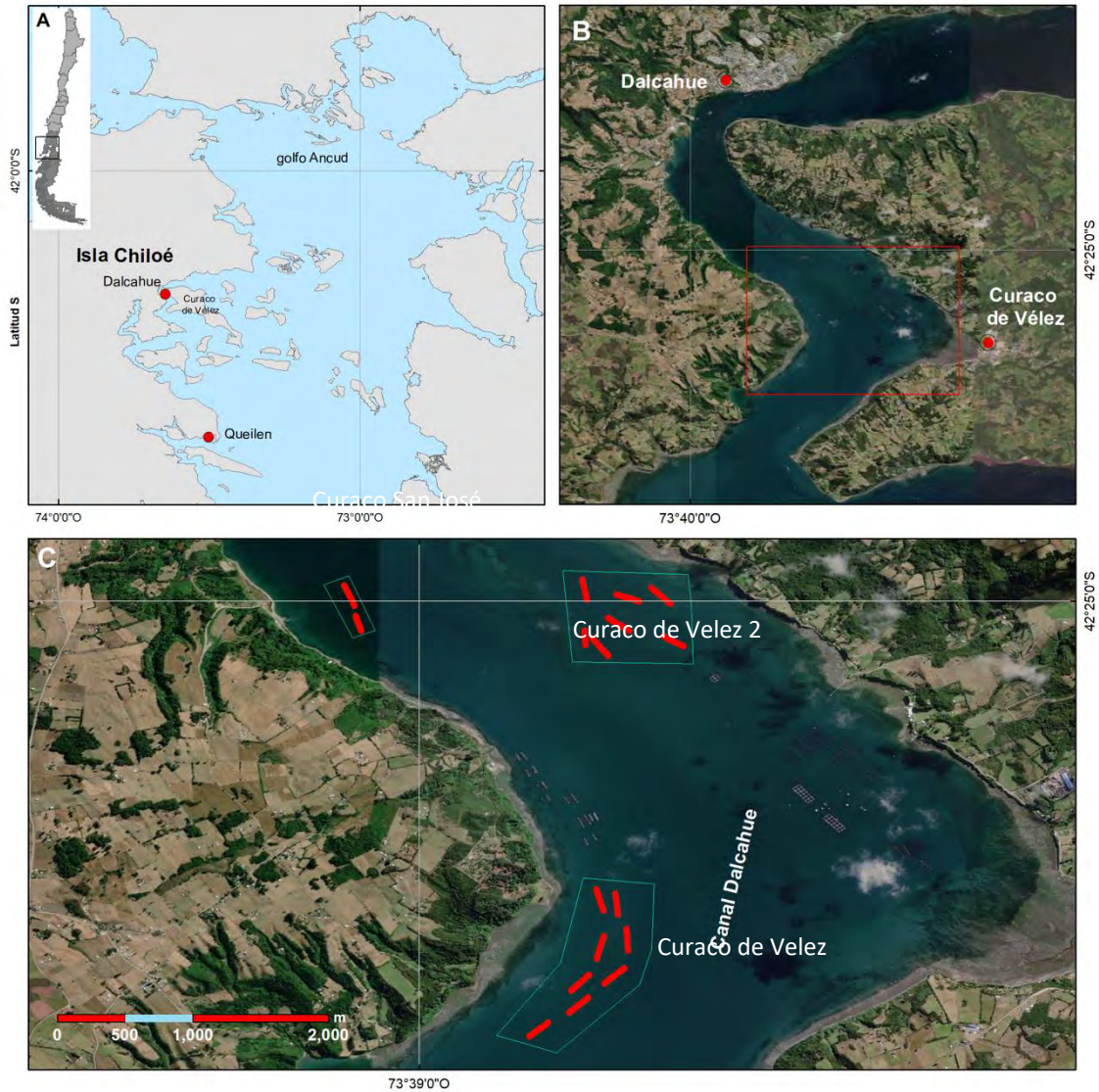
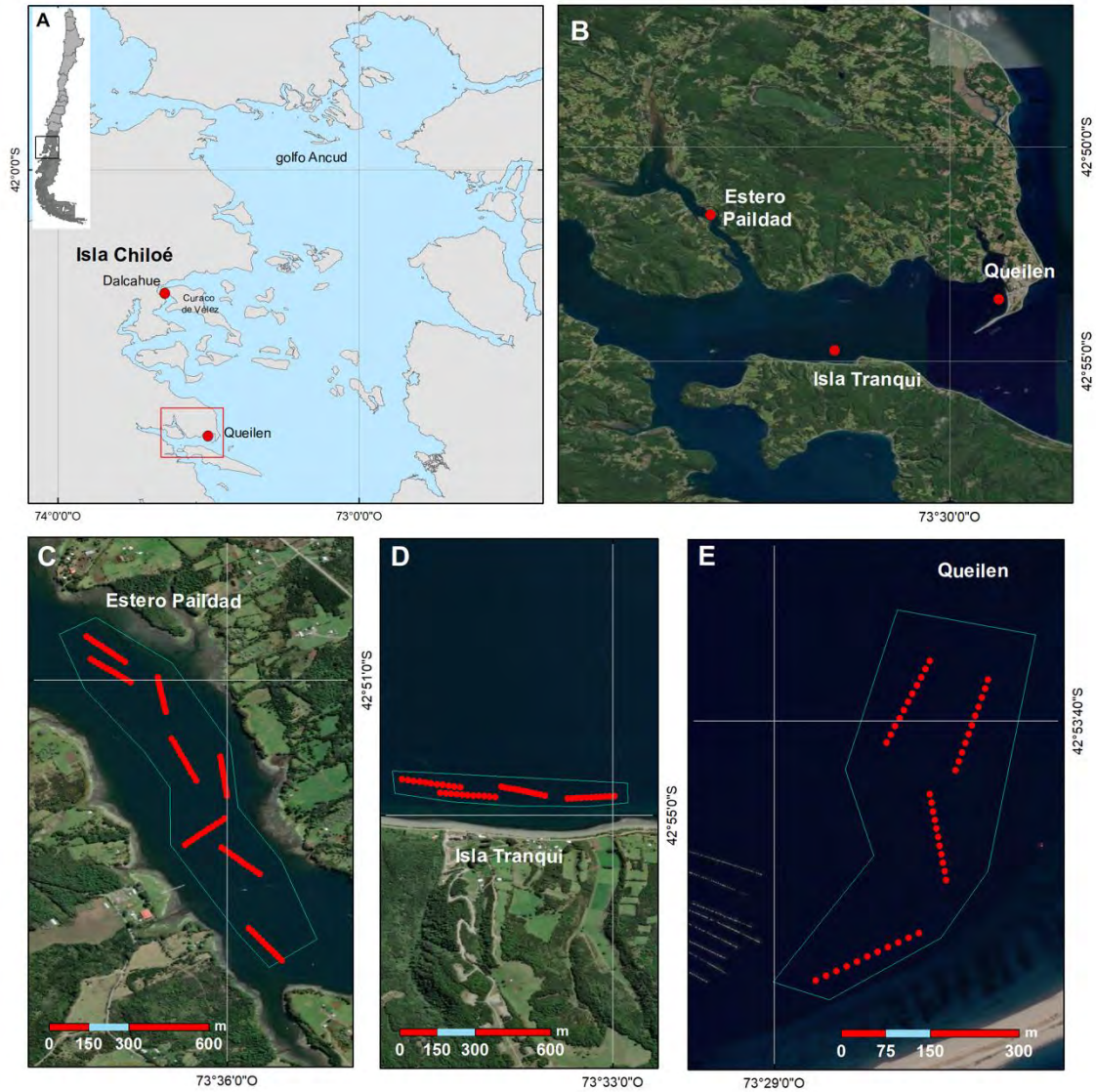


Figura 14. Ubicación de transectos en cada sitio evaluado del canal Dalcahue, (Curaco de Velez y Curaco de Velez 2) puntos rojos muestran transectos compuestas por 11 cuadrantes de 1m² cada una

(A)



(B)



Figura 15. (A) Ubicación de transectos en cada sitio evaluado cercano al puerto de Queilen, puntos rojos muestran transectos compuestas por 11 cuadrantes de 1m² cada una. (B) Ubicación de transectos en los sitios de evaluación en bahía Ancud, Punta Corona y Ancud.

El arte de pesca de extracción de los individuos en cada cuadrante se muestra en la Figura 16, consistentes en alicates modificados por los mismos pescadores. Las Figuras 17 y 18 muestran la extracción de muestras los individuos en la evaluación directa, que luego en tierra fueron medidos en su longitud total y peso húmedo (Figura 19).

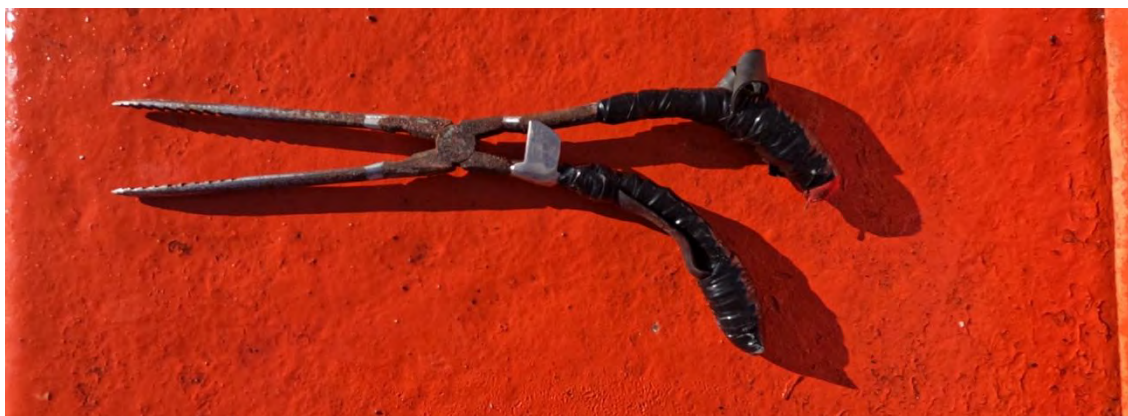


Figura 16. Pinza utilizada para la extracción de Huevo.



Figura 17. Individuo de huevo siendo extraído con pinza desde interior de cuadrante en evaluación directa de huevo. Imagen obtenida desde cámara GoPro dispuesta en buzos de los muestreos.



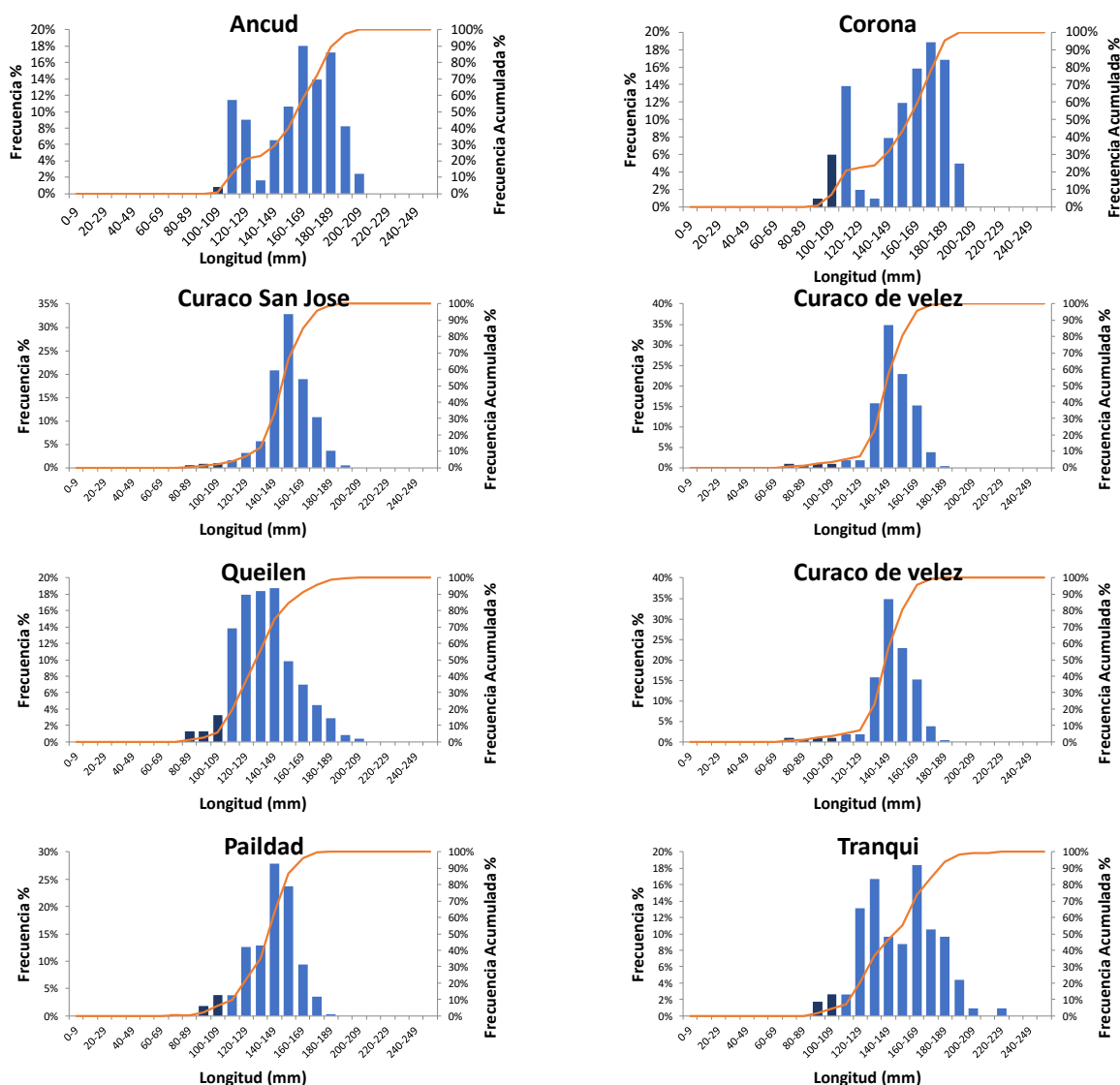
Figura 18. Individuo de huevo siendo extraído con pinza desde interior de cuadrante en evaluación directa de huevo. Imagen obtenida desde cámara GoPro dispuesta en buzos de los muestreos.



Figura 19. Clasificación de individuos por clases de talla en etapa de muestreo en evaluación directa.

Estructura de tallas.

La distribución de frecuencias de tallas de los bancos evaluados en aguas interiores de la región de Los Lagos y en bahía Ancud se presenta en la Figura 20, que en forma común en los banco evaluados, muestra una composición predominantemente adulta, con escasa representación de individuos juveniles, que podría estar explicado por un rápido escapamiento de la función de crecimiento en los primeros años de vida de la especie o eventualmente la existencia de zonas de reclutamiento poblacional diferentes del stock sujeto a pesquería.



Estimación geoestadística de la abundancia

Los resultados de la estimación de abundancia por banco se obtiene para los fines de este reporte por dos métodos, una estimación geoestadística (Tabla 3 y Anexo 7) y una expansión geográfica de la abundancia considerando aleatoriedad (Tabla 4), para cada una de estas estimaciones se presentan los resultados en términos de biomasa total, stock (definida *a priori* sobre la talla mínima legal), sobre el mismo número de observaciones, la diferencia de la estimaciones de biomasa total entre ambos métodos es entre el -20 % y + 10 % en los casos en los cuales se registró diferencia. En ambos casos se empleó la misma superficie por banco evaluado. La función de peso a la talla fue obtenida de todos los individuos muestreados al efecto, en todos los bancos evaluados.

Tabla 3. Resultados de la estimación geoestadística de la abundancia de huego (*E. macha*) por sitio evaluado en la región de Los Lagos (el punto corresponde a marcador decimal)

Categoría	Parámetro (Unidad)	Ancud	Corona	Curaco de Vélez	Curaco de Vélez 2	Curaco San José	Paildad	Queilen	Tranqui
Información descriptiva	Número de observaciones	66	55	77	22	88	88	44	44
	N. de observaciones positivas	46	44	39	12	80	46	40	27
	Densidad media (positivas, ind/m ²)	11,83	10,09	6,46	2,58	6,75	6,83	5,90	5,11
	Distancia mínima (km)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Distancia máxima (km)	0,66	0,56	0,55	0,28	1,15	1,20	0,56	0,62
Promedio de proceso	Box-Cox (λ)	0,33	0,14	0,36	-0,76	0,30	0,40	0,65	0,28
	Probabilidad de observación de stock	0,86	0,86	0,51	0,59	0,96	0,70	0,89	0,78
	Densidad Kriging (ind/m ²)	12,24	10,10	6,85	2,16	7,00	6,32	5,91	5,06
	Coefficiente de variación	0,11	0,07	0,20	0,14	0,19	0,20	0,08	0,17
Función de correlación espacial	Modelo	Gaussian	Gaussian	Spherical	Gaussian	Spherical	Gaussian	Exponential	Exponential
	Sill	1,56	0,58	2,12	0,15	1,71	2,63	2,39	1,41
	Rango	0,08	0,00	0,34	0,00	0,51	0,11	0,01	0,05
	Nugget	1,27	0,07	1,39	0,00	0,91	1,41	0,00	1,03
Abundancia	Área de distribución efectiva (ha)	9,33	1,94	8,41	0,75	17,26	9,98	4,03	3,11
	Abundancia total (individuos)	983.156	167.655	292.972	9.508	1.154.806	439.165	211.252	123.162
	Abundancia explotable (individuos)	975.098	156.035	283.207	9.191	1.128.157	413.151	199.180	117.760
	Peso medio (g)	65,01	61,14	46,56	46,56	53,09	42,97	40,07	54,05
	Biomasa total (t)	63,91	10,25	13,64	0,44	61,31	18,87	8,46	6,66
	Biomasa explotable (t)	63,77	10,05	13,53	0,44	60,94	18,48	8,29	6,57

Tabla 4. Resultados de la estimación geométrica de la abundancia de huego (*E. macha*) por sitio evaluado en la región de Los Lagos (el punto corresponde a marcador decimal)

Categoría	Parámetro (Unidad)	Ancud	Corona	Curaco de Vélez	Curaco de Vélez 2	Curaco San José	Paildad	Queilen	Tranqui
Información descriptiva	Número de observaciones	66	55	77	22	88	88	55	44
	Densidad media (ind/m ²)	12,24	8,07	3,27	1,41	6,14	3,57	5,29	3,14
	Coefficiente de variación	0,11	0,24	0,41	0,51	0,24	0,41	0,17	0,40
Abundancia	Área de distribución efectiva (ha)	9,33	1,94	8,41	0,75	17,26	9,98	4,03	3,11
	Abundancia total (individuos)	983.156	156.500	275.270	10.543	1.059.112	356.257	213.231	97.445
	Abundancia explotable (individuos)	975.098	145.654	266.094	10.192	1.034.671	335.155	201.046	93.171
	Peso medio (g)	65,01	61,14	46,56	46,56	53,09	42,97	40,07	54,05
	Biomasa total (t)	63,91	9,57	12,82	0,49	56,23	15,31	8,54	5,27
	Biomasa explotable (t)	63,77	9,38	12,71	0,49	55,89	14,99	8,37	5,20

La distribución de frecuencia de densidades (Figura 21) en los muestreos indica una distribución agregada, concordante con la observación señalada por los pescadores referente a una conformación de bancos distinta a la observada en las zonas más productivas, como Tubul (región del Biobio) o Bahía de Ancud (región de Los Ríos), que se caracterizan por un gran banco que concentra la actividad

extractiva, desde las entrevistas a los usuarios se discute la posible explicación antrópica de esta situación.

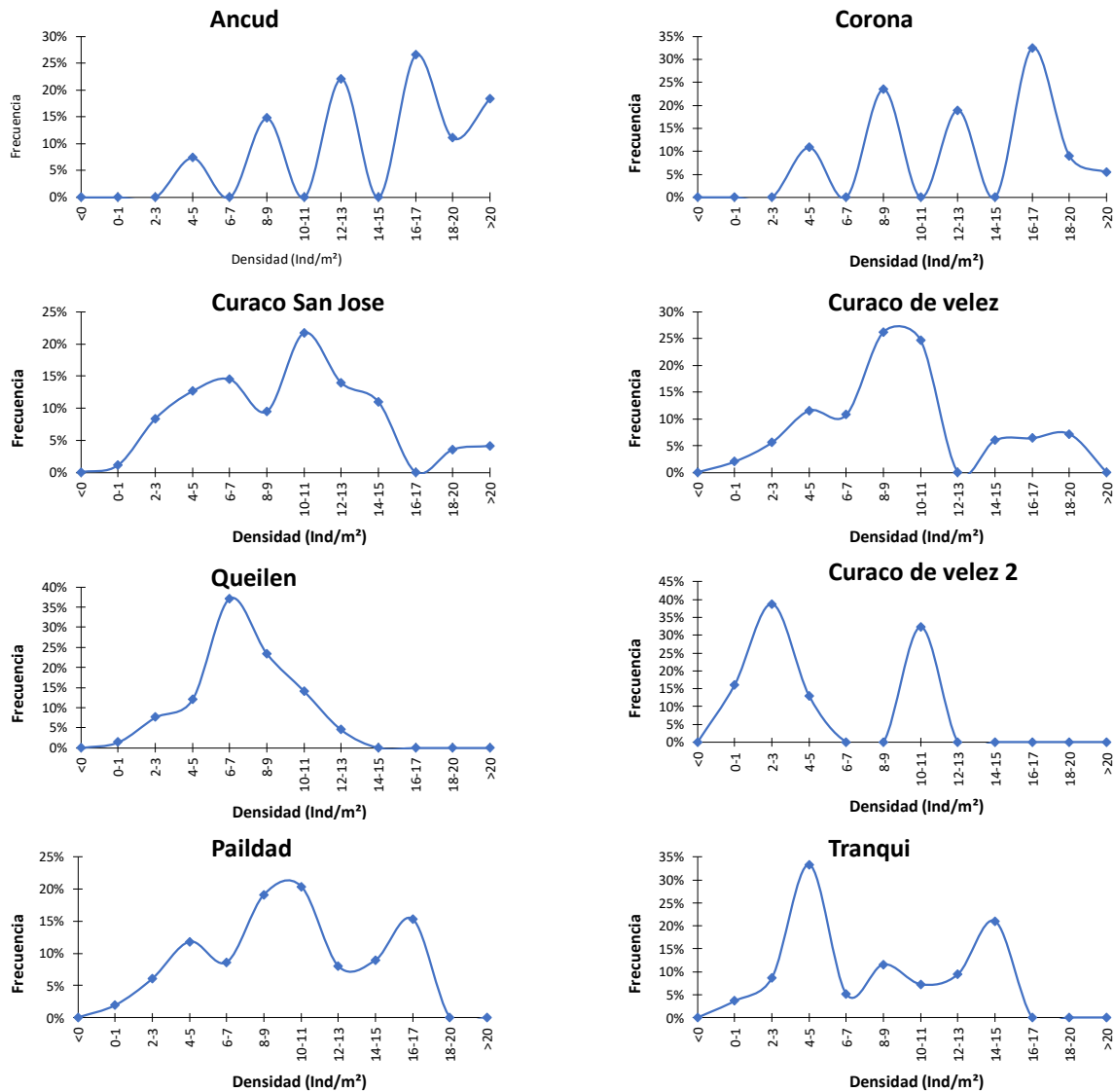


Figura 21. Distribución de frecuencia de densidades en los sitios de evaluación de huevo (*E. macha*) en la región de Los Lagos.

5.1.3.5 Ojiva de madurez y talla de primera madurez sexual.

Tabla Madurez Sexual Macroscópica para huevo (*E. macha*), a emplear en estudio FIPA 2024-22

La presente Tabla de Madurez Sexual, corresponde a un extracto del propuesto para *Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865), publicado por Darriba *et al.* (2004), en base a cortes histológicos y observaciones macroscópicas. Para esta especie (*E. arcuatus*), el dimorfismo sexual es observado solo en estado de alta madurez sexual en base al color y textura de las gónadas. Las hembras presentan una gónada blanquecina y una textura lechosa, mientras que los machos presentan un color beige con textura granular. La observación previa debe ser corroborada *in situ* para la especie *Ensis macha* en el desarrollo de este estudio.

Estados de madurez sexual (machos y hembras).

Estado 0

Descanso. El tejido gonadal es reducido y casi perceptible, puede similar a una lámina transparente en la parte anterior del músculo aductor.

Estado 1

Inicio de la gametogénesis. La apariencia externa de la gónada es similar a la descrita para el estado 0.

Estado 2

Gametogénesis avanzada. Se pueden identificar los sexos. El tejido gonadal es color beige en machos y blanquecina en hembras. De mayor tamaño en la parte anterior del músculo aductor. Parcialmente cubre la glándula digestiva y desarrollo parcial en el pie.

Estado 3

Maduro. La gónada creció cubriendo completamente la glándula digestiva e invadiendo el interior del pie.

Estado 4

Regresión. Notoria disminución del volumen de la gónada. Se observa particularmente esta disminución en la glándula digestiva y en el pie.

Si bien se debe tratar de identificar cada uno de los estados, es importante, en caso de dudas entre los estados 0 y 1 señalar cero.

En el desarrollo de la evaluación directa de huevo, se corroboró la coloración de la gónada para la identificación de los sexos, correspondiendo está a la señalada en el protocolo precedente, la Figura 22 corresponde a individuos hembras y validando a su vez la identificación de la estructura gonadal.



Figura 22. Imagen de coloración lechosa de un individuo de *E. macha* hembra y su cobertura en el manto.

Muestreos mensuales.

Los muestreos mensuales para la obtención de los parámetros de la ojiva de madurez fueron realizados en los sitios de extracción del Puerto de Queilen, los primeros días de cada mes, desde mayo de 2025 a abril de 2026, posterior a las evaluaciones directas realizadas en el mes de abril.

La representación gráfica de las proporciones de machos y hembras de los muestreos se presenta en la Figura 23, mientras que los estados de madurez de las observaciones corresponden a los estados de la escala empleada (Figura 24), con una tendencia al predominio de la condición de madurez, tanto

para individuos machos como para individuos hembras, así como en la situación de los sexos combinados (Figura 25).

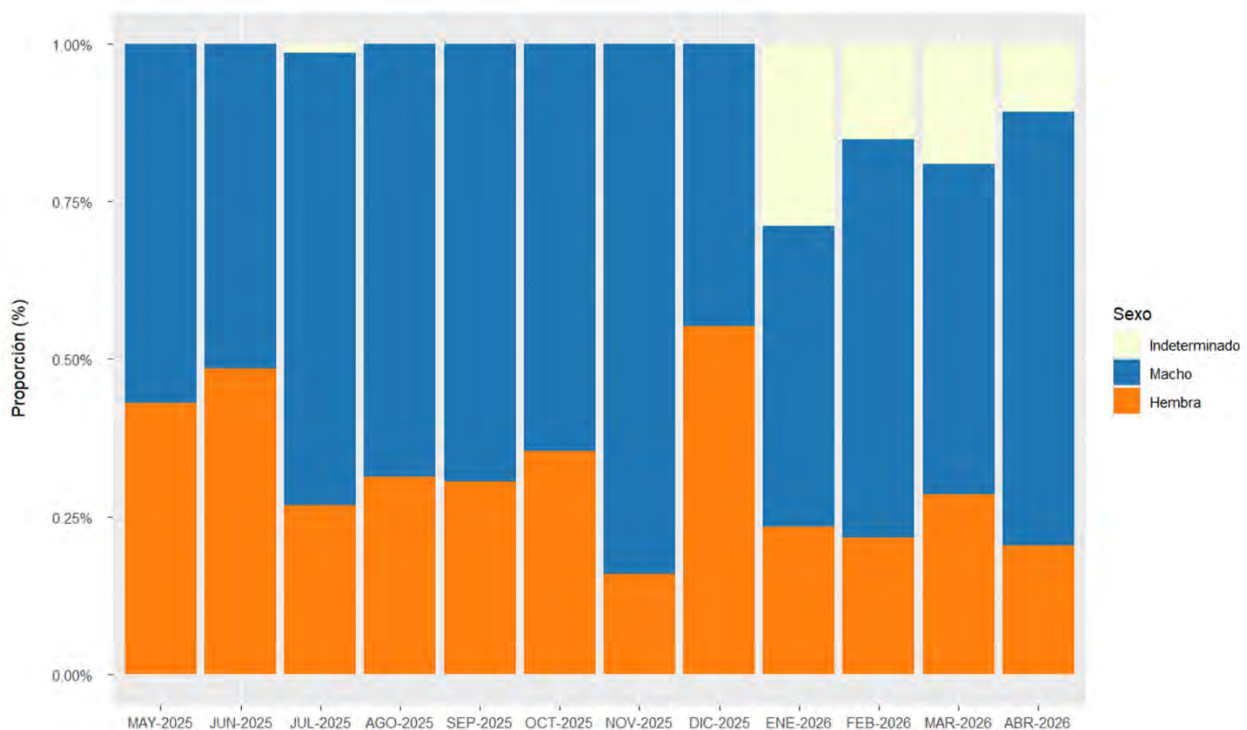


Figura 23. Proporción de sexo por individuos muestreados desde mayo 2025 a abril 2026 en localidad de Queilen, región de Los Lagos.

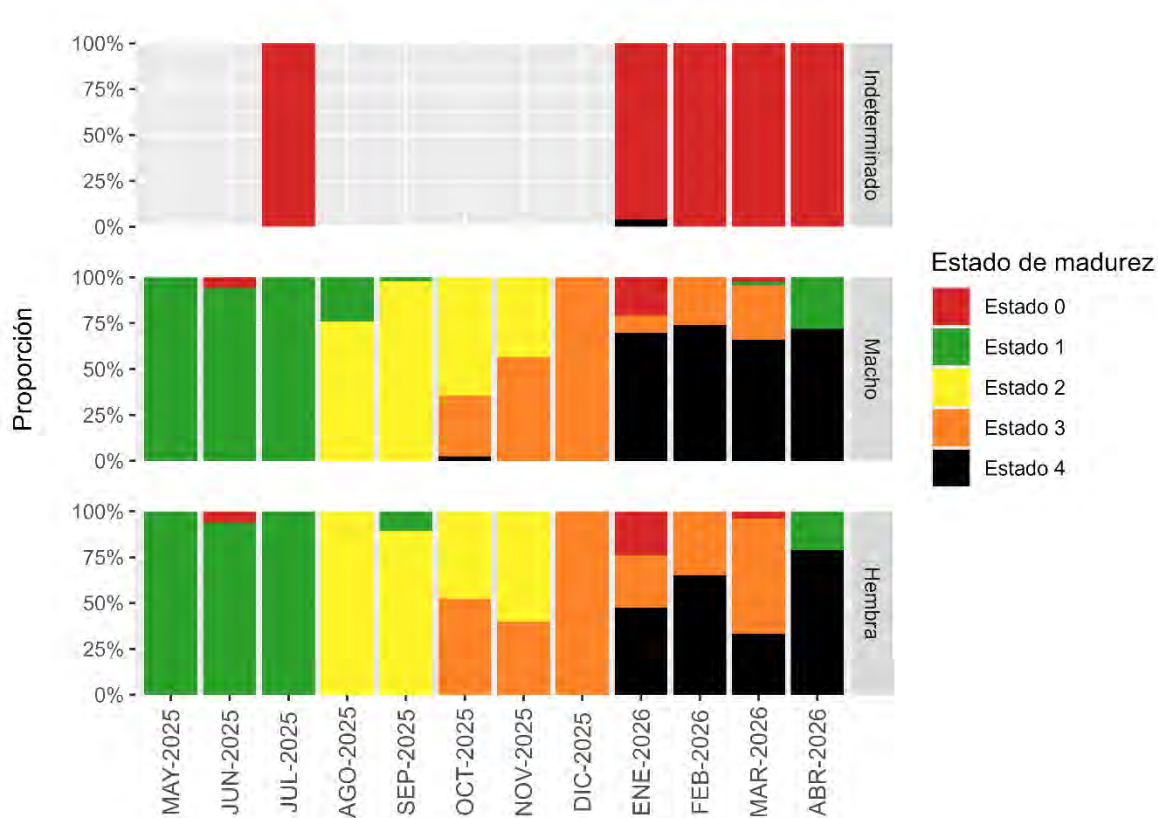


Figura 24. Estados de madurez por sexo para individuos muestreados desde mayo del 2025 a abril de 2026 en la localidad de Queilen, región de Los Lagos.

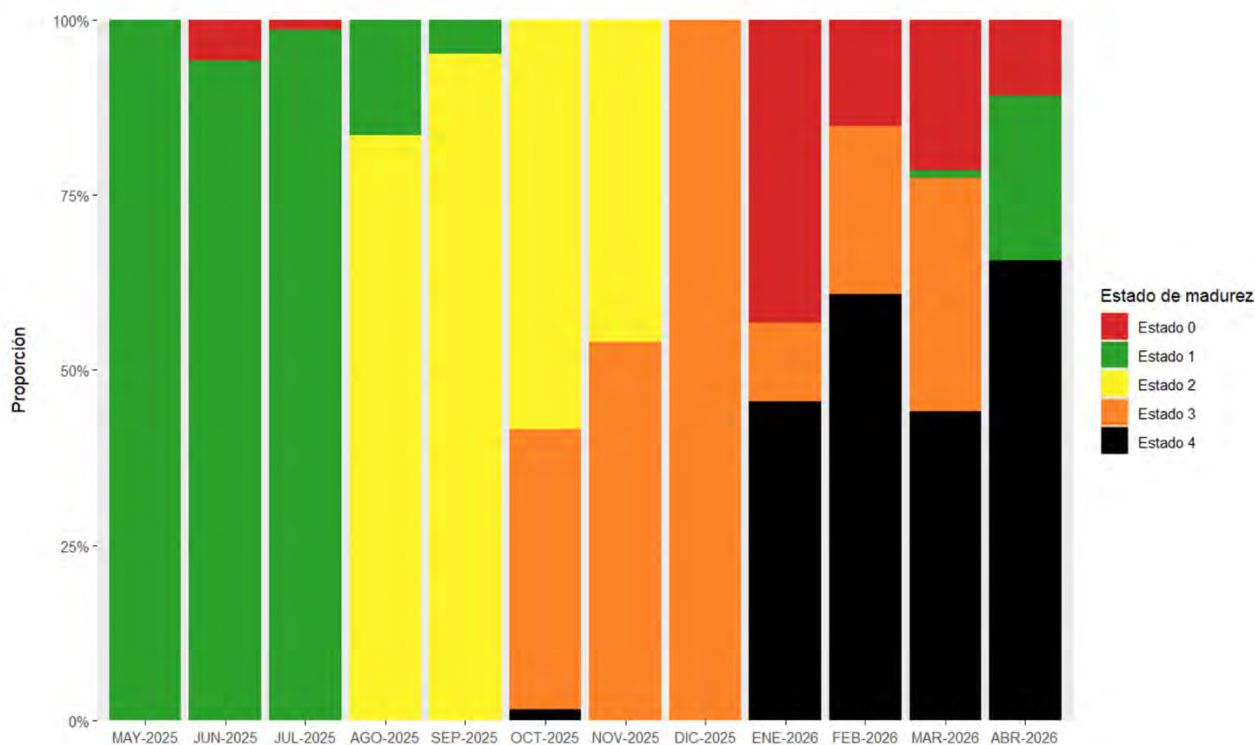


Figura 25. Estados de madurez para sexos combinados para individuos muestreados desde mayo del 2025 a abril de 2026 en la localidad de Queilen, región de Los Lagos

Se analizaron distintos escenarios de agrupación para la construcción de las ojivas de madurez y determinación del Lc_{50} que se resumen en la Tabla 5. De los escenarios evaluados, se seleccionó como proposición de resultado para el manejo la ojiva que agrupó los datos en los meses de diciembre 2025 a abril 2026, así como la de sexos combinados, en función de los valores de cv y AIC, estacionalidad de los procesos, proporción de participación en el desove y la presencia permanente de menos de un 50% de hembras en los muestreos (Figura 26 y Tabla 6), los parámetros que condicionan las ojivas obtenidas se presentan en la Tabla 7.

Tabla 5. Valores de cv (coeficientes de variaci3n) y AIC (Akaike Information Criteria), de las agrupaciones mensuales de datos de madures sexual (L_{50}) e intervalo de confianza al 95% (IC95%), para el puerto de Queilen, regi3n de Los Lagos.

Escenario	Meses evaluados	Sexo	N	L_{50} (mm)	IC95% (mm)	CV	AIC
1	10-11	Macho	95	140,4	128,5–152,2	0,043	125,1
		Hembra	33	134,1	108,2–160,0	0,099	48,5
		Combinado	128	138,7	127,9–149,6	0,040	170,0
2	10-11-12	Macho	125	129,2	119,2–139,2	0,040	153,9
		Hembra	70	95,6	50,5–140,7	0,241	78,6
		Combinado	195	118,3	106,4–130,2	0,051	237,0
3	11-12-01	Macho	126	106,4	86,6–126,1	0,095	134,7
		Hembra	68	106,6	98,5–114,8	0,039	41,8
		Combinado	220	114,6	108,4–120,8	0,028	215,4
4	10-11-12-01	Macho	168	119,7	109,9–129,5	0,042	199,0
		Hembra	91	102,2	82,0–122,4	0,101	95,9
		Combinado	285	119,2	113,4–125,0	0,025	322,4
5	01-02-03-04	Macho	209	100,5	88,5–112,5	0,061	144,8
		Hembra	84	101,8	93,0–110,7	0,044	45,3
		Combinado	359	111,8	107,2–116,5	0,021	337,8
6	10-11-12-01-02-03-04	Macho	334	106,3	95,4–117,3	0,053	335,6
		Hembra	154	93,4	73,0–113,9	0,112	134,4
		Combinado	554	113,4	108,5–118,4	0,022	590,0
7	12-01-02-03-04	Macho	239	100,2	88,7–111,6	0,058	149,1
		Hembra	121	99,5	90,5–108,5	0,046	49,9
		Combinado	426	109,6	105,0–114,2	0,021	362,7

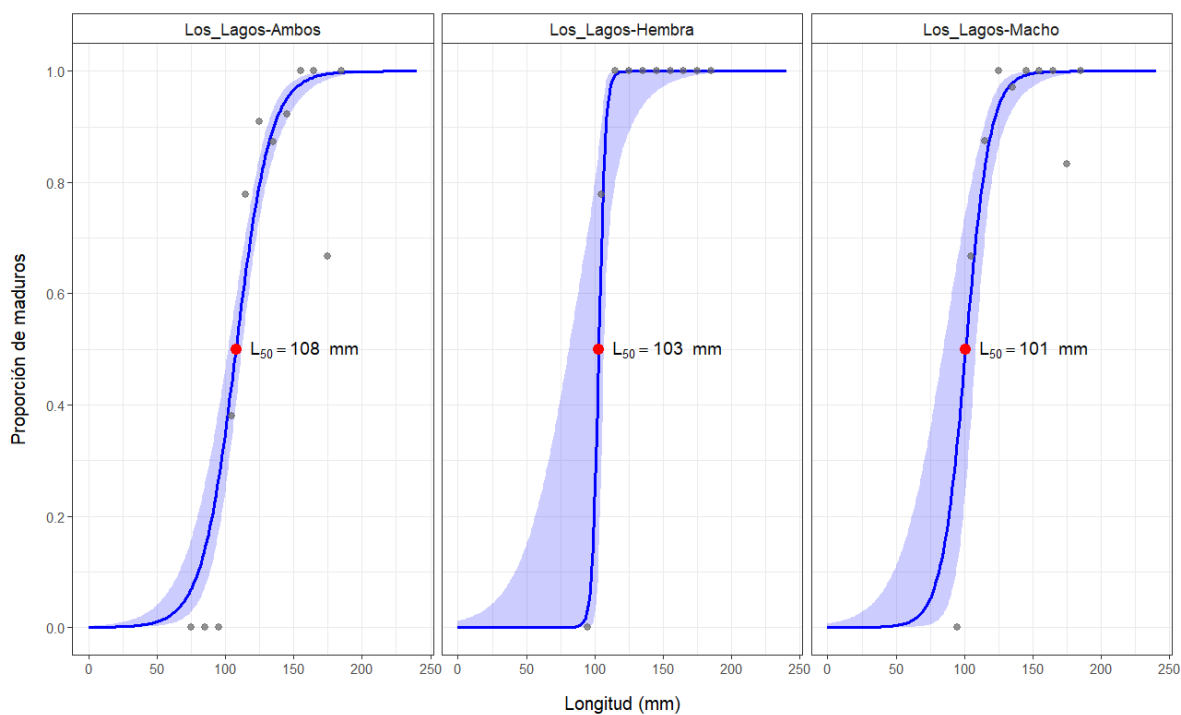


Figura 26. Ojivas de madurez y valores de L_{50} en base a los muestreos de Queilen por sexos y sexo combinados para el recurso huepo, agrupación de datos de los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, región de Los Lagos.

Tabla 6. Parámetros de la ojiva de madurez estimados para el recurso huepo, por sexo y sexo combinado, en base a los muestreos de Queilen por sexos y sexo combinados para el recurso huepo, agrupación de datos de los meses de diciembre 2025 a marzo 2026, región de Los Lagos. Se presentan los valores de L_{C50} , Intervalos de confianza al 95 % (Li y Ls); coeficientes de variación (cv), tamaño de muestra (N) e índice de Akaike (AIC).

Estimación	L_{50} (mm)	LI 95%	LS 95%	CV	N	AIC
Hembra	102,9	98,5	107,3	0,022	102	16,1
Macho	100,8	91,2	110,5	0,049	175	58,5
Ambos	107,8	103,0	112,6	0,023	333	252,2

Tabla 7. Parámetros de las diferentes ojivas de madurez para huepo (β_0 y β_1), error estándar, valor de Z y p-valor y su respectivo coeficiente de variación.

Estimación	Intercepto (β_0)	Pendiente (β_1)	Error estándar	Z	p-valor	CV
Hembra	-42,6253	0,4143	0,184	2,255	0,024	0,443
Macho	-11,3388	0,1124	0,027	4,094	0,000	0,244
Ambos	-8,5729	0,0795	0,010	7,760	0,000	0,129

Índice de condición.

Los índices de condición se presentan en la Figura 27, con una disminución del valor de esta variable hacia los meses de invierno (julio y agosto), para incrementar desde el mes de septiembre (primavera y verano), que se correlaciona con el cambio hacia condiciones de mayor disponibilidad de alimento por incremento estacional de productividad primaria.

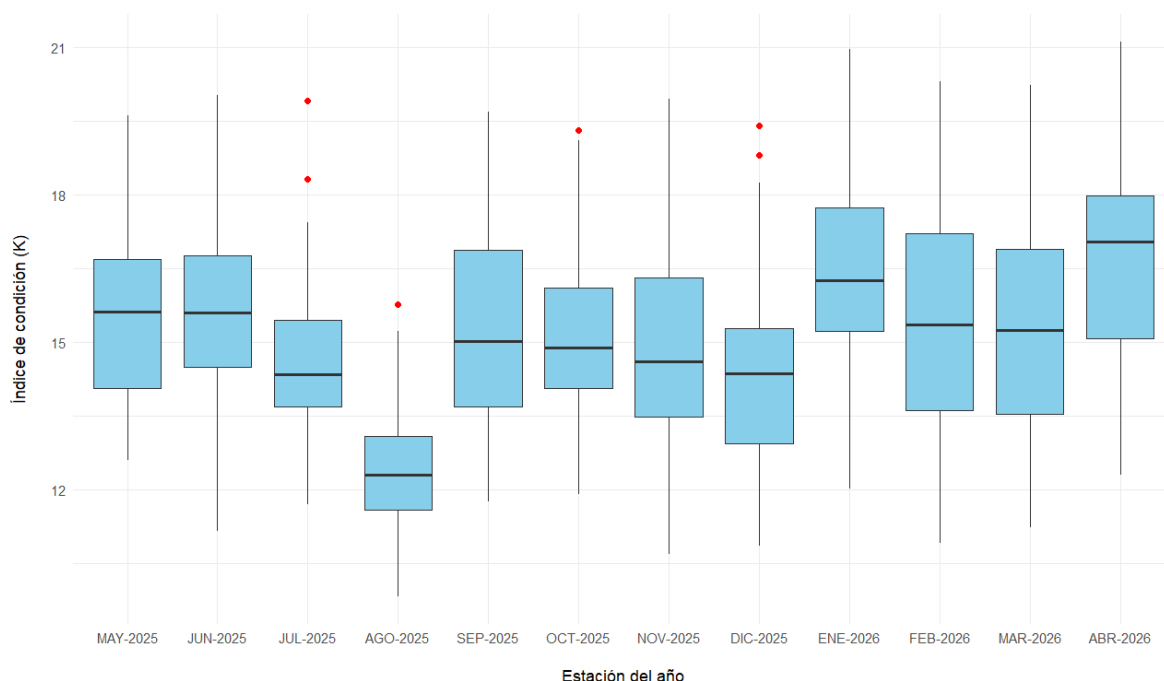


Figura 27. Índice de condición de los individuos muestreados desde mayo de 2025 a abril de 2026 en la localidad de Queilen, región de Los Lagos. El gráfico, un boxplot (o diagrama de caja y bigotes) muestra cómo se distribuyen los valores de IC. La caja central y líneas marcan el valor más bajo del tercer cuartil, la mediana y el valor más alto del tercer cuartil. Bajo y sobre la caja se observan los datos extremos con líneas y los atípicos con puntos.

5.1.3.6 Obtención de parámetros de crecimiento desde las estructuras de tallas del monitoreo.

Las estructuras de tallas permiten la observación de información como la selectividad de la pesquería a la talla, reclutamientos, tallas medias y otras entre otros. A estas variables se agrega el potencial informativo para la determinación de parámetros de crecimiento en forma indirecta.

La Figura 28 muestra las distribuciones de tallas anuales de huepo en la región de Los Lagos, que en términos generales muestra una predominancia de tallas adultas, sobre la talla mínima legal de 110 mm de longitud total, con modas sobre los 150 mm crecientes desde el año 2008 aprox. Y longitudes máximas sobre los 200 mm (Figura 29). Las distribuciones en la escala de puertos muestran la mayor disponibilidad de las series de datos en los puertos de Ancud y Dalcahue, con representación similar de las tallas anuales (Figura 30) que se presentan como candidatas a implementar metodologías de evaluación más complejas. La revisión de las tallas en percentiles a través boxplot (un boxplot, o

diagrama de caja y bigotes, es una gráfica estadística que muestra cómo se divide un grupo de datos numéricos. Usa una caja central y líneas llamadas bigotes para marcar cinco datos clave: el valor más bajo, el primer cuartil, la mediana, el tercer cuartil y el valor más alto) muestra un incremento de la concentración de los percentiles 2 y 3 en escala regional, aparentemente por una mayor ponderación en los últimos años por el aporte del puerto de Dalcahue, a pesar de la alta variabilidad de las tallas en complot puerto de Ancud desde el año 2014.

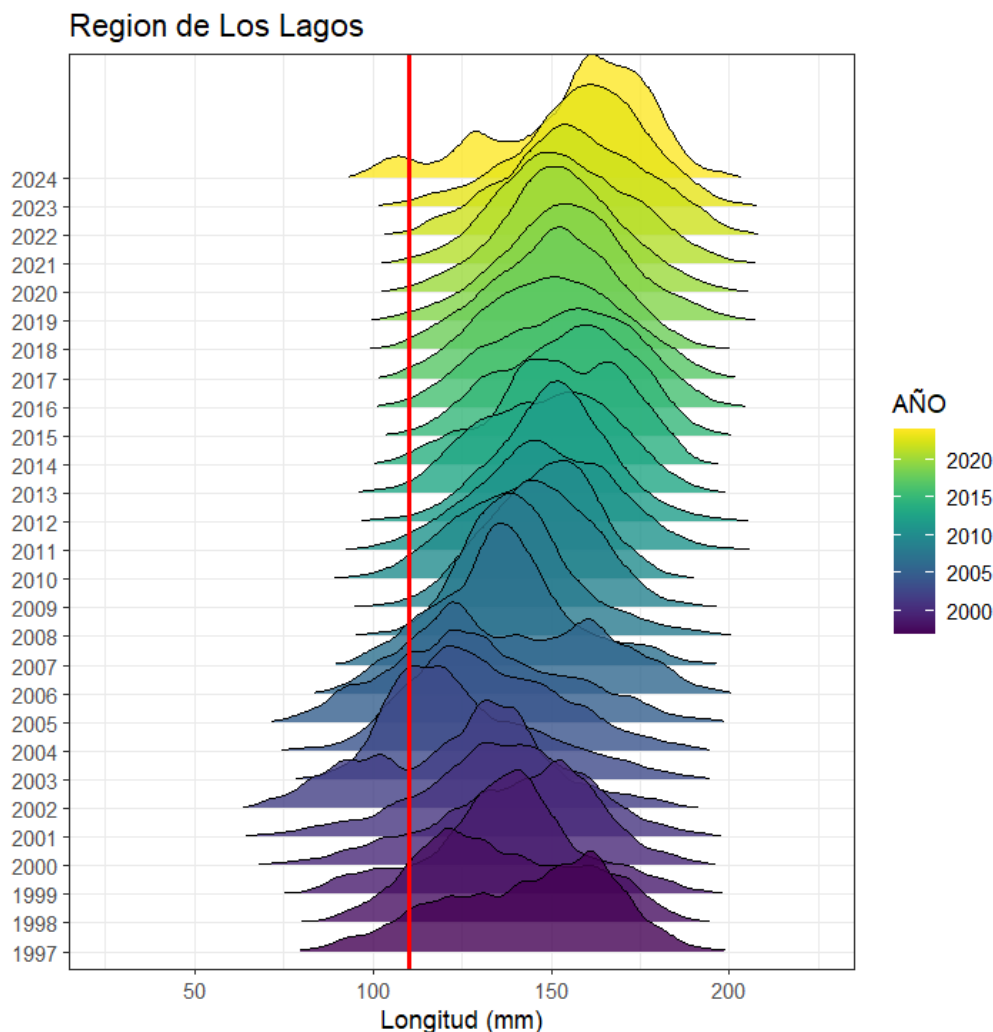


Figura 28. Estructura de tallas de huevo monitoreados desde el desembarque en escala regional para Los Lagos. Línea roja señala talla mínima legal de 110 mm para la región de Los Lagos.

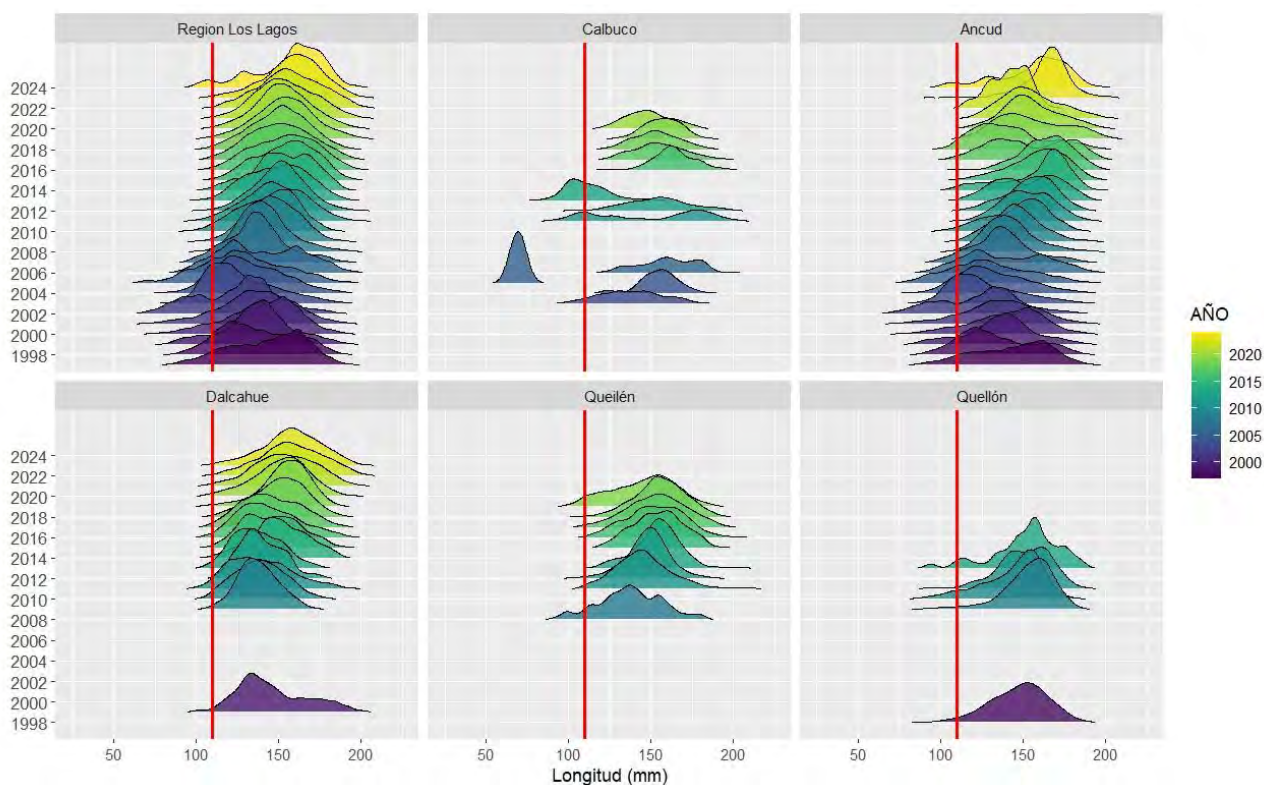


Figura 29. Estructuras de tallas de huego desde el desembarque monitoreado a nivel regional y a escalas de puertos en la región de Los Lagos.

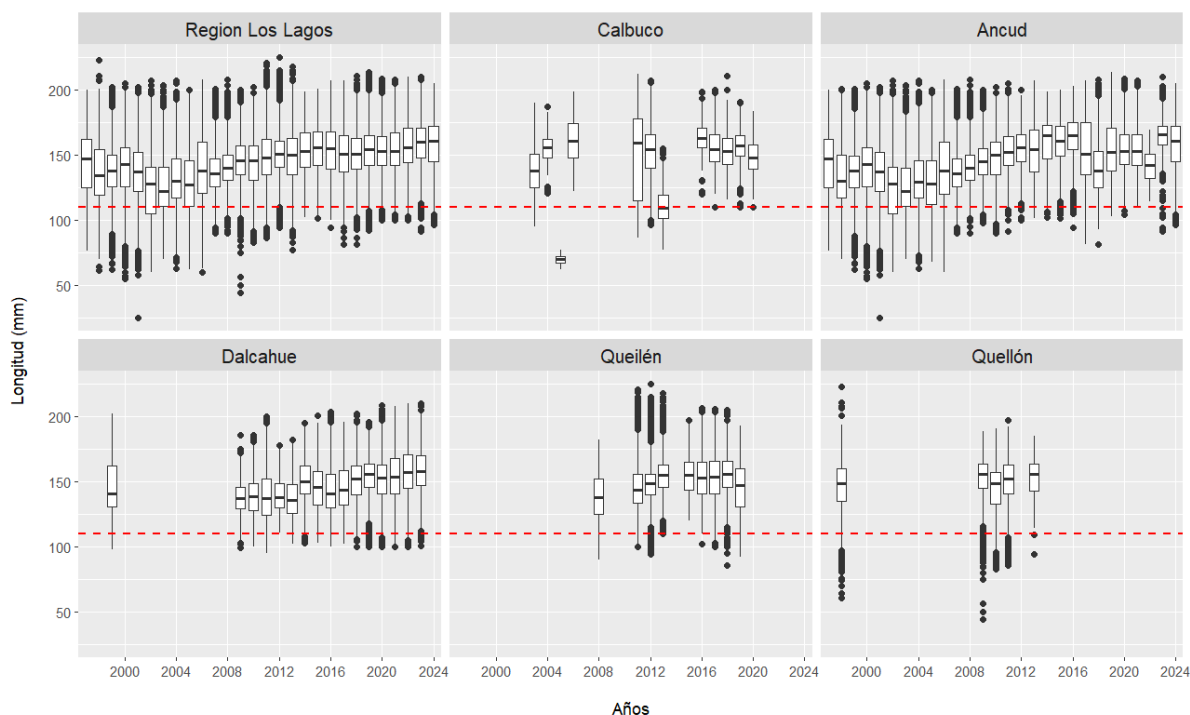


Figura 30. Gráfico Boxplot con la distribución de los percentiles de las tallas para la región de Los Lagos y a escala de puertos. Línea roja señala talla mínima legal.

Las estructuras por Puerto se señalan para las localidades de Calbuco, Ancud, Dalcahue, Queilen y Quellón. Se podría en etapas futuras del estudio, explorar a través de progresiones modales la hipótesis de parámetros regionales subyacente en el estudio (Figuras 31 a 35).

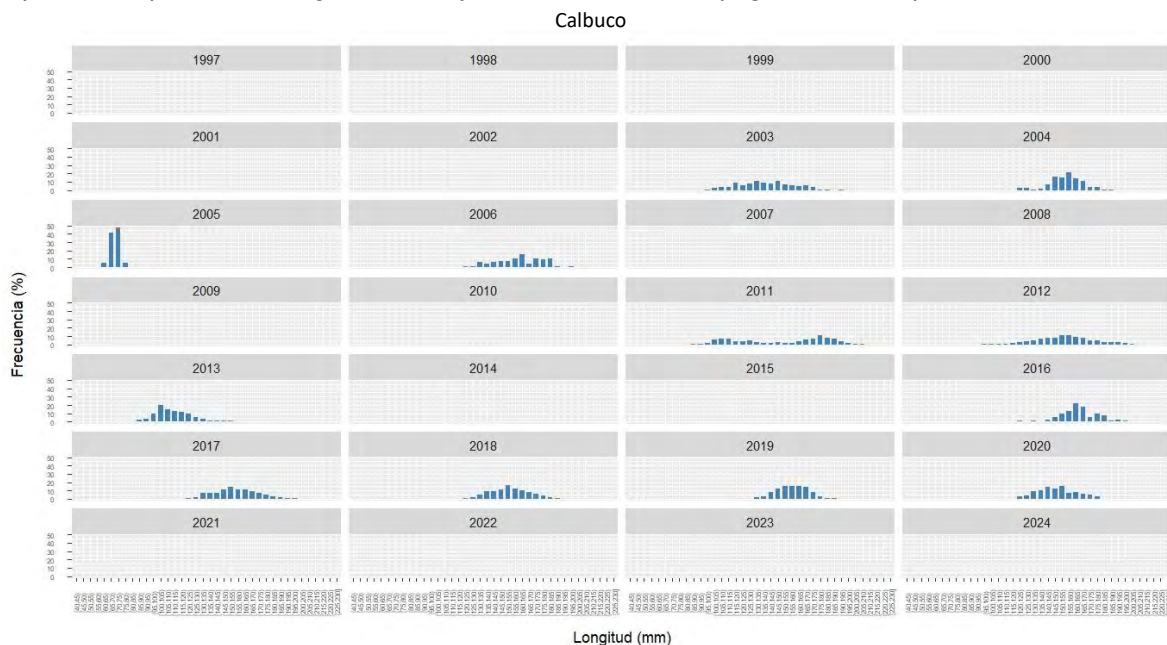


Figura 31. Estructura de tallas de huego monitoreadas en el desembarque en el Puerto de Calbuco

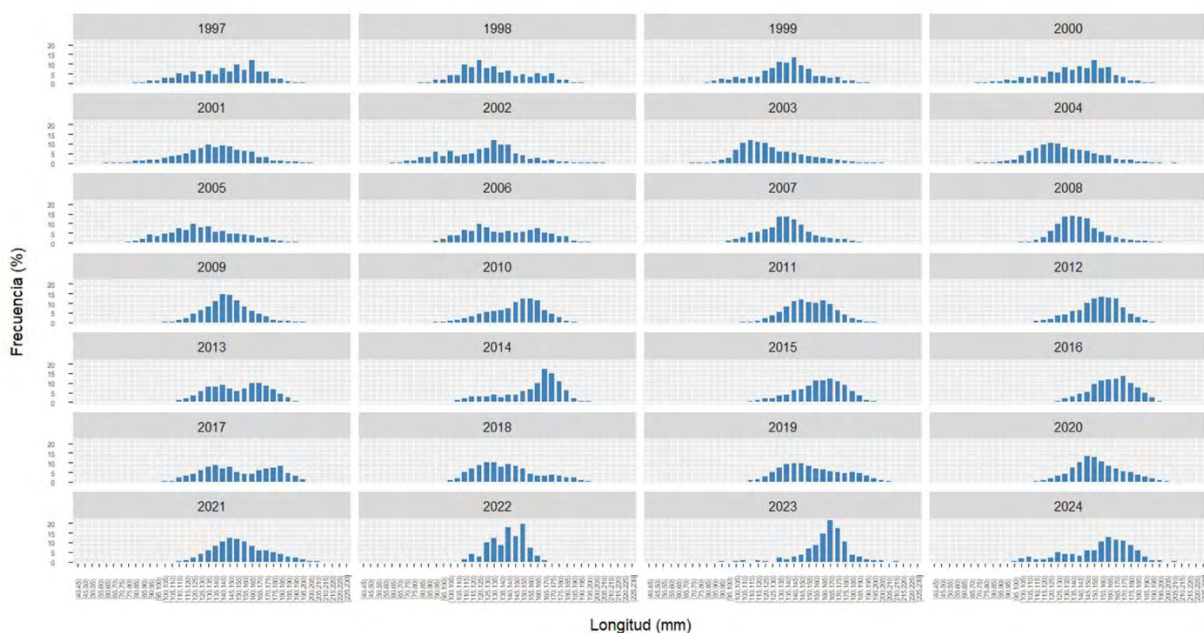


Figura 32. Estructura de tallas de huego monitoreadas en el desembarque en el Puerto de Ancud.

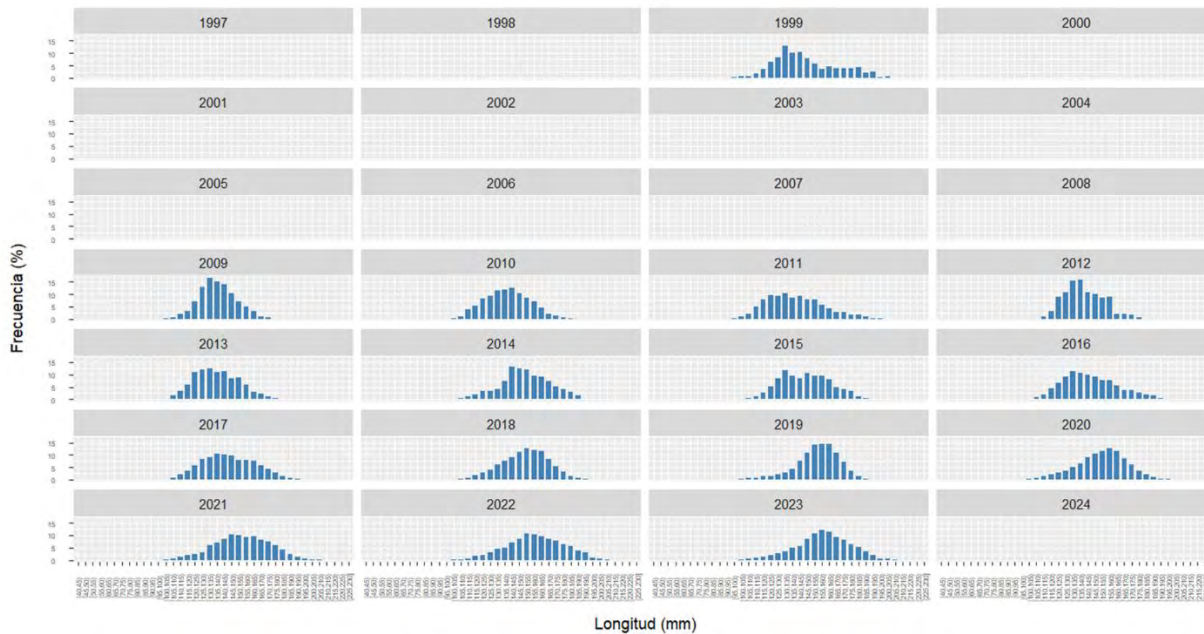


Figura 33. Estructura de tallas de huego monitoreadas en el desembarque en el Puerto de Dalcahue.

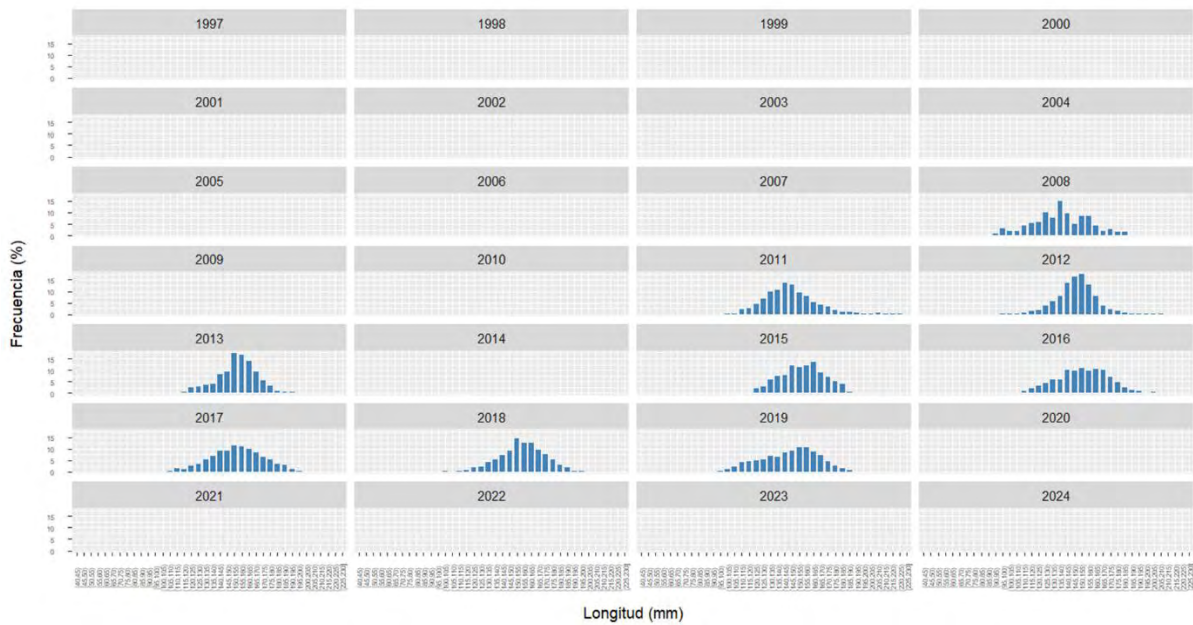


Figura 34. Estructura de tallas de huego monitoreadas en el desembarque en el Puerto de Queilen.

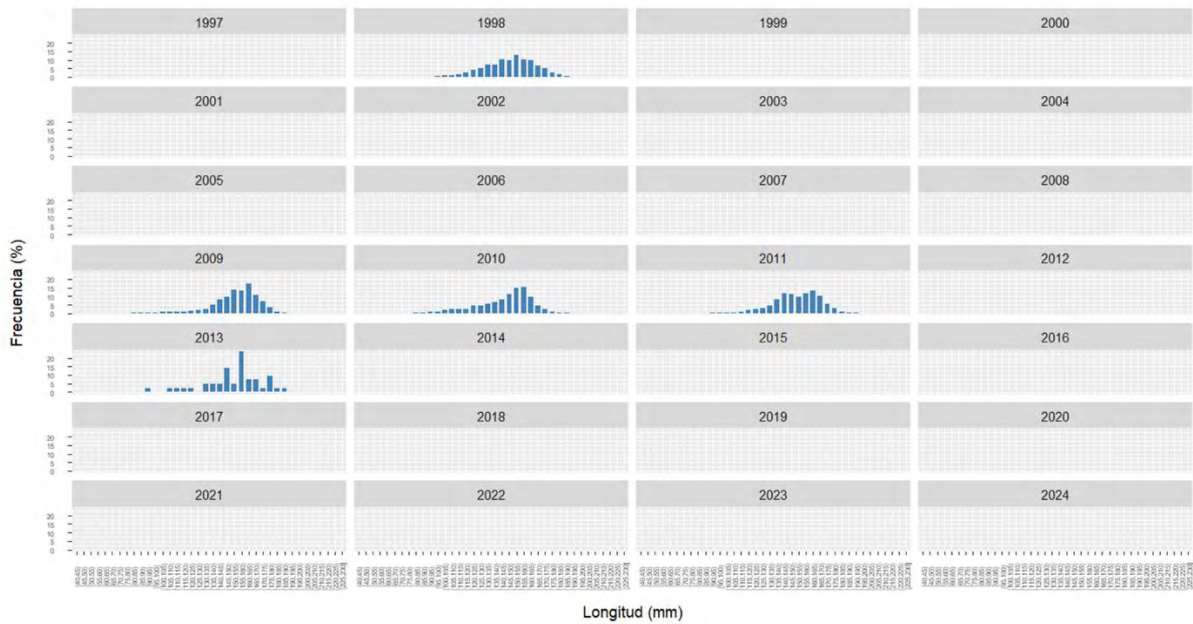


Figura 35. Estructura de tallas de huego monitoreadas en el desembarque en el Puerto de Quellón.

Estrategia de Modelación.

El número de edades latentes se evaluó mediante tres escenarios (7, 8 y 9 edades), representando configuraciones de menor y mayor complejidad estructural (Tabla 8). Las diferencias en la función objetivo y la verosimilitud fueron reducidas entre escenarios, sin embargo, se observaron cambios en los parámetros de crecimiento, particularmente en L_{∞} y K .

Tabla 8. Parámetros de crecimiento estimados por el MCCT para diferentes escenarios de grupos de edades. L_{∞} = longitud asintótica de la función; K = constante de escapamiento de la función de crecimiento; L_0 =longitud de primera captura; Loglike: valor de verosimilitud; AIC=índice de parsimonia a Akaike; Φ' = valor phi prima.

Edades	L_{∞}	k	L_0	n	Log-Verosimilitud	AIC	Φ'
7	238,2±12,3	0,17±0,02	29,9±3,8	47	4644,5	9383,0	3,98
8	200,1±8,76	0,23±0,03	59,3±4,0	53	4642,3	9390,5	3,96
9	209,2±9,5	0,18±0,02	37,2±4,7	59	4641,0	9400,1	3,90

La comparación entre los escenarios configurados con siete, ocho y nueve clases de edad permitió evaluar la sensibilidad de las estimaciones de crecimiento frente a la estructura etaria asumida por el modelo. En términos generales, se observó que el número de edades consideradas influye tanto en la estabilidad numérica del ajuste como en la coherencia biológica de los parámetros estimados, particularmente en el coeficiente de crecimiento y la longitud asintótica. Si comparamos valores Φ' las variaciones son pequeñas ($\Delta\Phi'=0.08$) lo que se traduce en que distintas curvas de crecimiento describen misma estrategia de vida.

En el escenario con siete clases de edad, el modelo logra un ajuste adecuado a las composiciones de talla observadas; sin embargo, la reducción en el número de cohortes tiende a concentrar el crecimiento en un rango etario más acotado. Esta situación se refleja en una estimación relativamente más alta del coeficiente de crecimiento, como mecanismo de compensación estructural para reproducir la presencia de tallas grandes observadas en la pesquería. Este comportamiento es consistente con lo descrito en la literatura para modelos de composiciones de talla cuando la estructura etaria es simplificada.

Por su parte, el escenario con nueve clases de edad introduce un mayor grado de flexibilidad en la representación de la estructura de tallas, permitiendo una separación más fina entre cohortes. No obstante, esta mayor complejidad no se traduce en una mejora sustantiva del ajuste global, y se asocia a un aumento en la incertidumbre de algunos parámetros, así como a señales de menor estabilidad numérica del modelo. En este contexto, la incorporación de una clase adicional de edad parece capturar variabilidad residual más que una señal clara de crecimiento, lo que dificulta la interpretación biológica de los resultados.

El escenario intermedio, con ocho clases de edad, presenta un balance adecuado entre complejidad estructural, estabilidad del ajuste y plausibilidad biológica de los parámetros estimados. Bajo esta configuración, el modelo reproduce de manera consistente las distribuciones de talla observadas, evitando compensaciones extremas en los parámetros de crecimiento y manteniendo una estructura etaria coherente con la dinámica esperada del recurso. En consecuencia, este escenario se considera el más representativo para describir el patrón de crecimiento del huego en el área y período analizados.

En conjunto, la comparación de escenarios respalda la selección del modelo con ocho clases de edad como configuración base para el análisis, al ofrecer una representación parsimoniosa y robusta de la relación entre talla y edad implícita en los datos disponibles.

Las distribuciones marginales de tallas estimadas mediante el modelo MCCT se evaluaron bajo tres configuraciones alternativas del número de edades relativas (7, 8 y 9), con el objetivo de analizar la sensibilidad del ajuste frente a este supuesto estructural. En la Figura 36 se presentan, de manera comparativa, las distribuciones marginales observadas y predichas para cada escenario, permitiendo evaluar visualmente las diferencias en la forma de la distribución, particularmente en la zona central y en las colas asociadas a tallas pequeñas y grandes.

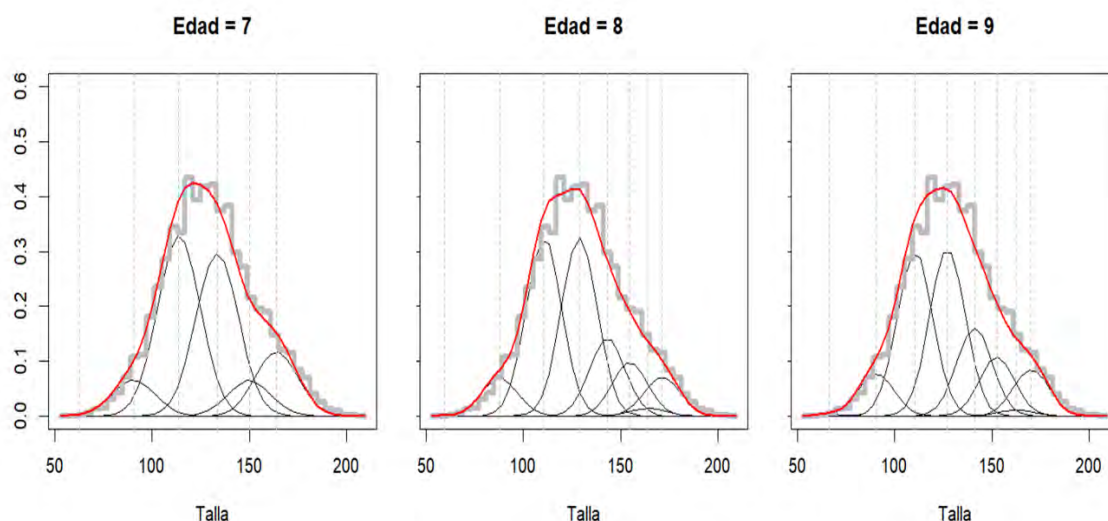


Figura 36. Distribuciones marginales de tallas observadas (barras grises) y predichas por el modelo MCCT (línea roja) para el recurso *Ensis macha* desembarcado en el puerto de Ancud, bajo distintos escenarios de número de edades relativas. Las curvas negras corresponden a las componentes de crecimiento asociadas a cada edad relativa.

En términos generales, los tres escenarios reproducen adecuadamente el patrón unimodal de la distribución observada. Sin embargo, se observan diferencias en el grado de suavidad y en la representación de las colas, siendo el escenario con 7 edades el que muestra una distribución más concentrada, mientras que el escenario con 9 edades introduce una mayor flexibilidad en el ajuste,

especialmente hacia tallas mayores. El escenario con 8 edades representa una condición intermedia, manteniendo un buen ajuste global sin introducir oscilaciones marcadas en la forma de la distribución.

La Figura 37 las composiciones de tallas observadas y las predichas por el modelo MCCT para los años seleccionados en Ancud (2002–2007). En la mayoría de los casos, el modelo reproduce adecuadamente la posición de las modas principales y la dispersión de la distribución, capturando la estructura multimodal asociada a la superposición de edades relativas.

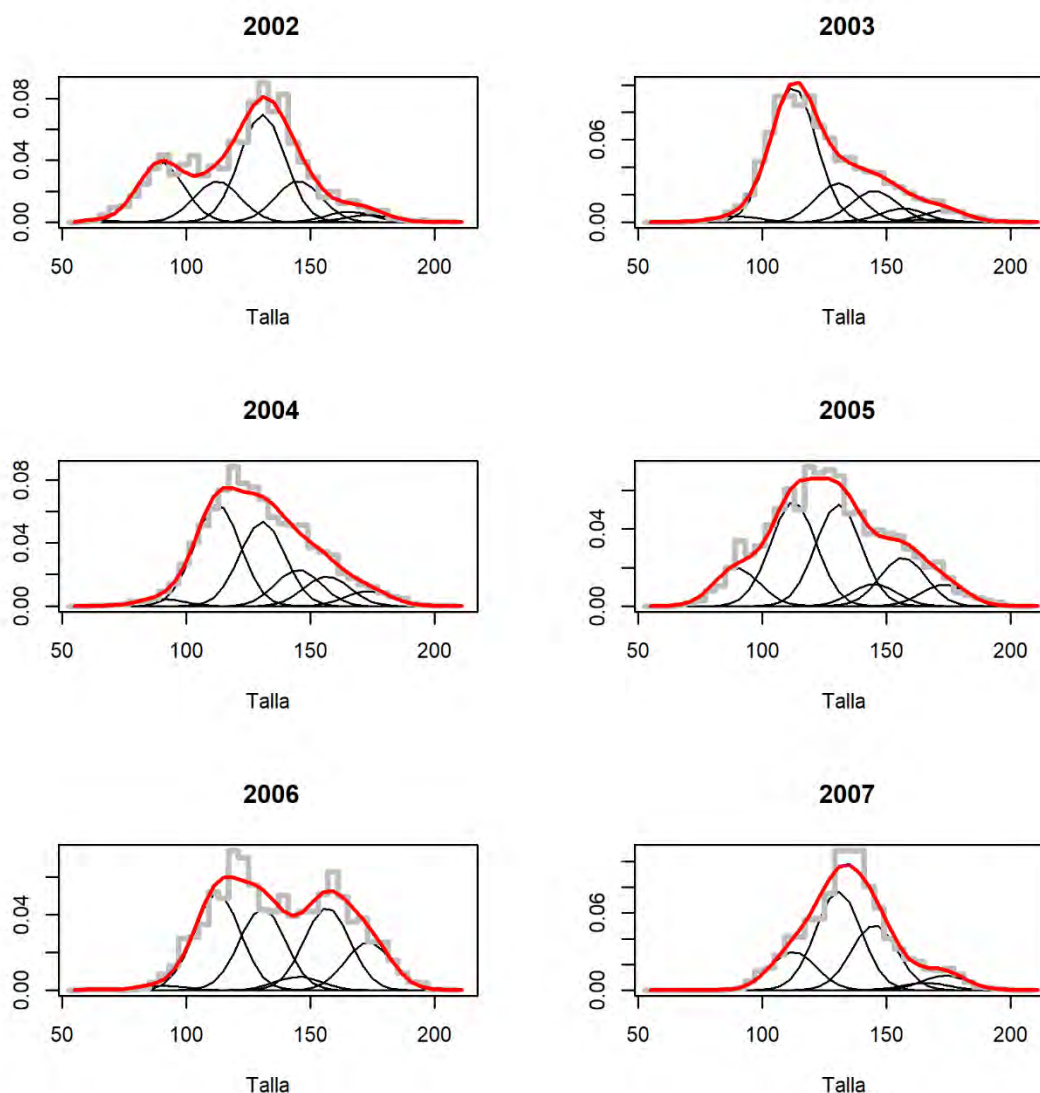


Figura 37. Composición de tallas observada (barras grises) y ajustada por el modelo (línea roja) para los años seleccionados de Ancud (2002–2007). Las líneas negras corresponden a las componentes del modelo por grupo de edad.

En general, las distribuciones exhiben una estructura multimodal, con distinto grado de solapamiento entre cohortes, lo que es consistente con un patrón de reclutamiento y crecimiento continuo del recurso *Ensis macha*. Sin embargo, se observa que la definición de los grupos de mayor talla es menos clara en algunas muestras, particularmente en aquellas correspondientes a periodos más recientes, donde la frecuencia de individuos grandes disminuye de manera importante.

Esta heterogeneidad en la estructura de tallas respalda el uso de un enfoque flexible como el modelo MCCT y justifica la evaluación de distintos escenarios en cuanto al número de edades consideradas en el ajuste del crecimiento, los cuales se analizan en la sección siguiente.

A partir del escenario seleccionado como modelo base, se estimó la curva de crecimiento en talla mediante el modelo MCCT. La Figura 38 muestra la relación entre talla media y edad relativa, junto con los intervalos de dispersión asociados a la variabilidad del crecimiento individual.

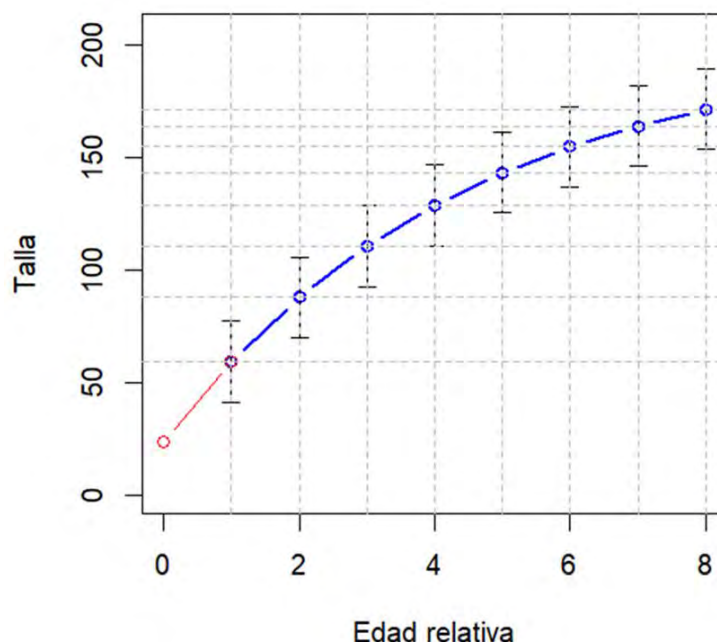


Figura 38. Curva de crecimiento talla–edad relativa estimada mediante el modelo MCCT para *Ensis macha* desembarcado en el puerto de Ancud, bajo el escenario base de 8 edades relativas. Los puntos representan las tallas medias estimadas por edad relativa, las barras verticales indican la dispersión asociada al crecimiento individual, y la línea continua corresponde a la curva de crecimiento ajustada.

La curva estimada describe un patrón de crecimiento rápido durante las primeras edades relativas, seguido de una desaceleración progresiva a medida que se aproxima a la talla asintótica. Este comportamiento es consistente con la dinámica de crecimiento para este recurso, donde las mayores tasas de incremento en talla se concentran en las primeras etapas de vida, mientras que en edades avanzadas el crecimiento se vuelve más gradual.

Los parámetros estimados para el modelo base indican una talla asintótica del orden de los 200 mm y un coeficiente de crecimiento moderado, valores que resultan coherentes con el rango de tallas

observadas en los desembarques analizados. Asimismo, la dispersión alrededor de la curva sugiere una variabilidad individual relativamente constante entre edades, lo que respalda la estructura simplificada adoptada para el modelo de crecimiento.

En conjunto, los resultados del modelo base evidencian que la información proveniente de las distribuciones de tallas permite caracterizar adecuadamente el patrón de crecimiento del recurso en el área de estudio, constituyendo una base consistente para análisis posteriores de dinámica poblacional y evaluación del estado del stock.

Los diagnósticos del ajuste (Figura 39) no evidencian desviaciones sistemáticas relevantes respecto de los supuestos del modelo, observándose una dispersión razonablemente simétrica de los residuales.

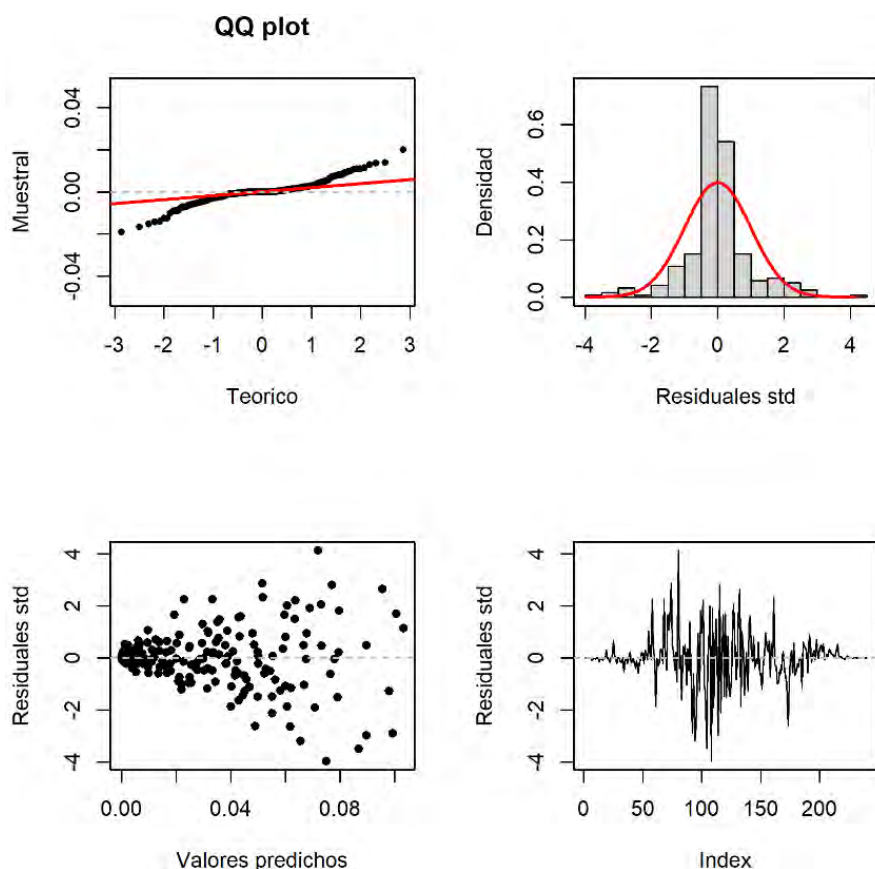


Figura 39. Diagnósticos del ajuste del modelo MCCT (Canales *et al*, 2009) aplicados a las composiciones de talla del puerto de Ancud.

El modelo MCCT presentó un ajuste adecuado a las distribuciones de talla observadas, reproduciendo correctamente los desplazamientos modales y la estructura general de las composiciones. Los

parámetros de crecimiento estimados fueron consistentes con antecedentes biológicos para *Ensis macha*, con una longitud asintótica cercana a 200 mm y un coeficiente de crecimiento de 0.23 año^{-1} , reflejando un crecimiento rápido en etapas tempranas y una desaceleración progresiva hacia tallas mayores.

Obtención de t_0 para parámetros obtenidos desde edades.

El MCCT describe adecuadamente la progresión de cohortes en las distribuciones de talla, pero por sí solo no entrega una referencia cronológica absoluta para estimar t_0 . Por esa razón, se utilizó un anclaje externo basado en la longitud promedio del primer anillo anual observada en Queilen, correspondiente a 80,807 mm.

Se eligió el primer anillo porque presenta mejor nitidez de lectura y menor incertidumbre que los anillos de edades avanzadas, donde la agrupación en el borde de la valva puede aumentar el error de interpretación. Además, ese valor se ubica próximo a la primera cohorte identificada por el MCCT, lo que reduce la necesidad de extrapolar en el tramo inicial de la curva.

A partir de la ecuación de von Bertalanffy, el despeje de t_0 queda expresado como:

$$t_0 = t + \frac{1}{K} \ln \left(1 - \frac{L_t}{L_\infty} \right)$$

Usando $t = 1$ año, $L_t = 80,807$ mm, $L_\infty = 200,08$ mm y $K = 0,226194$, se obtiene:

$$t_0 = 1 + \frac{1}{0,226194} \ln \left(1 - \frac{80,807}{200,08} \right) = -1,287$$

Este valor negativo no representa una edad real previa al nacimiento, sino una propiedad matemática habitual del modelo cuando la curva ajustada para fases posteriores del crecimiento se proyecta hacia tallas cercanas a cero. En términos biológicos, sugiere que el crecimiento temprano no sigue exactamente la misma dinámica que la fase juvenil avanzada y adulta.

Cohortes retrospectivas

El retrocálculo aplicado al MCCT permitió estimar una cohorte visible más joven de 59,26 mm, con una edad calculada de 0,27 años. La ausencia de esta cohorte pequeña en los muestreos se interpretó como un efecto de selectividad del arte de pesca, más que como ausencia real del recurso.

La aparición de edades teóricas negativas en este contexto refuerza la idea de un crecimiento acelerado en las primeras etapas de vida, previo al tramo de desaceleración asintótica descrito por la ecuación de von Bertalanffy. Por eso, el anclaje con el primer anillo ayuda a conectar mejor la fase inicial con la curva estimada para las tallas comerciales.

5.1.3.7 Determinación del estado de explotación (estatus) de los bancos de huevo en la región de Los Lagos.

5.1.3.7.1 Estandarización de CPUE

La Figura 40 contiene la descripción de los datos disponibles del monitoreo pesquero bentónico de IFOP, de la pesquería de huevo en bahía de Ancud. El número de viajes de pesca y el esfuerzo total expresado en horas de buceo presentan tendencias similares evidenciando una caída de sus valores hasta el año 2014 cuando se mantienen en una estabilidad dinámica hasta el año 2025.

La CPUE fue medida como kg de huevo extraído por horas de buceo. Para la estandarización de la serie de la CPUE, se utilizaron los factores de estacionalidad (medida en trimestres), profundidad, espacial (Procedencia de pesca), número de buzos y el año como variable categórica para extraer el efecto de variaciones de abundancia. La distribución de los valores nominales versus los factores de zonas, profundidad y estacionalidad se señalan en las Figuras 41, 42 y 43.



Figura 40. Descripción gráfica de datos del monitoreo disponibles para huevo en la bahía Ancud.

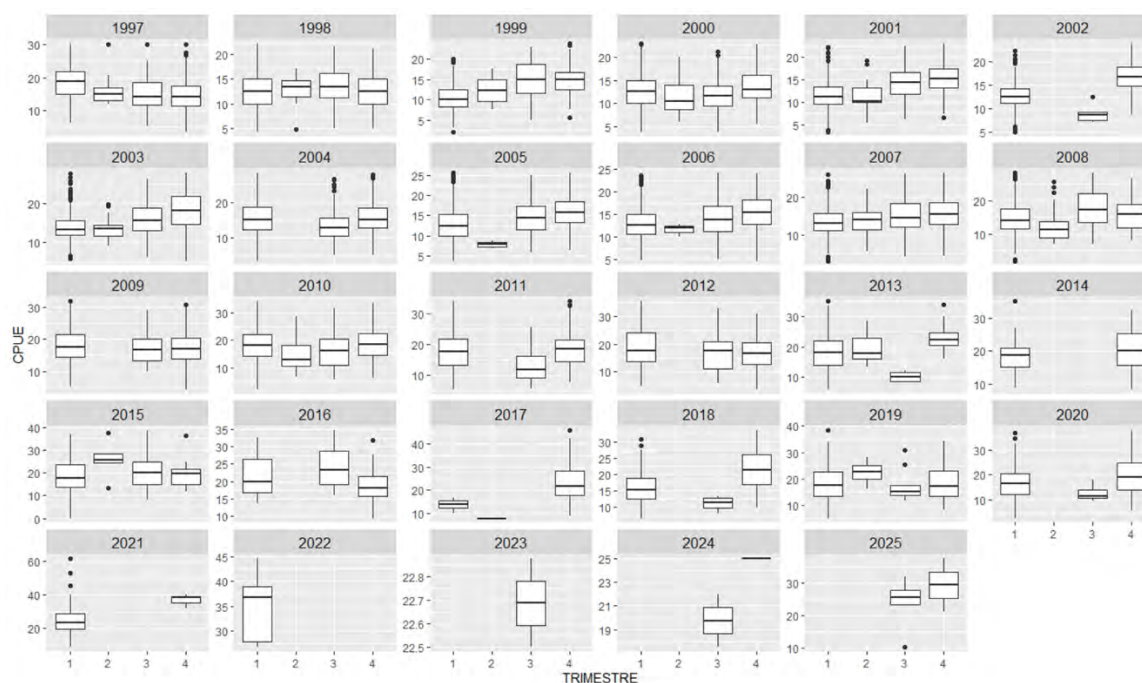


Figura 41. Agrupación de valores nominales de CPUE por trimestre para las procedencias seleccionadas en el presente estudio.

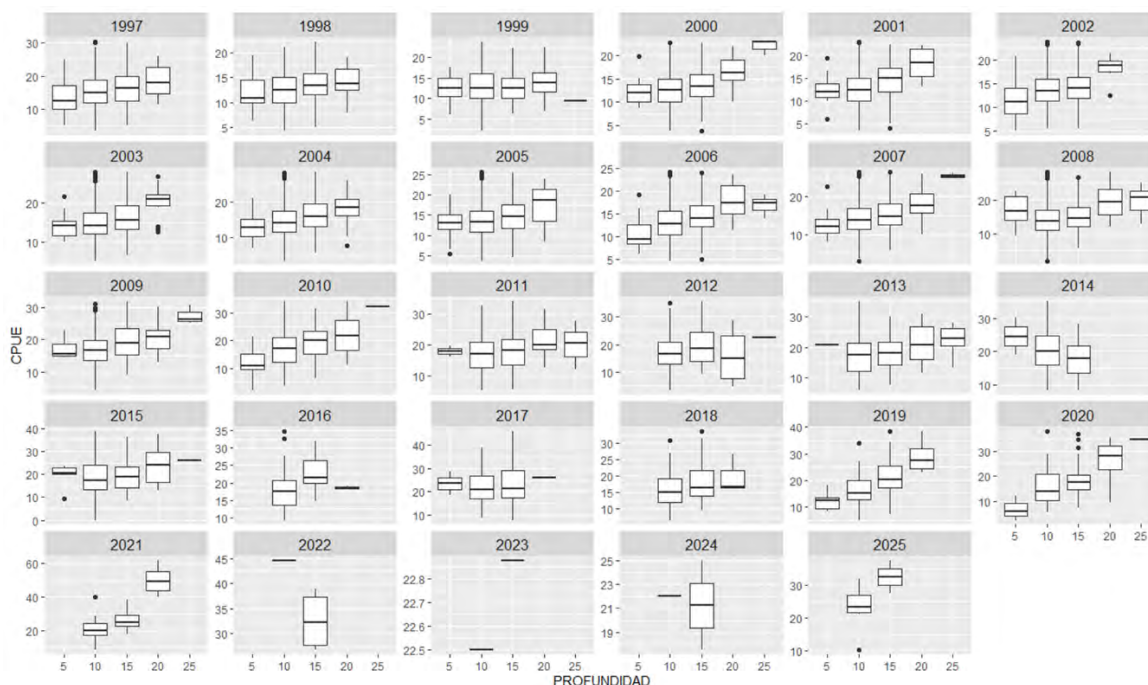


Figura 42. CPUE por profundidades de viajes de pesca seleccionadas para el presente estudio.

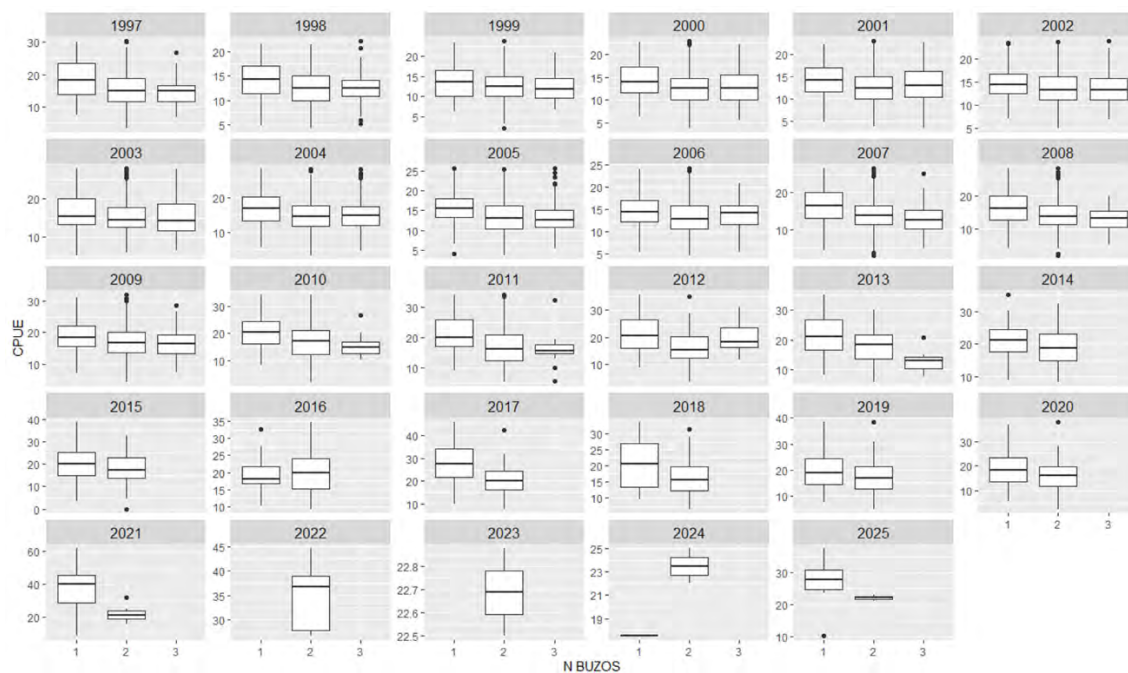


Figura 43. Comportamiento de CPUE nominal con respecto al n3mero de buzos, para los a3os de la serie.

Se model3 la variable respuesta (CPUE) con distintas distribuciones de probabilidades, como parte de la estandarizaci3n, se muestra el ajuste de las distintas distribuciones (gausiana, log-normal y gamma), de las cuales se seleccion3 el GLM log-normal con una funci3n de enlace identity a trav3s de an3lisis de los residuales (Figura 44).

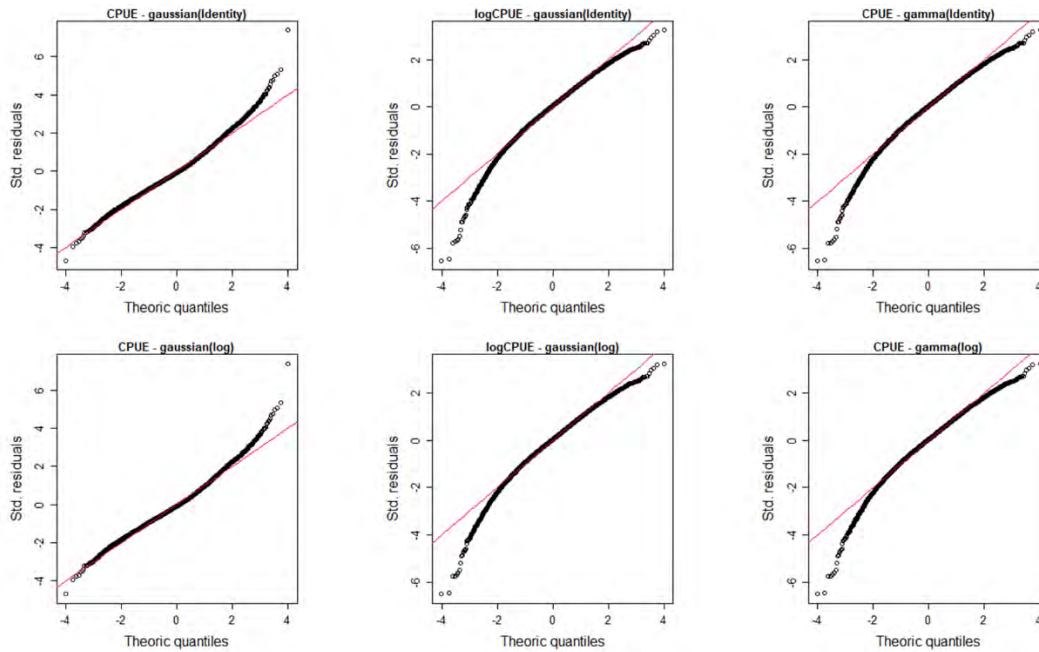


Figura 44. Graficas qqplot de la CPUE y ajuste de los residuales de los modelos a las distribuciones normal, log-normal y gamma.

Se evaluaron escenarios de ajustes con 10 modelos que combinan las variables predictivas y se seleccionó a través del Criterio de Información Akaike (AIC) y el valor de devianza explicado el mejor modelo.

Modelo CPUE seleccionado.

Seleccionado el modelo que consideró la interacción de todos los factores como el que genera la serie con la mejor señal corregida de abundancia (Tabla 9), ya que obtiene el mayor valor de devianza explicado por el modelo.

Tabla 9. Valores de Índice AKAIKE y Devianza de los resultados de los modelos GLM aplicados a los diferentes escenarios de Ataque interacción de los factores de estandarización de la CPUE.

	Pred+Intera (1:3)	Pred+Intera (1)	Pred+Intera (1+2)	Pred+Intera (1+3)	Pred+Intera (2)	Pred+Intera (2+3)	Pred+Intera (3)	Pred	stepAIC	Criterio (2%)	Distribución residuos	
AIC	5,450	5,474	5,466	5,459	5,491	5,479	5,498	5,508	5,450	6,394	Gaussiana	
Devianza	0.241	0.239	0.240	0.240	0.238	0.239	0.238	0.237	0.241	0.195		
Pred+Intera (1:3)	LogCPUE ~ AÑO+PROCED+PROF+N_BUZOS+TRIMESTRE+TRIMESTRE:PROCED+TRIMESTRE:PROF+PROCED:PROF,											
Pred+Intera (1)	LogCPUE ~ AÑO+PROCED+PROF+N_BUZOS+TRIMESTRE+TRIMESTRE:PROCED,											
Pred+Intera (1+2)	LogCPUE ~ AÑO+PROCED+PROF+N_BUZOS+TRIMESTRE+TRIMESTRE:PROCED+TRIMESTRE:PROF,											
Pred+Intera (1+3)	LogCPUE ~ AÑO+PROCED+PROF+N_BUZOS+TRIMESTRE+TRIMESTRE:PROCED+PROCED:PROF,											
Pred+Intera (2)	LogCPUE ~ AÑO+PROCED+PROF+N_BUZOS+TRIMESTRE+TRIMESTRE:PROF,											
Pred+Intera (2+3)	LogCPUE ~ AÑO+PROCED+PROF+N_BUZOS+TRIMESTRE+TRIMESTRE:PROF+PROCED:PROF,											
Pred+Intera (3)	LogCPUE ~ AÑO+PROCED+PROF+N_BUZOS+TRIMESTRE+PROCED:PROF,											
Pred	LogCPUE ~ AÑO+PROCED+PROF+N_BUZOS+TRIMESTRE,											
stepAIC	LogCPUE ~ AÑO+N_BUZOS+PROCED:PROF+PROCED:TRIMESTRE+PROF:TRIMESTRE ,											
Criterio (2%)	LogCPUE ~ AÑO+PROCED+N_BUZOS+TRIMESTRE,											

La serie generada por el modelo GLM seleccionado presenta tendencia similar a la CPUE nominal, sin embargo, para el año 2021 la serie estandarizada corrige la señal con valores más cercanos a la tendencia de la serie temporal, al igual que para el año 2025 (Figura 45). El análisis de los residuales se grafica en la Figura 46, donde se evidencia la normalidad de los residuos estandarizados y la dispersión de los residuos refleja aleatoriedad.

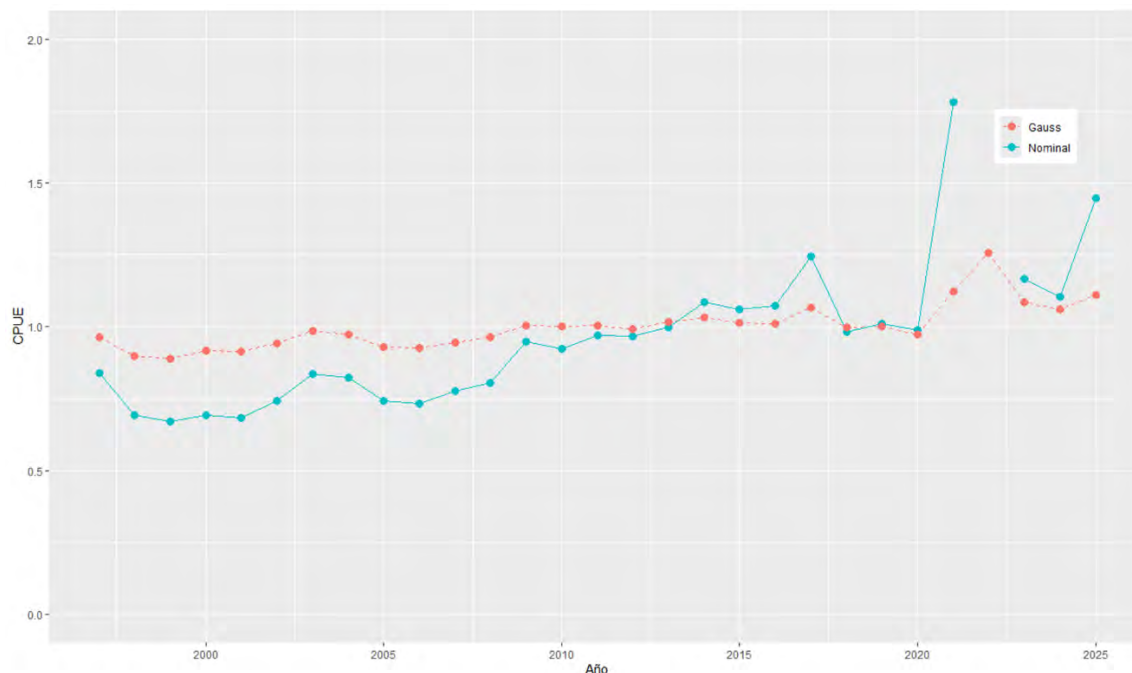


Figura 45. Valores de CPUE nominal y estandarizados con distribución Gauss para la serie histórica escala regional del recurso huppo en la bahía Ancud.

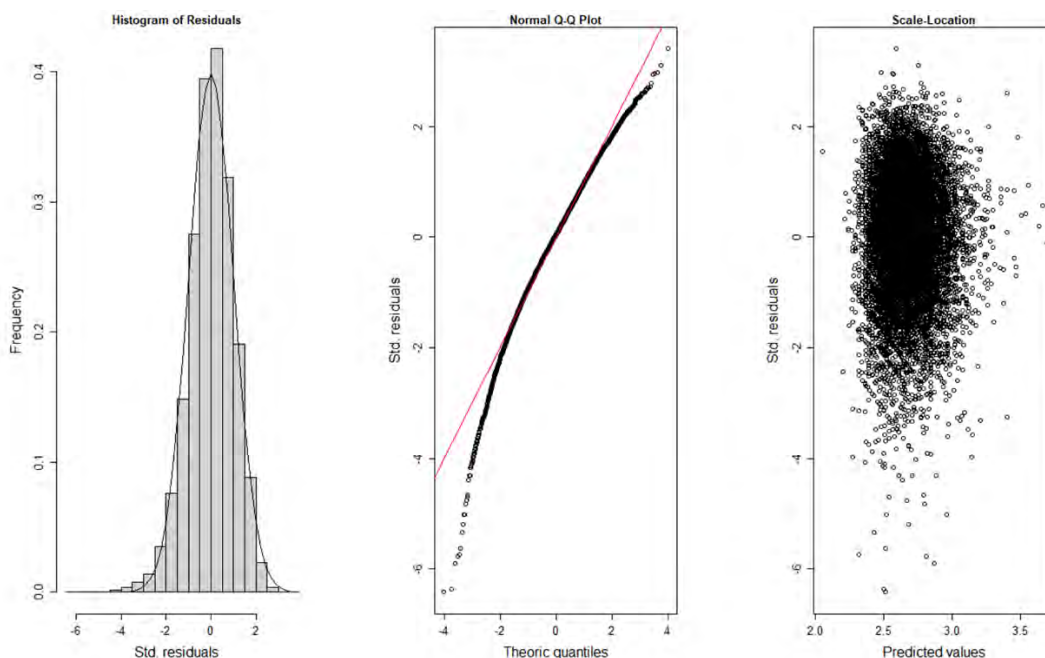


Figura 46. Análisis de los residuales del ajuste de los valores de la serie de CPUE estandarizada. Escala regional

5.1.3.7.2 Determinaci3n de mortalidad natural.

Los resultados y promedio para M se muestran en la Tabla 10, seña la los resultados empleando los parámetros estimados desde las estructuras de tallas de los desembarques para Ancud y los desde la lectura de anillos para Queilen

Tabla 10. Estimaciones de mortalidad natural para las localidades de Ancud (parámetros obtenidos de las estructuras de tallas de los desembarques) y Queilen (parámetros obtenidos desde la lectura de anillos).

Método	Ancud	Queilen
Hoenig (1983)	0,21	0,29
Alverson & Carney (1975)	0,33	0,18
Brey & Cage (1997)	0,31	0,17
Media	0,28	0,21

5.1.3.7.3 Evaluación de stock de huego de bahía de Ancud.

Se implementaron 4 modelos de evaluación (escenarios) con diferentes consideraciones de datos y parámetros para seleccionar el que respondiera con mayor robustes estadística, a saber:

Modelo Base: vectores de captura, CPUE estandarizada y datos de biomasa total con las evaluaciones directas de los años 2023 y 2025 (este estudio).

Modelo 1: vectores de captura, CPUE estandarizada y datos de biomasa total con las evaluaciones directas de los años 2023 y 2025 (este estudio) con composiciones de talla ponderadas mediante el método iterativo de Francis (2011), utilizado para corregir la influencia relativa de las frecuencias de talla en la función objetivo.

Modelo 2: vectores de captura, CPUE estandarizada y datos de biomasa total con las evaluaciones directas de los años 2023 y 2025 (este estudio) con composiciones de talla ponderadas mediante el método iterativo de Francis (2011), utilizado para corregir la influencia relativa de las frecuencias de talla en la función objetivo, pero utilizando una mortalidad natural mayor, fija de $M = 0,31 \text{ año}^{-1}$, correspondiente al valor estimado mediante la ecuación empírica de Brey y Cage (1997).

Modelo 3: vectores de captura, CPUE estandarizada y datos de biomasa total con las evaluaciones directas de los años 2023 y 2025 (este estudio), con composiciones de talla ponderadas mediante el método iterativo de Francis (2011), excluyendo las observaciones provenientes de las evaluaciones directas de abundancia, con el objetivo de evaluar la influencia de esta fuente de información sobre las estimaciones de biomasa y estado del stock.

Los estadísticos de ajuste de los modelos se muestran en la Tabla 11., que señala el aporte de las principales fuentes de información a los ajustes de los diferentes modelos evaluados a través de verosimilitud en función de las principales observaciones (capturas y tallas) y los índices (CPUE y biomasa de evaluaciones directas. Así, en igual número de parámetros, se seleccionó el Modelo3, por su menor valor del índice AIC.

Tabla 11. Ajuste de las diferentes fuentes de información a los escenarios de modelo evaluados *a priori*. Modelo: Identificación de escenarios de evaluación, n: número de parámetros, Log-verosimilitud: verosimilitud en escala logarítmica, AIC: valor criterio Akaike, Ro: reclutamiento promedio, Captura: captura, índice: CPUE, Tallas: tallas.

Modelo	n	Log-Verosimilitud	AIC	R0	Captura	Índice	Tallas
Base	44	-194,31	476,62	7,28	-0,63	18,54	-192,56
Modelo1	44	-212,82	513,63	7,30	-0,40	18,60	-211,56
Modelo2	44	-205,11	498,22	7,49	-0,46	20,19	-209,61
Modelo3	44	-140,09	368,18	7,27	-0,80	61,24	-185,13



Puntos biológicos de referencia

Los puntos biológicos de referencia para el pronunciamiento sobre el estado de explotación del recurso hupo en la bahía de Ancud son presentados en la Tabla 12 para los diferentes modelos que fueron evaluados, siendo empleados los estimados para el Modelo3,

Tabla 12. Valores de los puntos biológicos de referencia de los modelados para la definición del estatus del recurso huego en la bahía Ancud. Bo (Biomasa virginal en t), SSB_2025 (biomasa desovante el año 2025 en t), F_2025 (mortalidad por pesca el año 2025), Bratio_2025 (razón de biomasa actual versus la virginal el año 2025), MSY (máximo rendimiento sostenido en t), FMSY (mortalidad por pesca correspondiente al MSY)

Modelo	B0	SSB_2025	F_2025	Bratio_2025	MSY	FMSY
Base	170	80	0.02	0.47	52	0,22
Modelo1	174	82	0.02	0.47	56	0,2
Modelo2	171	80	0.02	0.47	62	0,16
Modelo3	170	87	0.01	0.51	46	0,28

Los datos de entrada del modelo seleccionado se presentan en las Tablas 13 y 14.

Tabla 13. Vectores anuales de desembarques (t) y CPUE (Captura en kg por hora de buceo) y sus correspondientes coeficientes de variación de modelo seleccionado.

Año	Desembarque (t)	CV	CPUE	CV
1995	40,69	0,1	-	-
1996	91,25	0,1	-	-
1997	127,49	0,1	14,01	0,2
1998	120,35	0,1	11,70	0,2
1999	72,27	0,1	11,36	0,2
2000	166,07	0,1	12,30	0,2
2001	164,86	0,1	12,18	0,2
2002	177,62	0,1	13,20	0,2
2003	305,62	0,1	14,73	0,2
2004	268,95	0,1	14,30	0,2
2005	166,15	0,1	12,68	0,2
2006	150,11	0,1	12,55	0,2
2007	197,65	0,1	13,20	0,2
2008	101,4	0,1	13,87	0,2
2009	74,65	0,1	15,64	0,2
2010	56,73	0,1	15,49	0,2
2011	53,6	0,1	15,64	0,2
2012	26,02	0,1	15,03	0,2
2013	32,34	0,1	16,12	0,2
2014	13,96	0,1	16,78	0,2
2015	31,51	0,1	15,96	0,2
2016	10,61	0,1	15,80	0,2
2017	21,37	0,1	18,54	0,2
2018	18,94	0,1	15,33	0,2
2019	38,33	0,1	15,49	0,2
2020	25,55	0,1	14,30	0,2
2021	5,96	0,1	21,54	0,2
2022	1,35	0,1	31,19	0,2
2023	1,92	0,1	19,49	0,2
2024	10,95	0,1	18,17	0,2
2025	2,46	0,1	20,91	0,2

Tabla 14. Parámetros de acondicionamiento inicial de modelo seleccionado.

Descripción de los parámetros	Parámetro	Valor parámetro
Escarpamiento de la función de crecimiento	K	0,23
Longitud máxima de función de crecimiento	Lo ₀ (cm)	20,01
Talla de primera captura	Lo (cm)	5,93
Intercepto función talla peso	a	0,0000365
Potencia función talla peso	b	2,85
Talla de madurez sexual al 50%	Lm ₅₀	10,78
Talla de madurez sexual al 95%	Lm ₉₅	14,49
Talla de selectividad de la pesquería al 50%	Ls ₅₀	13,28
Talla de selectividad de la pesquería al 95%	Ls ₉₅	16,3212
Mortalidad natural	M (año -1)	0,28
Valor prior stepness	h	0,75
Edad máxima	Edad _{max}	12
Edad estimada de primera captura	Edad ₀	1

Ajuste del modelo de evaluación

Se observa un buen ajuste del modelo a la información de entrada, particularmente a las series de capturas, CPUE (Figura 47 y 48). Los desembarques muestran un incremento sostenido durante la década de 1990, alcanzando máximos superiores a 250 t hacia 2003–2004, seguido de una disminución progresiva y persistente en los años posteriores. Desde aproximadamente 2010, las capturas se mantienen en niveles considerablemente menores y relativamente estables, con desembarques inferiores a 50 t anuales en la mayoría de los años recientes. Este patrón es consistente con una reducción histórica de la biomasa explotable y/o de la intensidad de explotación del recurso.

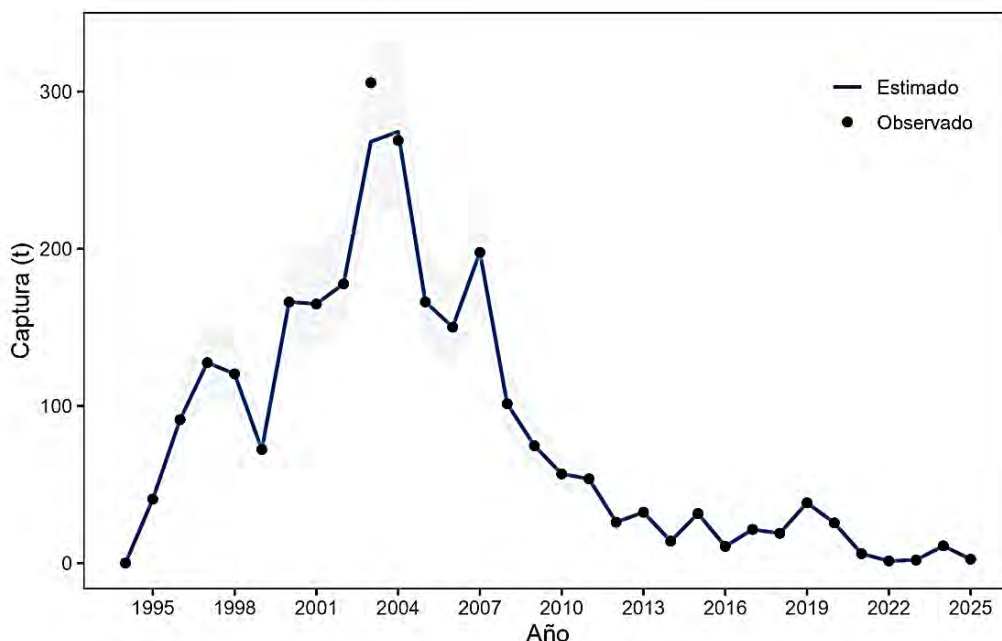


Figura 47. Desembarque de Huevo en la bahía de Ancud inicial, línea continua señala el estimado del modelo, puntos negros las observaciones y zona gris la incertidumbre prior 1995 – 2025.

El índice estandarizado de abundancia relativo utilizado en el modelo para el período 1997–2025 mostró una tendencia relativamente estable durante gran parte de la serie (Figura 48), con un incremento en los años más recientes. Los círculos representan las observaciones del índice con sus respectivos intervalos de confianza, mientras que la línea azul corresponde a los valores predichos por el modelo. El valor del año 2022, que señala un incremento relevante de los rendimientos, una vez revisado en detalle para observar errores, no detectados, pero el efecto es corregido por el valor estimado por el modelo. En términos generales, el modelo reprodujo adecuadamente la tendencia temporal observada. El índice presentó una variabilidad moderada a relativamente alta, reflejada en la amplitud de los intervalos de confianza, por lo que aportó principalmente información sobre la tendencia general de abundancia más que sobre fluctuaciones interanuales puntuales del recurso.

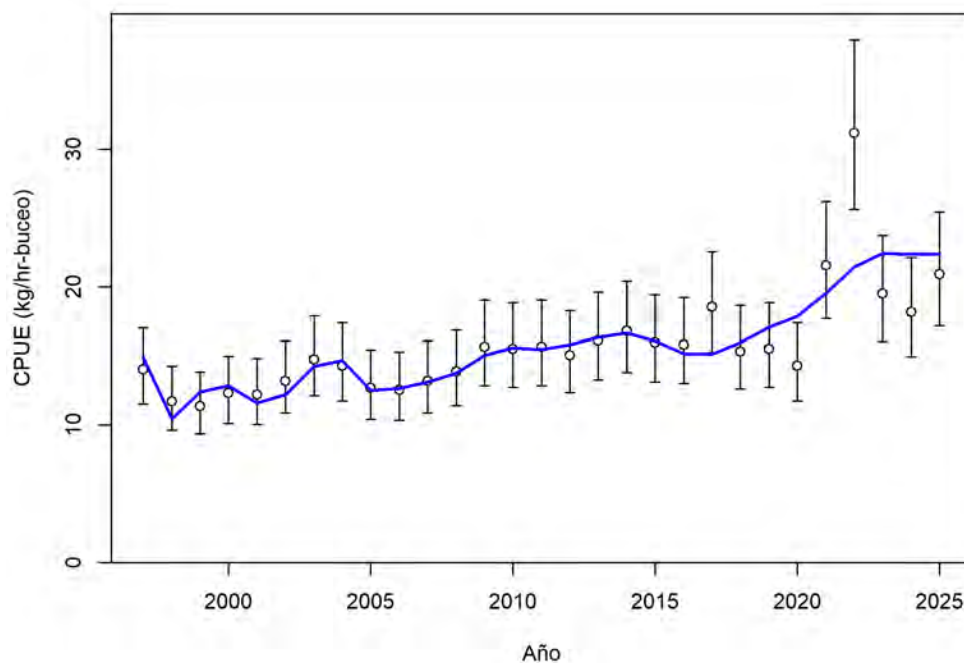


Figura 48. Puntos sealan los valores de CPUE anuales nominales (observaciones) y el cv en la barra de error, la lnea azul representa la serie de CPUE predicha en el modelado, aos 1997-2025.

Las composiciones de tallas agregada para la flota de buceo utilizada en el modelo de evaluaci3n estan compuestas de individuos entre 5 y 20 cm de longitud (Figura 49). La lnea negra representa las proporciones observadas y la lnea verde las proporciones predichas por el modelo. El ajuste general reproduce adecuadamente la distribuci3n modal principal de la poblaci3n explotada; sin embargo, se observan diferencias en las tallas mayores a 16 cm, donde el modelo tiende a subestimar parcialmente la frecuencia observada de individuos grandes y sobreestimar la cola derecha extrema.

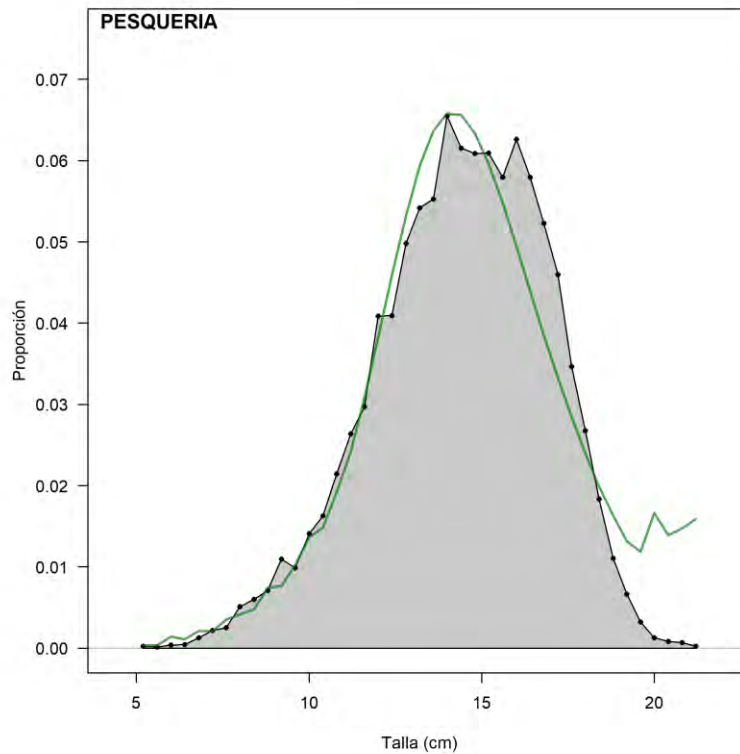


Figura 49. Ajustes de tallas del modelo (línea verde), a las tallas agregadas observadas (puntos negros) de huepo en la bahía Ancud (1997-2025).

La Figura 50 Muestra los residuales estandarizados de las composiciones de talla observadas y predichas por el modelo para la pesquería de huepo entre 1997 y 2025. Los círculos oscuros representan frecuencias observadas superiores a las predichas por el modelo, mientras que los círculos claros indican frecuencias observadas inferiores a las esperadas. El tamaño de los círculos es proporcional a la magnitud del residual. En general, el modelo reproduce adecuadamente la estructura temporal de las distribuciones de talla; sin embargo, se observan discrepancias persistentes en algunos años y clases de talla extremas, particularmente en la cola derecha de la distribución, sugiriendo limitaciones en la representación del crecimiento o de la variabilidad de tallas grandes en la población.

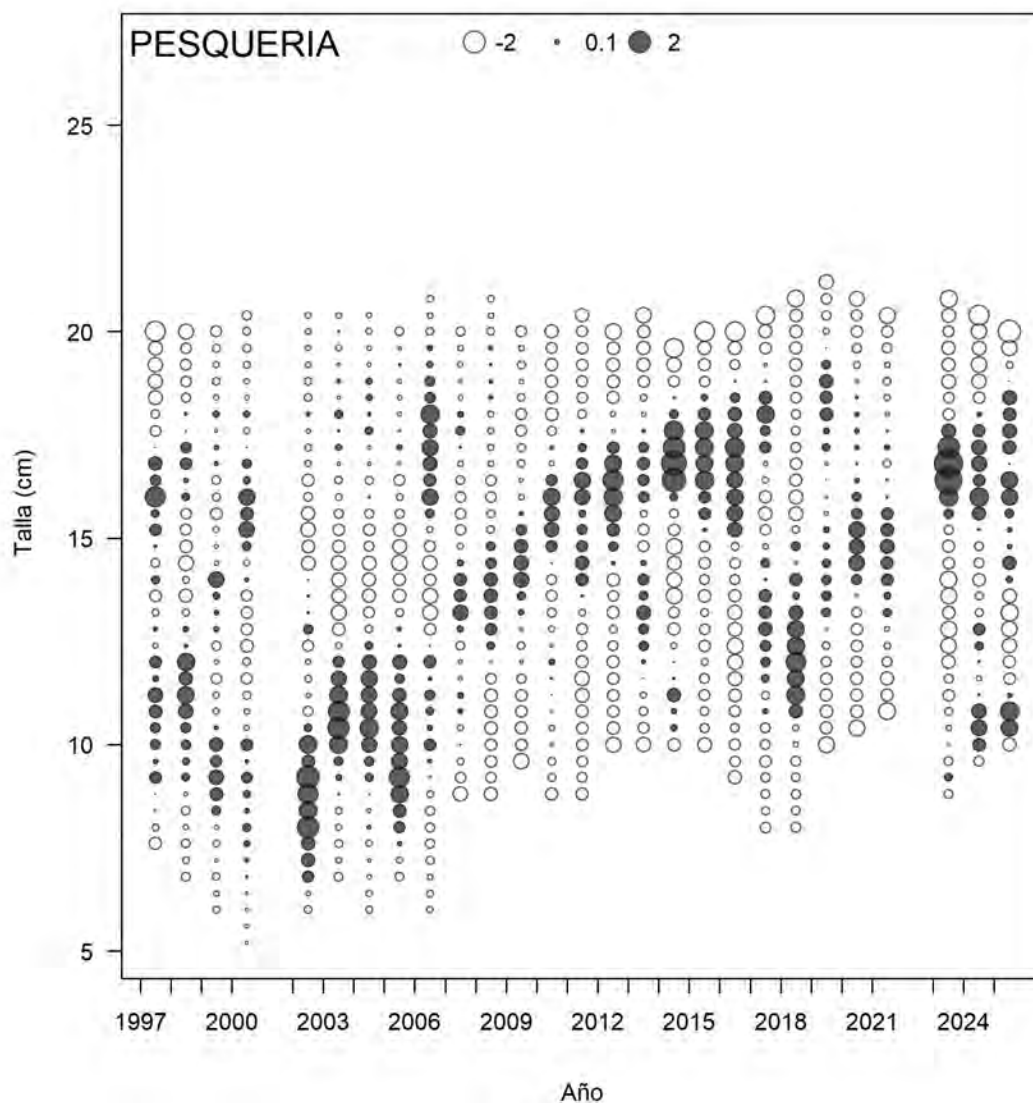


Figura 50. Residuales de las composiciones de talla de huego de la Bahía Ancud predicha por el modelo. 1997 – 2025.

Variables poblacionales.

Mortalidad por pesca y selectividad.

La trayectoria temporal de la mortalidad por pesca (F) estimada por el modelo para el período 1995–2025 se muestra en la Figura 51. Los puntos representan las estimaciones anuales y las barras verticales sus respectivos intervalos de incertidumbre. La mortalidad por pesca aumentó progresivamente desde mediados de la década de 1990, alcanzando sus valores máximos entre 2003 y 2005, coincidiendo con el período de mayores desembarques observados en la pesquería.

Posteriormente, F mostró una disminución sostenida, manteniéndose en niveles relativamente bajos desde aproximadamente 2012 y alcanzando valores mínimos en los años más recientes. Este patrón sugiere una reducción importante de la presión de pesca sobre el recurso durante la última década.

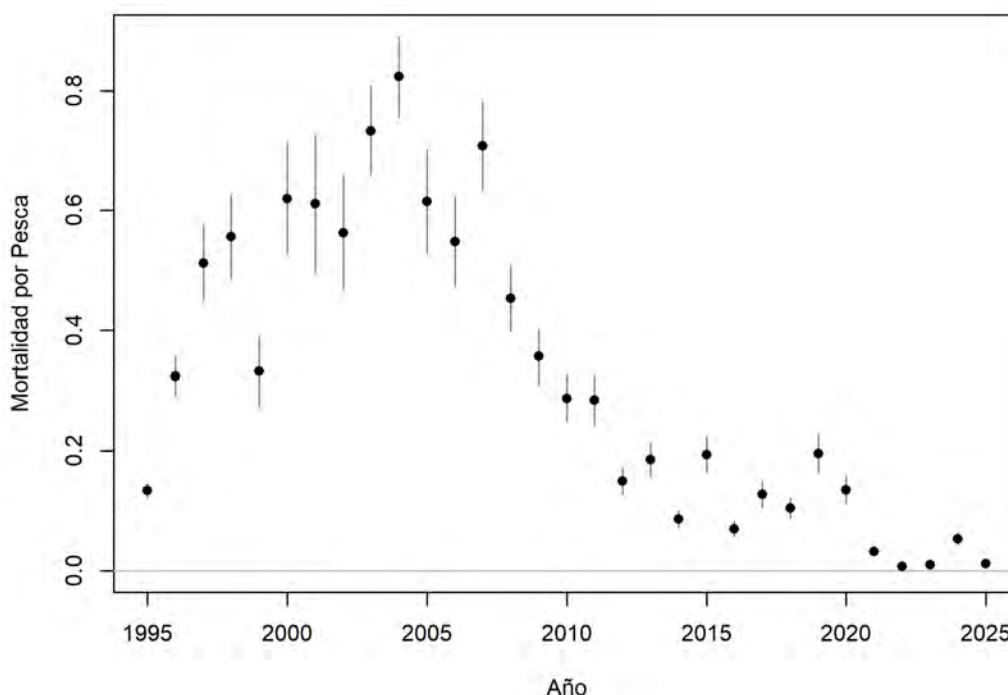


Figura 51. Mortalidad por pesca para huevo determinada para la bahía Ancud.1990-2023.

La selectividad por talla estimada para la flota de buceo mostró un patrón logístico creciente (Figura 52), caracterizado por una baja vulnerabilidad en individuos menores a 10 cm y un incremento progresivo de la probabilidad de captura a partir de tallas intermedias. La selectividad alcanza aproximadamente el 50% en torno a los 13–14 cm y supera el 90% cerca de los 16 cm, aproximándose a la selectividad total para organismos mayores de 18 cm. Este patrón indica que la pesquería se concentra principalmente sobre individuos de tallas medias y grandes, mientras que los ejemplares de menor tamaño presentan una menor susceptibilidad a la captura. La forma de la curva es consistente con una explotación dirigida principalmente a organismos cercanos o superiores a la talla de madurez, reduciendo la presión directa sobre los individuos más pequeños de la población. No obstante, la presencia de organismos de gran tamaño en las composiciones de talla y la tendencia del modelo a sobreestimar la frecuencia de individuos en la cola derecha de las distribuciones sugieren que las discrepancias observadas entre las frecuencias de talla observadas y predichas podrían estar asociadas a la representación del crecimiento y/o de la mortalidad natural dentro del modelo, aspectos que deberán ser explorados mediante análisis de sensibilidad en etapas posteriores de la evaluación.

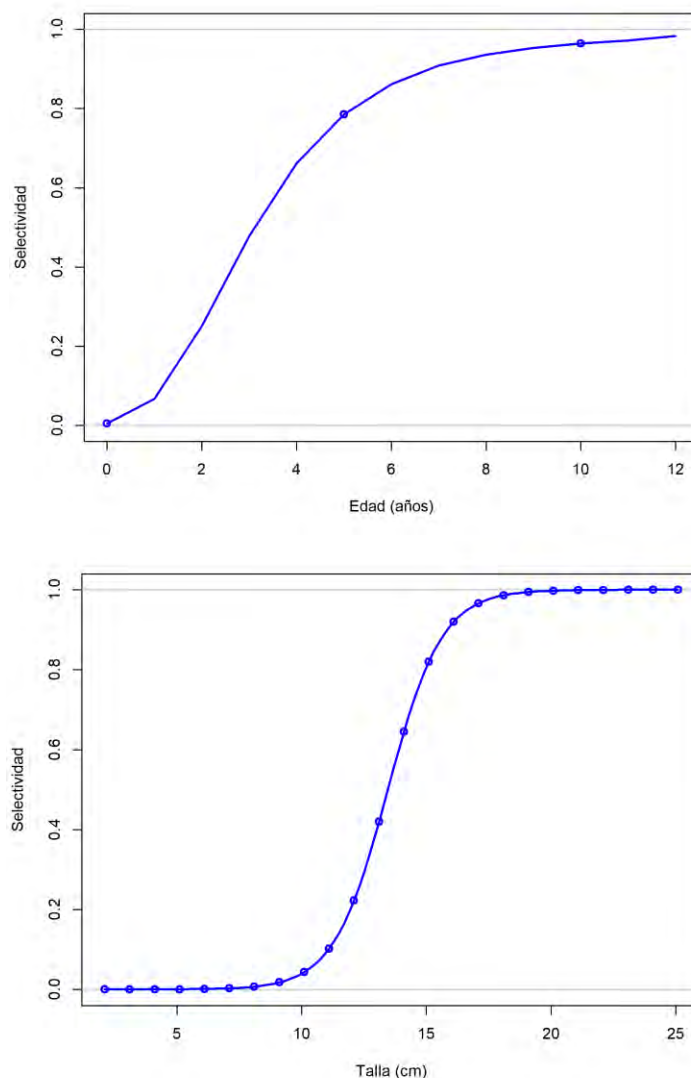


Figura 52. Selectividad de tallas de la pesquería (buceo monitoreado) en tallas y edades para el recurso huppo en la bahía Ancud.

Reclutamiento.

La relación stock-recluta estimada (Figura 53) sugiere una baja dependencia del reclutamiento respecto a la biomasa desovante dentro del rango observado durante el período de evaluación. Los reclutamientos estimados presentan una elevada variabilidad interanual, fluctuando entre aproximadamente 700 mil y más de 12 millones de individuos, mientras que la biomasa desovante se mantuvo principalmente entre 70 y 170 toneladas. La curva de Beverton-Holt ajustada muestra una pendiente relativamente suave, indicando que aumentos en la biomasa reproductiva generan incrementos limitados en el reclutamiento esperado. Asimismo, la amplia dispersión de las observaciones alrededor de la curva refleja que gran parte de la variabilidad del reclutamiento estaría

asociada a factores ambientales, procesos ecológicos o incertidumbre de estimación, más que a cambios directos en la biomasa reproductiva. En conjunto, los resultados sugieren una población caracterizada por una alta variabilidad en el éxito de reclutamiento y una relación stock-recluta débilmente definida por la información disponible.

La alta incertidumbre observada en esta relación es consistente con la estimación de una steepness elevada ($h = 0,90$), parámetro que alcanzó el límite superior permitido durante la optimización por el modelo. Los reclutamientos estimados por el modelo, así como las biomases. Estos no se ajustan a una determinada función, como lo señalan los resultados de la figura. Esto se explica en el valor del steepness ($0,9$) predicha por el modelo, que explica una alta independencia de los reclutamientos en relación al stock desovante, comportamiento esperado en este tipo de recursos, en que los reclutamientos son de naturaleza estocástica y determinado por variables ambientales.

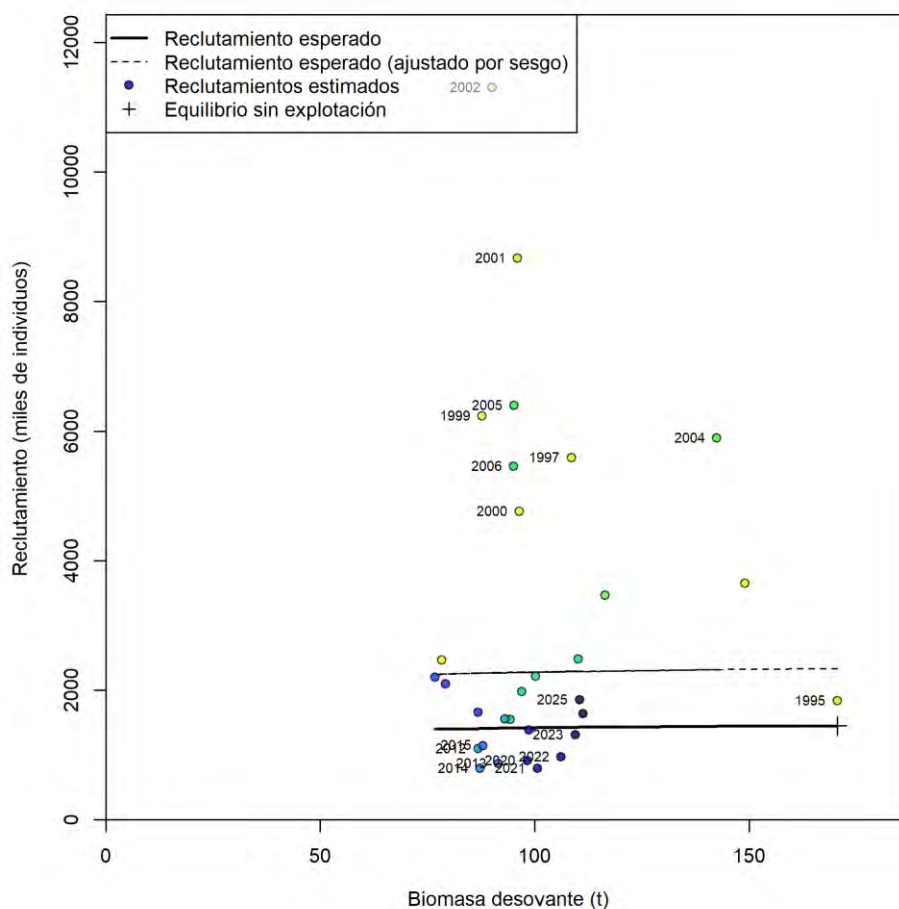


Figura 53. Reclutamiento observado y predicho para huepo de la bahía Ancud sobre la serie temporal analizada.

Biomasa.

La biomasa desovante estimada presentó una tendencia decreciente desde mediados de la década de 1990 hasta alcanzar sus niveles mínimos durante el período 2014–2017 (Figura 54). Durante los primeros años de la serie la biomasa reproductiva fluctuó entre aproximadamente 100 y 170 toneladas, mientras que posteriormente se estabilizó en valores cercanos a 80–90 toneladas.

A partir de 2018 se observa una recuperación gradual de la biomasa desovante, alcanzando en los años más recientes valores cercanos a 95 toneladas. Aunque la biomasa actual permanece por debajo de los niveles observados al inicio de la serie, las estimaciones sugieren una condición relativamente estable durante la última década.

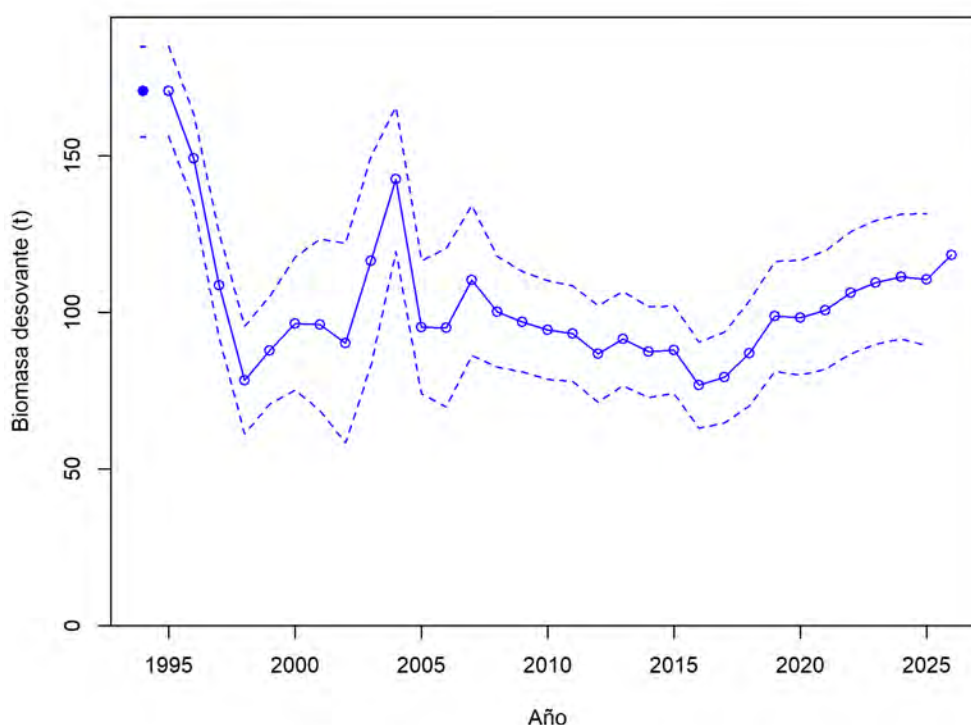


Figura 54. Dinámica de la biomasa desovante estimada para el recurso huppo (*Ensis macha*) en Ancud durante el período 1994–2025. El punto sólido corresponde a la biomasa desovante virgen estimada por el modelo.

La biomasa total estimada presentó una marcada variabilidad temporal (Figura 55), disminuyendo desde aproximadamente 300 t a mediados de la década de 1990 hasta valores cercanos a 230 t hacia finales de la misma década. Posteriormente se observó un incremento que culminó en un máximo cercano a 370 t en 2003, seguido por una tendencia decreciente que alcanzó valores mínimos del orden de 140–150 t durante el período 2014–2016. En los años más recientes la biomasa total mostró una recuperación gradual, alcanzando aproximadamente 190 t al final de la serie. En términos generales, la trayectoria estimada refleja la influencia combinada de los elevados niveles de extracción

observados durante los primeros años de la pesquería y la alta variabilidad en el reclutamiento estimado por el modelo.

Cabe señalar que los niveles máximos de biomasa total estimados son relativamente cercanos a las capturas históricas máximas registradas para el recurso, lo que podría indicar una combinación de alta productividad poblacional, reclutamientos episódicos de gran magnitud y/o posibles incertidumbres asociadas a la estimación de parámetros estructurales como el crecimiento, la mortalidad natural o la capturabilidad.

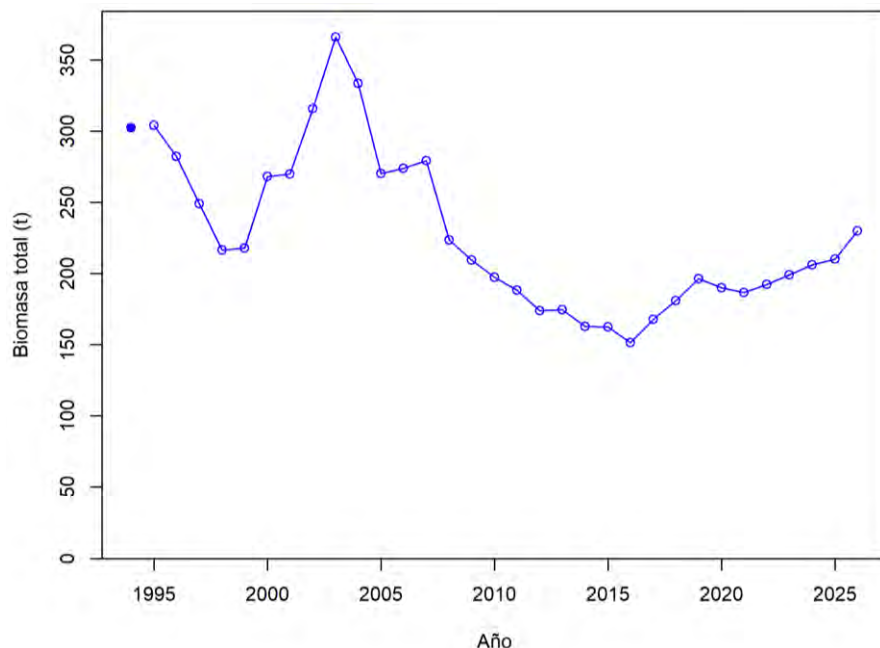


Figura 55. Variación interanual de la biomasa total estimada (t) de huego en Ancud entre 1994 y 2025. El punto sólido representa la condición inicial del modelo y los círculos abiertos corresponden a las estimaciones anuales obtenidas mediante el modelo.

Diagnóstico de la población.

El estado del recurso fue evaluado mediante la evolución temporal de la biomasa reproductiva relativa (B/B_0) y del potencial reproductivo desovante (SPR) (Figura 56). Los resultados indican que la población ha permanecido durante todo el período analizado por encima del umbral biológico límite ($B/B_0 = 0,25$), manteniéndose además en torno o por sobre el objetivo de manejo ($B/B_0 = 0,40$) durante la mayor parte de la serie.

La biomasa reproductiva relativa mostró una disminución asociada al período de mayor intensidad extractiva registrado entre fines de la década de 1990 y comienzos de los años 2000, alcanzando posteriormente valores relativamente estables entre 0,4 y 0,6. En los años recientes, B/B_0 se mantuvo cercana a 0,5, indicando que la población conserva aproximadamente la mitad de su biomasa reproductiva virginal.

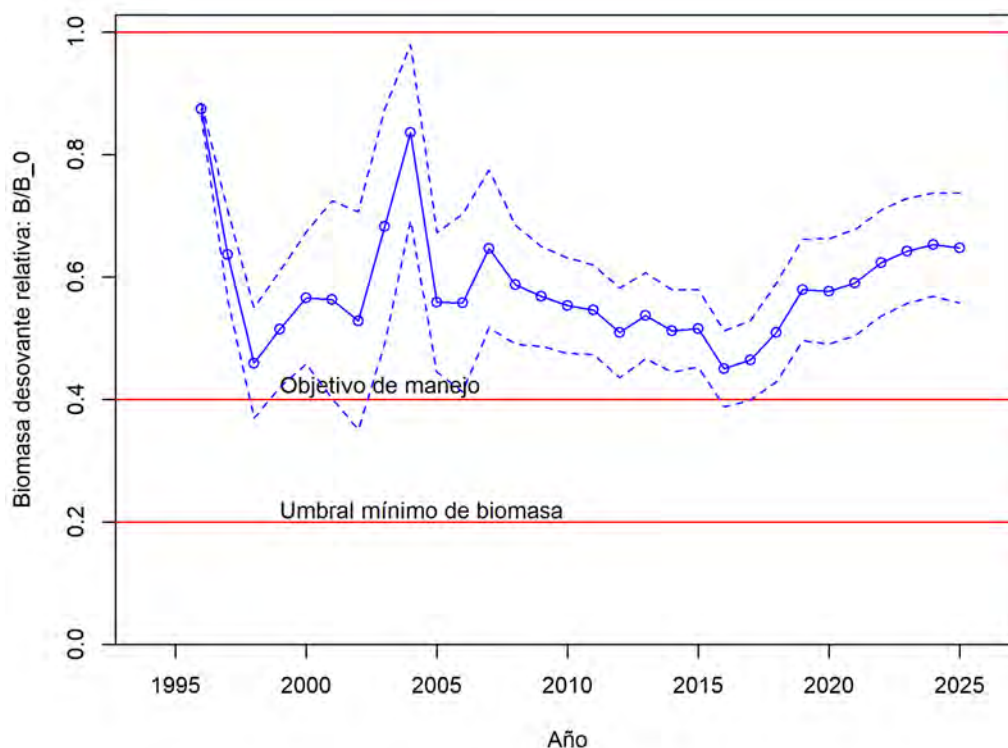


Figura 56. Evolución temporal de la biomasa reproductiva relativa (B/B_0) estimada para la población de huego en Ancud durante el período 1995–2025. La línea continua representa la estimación del modelo y las líneas punteadas corresponden a los intervalos de confianza. Las líneas horizontales indican los puntos de referencia biológicos utilizados en la evaluación: biomasa virginal ($B/B_0 = 1,0$), objetivo de manejo ($B/B_0 = 0,40$) y umbral mínimo de biomasa reproductiva ($B/B_0 = 0,25$), correspondiente al límite de agotamiento propuesto para la población como punto de referencia.

La biomasa desovante relativa (B/B_0) mostró una disminución importante desde mediados de la década de 1990, asociada al incremento de la explotación pesquera observado durante los primeros años de la serie (Figura 56). Los valores mínimos se registraron entre 2015 y 2017, cuando la biomasa reproductiva alcanzó niveles cercanos al objetivo de manejo de 40% de la biomasa virgen (B_0). Sin embargo, en ningún año la población descendió por debajo del umbral límite de referencia de 25% de B_0 .

A partir de 2018 se observa una recuperación gradual del stock reproductivo, estabilizándose en años recientes alrededor de $0,50 B_0$. De acuerdo con este indicador, la población se mantendría actualmente sobre los puntos biológicos de referencia utilizados para la evaluación, sugiriendo una condición compatible con la sostenibilidad biológica del recurso.

Por su parte, el SPR evidenció una reducción importante durante el período de máxima explotación, alcanzando mínimos cercanos a $0,1-0,2$ entre 2000 y 2007 (Figura 57). Sin embargo, desde 2008 se

observa una recuperación sostenida, superando el nivel de referencia $SPR = 0,40$ a partir de 2012 y alcanzando valores cercanos a la unidad en los años más recientes. Este comportamiento refleja una disminución progresiva de la mortalidad por pesca y un aumento de la capacidad reproductiva potencial de la población.

En conjunto, ambos indicadores sugieren que el stock no presenta señales de sobreexplotación ni agotamiento reproductivo al final del período evaluado. Por el contrario, los resultados indican una condición poblacional relativamente estable y una recuperación respecto de los niveles observados durante la fase de mayor explotación histórica, aunque estas conclusiones deben interpretarse considerando la incertidumbre asociada a la estimación de parámetros biológicos y a la dinámica de reclutamiento observada en el modelo.

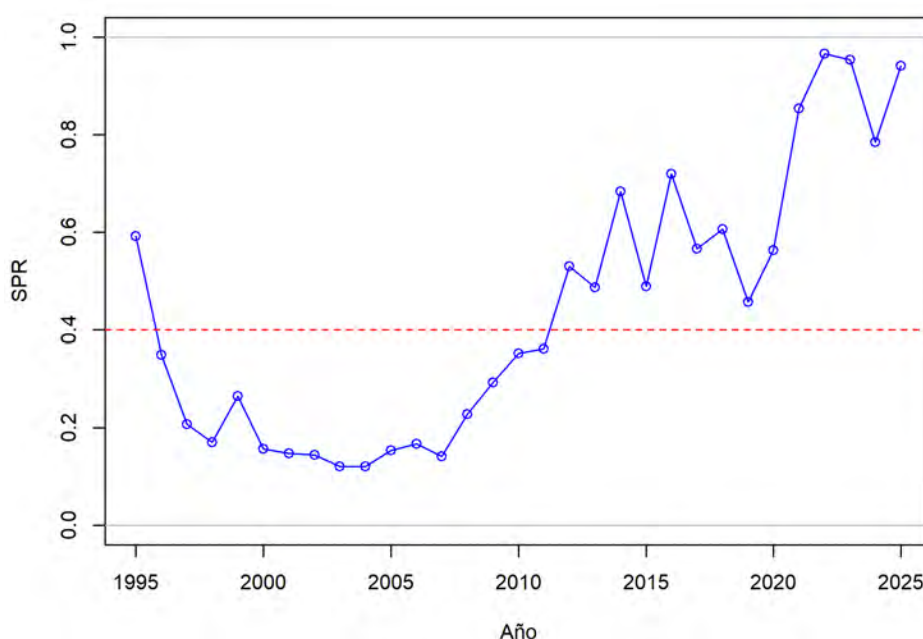


Figura 57. Evolución temporal del potencial reproductivo desovante relativo (SPR) estimado para la población de huego en Ancud durante el período 1995–2025. La línea horizontal punteada indica el punto de referencia biológico de $SPR = 0,40$, utilizado como nivel objetivo de conservación de la capacidad reproductiva del stock.

Diagnóstico del modelo

El modelo alcanzó convergencia satisfactoria y presentó una estabilidad numérica adecuada. Los gradientes finales fueron bajos y los parámetros activos mostraron una convergencia razonable, sin evidencias de problemas severos de optimización o identificación. Asimismo, la aplicación iterativa de ponderadores de Francis, permitió ajustar la contribución de las composiciones de talla dentro de la función objetivo, mejorando el balance entre las distintas fuentes de información utilizadas por el modelo.

No obstante, el diagnóstico biológico y estructural evidencia algunas fuentes de incertidumbre que deben ser consideradas en la interpretación de los resultados.

La principal dificultad se relaciona con el ajuste de las composiciones de talla, particularmente en la representación de los individuos de mayor tamaño. El modelo tiende a sobreestimar la frecuencia de organismos grandes en algunos períodos y no reproduce completamente la forma observada de la cola derecha de las distribuciones de talla. Esta situación resulta relevante debido a que la talla máxima observada en las muestras alcanza aproximadamente 21,2 cm, mientras que el valor de longitud asintótica utilizado en el modelo es cercano a 20 cm. Aunque la presencia de individuos que exceden ocasionalmente el valor de L_{∞} es biológicamente posible, esta discrepancia sugiere potenciales conflictos, aunque menores, entre la parametrización del crecimiento, la mortalidad natural, la selectividad y la variabilidad talla-edad asumida por el modelo.

En concordancia con lo anterior, la relación stock-recluta estimada presentó una steepness cercana al límite superior definido para el parámetro ($h \approx 0,9$). Este resultado sugiere una población con alta capacidad de compensación, capaz de mantener niveles relativamente elevados de reclutamiento incluso ante reducciones importantes de la biomasa reproductiva. Sin embargo, dado que el parámetro se aproxima a su límite superior y que la relación stock-recluta presenta una elevada dispersión, esta estimación debe interpretarse con cautela.

Por otra parte, la biomasa total estimada resulta moderada en comparación con las capturas máximas históricas registradas para la pesquería. Esta situación podría reflejar una combinación de alta productividad poblacional, episodios de reclutamiento favorables y/o incertidumbres asociadas a la estimación de parámetros estructurales como el crecimiento, la mortalidad natural y la selectividad.

A pesar de estas limitaciones, las tendencias generales estimadas por el modelo muestran coherencia con la evolución histórica de la pesquería. La reducción progresiva de las capturas observada desde mediados de la década del 2000 se acompaña de una recuperación del potencial reproductivo desovante (SPR) y de una estabilización de la biomasa reproductiva relativa, sugiriendo que el modelo captura adecuadamente la señal general de la dinámica poblacional.

Análisis retrospectivo

El análisis retrospectivo mostró bajos valores de rho de Mohn, por lo que significa bajo sesgo y alta consistencia en el modelo seleccionado, con una leve tendencia a la sobreestimación de la biomasa (Tabla 15 y Figura 58).

Tabla 15. Contribución de cada peeling al cálculo de Mohn's rho.

Peel	Año	rho_i
-1	2024	0,02780957
-2	2023	0,06546114
-3	2022	0,12632182
-4	2021	0,07312952
-5	2020	0,05491883

El valor de Mohn's rho clásico estimado es: 0,07

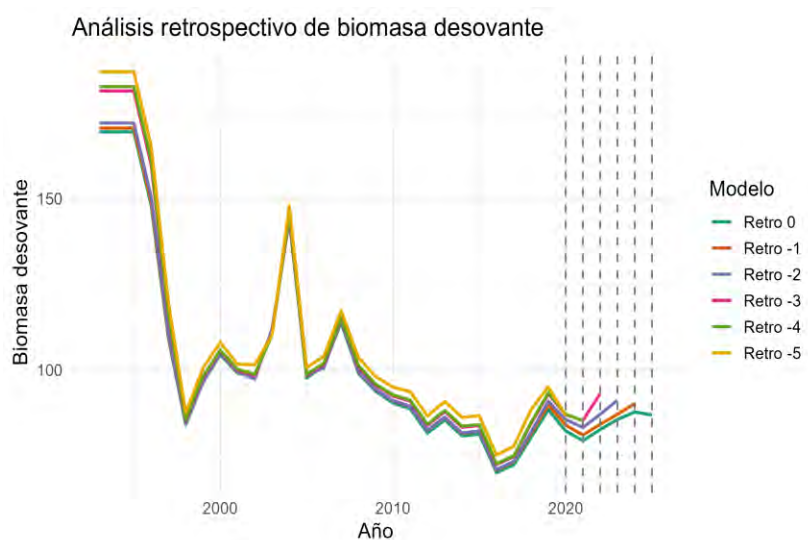


Figura 58. Recorrido de la biomasa desovante de huevo en la bahía Ancud en escenarios retrospectivos de entre 1 a 5 años de eliminación de datos.

5.1.3.7.4 Evaluación de stock de huevo de Queilen.

La representación gráfica de las funciones de selectividad a la pesquería, crecimiento en peso, ojiva de madurez sexual y crecimiento en tallas descritos para huevo en bahía Corral, se presenta en la Figura 59. Así mismo, los ajustes del modelo LBSPR a las tallas observadas se muestra en la Figura 60.

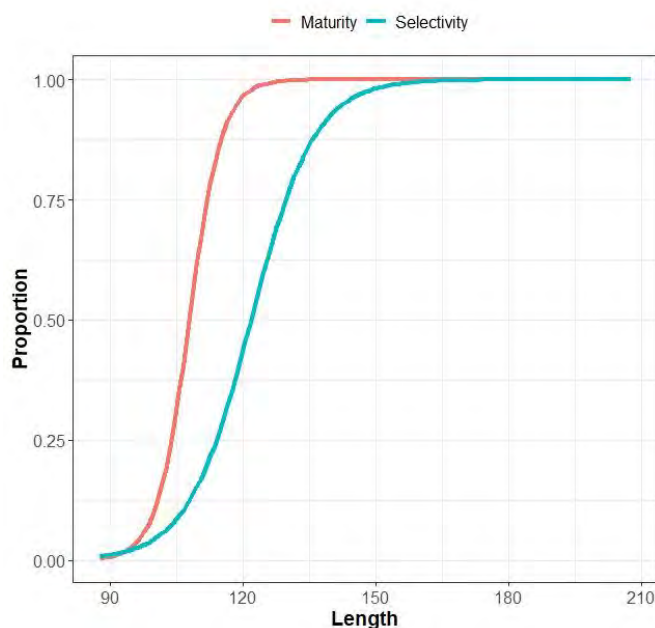


Figura 59. Curvas de selectividad a la talla de huego de Queilen y curva de madurez sexual.

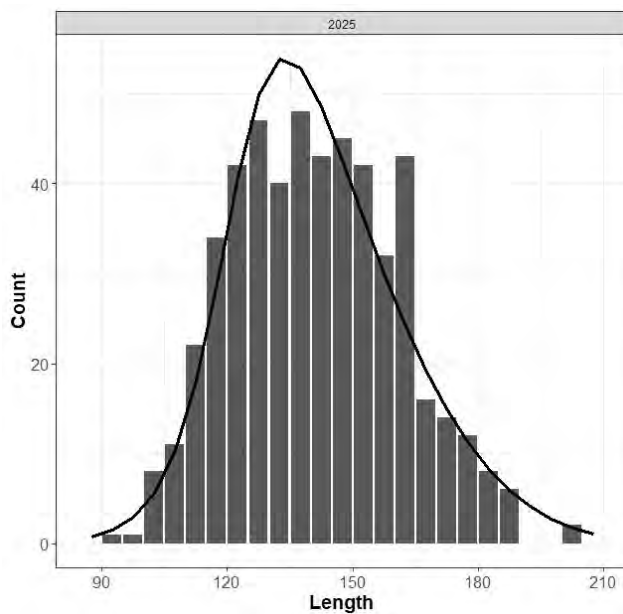


Figura 60. Representación del ajuste del modelo a las observaciones de tallas de huego (*E. macha*) en Queilen para el año 2025.

En la Figura 61 se observa de manera general en SPR, un valor sobre el objetivo de manejo (40% SPR). La selectividad se puede interpretar, para este caso, no presenta una vulneración del stock

antes de al menos una reproducción, sin embargo, se debe considerar que el origen de las muestras no representa la acción de la pesquería, pero que, dado el arte de pesca empleado, se puede asumir como un símil válido (Figura 61)

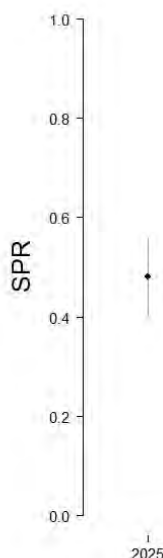


Figura 61. Punto de referencia en relación al potencial reproductivo (SPR: spawn potential ratio) para el recurso huepo en Queilen.

5.1.3.7.8 Identificación de sitios PSMB vinculados al recurso huepo.

En términos de cobertura, estado y recursos, se encontró para la región de Los Lagos un total de 102 sitios, 45 de ellos abiertos y 2 para el recurso huepo, pero en condición de inactivos.

5.2. Objetivo específico 2.2.2: Caracterizar y determinar el proceso de crecimiento individual del recurso huego (*Ensis macha*) en la región de Los Lagos.

5.2.1. Antecedentes

La determinación de la edad en especies de importancia comercial es fundamental para la aplicación de modelos donde la estructura del stock se analiza en función de la edad y su evolución en escalas temporales, lo que permite a su vez obtener estimaciones de reclutamiento, mortalidad y otras características de la condición del stock (Summerfelt & Hall, 1987; Catalano *et al.*, 2010; Francis, 2016). La determinación de edad es también útil para determinar longevidad y otros parámetros de historia de vida, los cuales son importantes para el manejo pesquero (Kousteni & Megalofonou, 2015). Por lo anteriormente expuesto, la determinación de edad debe ser llevada a cabo de la forma más exacta y precisa posible para garantizar niveles de confiabilidad en los distintos productos de salida asociados al proceso de evaluación de stock. Esto incluye un proceso continuo de mantenimiento de la robustez del criterio de interpretación de la edad que realiza cada lector especializado, ya que, los errores en la determinación de edad pueden impactar las series temporales de reclutamiento, así como también afectar las predicciones de corto plazo del tamaño del stock y, en consecuencia, impactar los procesos decisionales conducentes al establecimiento de la CBA. En casos donde la determinación de edad sobreestima la verdadera estructura de edad de la población, el stock puede ser percibido como más grande y la mortalidad por pesca menos intensa, mientras que lo opuesto tiende a ocurrir cuando ocurre una subestimación de la verdadera estructura de edad.

Los métodos tradicionales utilizados para la determinación de edad incluyen el recuento de anillos anuales en otolitos, escamas u otras partes duras, que, aunque parecen simples en principio, en la mayoría de los casos requieren gran habilidad para preparar muestras, y distinguir los anillos anuales de otras marcas (Francis *et al.*, 2010). Estos criterios de interpretación de anillos de crecimiento requieren estar soportados en estudios de validación de la edad. Es decir, determinar si las estimaciones de edad producidas son, en promedio, aproximadamente correctas, identificando a través de métodos directos o indirectos, la correcta periodicidad en la formación de los anillos de crecimiento presentes en las estructuras duras analizadas.

Existe una variedad de métodos mediante los cuales se pueden validar las interpretaciones de la edad, aunque la distinción a menudo ha sido confusa en la literatura, los métodos pueden clasificarse como validación de la edad absoluta, validar la periodicidad de la formación de incrementos de crecimiento o corroborar (pero no validar) un conjunto existente de estimaciones de edad. Varias revisiones de técnicas de validación son adecuadas para edades anuales (Blacker, 1974; Bagenal & Tesch, 1978; Casselman, 1983, 1987; Cailliet *et al.*, 1986; Beamish & McFarlane, 1987; Baillon, 1992; Campana, 1999) y edades diarias (Brothers, 1979; Campana & Neilson, 1985; Jones, 1986; Geffen, 1987, 1992).

En las valvas de los moluscos bivalvos, al igual que en los otolitos de los peces, se forman bandas visibles de diferente color o textura (anillos) cuando pasan por períodos de deposición modificada de la concha (Stevenson & Dickie, 1954; Merrill *et al.*, 1966; Haag & Commens-Carson, 2008). La formación de anillos puede coincidir con la reasignación de recursos a las gónadas durante el desove

o ser el resultado de cambios en los procesos metabólicos debido a extremos ambientales. Estas hipótesis no son mutuamente excluyentes, porque diferentes mecanismos pueden estar operando en distintas áreas geográficas, y posiblemente ambos pueden actuar simultáneamente o en diferentes momentos durante la vida del organismo (Chute *et al.*, 2012). Ejemplo de ello son, la temperatura del agua, que puede estar asociada con el estrés ambiental, los procesos fisiológicos y el desove, puede ser particularmente importante en la formación y sincronización de los anillos (Naidu, 1970; Jones & Quitmeyer, 1996). Con la adecuada validación de la periodicidad de formación de estas bandas concéntricas en las valvas, es posible determinar la edad, estimar parámetros y tasas de crecimiento en este tipo de organismos marinos.

La edad y el crecimiento de *Ensis macha* (Molina, 1782) ha sido estudiado anteriormente por Chong *et al.* (2001) en la zona de Tubul en la región del Bio-Bio, determinando que este bivalvo presenta bandas de periodicidad lunar (mensual) y otras de periodicidad anual constituidas por agregados de doce bandas lunares.

Aunque los antecedentes registrados para el huevo de la región del Bio-Bio son importantes, es sabido que las variaciones ambientales, bióticas y abióticas, determinan fuertemente cambios en las características de historia de vida de los organismos marinos, particularmente de los moluscos, por lo cual se hace necesario investigar para los bancos de la región de Los Lagos el patrón de crecimiento y reproductivo del huevo, con el propósito de levantar la información biológica necesaria para mejorar la evaluación y el manejo de este recurso.

5.2.2. Metodología.

5.2.2.1 Muestreo.

La zona de muestreo se estableció considerando la caracterización espacial y temporal de los desembarques de huevo de la región de Los Lagos. Las muestras se obtuvieron desde los bancos naturales presentes en la localidad de Queilen, zona del mar interior de Chiloé, alrededor de los 42°55'S 73°30'O. Esta zona tiene aporte de aguas de origen marino, fluviales y pluviales, sedimento de tipo arenoso y limo-arcilloso y una importante influencia mareal (Silva & Astorga, 2010; Soto *et al.*, 2021).

Se recolectaron, en forma mensual desde abril 2025 hasta abril 2026, un total de 937 huepos desde los bancos de Curaco, Queilen y Paildad (Tabla 16). Se realizó un muestreo biológico y los ejemplares fueron individualizados, etiquetados y enviados a la Sección de Edad y Crecimiento de IFOP en Valparaíso para posteriores análisis. En el laboratorio las valvas fueron lavadas y secadas en horno marca BINDER a 25°C por 15 minutos, siendo almacenadas según su procedencia, manteniendo la trazabilidad de los datos registrados en terreno.

Tabla 16. Datos de los muestreos de bancos naturales de huego realizados entre abril de 2025 y abril de 2026.

Localidad	Mes de muestreo	Año de muestreo	Número de ejemplares
Curaco	Abril	2025	31
Paildad	Abril	2025	7
Curaco	Mayo	2025	27
Queilen	Mayo	2025	51
Queilen	Junio	2025	69
Queilen	Julio	2025	68
Queilen	Agosto	2025	67
Queilen	Septiembre	2025	62
Queilen	Octubre	2025	66
Queilen	Noviembre	2025	63
Queilen	Diciembre	2025	67
Queilen	Enero	2026	90
Queilen	Febrero	2026	92
Queilen	Marzo	2026	84
Queilen	Abril	2026	93
Global			937

5.2.2.2 Método determinación de edad mediante lecturas de anillos de crecimiento.

Para la determinación de edad mediante anillos de crecimiento se ensayaron dos procedimientos: 1) el primero consistió en identificar bandas de crecimiento en la superficie de la valva en sentido longitudinal, partiendo desde el umbo. Cada banda de crecimiento fue marcada con lápiz grafito para facilitar la medición de la longitud de cada una de ellas; 2) el segundo procedimiento consistió en realizar secciones de corte longitudinales y transversales con el objetivo de verificar la presencia de estas bandas de crecimiento y determinar la forma más adecuada de disposición de la valva que permita una mayor precisión de la lectura. Para obtener las secciones, las valvas fueron limpiadas y montadas en resina epóxica.

Preparación de las muestras para lectura superficial

Las valvas fueron lavadas, limpiadas con un cepillo para eliminar sedimentos remanentes y se secaron en horno a 25°C. Se descartaron del análisis de lectura aquellas valvas que presentaran daño estructural para evitar la subestimación de la edad. Además, se evaluó la mejora en la calidad visual de las marcas superficiales tras la exposición de las valvas en una solución de cloro al 10% durante 6, 24 y 48 horas.

Se tomaron medidas de longitud de las valvas de los ejemplares mediante dos estimaciones, a lo largo del eje antero-posterior (L), y a lo largo del eje de crecimiento (D) (Figura 62) con un caliper manual de precisión 0,05 mm.

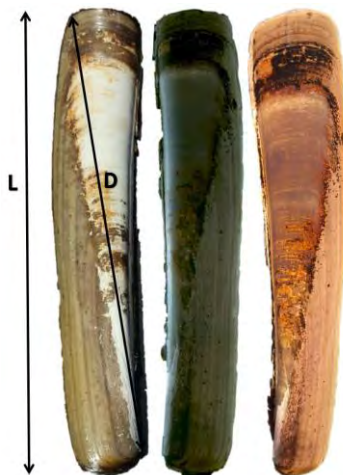


Figura 62. Fotografías de superficie externa de ambas valvas de *E. macha* en un ejemplar de 188 mm (L) tomadas con luz reflejada (izquierda) y luz transmitida (derecha) a simple vista, y con microscopio estereoscópico (centro) con luz transmitida. Las flechas indican las dimensiones medidas L: longitud antero-posterior, D: longitud diagonal (eje de mayor crecimiento desde el umbo hacia el borde postero-ventral).

Preparación de las muestras para lectura de secciones

Para obtener las secciones transversales se marcó la valva con lápiz grafito la zona a cortar (Figura 63 A), se realizaron secciones a lo ancho a la altura del umbo, replicando lo realizado previamente por Chong *et al.* (2001) en la misma especie; y a lo largo de la valva (Figura 63 B), cubriendo el eje antero-posterior, según lo experimentado por Cardoso *et al.* (2013) en *Ensis directus* y por Hernández-Otero *et al.* (2014) en *Ensis arquatus*. Para ello, una valva se montó en un bloque de resina epóxica, en la que se usó una mezcla en razón 2:1 partes de Araldite MY740 y endurecedor HY2963, respectivamente. El montaje se dejó reposar por al menos 12 horas. La valva inserta en el bloque fue cortada para obtener la sección utilizando una máquina de corte de alta velocidad modelo SECOTOM-50 (Struers) provista de un disco diamantado de 8". Se ensayaron distintos grosores de sección entre 0,5 a 3,0 mm, con el fin de obtener una mejor visibilidad de las bandas de crecimiento.

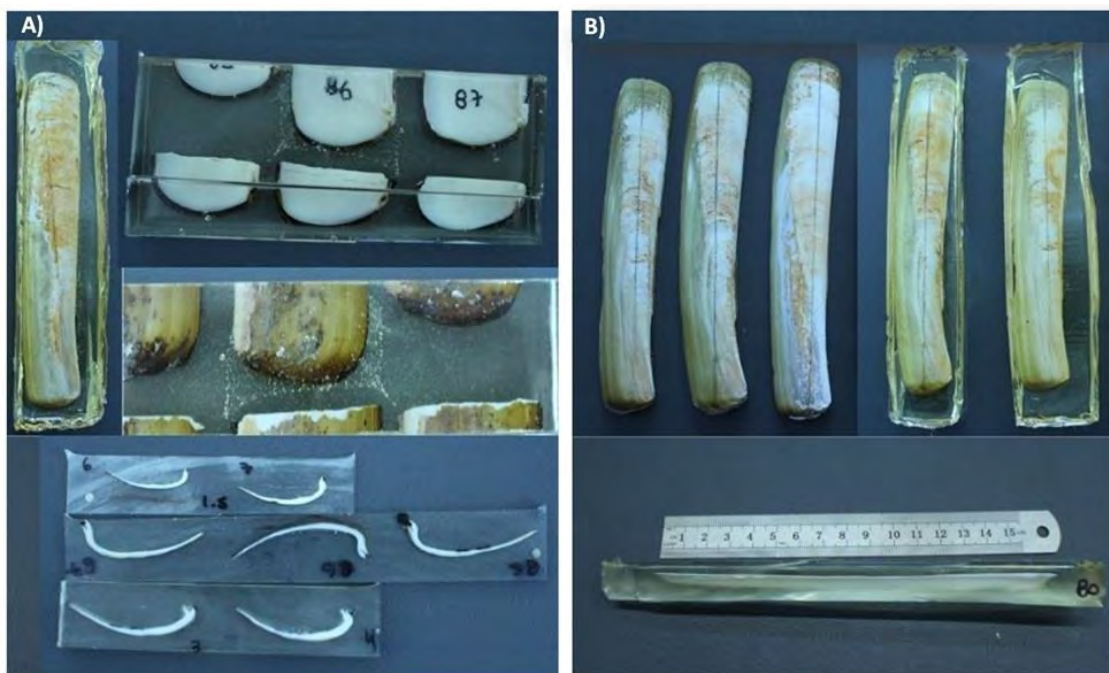


Figura 63. Fotografías muestran el detalle de la dirección del corte transversal de la valva a la altura del umbo y la disposición de las secciones sobre portaobjetos (A) y las secciones longitudinales por el centro de la valva (B), ambas montadas en resina epóxica.

Determinación de las bandas de crecimiento

Las marcas superficiales se examinaron macroscópicamente, a simple vista y con lupa estereoscópica, combinando el uso de luz transmitida y reflejada para generar buen contraste entre marcas. En ambas valvas, izquierda y derecha, se definieron las marcas de crecimiento caracterizando la rugosidad superficial y la presencia de bandas opacas y translucidas, teniendo en cuenta su alternancia y continuidad antero-posterior a lo largo del eje ventral.

Dos observadores realizaron lecturas independientes en 51 ejemplares con un rango de longitud de 98 a 200 mm, estableciendo el número de bandas externas visibles y la distancia entre marcas de incremento, considerando los antecedentes de estudios previos de crecimiento en *Ensis macha* (Chong *et al.*, 2001; Baron *et al.*, 2004), y en otras especies del género (Cardoso *et al.*, 2013; Hernández-Otero *et al.*, 2014). Se generaron patrones de consenso entre ambos lectores para continuar las lecturas superficiales con un solo lector. Se definieron los principales criterios de lectura de las cuatro primeras bandas de crecimiento en *E. macha*. Estas lecturas fueron verificadas con aquellas hechas en secciones transversales y longitudinales de ejemplares para identificar cual técnica

de preparación entrega una mejor resolución de las bandas de crecimiento y, en consecuencia, alcanzar una mayor precisión en la determinación de edad.

Se analizaron 937 valvas provenientes principalmente de Queilen ($n = 872$, y en menor cantidad de las localidades de Curaco ($n = 58$) y Paildad ($n = 7$). De dicho total, 932 lecturas superficiales fueron consideradas en los resultados, ya que cinco muestras se descartaron por daño en la estructura. Estas lecturas permitieron estimar las longitudes promedio de las valvas para cada edad. A partir de esta lectura se exploró la distribución de datos de longitudes retro-calculadas en forma pretérita a cada edad o banda de crecimiento anual. Los datos de longitud versus edad al momento de la captura permitieron elaborar una clave edad-talla preliminar para el área total, agrupando las longitudes de intervalos cada 10 mm.

5.2.2.3 Estimación de precisión de la edad.

El análisis de precisión (reproducibilidad) de la lectura de edad se realizó aplicando dos medidas de error, que reflejan el grado de dificultad promedio en la determinación de edad, a saber: el Porcentaje de Error Promedio (APE en inglés) (Beamish y Fournier, 1981), el coeficiente de variación (CV) (Campana, 2001). Beamish y Fournier (1981) calculan el Porcentaje de Error Promedio (APE) como:

$$APE = \frac{100}{N} \sum_{j=1}^N \left[\frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{|X_{ij} - X_j|}{X_j} \right]$$

donde, N es el número de ejemplares que se les asignó edad; R es el número de veces que fue leída la muestra; X_{ij} es la i-ésima determinación de edad del j-ésimo animal; X_j es la edad promedio calculada para el j-ésimo animal.

El coeficiente de variación (CV), es expresado como la razón de la desviación estándar sobre el promedio, y puede ser escrita de la siguiente forma:

$$CV_j = 100\% \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^R \frac{(X_{ij} - X_j)^2}{R - 1}}}{X_j}$$

donde CV_j es la precisión de la edad estimada para el j-ésimo animal. Como en la ecuación de APE, la estimación de todos los peces puede ser promediada para producir el promedio del CV.

Los indicadores fueron complementados con el uso del método gráfico (promedio de la edad estimada por un lector con respecto a otro lector patrón) y su coeficiente de variación (CV), como un modo de representar el sesgo a la edad (Campana 1995, 2001). Se aplicaron también tres pruebas para evaluar la simetría de una matriz de concordancia de la edad entre lectores, de acuerdo con Evans & Hoening (1998). El test de McNemar (McNemar, 1947; Hoening *et al.*, 1995), de Evans-Hoening (Evans & Hoening, 1998) y el test de Bowker (Bowker, 1948; Hoenig *et al.*, 1995). Además, el gráfico de Bland-

Altman con GAM. En estos análisis se usó el paquete estadístico FSA de Rproject (Ogle, 2016) (<http://derekogle.com/fishR>).

5.2.2.4 Determinación del crecimiento.

Para describir el patrón de crecimiento en E. macha, se comparó el mejor ajuste según el criterio Leave One Out Information Criterion (LOOIC) aplicándose a los modelos de Von Bertalanffy (Von Bertalanffy, 1938), Gompertz y Logístico. Posteriormente se ajustó el modelo de Von Bertalanffy usando los enfoques frecuentista y Bayesiano (MCMC) (Neves *et al.*, 2022). Para contar con mayor estabilidad matemática en el ajuste de las etapas tempranas, que están subrepresentadas en el muestreo, el modelo se re-parametrizó en función de la longitud promedio al nacimiento (L_0), sustituyendo el parámetro original que considera la edad teórica al tiempo cero:

$$L_t = L_\infty - (L_\infty - L_0)e^{-kt}$$

Donde L_t representa la longitud total estimada a la edad t , L_∞ es la longitud asintótica promedio y k es la tasa de crecimiento anual.

En el enfoque frecuentista, el ajuste de los parámetros del modelo se realizó mediante un análisis no lineal por mínimos cuadrados ordinarios (NLS), usando el algoritmo de Gauss-Newton, asumiéndose un error aditivo con distribución normal y varianza constante. Considerando la reparametrización antes mencionada, la estimación de t_0 se obtuvo a partir de:

$$t_0 = \log(1 - (L_0 / L_\infty)) / k$$

Los intervalos de confianza (IC) al 95% para L_∞ , k y L_0 , se obtuvieron a partir de los errores estándar de la matriz de varianza-covarianza del modelo. Para el parámetro derivado t_0 , el error estándar y sus IC, se calcularon utilizando el método Delta, propagando analíticamente los errores y covarianzas de los tres parámetros base.

En el caso del enfoque bayesiano, se aplicó el método de Monte Carlo basado en cadenas de Markov (MCMC). Para garantizar la robustez de los parámetros de salida, primero se evaluó la sensibilidad de los parámetros de entrada (L_∞ y L_0) al modelo asignado el error estándar en tres niveles (base, al 25% y al 50%) de la media de cada parámetro. Una vez definidos los niveles de los parámetros de entrada, se simuló el modelo evaluando los niveles de convergencia, de auto correlación y el valor del estadístico Gelman-Rubin ($R' \approx 1$). La estimación de t_0 y sus IC (95%) se hizo dentro de la simulación, calculándolo para cada iteración de las cadenas MCMC, esto permitió extraer la covarianza de la distribución de los valores posteriores que entrega el modelo.

Los datos de entrada del modelo para el enfoque bayesiano se establecieron a partir de lo observado en el muestreo del presente estudio y en lo descrito en la literatura de la especie, ajustando los parámetros para asegurar la buena convergencia del modelo. Así, L_∞ se fijó en 210 mm, considerando

el valor máximo del muestreo del presente estudio (200 mm) y L_0 correspondió a 10 mm de acuerdo el tamaño estimado en una etapa post larval (Lépez *et al.*, 2004).

Todos los análisis estadísticos de crecimiento y los gráficos fueron generados usando el paquete “BayesGrowth” en el software R, adaptando los códigos presentados en Smart JJ & Grammer GL (2021).

Estimación de tasas de crecimiento

Para determinar las tasas de crecimiento se emplearon las siguientes ecuaciones:

Tasa de crecimiento absoluta:

$$TCA = \frac{(L_{t2} - L_{t1})}{(t_2 - t_1)}$$

Tasa de crecimiento relativa:

$$TCR = \frac{1}{L_{t1}} \frac{(L_{t2} - L_{t1})}{(t_2 - t_1)}$$

Donde L_{t1} y L_{t2} corresponde a la longitud del ejemplar registrada entre los tiempos t_1 y t_2

5.2.2.5 Validación de la periodicidad de las bandas de crecimiento.

Análisis isotópico

Se seleccionaron las valvas de cuatro ejemplares de longitudes que variaron entre los 138 y 162 mm y con edades aproximadas entre cuatro y siete años. La longitud superior de selección se estableció considerando lo encontrado por Blackman *et al.* (2025), quienes señalan que sobre los 160 mm de longitud los incrementos de crecimiento son muy próximos entre sí para obtener un patrón definido de isótopos de oxígeno.

Las conchas se limpiaron con un cepillo para eliminar los sedimentos adheridos, se enjuagaron con agua destilada y se dejaron secar al aire. Se identificaron las marcas de edad superficiales y se extrajo el carbonato de calcio para el análisis de isótopos.

El carbonato de calcio se obtuvo siguiendo el procedimiento establecido en Cardoso *et al.* (2013). Este consistió en el relleno del lado cóncavo de las valvas con resina epóxica, para reforzarla y permitir la perforación del lado convexo (exterior) sin quebrarla. El polvo de carbonato de calcio se muestreó manualmente utilizando un mini taladro eléctrico de 8000 a 18000 revoluciones por minuto, con una pequeña broca dental (300 μm) (Figura 64A), perforando la superficie sin exceder la profundidad de máximo grosor de la valva. El muestreo se realizó a lo largo de la valva, a partir de 30 a 40 mm desde el borde anterior, en transectos perpendiculares al eje de crecimiento, evitando los bordes ventral y dorsal. La longitud y profundidad de cada transecto se hizo asegurando que la muestra fuera mayor a los 80 μg de carbonato de calcio. En total se perforaron entre 34 – 43 transectos de muestreo en cada valva. La separación entre bandas de muestreo fue menor a medida que se encontraron más marcas

de incrementos, lo que fue más recurrente hacia el borde posterior de la valva. La cantidad final de transectos fue dependiente del tamaño de la concha, del costo económico del análisis y de las zonas de mayor interés que presentaron las valvas (Figura 64B).

Para la medición del delta de oxígeno se encapsularon entre 400 y 600 microgramos de muestra en una cápsula de plata. Para pesar la muestra se utilizó una balanza “Mettler Toledo XP105”. Se armaron tandas de hasta 30 muestras usando el estándar de referencia internacional Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB). El mismo procedimiento se aplicó en el análisis de delta de carbono, salvo que la muestra se encapsuló en una capsula de estaño en lugar de plata.

El análisis de isótopos estables se realizó utilizando un espectrómetro de masas con razón isotópica (IRMS) marca “NU instruments” acoplado a un horno de pirolisis. El material se digiere al vacío con ácido fosfórico deshidratado, a 70°C. El CO₂ generado por esta reacción se analiza, determinando valores de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$. Los resultados se expresan en partes por mil (‰) en relación con el estándar VPDB, utilizando los parámetros internacionales NBS-19 y NBS-18. El análisis de isótopos estables estuvo a cargo del Laboratorio de Isótopos Ambientales perteneciente a la Universidad de Arizona. Los resultados se expresan en notación delta relativo al VPDB:

$$\delta^{18}\text{O}; \delta^{13}\text{C} = \frac{R_{sa} - R_{st}}{R_{st}} \times 1000$$

Donde R_{sa} y R_{st} son la razón entre $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ y $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ de la muestra y el estándar VPDB, respectivamente. Los datos de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ de cada transecto se graficaron en función de la distancia desde el umbo hasta el borde de la valva.



Figura 64. A) microdrill usado para la obtención del carbonato de cada transecto de la concha; B) imagen de valva de *E. macha* (L = 161 mm) con la secuencia de 41 transectos que se hicieron sobre la concha.

Validación del crecimiento manteniendo moluscos en cautiverio.

Durante el 2025 se realizaron dos remociones de los ejemplares mantenidos en cautiverio. La primera, se hizo el 27 de agosto, se extrajeron momentáneamente 20 individuos, a los que se le fotografió junto a una reglilla de referencia, fueron medidos, pesados y marcados en el borde postero-ventral con el fin de observar cambios en el crecimiento a partir de un pinto de referencia, dichos individuos fueron reintroducidos al tercer acuario (Figura 65B). El 29 de noviembre, se hizo una remoción definitiva de 29 ejemplares que se mantenían en cautiverio desde el 8 de mayo 2025, estos huecos fueron medidos, pesados, sexados y enviados al laboratorio de Edad y Crecimiento. Estas remociones tuvieron como propósito conocer, de forma preliminar, si hubo cambio en el tamaño de los individuos en un rango de tiempo conocido. En marzo del 2026, tras un total de 215 días, se removieron en su totalidad los ejemplares de los dos estanques en que se inició el experimento de cautiverio, replicándose la metodología de análisis previamente descrita.

Se evaluó la normalidad de los datos de longitudes de los ejemplares removidos aplicando pruebas de normalidad y test de dos muestras pareadas para determinar la significancia de las variaciones en longitud entre los ejemplares marcados y los removidos usando el software PAST v4.16c (Hammer *et al.*, 2001) (Figura 66).



Figura 65. A) microdrill usado para la obtención del carbonato de cada transecto de la concha; B) imagen de valva de *E. macha* (L = 161 mm) con la secuencia de 41 transectos que se hicieron sobre la concha.



Figura 66. En las fotos se muestran los estanques implementados para la mantenci3n de los huevos en cautiverio en las instalaciones del centro de maricultura de Hueihue de Chilo3 (IFOP) (A); ejemplares de *E. macha* con sus n3meros de identificaci3n respectivos y con marcaje en los bordes (B) y los instrumentos de medici3n y pesaje utilizados en terreno (C).

5.2.3 Resultados

5.2.3.1 Ensayos preparaci3n de valvas para lectura de anillos de crecimiento.

Uso de hipoclorito de sodio para mejorar visibilidad de anillos

La mantenci3n de las valvas en una soluci3n de cloro al 10% por un periodo de 24 horas permiti3 mejorar en parte la definici3n de las marcas superficiales en ejemplares de longitudes mayores a los 60 mm. Sin embargo, la estructura valvar se debilit3, haciendo m3s dif3cil su manipulaci3n debido a la gran fragilidad de las valvas por perdida de carbonato de calcio. A partir de lo anterior, y considerando que la mejora en la visibilidad de las bandas fue marginal y la disminuci3n de carbonato de calcio pudiera afectar el an3lisis, se decidi3 no aplicar el tratamiento con cloro para realizar las lecturas (Figura 67).



Figura 67. Fotografías de valvas de huevo antes y después de la exposición a una solución de cloro al 10% (A). Secuencia de imágenes de valvas previo a la exposición (B), a las 6 horas (C), 24 horas (D) y tras 48 horas (E) de exposición.

5.2.3.2 Lectura comparada de la superficie y corte transversal de la valva.

El análisis de la estructura interna de cortes longitudinales y transversales de las valvas con una lupa estereoscópica puso énfasis en las zonas en que se determinó que había bandas de crecimiento anual tras la lectura de la superficie de la valva. La observación de técnicas de lecturas de valvas superficiales, secciones transversales y longitudinales mostró una mayor resolución en la primera de estas técnicas, ya que las bandas tienen una disposición en un área mayor que permite observar con mayor claridad el perfil del crecimiento, tanto del grupo de anillos que constituyen la posible banda anual de crecimiento, como también de los anillos “falsos” entre bandas. Las secciones no permiten observar el crecimiento en toda su magnitud, ya que la sección solo corresponde a un perfil interno, donde no fue posible observar todas las bandas de crecimiento registradas en la superficie de la valva. Además, que los anillos en las secciones presentaban una baja intensidad o contraste que no permitió

una lectura con precisión. Habría que agregar a esto la fragilidad de las secciones longitudinales, que hace difícil su manipulación para evitar fracturas, sumado al tiempo que involucra su preparación. Debido a lo anterior, se estimó que este método no reviste un aporte en orden a tener una mejor resolución de las bandas de crecimiento (Figuras 68 y 69).

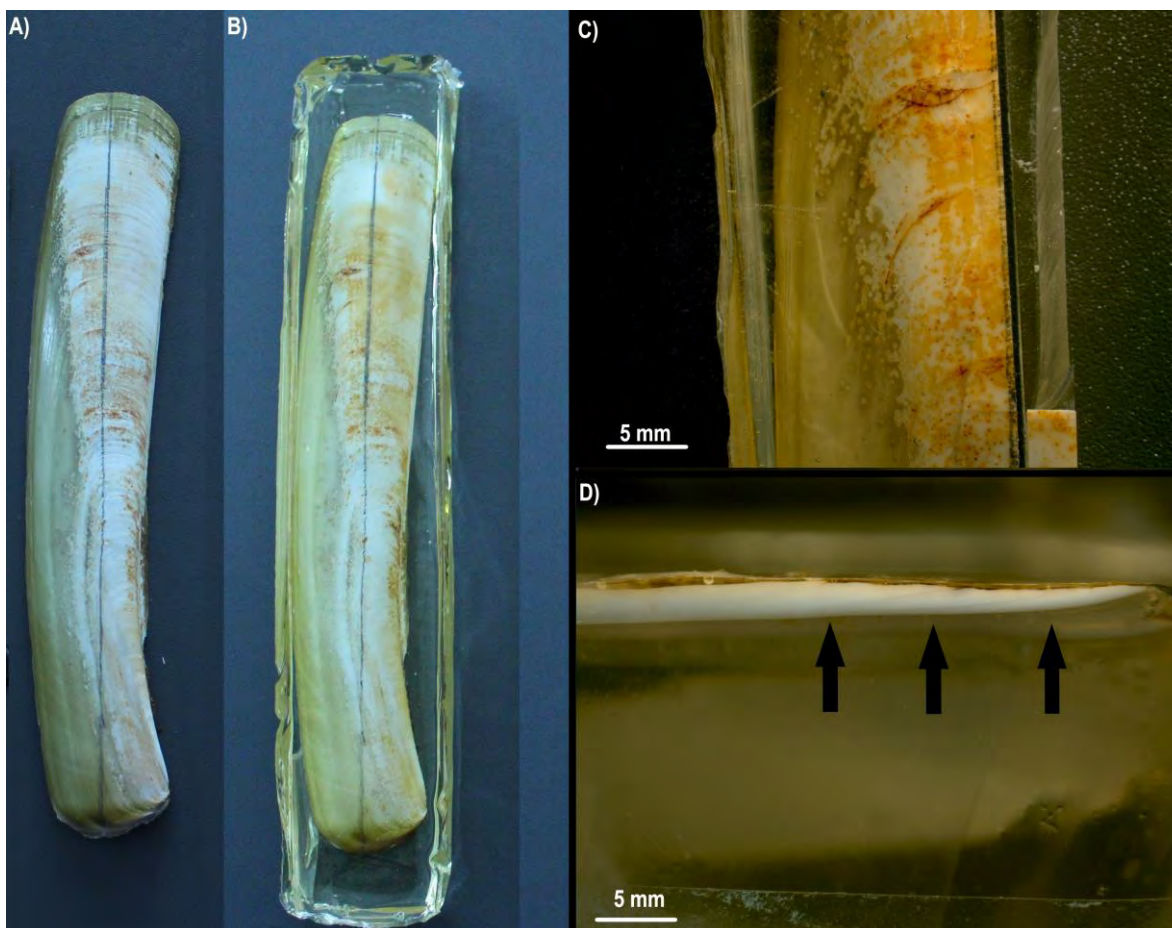


Figura 68. Fotografía de valva de un ejemplar de huevo de 167 mm con marca para hacer un corte longitudinal (A), valva montada en resina (B). Imágenes tomadas con lupa estereoscópica mostrando daño producido en la valva tras corte (C) y estructura del borde posterior indicándose marcas internas de crecimiento continuas hacia la estructura superficial (flechas negras) (D).

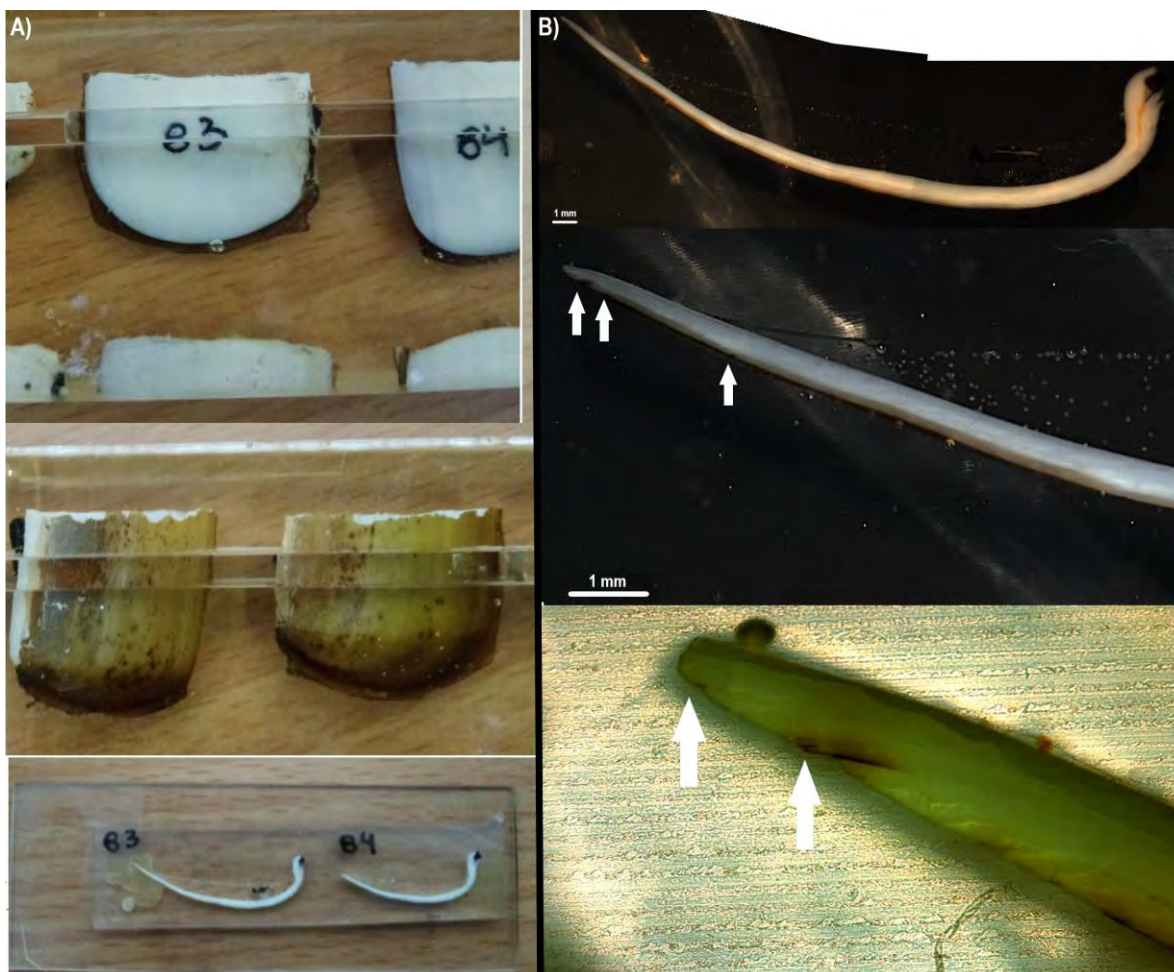


Figura 69. Fotografías de un ejemplar de huevo de 167 mm montado en resina y en portaobjetos para análisis de corte transversal (A). Imágenes que revelan marcas internas continuas hacia la superficie externa de la valva en el borde ventral a la altura del umbo (flechas blancas) tomadas con lupa estereoscópica aumento 10x (B arriba y central) y con microscopio con aumento 5x (B abajo).

5.2.3.3 Criterio de Lectura de bandas de crecimiento en la superficie de la valva.

La lectura superficial de la valva permitió hacer una descripción más detallada de las características de al menos las primeras bandas de crecimiento (Figura 70 A). Se definió una banda de crecimiento anual como una marca oscura con relieve, seguida de una banda opaca de extensión continua hacia el borde antero-ventral (Figura 70 B y C). Hay que considerar en la lectura la presencia de otras marcas concéntricas que no constituyen bandas de crecimiento anual, cuya periodicidad es aún desconocida. Esta caracterización de discernimiento de los tipos de marcas se hizo siguiendo los patrones establecidos en la literatura del género *Ensis* (Chong *et al.*, 2001; Cardoso *et al.*, 2013; Hernández-Otero *et al.* 2014; Blackman *et al.*, 2025), que también ponen cuidado en perturbaciones provocadas por daño valvar e infiltración de sedimento al interior de la valva, que pueden confundirse con las características de un anillo opaco o hialino verdadero (Figura 70 D). Por ello, se descartaron de la lectura aquellas bandas observadas a continuación de una marca de crecimiento anual, las que no presentaban una banda opaca continua y en las que se pudo ver daño, estrés valvar o intrusión de sedimento.

En todos los ejemplares analizados, se pudo ver una banda presente alrededor de los 40 – 50 mm, que estimamos correspondía a una banda de crecimiento invernal que se formaría antes del primer año, como parte del proceso de crecimiento juvenil. Aquellos ejemplares pequeños en que solo se observaba esta marca se asignaron con edad cero, es decir huepos menores al año de vida (Figura 71 A). En las figuras 71, B, C y D se muestran las valvas de ejemplares clasificados como edad 1, 2 y 3 años.

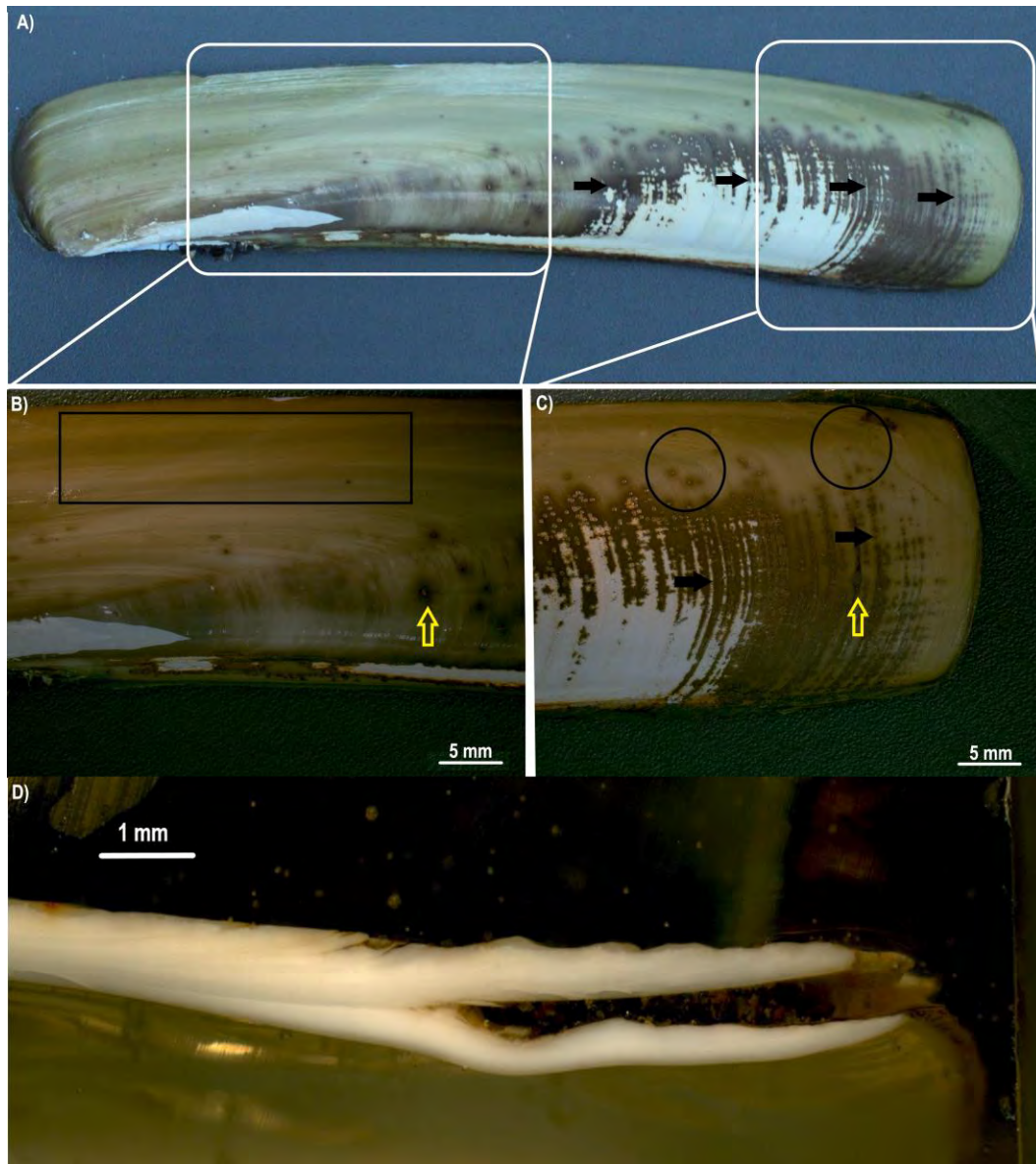


Figura 70. Fotografía de un ejemplar de 134 mm con edad estimada de 4 años (flechas negras) (A). Imágenes de la misma valva tomadas con lupa estereoscópica (0,67X), se indica en cuadrado la alternancia de bandas a lo largo del borde ventral y cambios en el relieve de la superficie con círculos (B - C) y se señalan puntos de daño de la superficie valvar con flechas amarillas y en D la intrusión de sedimento observada en un corte longitudinal en un ejemplar de 173 mm.

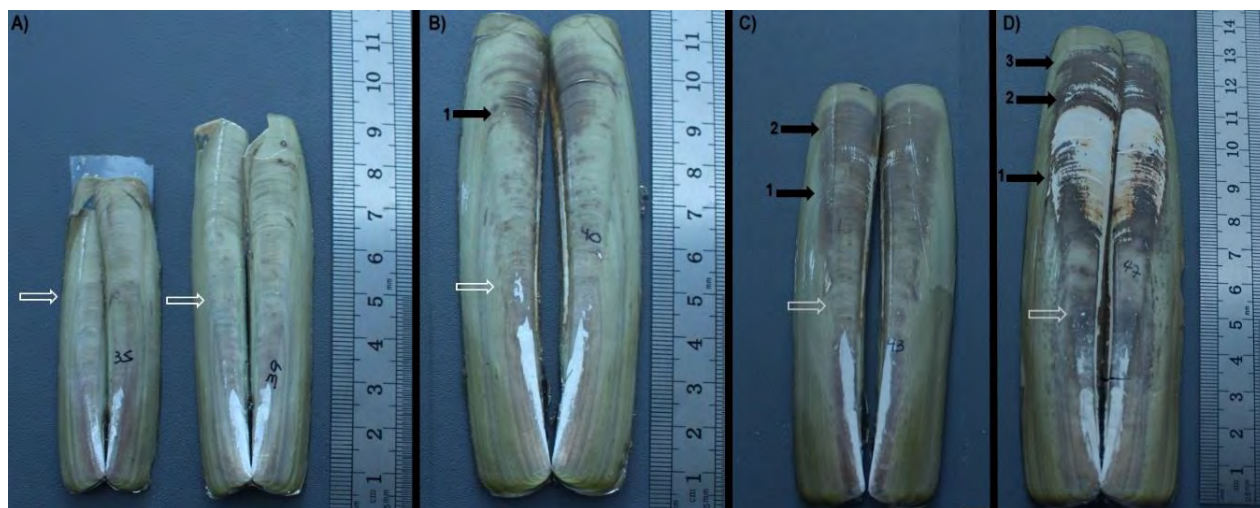


Figura 71. Fotografía que muestra dos ejemplares de edad 0 (A); un ejemplar de edad 1 (B); edad 2 (C) y edad 3 (D). Las flechas abiertas con borde blanco indican la posición de la banda que se forma antes del año. Las flechas negras indican la posición de los anillos que se presume anuales.

5.2.3.4 Estimación de edad de *Ensis macha*.

Se leyeron exitosamente un total de 932 huepos usando la técnica de lectura superficial de especímenes provenientes principalmente bancos naturales de Queilen y, en menor cantidad, de las localidades de Curaco y Paildad correspondientes a los muestreos biológicos realizados entre abril del año 2025 y abril del 2026.

Las longitudes de los ejemplares se distribuyeron entre 71 y 201 mm, con edades estimadas entre 0 y 12 años (Tabla 1). La lectura de bandas de crecimiento muestra que, durante el primer año, esta especie registra el mayor crecimiento de la valva alcanzando una longitud media de 81 mm. A partir de este año comienza una menor tasa de crecimiento. El segundo año la valva crece en promedio 19 mm, 15 mm el tercer año, para luego registrar un menor crecimiento que varía entre 12 mm en el cuarto año hasta 3 mm a los 10 años (Tabla 2). La Clave Edad-Talla con los datos de edad número de bandas de crecimiento vs la longitud de huepo agrupado en intervalos cada 10 mm para ambos sexos combinados, machos y hembras, se muestran en la tabla 3. En esta tabla se puede observar una mayor amplitud de edades en machos mayor (1 a 12 años) que en hembras (1 a 10 años), debido probablemente al menor rango de este último sexo. La matriz edad-talla para ambos sexos agrupados considera ejemplares sin sexo identificado, incluyendo ejemplares menores al año de vida.

Tabla 17. Datos de los muestreos de bancos naturales de huego realizados entre abril de 2025 y abril de 2026.

Localidad	Mes de muestreo	Año de muestreo	Número de ejemplares
Curaco	Abril	2025	31
Paildad	Abril	2025	7
Curaco	Mayo	2025	27
Queilen	Mayo	2025	51
Queilen	Junio	2025	69
Queilen	Julio	2025	68
Queilen	Agosto	2025	67
Queilen	Septiembre	2025	62
Queilen	Octubre	2025	66
Queilen	Noviembre	2025	63
Queilen	Diciembre	2025	67
Queilen	Enero	2026	90
Queilen	Febrero	2026	92
Queilen	Marzo	2026	84
Queilen	Abril	2026	93
Global			937

Tabla 18. Resumen de la lectura superficial de las valvas de huego, muestreo entre abril de 2025 y abril de 2026.

Mes	Año	Número de ejemplares	Longitud del huego		Edad del huego	
			Min	Max	Min	Máx.
Abril	2025	38	107	177	1	11
Mayo	2025	78	71	185	0	11
Junio	2025	69	97	188	1	10
Julio	2025	68	105	201	1	12
Agosto	2025	67	103	200	1	11
Septiembre	2025	62	105	182	1	11
Octubre	2025	66	101	177	1	9
Noviembre	2025	63	92	189	1	11
Diciembre	2025	67	103	187	1	9
Enero	2026	90	74	153	0	5
Febrero	2026	92	84	189	0	9
Marzo	2026	84	93	172	1	11
Abril	2026	93	91	177	1	11
Global		937	71	201	0	12

Tabla 19. Radios promedio (mm) de cada una de las bandas de crecimiento por edad a partir de la lectura de la superficie de las valvas de huego para ambos sexos combinados, machos y hembras, colectadas en tres localidades de muestreo entre abril 2025 y abril de 2026. La fila global indica el valor promedio del radio para los anillos de crecimiento sin considerar la clasificación por grupo de edad.

	Edad	Anillos de crecimiento											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ambos sexos	1	83											
	2	82	101										
	3	81	101	116									
	4	80	100	116	128								
	5	81	99	115	128	138							
	6	81	98	113	125	136	144						
	7	81	99	113	125	136	145	152					
	8	82	100	114	126	136	145	153	159				
	9	82	101	116	128	139	149	157	164	170			
	10	82	98	111	123	133	142	151	158	164	169		
	11	82	98	114	125	135	144	153	160	167	173	178	186
	12	77	99	114	126	136	146	157	168	177	184	191	196
	Global	81	100	115	127	137	145	153	161	169	172	179	191
	Edad	Anillos de crecimiento											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Machos	1	85											
	2	84	103										
	3	82	101	117									
	4	80	99	116	128								
	5	80	99	116	128	139							
	6	81	98	113	125	136	145						
	7	81	100	114	126	137	146	153					
	8	81	100	114	126	136	145	153	159				
	9	82	101	116	129	140	150	159	166	172			
	10	83	100	112	125	134	142	151	159	164	169		
	11	82	100	117	129	139	147	156	163	170	176	180	186
	12	77	99	114	126	136	146	157	168	177	184	191	196
	Global	81	100	115	127	137	146	154	162	171	175	182	191
	Edad	Anillos de crecimiento											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hembras	1	84											
	2	81	101										
	3	80	100	115									
	4	82	102	118	130								
	5	80	99	115	127	137							
	6	82	100	115	126	137	146						
	7	81	100	114	126	137	147	153					
	8	84	103	116	128	137	146	152	157				
	9	86	105	121	133	145	155	162	168	173			
	10	81	98	113	128	141	149	155	160	166	172		
	11												
	12												
	Global	81	100	116	128	138	147	154	161	171	172		

Tabla 20. Clave edad-talla de *Ensis macha* de ambos sexos, machos y hembras, correspondiente a la lectura superficial de la valva de especímenes capturados en los bancos de Curaco, Queilen y Paildad entre abril 2025 y abril de 2026. La sumatoria de individuos analizados por grupo de edad se señala en el total.

	Longitud	Edad												Total	
	valvas (mm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
Ambos sexos	70	3													3
	80	3	2												5
	90		26	2											28
	100		15	38	1										54
	110		4	55	50	1									110
	120			16	105	28									149
	130			2	39	89	27	6							163
	140				3	43	44	55	12						157
	150					3	21	40	33	21	3				121
	160						2	13	27	28	10	1	1		82
	170							1	1	14	14	7	3		40
	180									1	12	1	4		18
	190														
	200												1	1	2
	Global	6	47	113	198	164	94	115	73	64	39	9	9	1	932
	Longitud	Edad													
	valvas (mm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Machos	70														
	80														
	90		6	1											7
	100		6	11											17
	110		1	24	18	1									44
	120			9	59	19									87
	130			1	24	51	14	2							92
	140				2	26	28	27	2						85
	150					1	16	23	26	14	1				81
	160						2	10	14	23	5				54
	170								1	9	11	3	3		27
	180									1	10		2		13
	190														
	200												1	1	2
	Global		13	46	103	98	60	62	43	47	27	3	6	1	509
	Longitud	Edad													
	valvas (mm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Hembras	70														
	80														
	90		5												5
	100		4	13	1										18
	110		1	21	25										47
	120			7	41	5									53
	130			1	11	22	8	1							43
	140				1	16	10	9	3						39
	150					2	5	14	4	3					28
	160							2	12	3	1				18
	170							1		1	1	2			5
	180										2				2
	190														
	200														
	Global		10	42	79	45	23	27	19	7	4	2			258

Análisis de precisión de las lecturas

Los ejercicios de reproducibilidad, que corresponden a la medición de la precisión en la identificación de bandas de crecimiento y/o edad entre lectores en forma independiente, arrojó avances importantes pasando de obtener estimaciones del error de APE de 22,8%; CV de 32,3% y porcentaje de acuerdo de 13% en el primer ejercicio, hasta valores de APE de 6,5%; CV de 9,2% y porcentaje de acuerdo de 66% en el segundo ejercicio. Este resultado de precisión se complementa con una disminución de la tendencia hacia la sobre o subestimación de la edad, que en el segundo ejercicio solo se observa en las colas de la distribución de lectura (Figura 72), sin presentar diferencias significativas, según los test de simetría entre lectores a saber: Test de McNemar con Chi-cuadrado de 1,9; $P=0,166$; Evans Hoening con Chi-cuadrado de 3,5; $P=0,482$ y Bowker con McNamara Chi-cuadrado de 13,0; $P=0,163$.

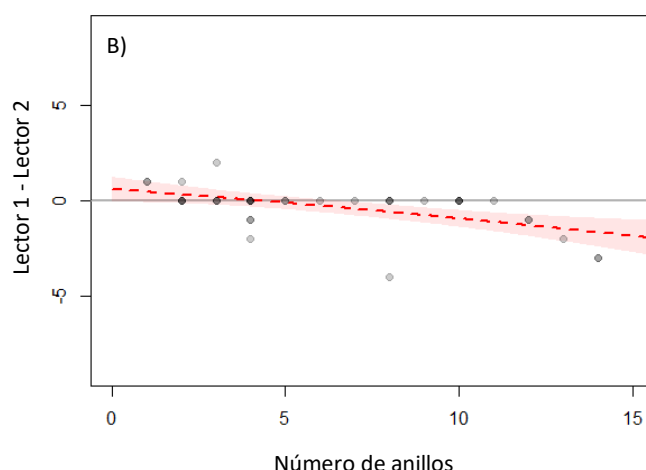


Figura 72. Distribución de datos de las diferencias de estimación de la edad entre lectores por número de anillos (edad). Línea punteada indica el ajuste medio suavizado con su intervalo de confianza al 95%. La gráfica corresponde al segundo ejercicio de lectura.

Ajustes a Modelos de Crecimiento

En el análisis total de las muestras ($n = 932$), el mejor ajuste para el patrón de crecimiento del hueso se obtuvo con el modelo de Von Bertalanffy, presentando el menor valor según el criterio LOOIC y el mayor peso predictivo (97%) con respecto a los modelos de Gompertz, que tuvo un valor de soporte muy bajo (3%), y al Logístico que no convergió (0%). Al realizar este análisis por sexo, nuevamente los datos tuvieron mejor ajuste al modelo de Von Bertalanffy obteniendo el menor valor según el índice de Akaike (AIC), para hembras ($n = 258$; $AICw_i = 0,41$) y machos ($n = 510$; $AICw_i = 0,87$).

Los dos enfoques del modelo de Von Bertalanffy, frecuentista y bayesiano, para ambos sexos combinados mostraron diferencias en los parámetros estimados (Tabla 21; Figura 73). El modelo bayesiano, que incorporó datos de entrada conocidos para *E. macha* fue más verosímil. Durante su simulación, las cadenas se mezclaron de forma óptima (Figura 74) y no se evidenció autocorrelación

(Figura 75). Esto se respaldó con un $\hat{R}$ de 1,00 y un elevado tamaño de muestra efectivo ($n_{eff} > 4700$). Tanto el modelo frecuentista como el bayesiano tuvieron un buen ajuste y un nivel de dispersión similares, sin embargo, la inclusión de valores de entrada informativos en el modelo bayesiano permitió reducir la incertidumbre de los parámetros en comparación con el frecuentista.

Se incorporó a este análisis la estimación, para ambos sexos, de los parámetros de crecimiento mediante Von Bertalanffy con enfoque bayesiano fijando como parámetro de entrada de longitud L_0 equivalente a 0 mm, obteniéndose estimados de $L_{\infty} = 160,4$ mm; $k = 0,55$ año⁻¹ y $\sigma = 12,93$ mm.

Tabla 21. Parámetros de crecimiento de Von Bertalanffy y estimación de t_0 para *Ensis macha* proveniente de Queilen mediante enfoques Bayesiano (MCMC) y Frecuentista (NLS) para el conjunto de muestras global y para hembras y machos. Para MCMC la estimación corresponde a la media de la distribución posterior y el error es la desviación estándar. En NLS el valor de estimación responde a la estimación puntual y se reporta el error estándar. Donde IC 95% son los intervalos de confianza al 95%; n_{eff} corresponde al tamaño de muestra efectivo y $\hat{R}$ es el factor de reducción de escala potencial.

Muestras	Enfoque	Parámetro	Estimación	Error o Desviación Estándar	IC 95%	n_{eff}	$\hat{R}$
Global (n = 932)	MCMC (Bayesiano)	L_{∞} (mm)	202,50	3,46	196,00 – 209,50	5026	1,00
		k (año ⁻¹)	0,15	0,01	0,14 – 0,17	4760	1,00
		L_0 (mm)	79,24	1,31	76,59 – 81,71	5418	1,00
		σ (mm)	7,21	0,18	6,87 – 7,57	7812	1,00
		t_0	-3,03	0,200	-3,44 – -2,66	-	-
	NLS (Frecuentista)	L_{∞} (mm)	211,90	5,61	200,84 – 222,96	-	-
		k (año ⁻¹)	0,13	0,010	0,108 – 0,148	-	-
		L_0 (mm)	83,69	1,35	81,05 – 86,33	-	-
		RSE (mm)	7,15	-	-	-	-
		t_0	-3,92	0,349	-4,61 – -3,24	-	-
Hembras (n = 258)	MCMC (Bayesiano)	L_{∞} (mm)	190,6	5,33	180,3 – 201,3	4356	1,00
		k (año ⁻¹)	0,2	0,02	0,16 – 0,25	3869	1,00
		L_0 (mm)	69,01	3,66	61 – 75,5	4175	1,00
		σ (mm)	7,66	0,38	6,97 – 8,47	6260	1,00
	NLS (Frecuentista)	L_{∞} (mm)	213,0	14,79	183,87 – 242,13	-	-
		k (año ⁻¹)	0,12	0,024	0,074 – 0,170	-	-
		L_0 (mm)	85,75	2,84	80,15 – 91,35	-	-
		RSE (mm)	7,12	-	-	-	-
Machos (n = 510)	MCMC (Bayesiano)	L_{∞} (mm)	201,4	4,1	193,6 – 209,8	5018	1,00
		k (año ⁻¹)	0,16	0,01	0,14 – 0,18	4651	1,00
		L_0 (mm)	78,36	2,12	74,01 – 82,31	4979	1,00
		σ (mm)	7,32	0,24	6,86 – 7,81	7661	1,00
	NLS (Frecuentista)	L_{∞} (mm)	234,4	13,29	208,29 – 260,51	-	-
		k (año ⁻¹)	0,09	0,013	0,066 – 0,121	-	-
		L_0 (mm)	90,21	1,95	86,37 – 94,05	-	-
		RSE (mm)	7,09	-	-	-	-

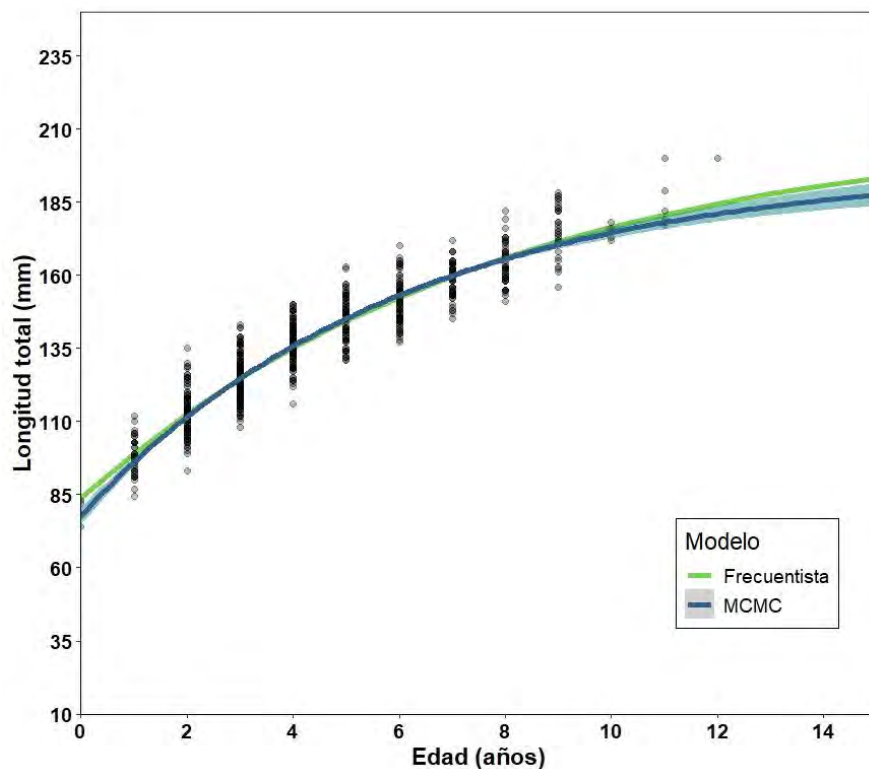


Figura 73. Ajuste de crecimiento del Modelo von Bertalanffy para ejemplares de *E. macha* provenientes de bancos naturales de Chiloé. Se muestran las curvas para los enfoques Frecuentista (NLS) y Bayesiano (MCMC), la curva de este último muestra el nivel de incertidumbre al 95%.

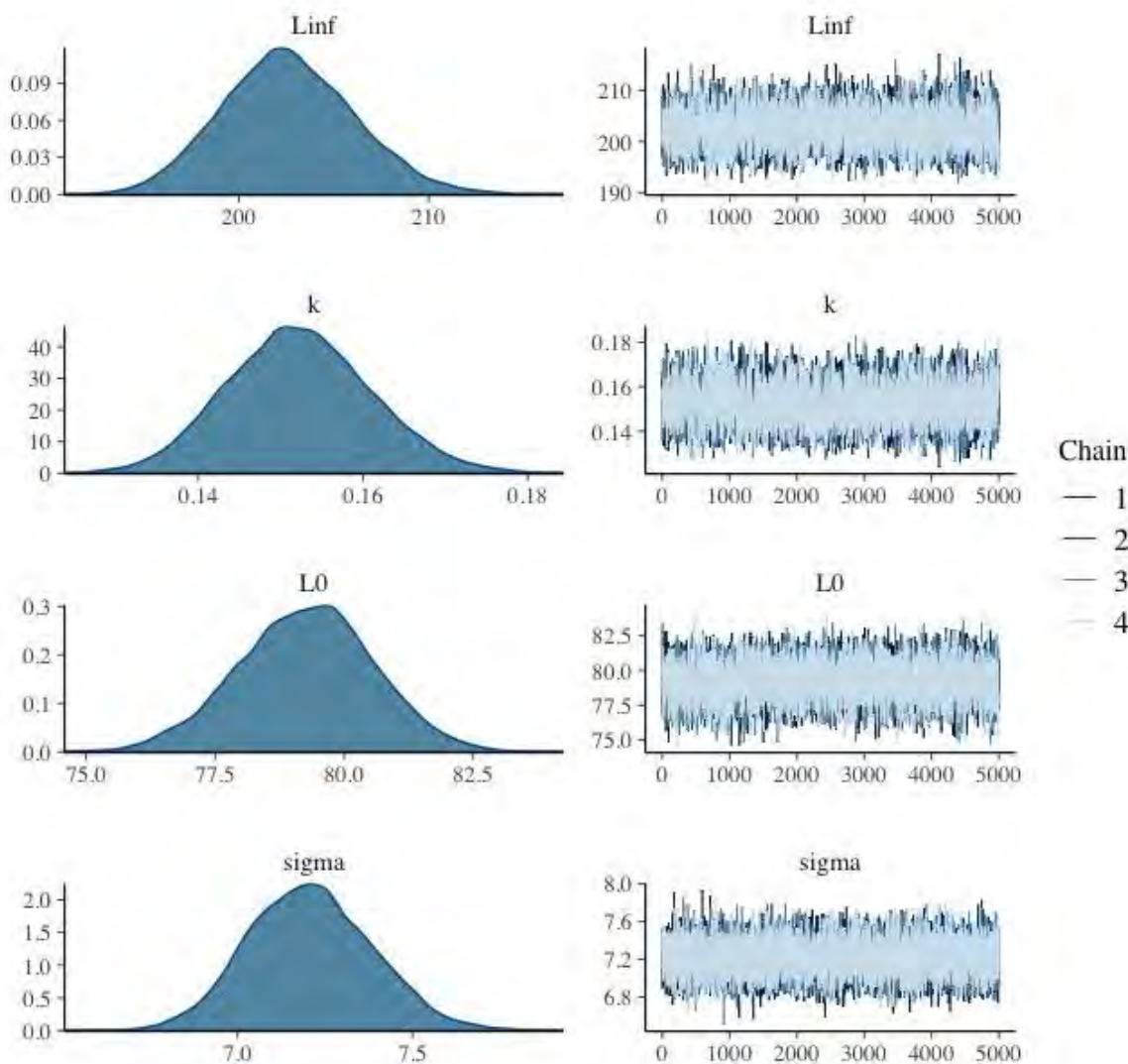


Figura 74. Diagn3stico de convergencia del Modelo Von Bertalanffy con enfoque MCMC. Se observa la moda para cada par3metro que entrega el modelo (izquierda) y los gr3ficos de traza (derecha) mostrando los valores estimados para cada par3metro versus el n3mero de iteraciones definidas para el an3lisis.

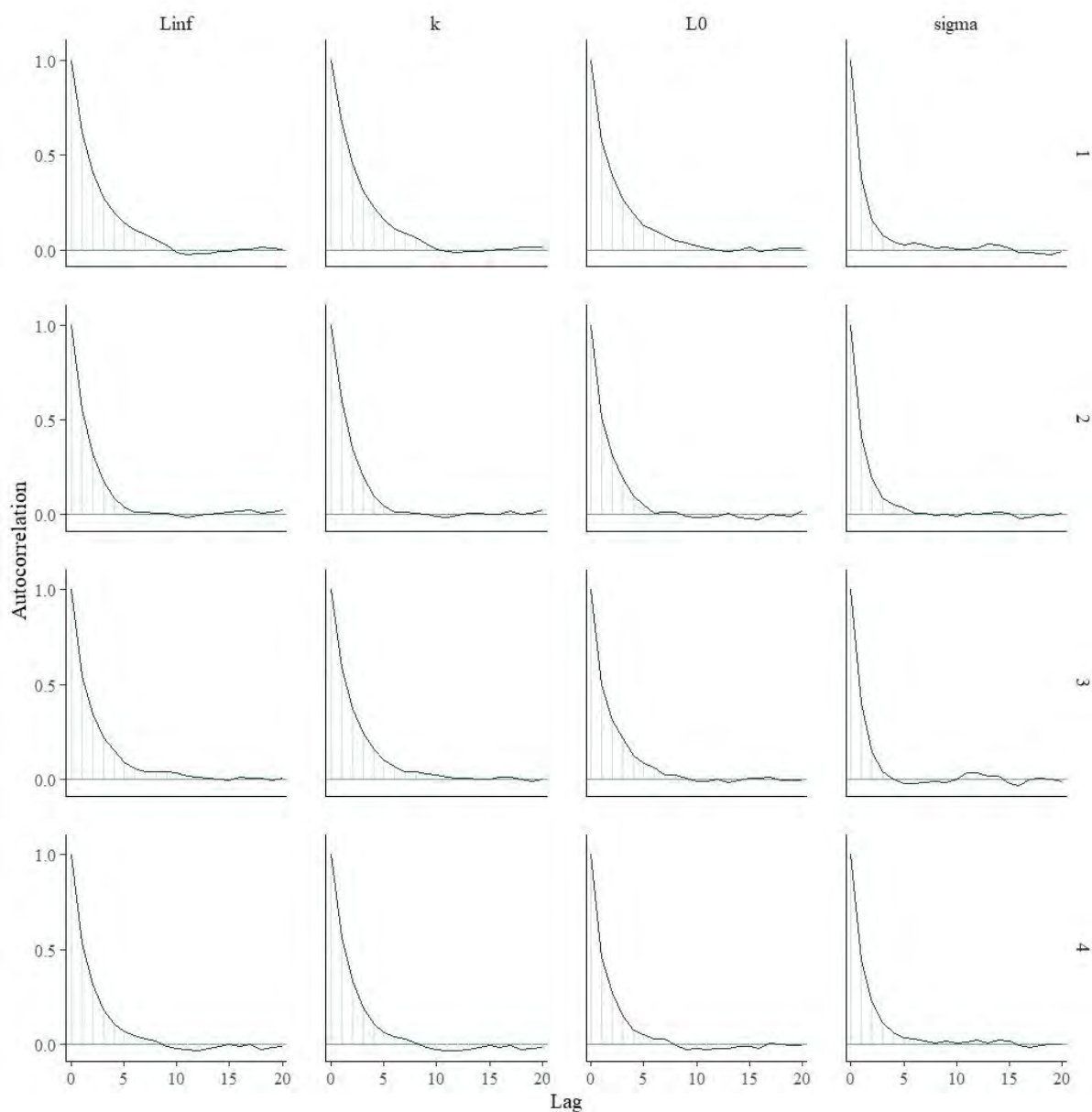


Figura 75. Diagnóstico de convergencia del Modelo Von Bertalanffy con enfoque MCMC. Las gráficas muestran el nivel de correlación de las cadenas de Markov para cada parámetro. Se muestra el nivel de auto correlación versus el número de iteraciones para cada cadena de datos.

Tasa de crecimiento.

La tasa de crecimiento absoluta entre la edad 0 y 1 fue de 17 cm, lo que equivale a una tasa relativa del 22%. A partir de aquí comienza a disminuir, desde los 15 cm, medida registrada a la edad 2, hasta 8 cm a la edad 6. A partir de los 6 años la tasa relativa es menor al 5% y a partir de los 13 años solo crece alrededor del 1% de su tamaño inicial (Figura 76).

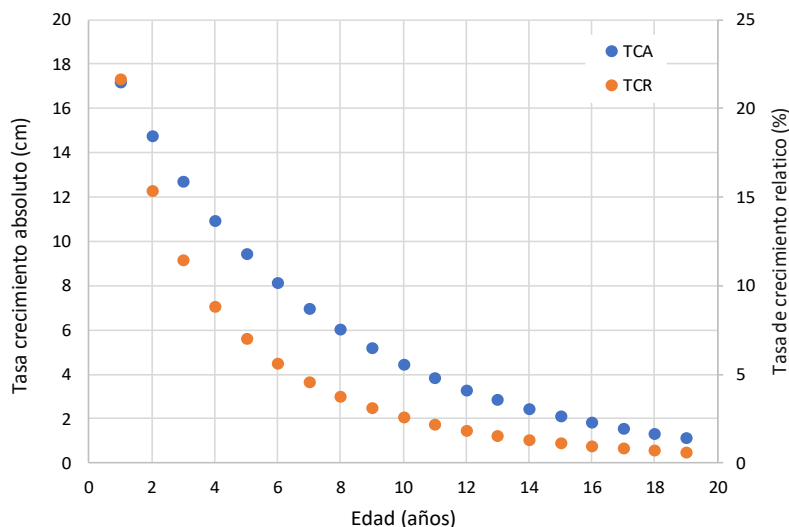


Figura 76. Tasa de crecimiento absoluto (TCA) y relativo (TCR) de *Ensis Macha* de la localidad de Queilen estimadas a partir de los parámetros de crecimiento del modelo von Bertalanffy con enfoque bayesiano.

5.2.3.5 Validación de la determinación de edad de *Ensis macha*.

Validación de la edad con isótopos estables.

La composición de $\delta^{18}\text{O}$ en el carbonato de calcio extraído desde transectos de la cara exterior de las valvas de cuatro ejemplares de *Ensis macha*, mostró variaciones en la concentración de este isótopo, en un perfil que evidencia un patrón cíclico a lo largo de las valvas, desde un área cercana al umbo hasta el borde de la misma. Este patrón se asocia a las variaciones de temperatura que determinan el fraccionamiento de este elemento en el carbonato de calcio de los organismos vivos (Epstein *et al.*, 1953).

El hueso 1, de 138 mm de longitud valvar, mostró un perfil de $\delta^{18}\text{O}$ coincidente con la ubicación de los anillos de crecimiento hialino (de invierno) y opacos (verano) identificados en la superficie de la valva. Dos picos altos de $\delta^{18}\text{O}$ coinciden exactamente con la ubicación del anillo hialino del 2do y 3er año. La marca del 1er anillo, a una distancia de 73 mm, no coincide exactamente con un pico de oxígeno en 60 mm. En este caso, puede ser que el anillo hialino inicie su formación antes, lo cual es factible, ya que el límite inferior de la distribución de medidas para el primer año de vida es de 60 mm. La ubicación del cuarto anillo, marcado en 127 mm, coincide con un bajo valor de oxígeno (0,8‰), que puede ser el comienzo en la formación de la cuarta banda de invierno, ya que el nivel oxígeno siguiente es de 0,9‰, en una secuencia de incremento del nivel que se corta por falta de muestreo en lo que resta de la valva. La concentración de oxígeno debiera aumentar hacia el borde de la valva, ya que la fecha de captura fue junio de 2025, mes en que se registra una temperatura del mar baja (10,5 °C) (Tabla 22). El pico más alto de $\delta^{18}\text{O}$ (1,4‰) registrado a 44 mm de distancia desde el origen de la valva, puede corresponder a la marca del primer invierno después del nacimiento con una periodicidad

menor al año. La lectura superficial de este ejemplar (4 años) coincidió con el número de máximos en el perfil de $\delta^{18}\text{O}$, a excepción de la última banda de crecimiento, que podría estar en formación, y con el primer pico de oxígeno cuando el animal tenía 44 mm atribuible al primer invierno después del desove que se verifica en primavera de cada año (Figura 77).

Tabla 22. Temperatura superficial del mar (TSM) promedio estacional para los años 2014 a 2025, Sector de Queilen, Chiloé.

Promedios de temperatura (C°) TSM												
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Invierno	10,18	10,77	10,99	10,68	10,22	10,51	10,45	10,77	9,72	10,33	9,81	10,46
Otoño	11,17	11,06	11,85	12,47	11,50	11,54	12,17	12,07	11,09	11,23	11,43	11,32
Primavera	11,09	10,72	11,55	10,91	10,88	10,86	10,86	10,90	10,69	10,70	10,18	11,22
Verano	12,24	11,99	13,18	12,91	12,24	12,84	12,89	12,62	12,39	12,30	12,67	11,95

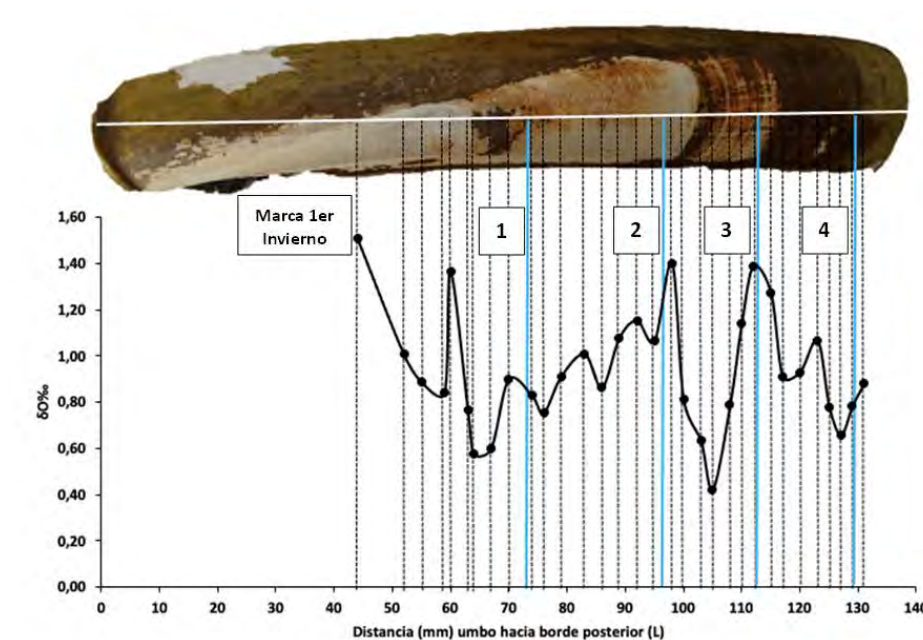


Figura 77. Perfil de la proporción del isótopo estable de oxígeno del ejemplar 1 de *Ensis macha* de 138 mm de longitud total. Los puntos sólidos indican la proporción isotópica con referencia al estándar Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB); las líneas verticales discontinuas indican la distancia de los puntos de la valva en que se obtuvo la medición de isótopos. La línea continua celeste indica la posición de los incrementos de crecimiento anual identificados visualmente. Los perfiles están escalados al tamaño del ejemplar del que se extrajo la muestra.

El hueso 2, de 158 mm de longitud, mostró fluctuaciones entre 0,45 a 0,55‰ de $\delta^{18}\text{O}$ y valores máximos superiores a 1‰. Entre estas, la primera se observa cerca de los 40 mm y luego cada 20 mm se observan valores altos, siendo los más relevantes los que se sitúan a los 73 mm (1,1‰), 95 mm (1,2‰), 116 mm (1,4‰), 135 mm (1,22‰) y 141 mm (1,2‰), lo cual coincide con cinco bandas de crecimiento. La banda de crecimiento ubicada a los 151 mm, cercana al borde posterior podría ser descartable debido a que coincide con una disminución en el $\delta^{18}\text{O}$. Además, es muy posible que la fracción de carbonato más cercana al borde, que no fue muestreada, pudiera tener un nivel más alto de oxígeno asociado al invierno del 2025, fecha en que fue capturado el ejemplar. Con todo, visualmente, se identifican dos marcas bien definidas, una a los 151 mm y otra a los 154 mm. El valor máximo de $\delta^{18}\text{O}$ registrado, al igual que en el hueso 1, a los ~40 mm debería corresponder al primer invierno después de su nacimiento, cuando el ejemplar rondaba los seis meses de vida (Figura 78).

El hueso 3, de 161 mm de longitud, presentó un menor rango de valores de $\delta^{18}\text{O}$ (~0,4 a ~ 1,3‰) en comparación con los otros ejemplares. A diferencia de los otros perfiles, en este se observa un primer aumento cercano a los 50 mm, seguido de una pequeña oscilación que sostiene otro pico a los 65 mm. Estos se corresponden con la marca de invierno que hemos mencionado antes y con la banda de crecimiento del primer año de vida, ubicada antes de la registrada visualmente en 79 mm de distancia. En esta misma lógica la 2da y 3era banda anual debiese estar un poco antes de las registradas visualmente, a los 96 y 111 mm, respectivamente. La 4ta y 5ta banda de crecimiento coincide con picos de concentración de $\delta^{18}\text{O}$ en 127 y 140 mm, respectivamente. La última banda de crecimiento se ubica a los 154 mm de distancia y aunque la concentración de $\delta^{18}\text{O}$ es baja en ese punto (~0,7‰), al igual que en el hueso 1, muestra un perfil en aumento lo que es coherente con la fecha de captura (julio 2025), comienzo del invierno en que la banda podría intensificarse en el borde, zona no medida en oxígeno. En este ejemplar se puede señalar que existe una coincidencia en el número de bandas decrecimiento de invierno identificadas visualmente, en el número de picos de concentración de $\delta^{18}\text{O}$ y en el número de valles asociados con el periodo estival de cada año (Figura 79).

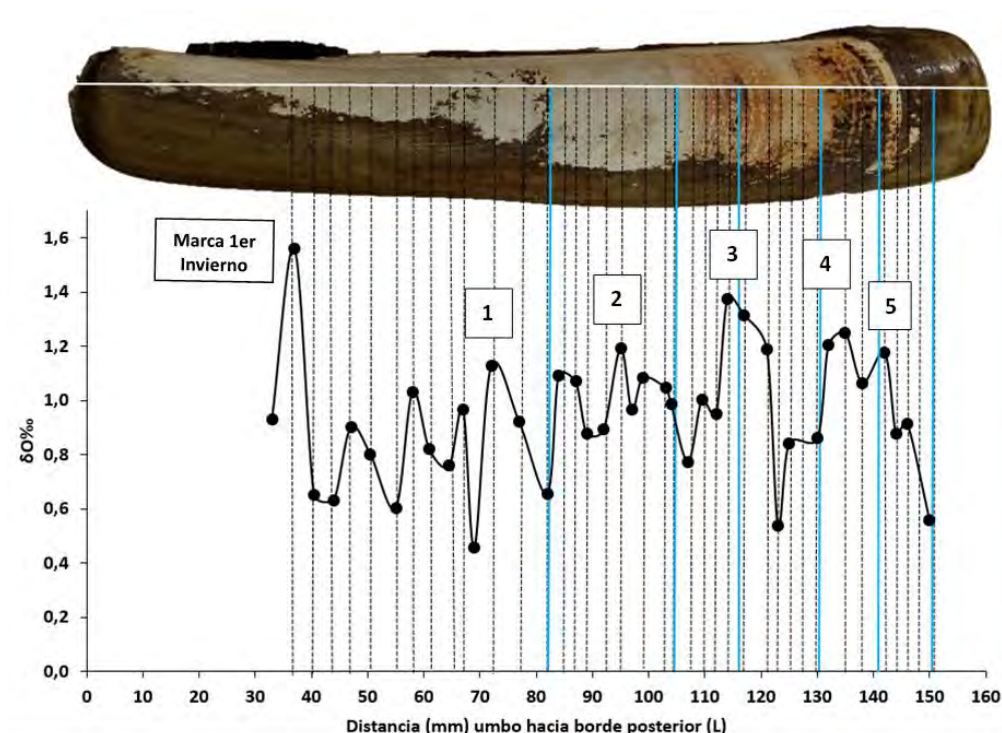


Figura 78. Perfil de la proporción del isótopo estable de oxígeno del ejemplar 2 de *Ensis macha* de 158 mm de longitud total. Los puntos sólidos indican la proporción isotópica con referencia al estándar VPDB; las líneas verticales discontinuas indican la distancia de los puntos de la valva en que se obtuvo la medición de isótopos. La línea continua celeste indica la posición de los incrementos de crecimiento anual identificados visualmente. Los perfiles están escalados al tamaño del ejemplar del que se extrajo la muestra.

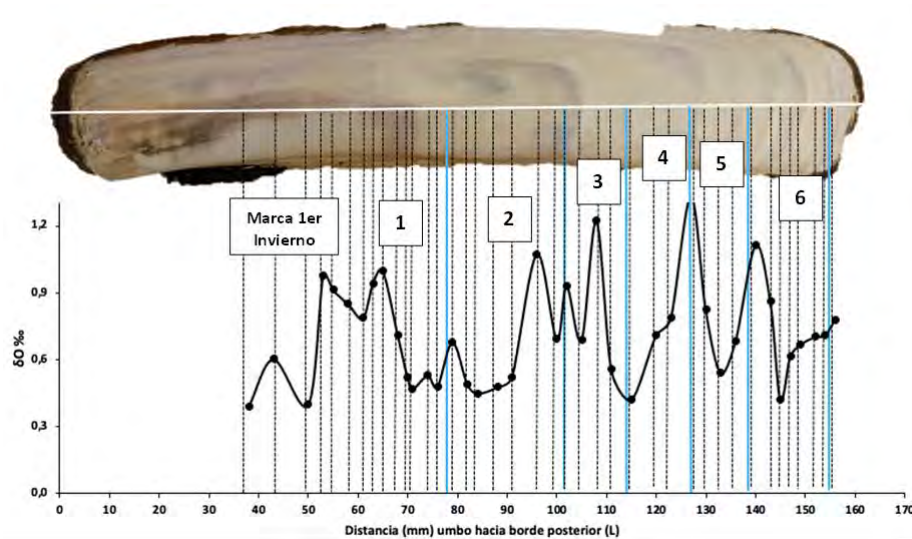


Figura 79. Perfil de la proporción del isótopo estable de oxígeno del ejemplar 3 de *Ensis macha* de 161 mm de longitud total. Los puntos sólidos indican la proporción isotópica con referencia al estándar VPDB; las líneas verticales discontinuas indican la distancia de los puntos de la valva en que se obtuvo la medición de isótopos. La línea continua celeste indica la posición de los incrementos de crecimiento anual identificados visualmente. Los perfiles están escalados al tamaño del ejemplar del que se extrajo la muestra.

El huevo 4, de 164 mm de longitud, presentó la primera marca, que hemos caracterizado menor al año, en los 50 mm de distancia. El siguiente anillo identificado por el lector a los 84 mm se ubica en un alza de oxígeno dentro de una zona con un nivel medio de oxígeno ($\sim 0,8\text{‰}$). Los siguientes picos de $\delta^{18}\text{O}$ con niveles por sobre los $1,2\text{‰}$, se registraron aproximadamente a los 115, 125, 140 y 152 mm. En este caso la lectura registró dos anillos más que número de picos con altos niveles de $\delta^{18}\text{O}$. Los perfiles isotópicos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) de los ejemplares 1; 2 y 3 de huevo, de 138; 158 y 161 mm de longitud total, tuvieron patrones similares (Figuras 80 A; B; C). Se observan los valores más altos en la zona del borde anterior, correspondiente al crecimiento en la etapa juvenil ($< \sim 70$ mm), marcándose una tendencia decreciente que se sitúa bordeando el rango de los valores negativos de $\delta^{13}\text{C}$ hacia el borde posterior. Una excepción la constituye el ejemplar 4, de 164 mm de longitud (Figura 80D), cuyo perfil de carbono mantiene rangos similares a los de los otros individuos estudiados, pero no muestra una tendencia a la disminución de carbono a lo largo de la valva, después de los 80 mm de distancia (Figura 81). Un punto a destacar del análisis de $\delta^{13}\text{C}$ es el alto valor, que se registra, en los cuatro ejemplares, a una longitud valvar de 70 a 80 mm, que coincide con la distancia en que se ubicó la primera banda de crecimiento anual desde la lectura superficial y con un alto nivel de $\delta^{18}\text{O}$ (Figura 80).

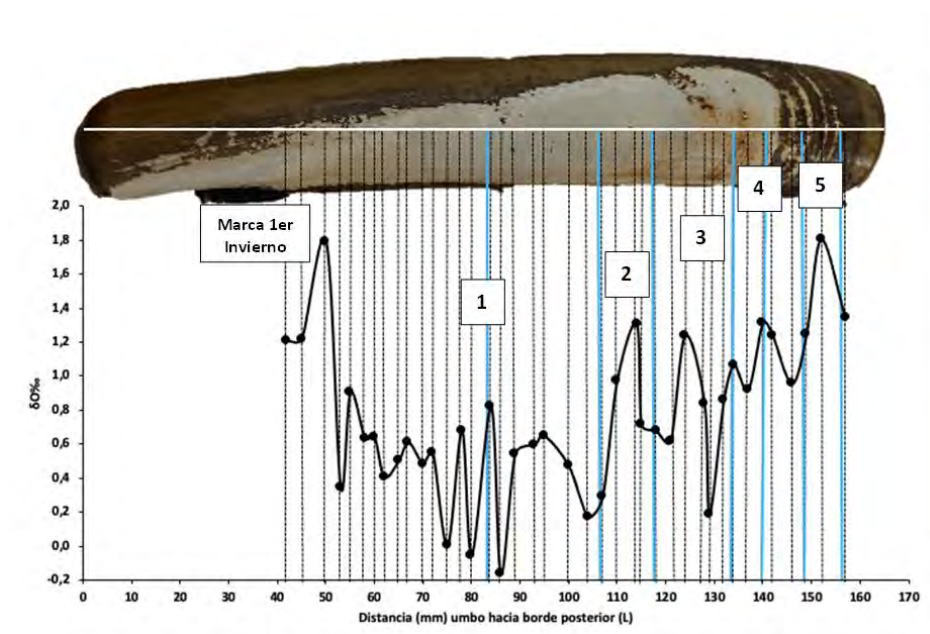


Figura 80. .Perfil de la proporción del isótopo estable de oxígeno del ejemplar 4 de *Ensis macha* de 164 mm de longitud total. Los puntos sólidos indican la proporción isotópica con referencia al estándar VPDB; las líneas verticales discontinuas indican la distancia de los puntos de la valva en que se obtuvo la medición de isótopos. La línea continua celeste indica la posición de los incrementos de crecimiento anual identificados visualmente. Los perfiles están escalados al tamaño del ejemplar del que se extrajo la muestra.

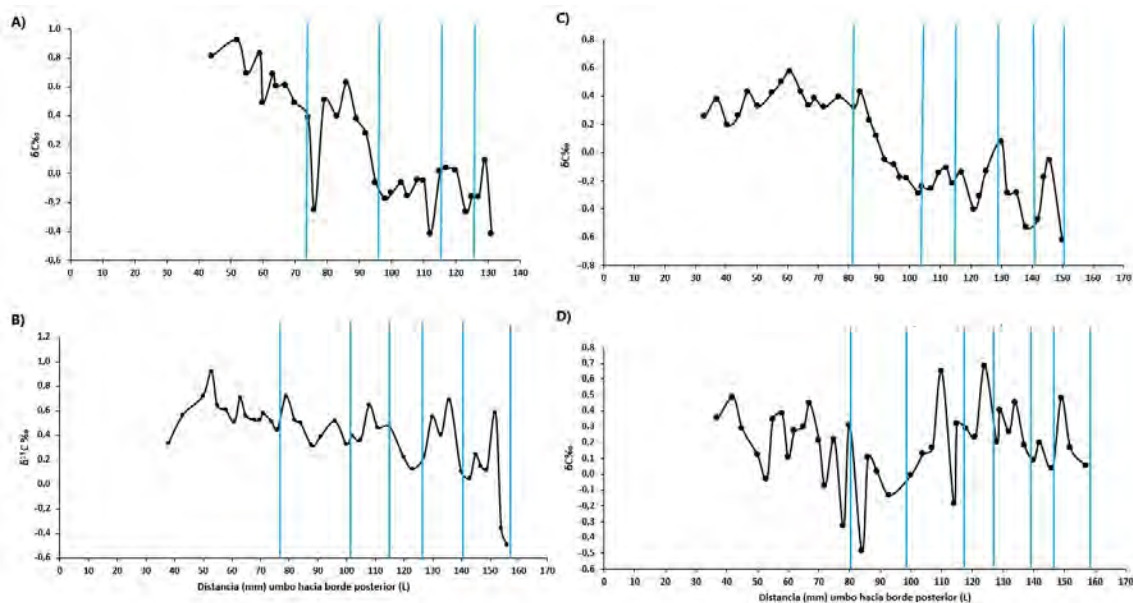


Figura 81. Perfiles de la proporción del isótopo estable de carbono de *Ensis macha* proveniente de Queilen, Chiloé. Las líneas continuas celestes indican la posición de los incrementos de crecimiento anual identificados

visualmente. Se representan el ejemplar 1 de 138 mm (A), ejemplar 2 de 158 mm (B), ejemplar 3 de 161 mm (C) y ejemplar 4 de 164 mm de longitud (D).

Validación de la edad con ejemplares en cautiverio.

Un total de 340 ejemplares de huego se mantuvieron en los acuarios, la duración máxima del cautiverio fue de 306 días para los ejemplares provenientes de Queilen y de 140 días para los de Ancud. La mortalidad de los individuos fue de un 34% y se observó principalmente en los días siguientes a los eventos de incorporación a los estanques, en los ingresos iniciales y en el reingreso a los acuarios luego de procesos de re-marcaje.

Se analizó el cambio en la longitud y el peso de los ejemplares en cautiverio, encontrándose diferencias significativas en ambos parámetros. Al inicio del experimento, estos ejemplares tenían tallas que oscilaban entre 93,2 y 199 mm de longitud total con una media de 140,2 mm, la que aumentó a 141,4 mm tras la remoción. En promedio, la variación de la longitud fue de 1,16 mm, con un aumento máximo de 8,5 mm en un individuo de 93,2 mm de longitud (Tabla 23). La prueba de normalidad aplicada sobre las longitudes registradas en el inicio y final del cautiverio mostró que los datos no presentaban una distribución normal (Lilliefors; $p < 0,05$) (Lilliefors, 1967), por ello, se aplicó el test de Wilcoxon (Wilcoxon, 1945) para evaluar la significancia de la variación de la talla entre marcaje y remoción, mostrando la existencia de diferencias significativas (Z de 8,6 y $p = 4^{-0,18}$).

En cuanto a los cambios en el peso total de los individuos, inicialmente pesaban entre 15,2 g y 92,7 g, con una media de 46,2 g, valor que disminuyó a 42,4 g al finalizar el cautiverio. Al igual que en la longitud, la distribución de los pesos no fue normal (Lilliefors; $p < 0,05$), se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon, encontrándose diferencias significativas entre el inicio y el final del cautiverio en los pesos de los ejemplares ($Z = 5,42$; $p = 5,8^{-0,8}$).

En total se hicieron 234 lecturas de la estructura superficial de ejemplares provenientes del cautiverio, se descartaron 3 ejemplares con el borde posterior dañado, lo que podría llevar a subestimar la edad. Se obtuvo un rango de edades de 1 a 12 años en individuos que medían entre 91 y 202 mm.

Tabla 23. Delta de longitud promedio observada en los huepos puestos en cautiverio en estanques implementados en el laboratorio de Hueicha, IFOP Chiloé. Se indican los días de sobrevivencia en cautiverio y el número de ejemplares correspondiente

Tiempo en cautiverio (días)	Número de ejemplares	ΔL longitud promedio (mm)
5	15	0,96
6	6	0,48
12	3	1
33	1	1
112	1	0
116	5	1,26
118	1	1,2
132	1	0
139	18	1,82
152	1	1,6
205	21	0,81
298	1	2,3
306	44	1,24

5.3. Objetivo específico 2.2.3: Determinar los parámetros somatométricos y estado de condición, estacionales y anuales del recurso huego (*Ensis macha*) en la región de Los Lagos.

5.3.1. Antecedentes.

La relación gravimétrica de tallas y pesos para una población de determinada especie, cumple el rol de permitir determinar su estado de condición, y es usado habitualmente en los estudios de cuantificación y de dinámica para estimar en forma “indirecta” la biomasa, a través de la función, generalmente potencial, como la descrita para *E. macha* en otras zonas del país, que permite estimar los pesos medios a la talla.

La naturaleza de esta función la hace dependiente de factores fisiológicos y ambientales, por lo que su comportamiento y descripción son importantes, para además de permitir observar cambios en la población, que pueden ser señales de la alteración del estado de salud de la población.

Una práctica común en los estudios de campo de estos invertebrados, es obtener los parámetros desde la misma muestra empleada en los muestreos de frecuencia de tallas, es decir un muestreo aleatorio, obteniéndose funciones representativas de las tallas predominantes y no de todo el rango disponible de individuos. La forma de evitar el sesgo es realizando un muestreo dirigido a obtener observaciones con un número de individuos similar en todo el rango de tallas. Esta condición ha sido implementada en el sistema de monitoreo de las capturas de talla y peso de IFOP.

5.3.2. Metodología.

Para la totalidad de los datos de talla y peso de los bancos evaluados, se determinó la relación talla – peso para estimar los parámetros a y b y asignar pesos (W) a las tallas medias teóricas. Así mismo, se verificó el ajuste de un modelo potencial a los datos observados de la forma:

$$W = aL^b$$

Donde:

W = peso de huepo en g.

a = constante de regresión.

L = Longitud de huepo en mm.

b = coeficiente de regresión.

Mediante la linealización de la misma ecuación:

$$\log(W) = \log(a) + b * \log(L)$$

Posteriormente se estimaron los parámetros “ a ” y “ b ” del modelo, utilizando la función de regresión lineal simple.

Índice de condición.

El índice de condición de los distintos casos de análisis fue determinado por:

$$IC = \left(\frac{\text{peso}}{\text{longitud}^b} \right) C$$

Donde:

IC: Índice de Condición.

Peso: Peso total del bivalvo (generalmente en gramos).

Longitud: Longitud estándar del bivalvo (generalmente en centímetros, pero puede variar según la especie).

b : Exponente que describe la relación talla-peso, a menudo estimado a partir de un análisis de regresión de los datos de longitud y peso de una población.

C : Constante de escala, que puede usarse para ajustar el IC a diferentes escalas o para comparaciones entre especies. En este caso de huepo se empleó 10.

5.3.3 Resultados.

Los resultados de la relación talla - peso, para un total de 1246 individuos, desglosados en la Tabla 24, se representan en la Figura 82, con un buen ajuste a la relación potencial típica de esta función lineal y con un valor de la potencia bajo 3, señal de alometría negativa. Esta condición fue observada en toda la serie histórica analizada (Figura 83).

Tabla 24. Desglose de muestras para la obtención de la relación de tallas y peso de *E. macha* en los bancos evaluados en la región de Los Lagos.

Banco evaluado	Tamaño muestral
Curaco de Velez	210
Curaco San José	390
Paildad	287
Queilen	245
Tranqui	114

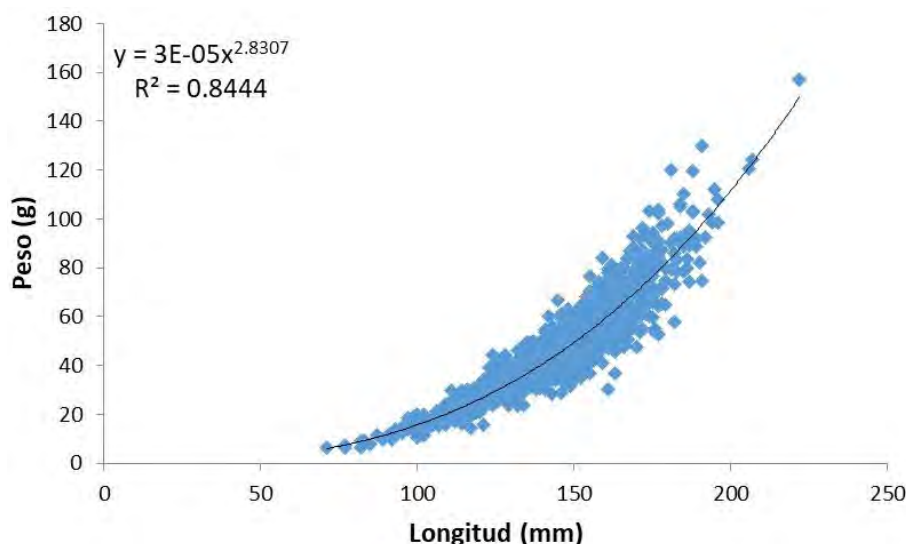


Figura 82. Representación gráfica de la regresión potencial que ajusta a la relación de tallas y pesos de los individuos de los bancos de huevo evaluados en la región de Los Lagos.

5.3.3.1 Parámetros obtenidos de base de datos histórica.

La obtención de las funciones de talla – peso para huevo desde la base de datos histórica del monitoreo de IFOP, a escala espacial regional se muestra en la Figura 83. La obtención de los índices de condición, muestran en forma gráfica un comportamiento tendencial a la disminución en la serie de años histórica separada por estaciones (Figura 84). En términos estacionales acumulados, se observa similitud entre para el índice de condición (Figura 85). Los valores del Índice de Condición obtenidos

en este estudio, forman parte del objetivo 1, en el que se describen los resultados del monitoreo biológico. La Tabla 25 muestra los valores de los parámetros obtenidos de la relación talla – peso. La Figura 86 muestra las relaciones talla – peso obtenidas desde los muestreos mensuales de este estudio.

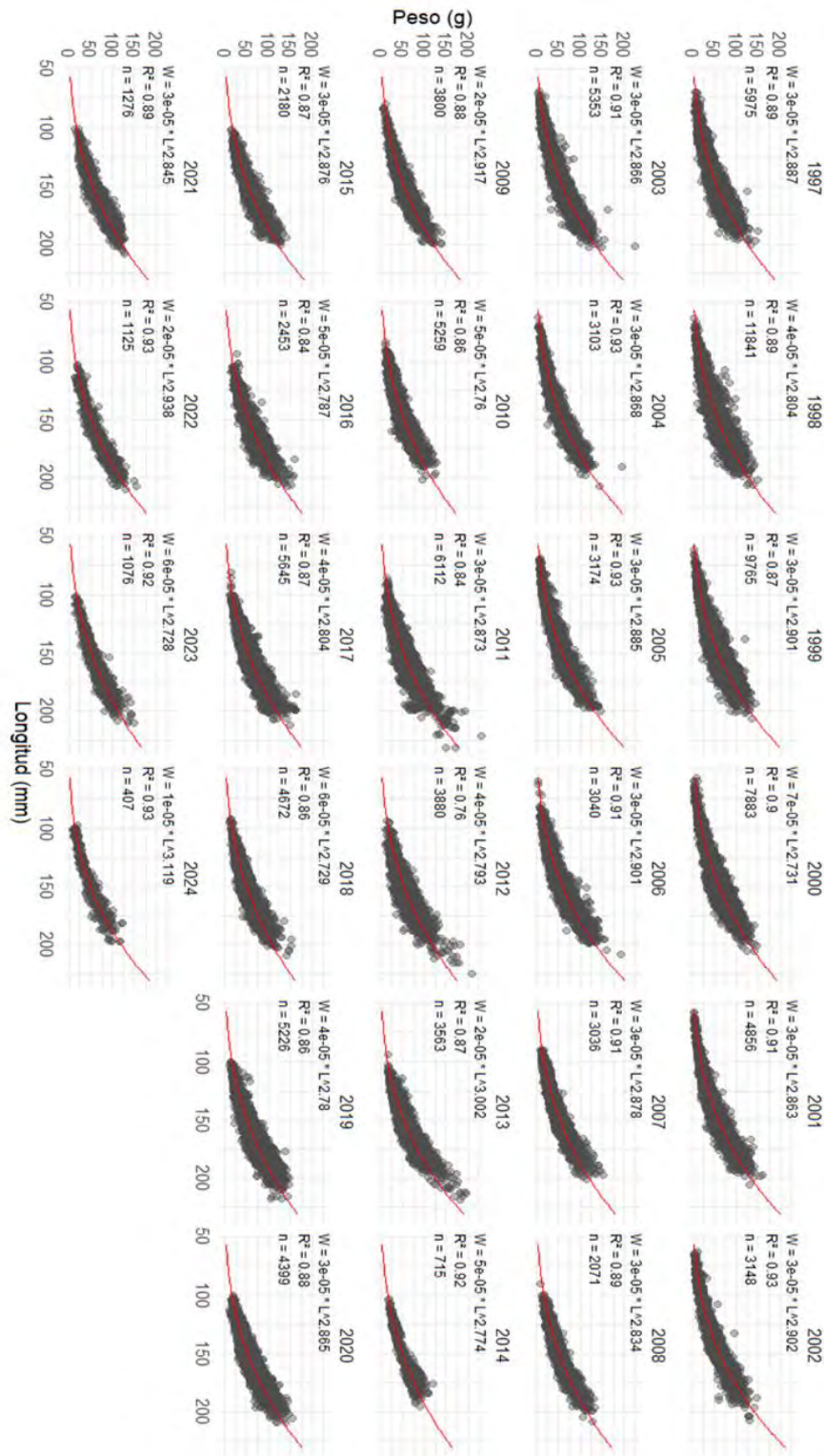


Figura 83. Funciones potenciales de relación talla - peso en la escala espacial de la región de Los Lagos.

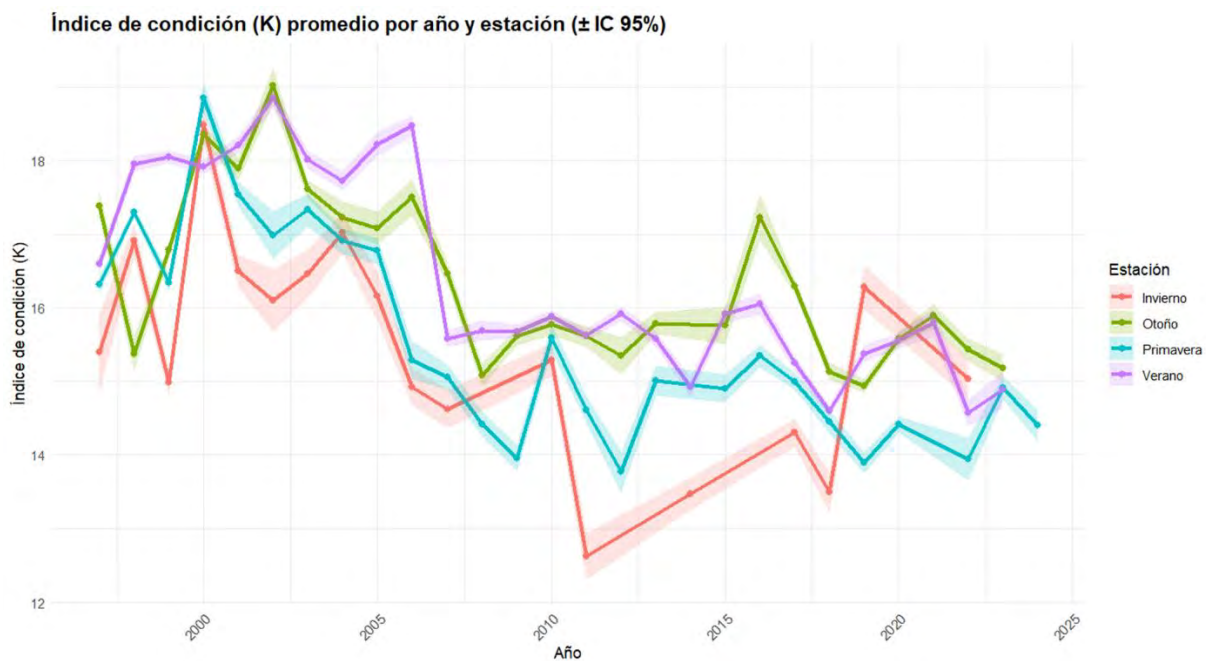


Figura 84. Series de índice de condición estacional en la escala temporal de los monitoreos históricos.

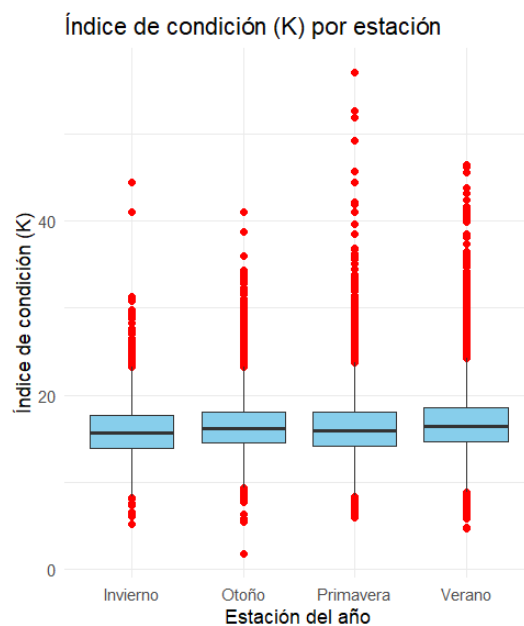


Figura 85. Gráfico boxplot de índice de condición estacional. Valores acumulados de la serie de muestreos histórica.

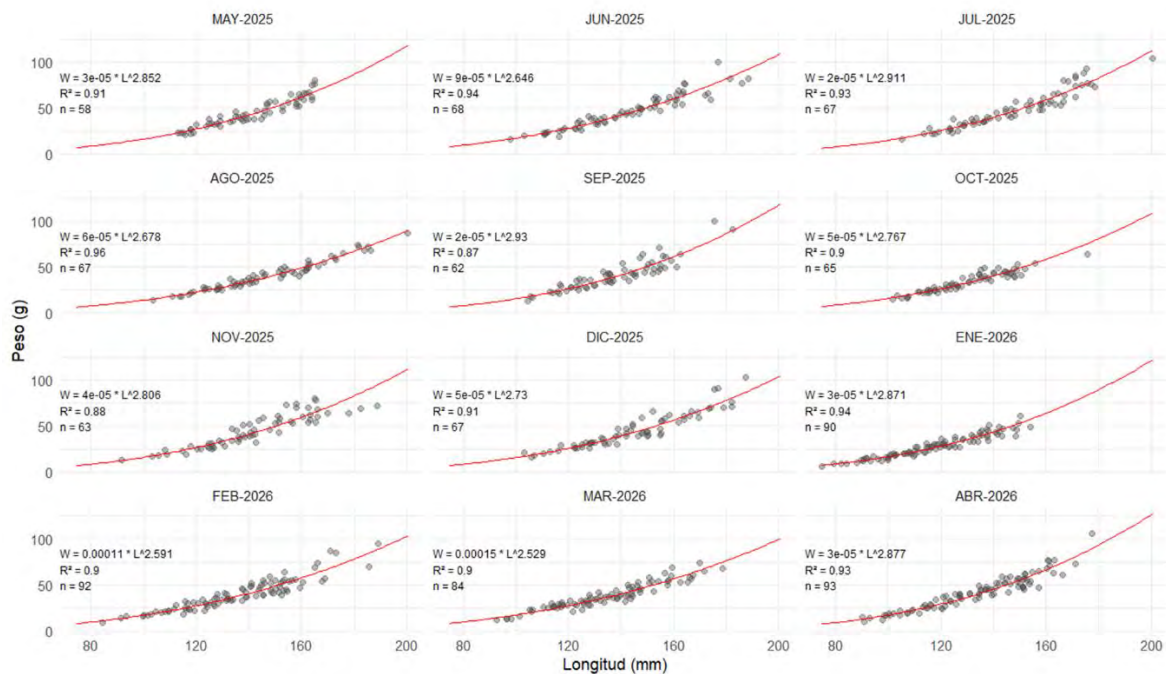


Figura 86. Funciones de relación talla – peso para muestras mensuales de huevo en la localidad de Queilen.

Tabla 25. Parámetros por año y localidad de las relaciones talla – peso para la región de Los Lagos.

PUERTO	AÑO	n	a	b	r ²
Ancud	1997	5'975	2.827E-05	2.89	0.89
Ancud	1998	10'781	4.565E-05	2.80	0.89
Ancud	1999	7'762	2.466E-05	2.93	0.88
Ancud	2000	7'883	6.778E-05	2.73	0.90
Ancud	2001	4'856	3.442E-05	2.86	0.91
Ancud	2002	3'148	2.950E-05	2.90	0.93
Ancud	2003	4'892	3.088E-05	2.88	0.92
Ancud	2004	2'985	2.982E-05	2.89	0.93
Ancud	2005	3'019	2.973E-05	2.89	0.93
Ancud	2006	3'040	2.822E-05	2.90	0.91
Ancud	2007	3'036	2.835E-05	2.88	0.91
Ancud	2008	2'071	3.431E-05	2.83	0.89
Ancud	2009	2'092	3.940E-05	2.82	0.88
Ancud	2010	3'122	4.987E-05	2.77	0.88
Ancud	2011	2'571	2.872E-05	2.86	0.83
Ancud	2012	1'291	5.989E-05	2.72	0.80
Ancud	2013	1'401	2.571E-05	2.90	0.90
Ancud	2014	122	4.619E-04	2.34	0.45
Ancud	2015	1'139	2.287E-05	2.92	0.87
Ancud	2016	1'130	1.196E-04	2.61	0.78
Ancud	2017	885	4.395E-05	2.80	0.92
Ancud	2018	811	3.371E-05	2.84	0.90
Ancud	2019	2'290	5.620E-05	2.75	0.89
Ancud	2020	2'369	3.582E-05	2.83	0.86
Ancud	2021	688	2.412E-05	2.92	0.85
Ancud	2022	130	3.242E-07	3.76	0.94
Ancud	2023	248	1.933E-05	2.95	0.87
Ancud	2024	407	7.885E-06	3.12	0.93
Calbuco	2003	462	5.843E-05	2.72	0.84
Calbuco	2004	118	3.657E-03	1.92	0.52
Calbuco	2005	155	1.511E-04	2.57	0.79
Calbuco	2011	218	9.354E-04	2.17	0.75
Calbuco	2012	565	5.615E-06	3.16	0.83
Calbuco	2016	175	9.526E-04	2.17	0.60
Calbuco	2017	1'579	9.254E-05	2.64	0.80
Calbuco	2018	1'267	6.279E-05	2.71	0.81
Calbuco	2019	878	2.004E-04	2.47	0.71
Calbuco	2020	437	3.452E-05	2.82	0.86
Dalcahue	1998	277	1.935E-04	2.47	0.64
Dalcahue	1999	2'003	1.116E-04	2.60	0.78
Dalcahue	2009	569	1.630E-05	2.96	0.87
Dalcahue	2010	1'286	2.071E-05	2.95	0.77
Dalcahue	2011	864	7.370E-06	3.14	0.94
Dalcahue	2012	180	4.179E-06	3.24	0.95
Dalcahue	2013	689	1.131E-05	3.05	0.86
Dalcahue	2014	593	9.931E-05	2.61	0.95
Dalcahue	2015	501	1.101E-04	2.60	0.86
Dalcahue	2016	602	5.158E-05	2.75	0.90
Dalcahue	2017	946	5.735E-05	2.72	0.89
Dalcahue	2018	1'462	5.044E-05	2.75	0.89
Dalcahue	2019	1'325	1.933E-05	2.94	0.91
Dalcahue	2020	1'593	3.377E-05	2.84	0.91
Dalcahue	2021	588	4.466E-05	2.79	0.94
Dalcahue	2022	995	3.103E-05	2.86	0.92
Dalcahue	2023	828	7.706E-05	2.68	0.93
Queilén	2011	1'725	1.407E-05	3.03	0.85
Queilén	2012	1'844	5.643E-05	2.76	0.86
Queilén	2013	1'431	3.793E-05	2.83	0.81
Queilén	2015	540	2.254E-05	2.93	0.86
Queilén	2016	546	6.790E-05	2.71	0.84
Queilén	2017	2'235	5.299E-05	2.76	0.85
Queilén	2018	1'132	3.688E-05	2.82	0.81
Queilén	2019	733	9.490E-05	2.62	0.80
Quellón	1998	783	4.762E-05	2.78	0.94
Quellón	2009	1'139	2.608E-05	2.90	0.90
Quellón	2010	851	1.271E-04	2.58	0.86
Quellón	2011	734	5.496E-05	2.76	0.89
Quellón	2013	42	5.849E-05	2.73	0.94

5.4. Objetivo específico 2.2.4: Acordar con todos los actores involucrados (usuarios, autoridades, industria) un plan de administración del recurso que dé sustentabilidad (biológica, económica, social y sanitaria) a la pesquería del huepo en la región de Los Lagos.

5.4.1 Antecedentes

No existen en la región de Los Lagos organizaciones de pescadores artesanales congregados en torno a la pesquería del recurso huepo. El requerimiento de los Términos de Referencia, considera un escenario alejado de la realidad.

No existe una flota de pescadores dedicados a esta pesquería que pueda ser identificada a través de los desembarques.

Planteado el tema a la SSPA, a través de la contraparte técnica y la sectorialista de recursos bentónicos de la SSP Dirección Zonal Los Lagos, se ratifica lo anterior.

Se consensuó con ellos, como alternativa, la propuesta de IFOP: abordar el objetivo a través del Comité de Manejo de bahía Ancud, que tiene un miembro que se dedica a la pesquería de este recurso, pero no en forma continua, e invitar a algunos usuarios específicos, que se dediquen a esta pesquería, en la comuna de Dalcahue, a algunas de las sesiones en las cuales se trabaje en las propuestas de la administración del recurso junto con representantes de instituciones vinculadas al manejo. Lo anterior, a pesar que el Plan de Manejo de bahía Ancud considera al recurso huepo entre los recursos priorizados y por lo tanto ya objeto del manejo del Comité respectivo. Sin embargo, la ausencia de otras organizaciones bentónicas con usuarios de la pesquería plantea la elegibilidad de la propuesta de abordar el desarrollo futuro del objetivo.

Así mismo, a sugerencia de la SSPA, se trabajará en el Plan de Administración de este estudio con el énfasis de la proposición de estrategias y medidas de manejo.

5.4.2 Metodología.

En consideración a los antecedentes del desarrollo actual de la pesquería en la región de Los Lagos, se trabaja sobre el siguiente Objetivo alternativo: Identificar las alternativas de medidas de administración y/o manejo, que permitan la implementación de un procedimiento de manejo que permita la sostenibilidad del recurso en un régimen de operación pesquera.

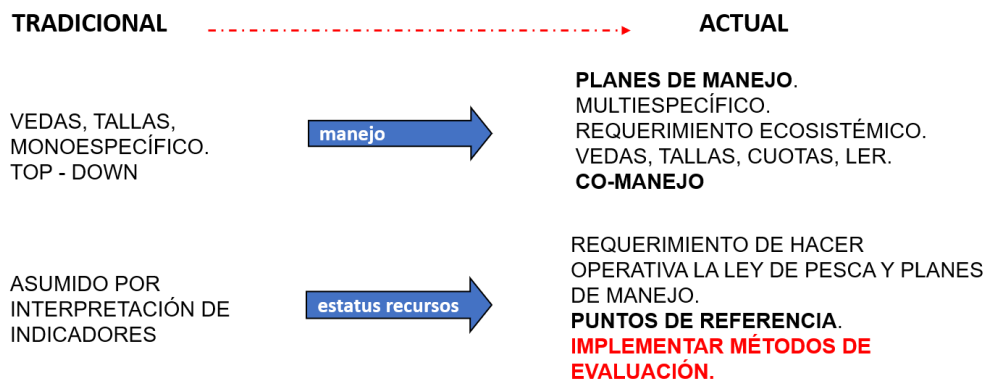
La argumentación del manejo alternativo consensuado con Subpesca se fundamenta en:

- Contexto de administración de recursos en la Lay de Pesca
- Requerimiento de administración de pesquerías en base a un PBR (Punto Biológico de Referencia), de forma de estimar su estado de explotación.
- Requerimiento de implementar métodos de evaluación en recursos bentónicos que permitan la gestión de los recursos en base a la ciencia pesquera y no la tradicional interpretación de indicadores para pesquerías de pequeña escala

La representación gráfica del esquema de cambio de la gestión de las pesquerías bentónicas, considerado en este objetivo, se señala en el siguiente esquema:

Administración de la pesquería de huevo en la Región de Los Lagos:

- Se debe tratar de considerar el contexto en que ocurre, evitando en lo posible futuros errores de implementación.
- Dar cuenta del contexto futuro del manejo de estas pesquerías.



Así, se procedió secuencialmente con las siguientes actividades:

- Revisión y selección de casos internacionales actuales de manejo y evaluación de recursos del género *Ensis* sp. o de solénidos en general.
- Revisión y selección de Planes de Manejo de recursos bentónicos para moluscos bivalvos
- Encuesta a usuarios institucionales sobre alternativas de manejo para el recurso en la región de Los Lagos
- Proposición de escenarios de gestión del recurso en el contexto de una situación de operación de pesquería, distinta a la de desembarques 0 t. actuales.

5.4.3 Resultados.

5.4.3.1 Revisión de casos internacionales

Revisión de Planes de Manejo internacionales para especies de la familia Solenidae (genéricamente “razor clam”).

1.- Escocia: para la especie *Ensis siliqua* de aguas costeras de Escocia, en veda hasta el año 2027, ha realizado una serie de evaluaciones del recurso, sobre los cuales se realizará una consulta pública para la apertura de la pesquería o la mantención del cierre, con los riesgos del incentivo a la pesca furtiva. No se presenta acciones de manejo, pero se explicitan consideraciones ecosistémicas empleadas para el manejo (www.gov.scot).

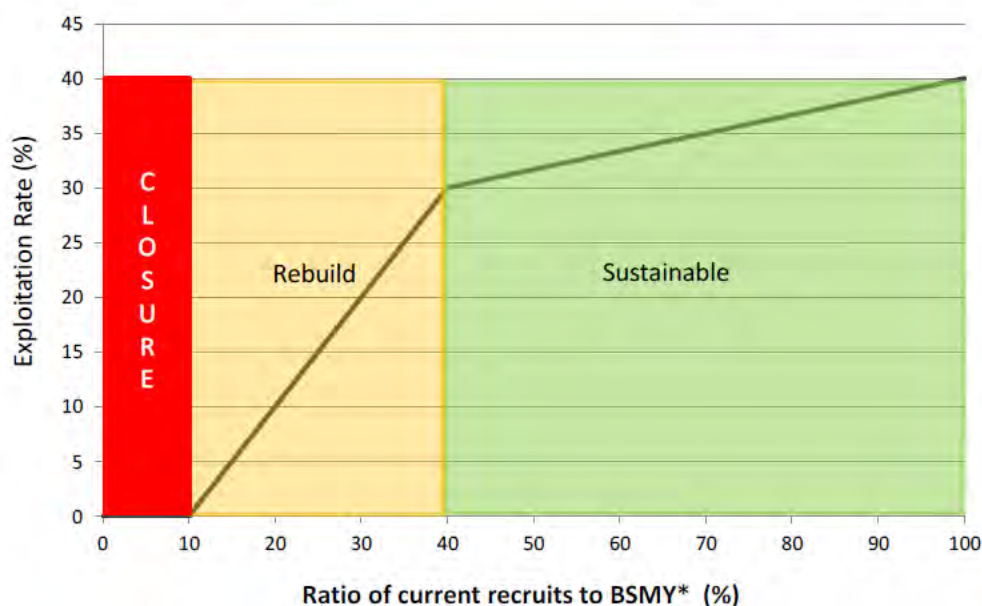
2.- Washington (USA): Razor clam de Washinton (*Siliqua patula*), constituye una pesquería de carácter recreacional, dependiente del Washington Department of Fish and Wildlife. Esta especie intermareal, está distribuida en 5 playas, las cuales son evaluadas en forma anual y explotadas en base a un criterio que en la actualidad se resume como la aplicación de una tasa de captura variable por playas en lugar de una tasa fija histórica del 30%. En estas playas, la tasa de captura se determina en función de la proporción entre la población actual de razor clam (según la evaluación más reciente de las poblaciones en cada playa) y el nivel máximo de población registrado (también en cada playa). La tasa máxima de captura posible (con el método de tasa variable) es del 40%. En consecuencia, la tasa de captura utilizada para determinar la cuota (TAC) se calcula para cada playa y cada temporada. Dicha tasa se basa en la proporción entre la población actual de almejas de tamaño juvenil (almejas de 7,6 cm o más) y la biomasa total que permite el rendimiento máximo sostenible (BSMY). El BSMY se define para este Plan de Manejo como la mayor densidad histórica de almejas registrada en cada playa. Cuando las poblaciones caen por debajo del 40 % de la BSMY, se aplica una estrategia de recuperación automática. Si una población cae por debajo del 10 % de la BSMY, la pesquería se cierra (Figura 87).

La abundancia es estimada a través de evaluaciones directas, empleando un diseño de muestreo sistemático basado en transectos distribuidos en el intermareal, con estaciones de conteo en el transecto, basadas en el bombeo con agua para la extracción de individuos. Además, se realiza un muestreo de tallas para la determinación del stock explotable.

Un componente relevante de este Plan de Manejo es la consideración de los usos ancestrales de comunidades indígenas (definidas como usos tribales) y el monitoreo sanitario de presencia de toxinas producto de fenómenos FAN (Floraciones Algaes Nocivas), previo a la apertura de cada temporada de pesca, en particular para PSP y Ácido Domoico (veneno paralizante y amnésico respectivamente). El concepto de comanejo solo es empleado en la participación de las comunidades indígenas, a través de la participación activa en los procesos de evaluación en terreno, determinación de cuotas y fechas de apertura a la pesquería comercial y recreacional.

Un aspecto distintivo es la información referente al Plan de Manejo, que es enviada en forma periódica vía email a los interesados (<https://wdfw.wa.gov/sites/default/files/publications/02656/wdfw02656.pdf>).

Variable Exploitation Rate for Razor Clams



* BSMY is defined as the biomass that allows maximum sustainable yield to be taken

Figura 87. Regla para la aplicación de las tasas de explotación de *Siliqua patula* en el Washington recreational razor clam management 2025 – 26 (Ex. (<https://wdfw.wa.gov/sites/default/files/publications/02656/wdfw02656.pdf>)).

3.- Plan conjunto de gestión pesquera de razor clam *Siliqua patula* Subárea 1-5 y fracción de 102-1 Council of the Haida Nation (CHN) and Fisheries and Oceans Canada (DFO) : Este Plan de manejo, presentado por el gobierno de Canada, considera propósitos alimentarios, tribales (pueblos originarios) y sociales, en periodos de apertura resultado de monitoreos de biotoxinas ([Integrated Fisheries Management Plans | Pacific Region | Fisheries and Oceans Canada](#))

Para los pueblos originarios no existen limitaciones de tamaño ni capturas diarias en sus territorios, en caso que sean con motivos alimentarios, sociales y ceremoniales. En los periodos de apertura a la extracción comercial, las capturas son limitadas por una cuota, licencias de pesca y periodos de marea. Estos periodos de apertura, además tienen regulaciones de tamaño y arte de pesca (solo manual) para el recurso.

La zona intermareal habitada por el recurso es sectorizada y se realiza un método de evaluación estandarizado, en los cuales se realiza una evaluación directa para la estimación de biomasa y abundancia

Se propusieron puntos de referencia posteriori al establecimiento de un cierre de la pesquería debido a las capturas excesivas. Entre los objetivos de manejo y acciones vinculadas se encuentra:

- Para cumplir con los objetivos de conservación y garantizar pesquerías y ecosistemas saludables y productivos, desde 2005 el personal del Programa de Pesca Haida realiza

censos de capturas entre junio y agosto para estimar las capturas totales en las principales playas.

- Para gestionar la pesca para generar oportunidades de prosperidad económica, se consideran los objetivos de las partes interesadas con respecto al valor social, cultural y económico de la pesquería. Todos los aspectos de la pesquería, incluyendo la planificación previa a la temporada, el establecimiento de cuotas y límites, y la revisión posterior a la temporada, se discuten en las reuniones del Comité Técnico Conjunto de Moluscos de Haida.
- Para educar al público sobre el hecho de que operar un vehículo motorizado con una marea baja podría provocar la muerte de juveniles que se encuentran cerca de la superficie. Haida Fisheries ha iniciado un plan de educación para la conservación de North Beach.
- De 2001 a 2008, la pesquería se gestionó utilizando una tasa de captura anual de 0,123 (mortalidad por pesca instantánea de 0,131 año⁻¹) que se estimó con base en un modelo de producción excedente y un año de datos. Las estimaciones de biomasa de 1994 a 2008 oscilaron entre 560 y 1853 t (media de 966 t). Los puntos de referencia de rendimiento sostenible se estimaron utilizando un programa de acceso público, "Yield 1.0", que simula los rendimientos de la pesquería y estima los puntos de referencia de la pesquería para parámetros especificados por el usuario. Los parámetros de entrada incluyeron una estimación de M instantánea, una relación de crecimiento de la almeja navaja y una relación stock-reclutamiento de Ricker basada en 15 años de datos. La tasa de mortalidad natural anual M se estimó en 0,23 año⁻¹ (coeficiente de variación [CV] 0,4 y M instantánea 0,26 año⁻¹) con base en curvas de captura construidas a partir de la distribución de frecuencia de longitud anual y edades de muestras de conchas de almejas. El punto de referencia FMSY instantáneo se estimó en 0,35 (límite de confianza del 95% [LC] 0,06–0,57), BMSY en 574 t, y biomasa pesquera no explotada en 1.390 t. Se recomienda un punto de referencia límite en 230 t (0,4 BMSY) y un punto de referencia de stock superior en 459 t (0,8 BMSY). La tasa de cosecha anual recomendada es 0,21 con base en F0,2 (F instantánea 0,24, 95% LC 0,12–0,50). El análisis examina las compensaciones entre la tasa de cosecha en puntos de referencia específicos, el rendimiento anual promedio y la biomasa resultante generada mediante análisis de equilibrio y transitorios, incorporando este último la variabilidad del reclutamiento interanual. La incertidumbre de los parámetros desempeñó un papel importante en el análisis, como lo demuestran los amplios intervalos de confianza para los distintos puntos de referencia (Jones *et al* 2025).

En términos generales, los planes de manejo revisados de especies de solénidos, son coincidentes en procesos de gestión que se pueden generalizar en: i.- evaluación del estado de explotación en base a la determinación de un punto de referencia objetivo y ii.- estrategia de explotación basado en el control de las capturas para llevar a las poblaciones al punto de referencia objetivo.

5.4.3.2 Revisión planes de Manejo de moluscos bivalvos en Chile

En Chile existen en la actualidad dos Planes de Manejo de recursos bivalvos en operación i.- Plan de Manejo del Golfo de Arauco y ii.- Plan de Manejo de bahía Ancud. Un tercer Plan de Manejo, correspondiente al Plan de Manejo de la almeja *Tawera gayi* en la región de Los Lagos no ha operado en los últimos años.

En consideración a los objetivos de este estudio, centrado en considerar la proposición y consenso de estrategias de explotación en función del estatus determinado para huego, se evalúan las estrategias de manejo implementadas en cada uno de ellos. Esta información es obtenida desde los resultados de las evaluaciones de estos recursos realizados por IFOP para el Ministerio de Economía a través del convenio ASIPA entre los años 2018 y 2024. Se debe considerar que tanto los planes de manejo de Golfo de Arauco y bahía Ancud tienen como recursos objetivos comunes el huego, objetivo de este estudio FIPA.

i.- Plan de Manejo del Golfo de Arauco.

El Plan de Manejo del Golfo de Arauco, tiene diferenciados por ámbitos los objetivos vinculados a la estrategia de explotación que se resumen para los recursos huego y huego:

- Establecimiento de un Límite de Extracción anual, distribuido en temporalidad de captura y captura por buzo.
- Limitación del número de usuarios a través de requisitos de participación en el Plan de Manejo.
- Evaluación externa del desempeño de las medidas de límites de captura anuales.

En la práctica, el Límite de Extracción opera como una estrategia de explotación de la forma de una Cuota constante, que mantiene los niveles de captura independiente de los niveles de abundancia, desaprovechando los peak de alta producción e incrementando la mortalidad por pesca en condiciones de baja producción. El hecho de tener un nombre alternativo al de cuota, ha evitado la supervisión del Comité Científico Técnico Bentónico y su opinión técnica.

La evaluación de esta “única” medida de manejo sobre el recurso implementada por el Comité de Manejo sin considerar las medidas que le antecedieron y se mantienen (la talla mínima de extracción y los meses de veda) se presentan en las Figuras 88 y 89 para huego y huego respectivamente. Para huego, a través de un modelo estructurado en edades (Modbento, Canales 2013) y para huego el método para pesquerías de datos limitados (LBPA, Canales *et al.*, 2021). Para el huego, el estatus es de una situación de estabilidad, desde antes del Plan de Manejo, el año 2015, pero en torno del Punto de Referencia límite.

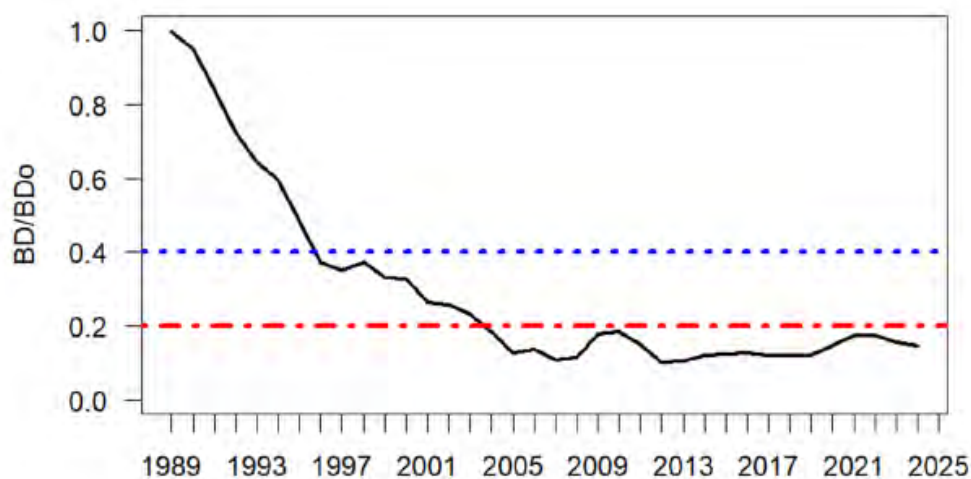


Figura 88. Modelado del agotamiento de la Biomasa desovante de huepo para el Golfo de Arauco. Línea azul señala 40 % de agotamiento como objetivo de manejo y línea roja un 20% como objetivo límite.

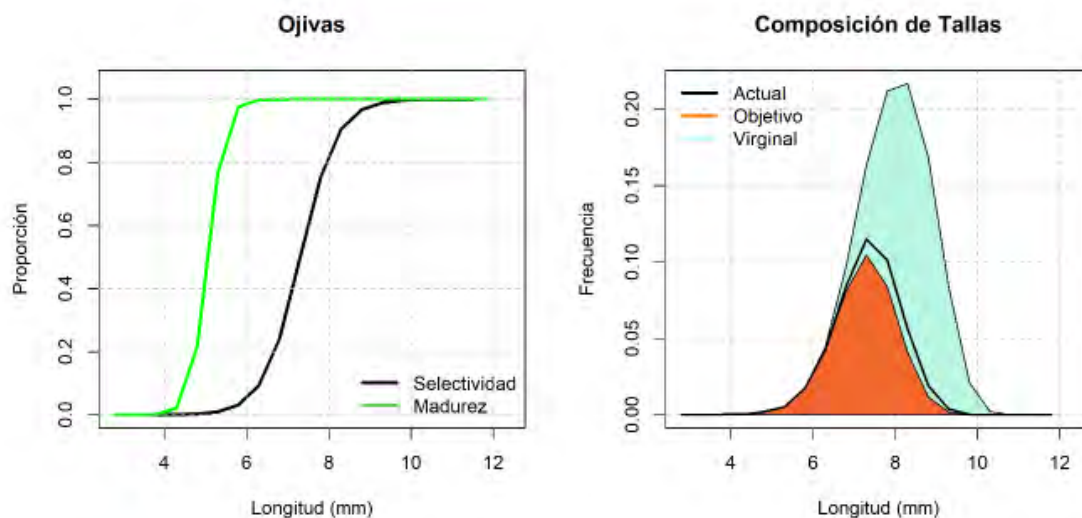


Figura 89. Ojiva de madurez y curva de selectividad (panel izquierdo) y composición de tallas de los últimos años para huepo del Golfo de Arauco, comparada con la estructura objetivo y la virginial teórica.

ii.- Plan de Manejo de bahía Ancud

A diferencia de los otros Planes de Manejo Bentónicos de Chile, este se ha centrado en medidas de asistencia indirecta para la gestión de pesquerías objetivo:

- Actividades de repoblamiento y traslocación de los recursos: ostra chilena (*Ostrea chilensis*), almeja común (*Ameghinomya antiqua*) y luga roja (*Sarcopeltis skottsbergii*).
- Establecimiento de zonas de resguardo

Estas medidas no tradicionales, no han sido evaluadas en su efecto en la escala poblacional de la bahía, como tampoco han sido objeto de una planificación con una línea base previa o un monitoreo posterior del éxito de los experimentos.

No se han implementado medidas de manejo para el recurso huepo en la bahía Ancud, a pesar de haber sido evaluado en forma directa en años previos.

iii.- Plan de Manejo de bahía Corral

Objetivo específico 1 del Plan de Manejo de bahía Corral.

Tener un conocimiento acabado del área de distribución y abundancia total de la población de Huepo y Huepo presente en la Bahía de Ancud.

Evaluación: El área de distribución fue estimada por IFOP el año 2018, a través de una evaluación directa que se realizó sobre una grilla de cerca de 1000 estaciones con cuadrantes con réplicas. Esta grilla de observación se empleó en forma anual hasta el año 2024, lo que permitió la observación de la modificación de la cobertura de las especies objetivo del estudio (huepo y huepo (*T. dombeii*))

Como consecuencia de los resultados obtenidos, el Comité de Manejo Bentónico de bahía Ancud solicitó a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura una veda para el recurso huepo, desde el año 2019, siendo está apoyada por el Comité Científico Técnico Bentónico. Posterior a la veda de dos años de huepo siguieron dos años más sin extracciones y desembarques marginales el año 2024.

El estatus de la población (2024), con una metodología no considerada en el Plan de Manejo, muestra para el recurso huepo, evaluado a través de datos limitados LBSPR, incremento del indicador desde el año 2020, coincidente con la implementación de la veda, que se mantiene sobre el nivel del 40% del potencial reproductivo señalado como objetivo de manejo, y una disminución constante de la mortalidad por pesca, explicada por la disminución de la actividad extractiva en la bahía, Figura 90.

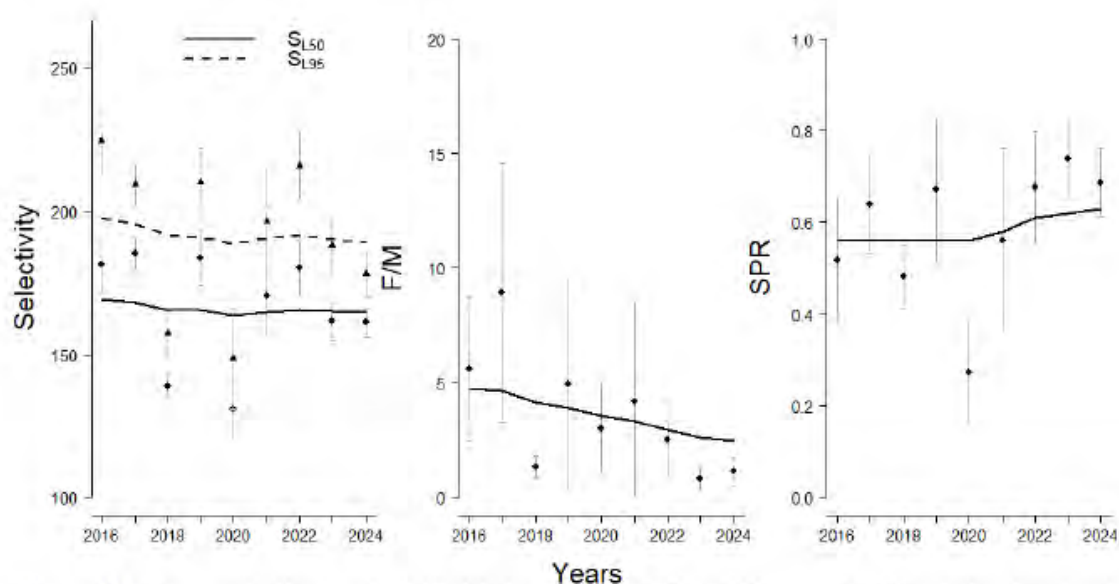


Figura 90. Indicadores de condición para huego en bahía Corral, obtenidas con modelo LBSPR.

Para el recurso navajuela, la situación actual (2024) fue determinada a través de la plataforma SS3, acondicionado con las estimaciones de abundancia obtenidas de las evaluaciones directa y el predictor de abundancia estandarizado de CPUE, con los puntos de referencia propuestos por IFOP en base a reducciones de biomasa desovante del 40% y 20%, como puntos de referencia objetivo y límite respectivamente Figura 91.

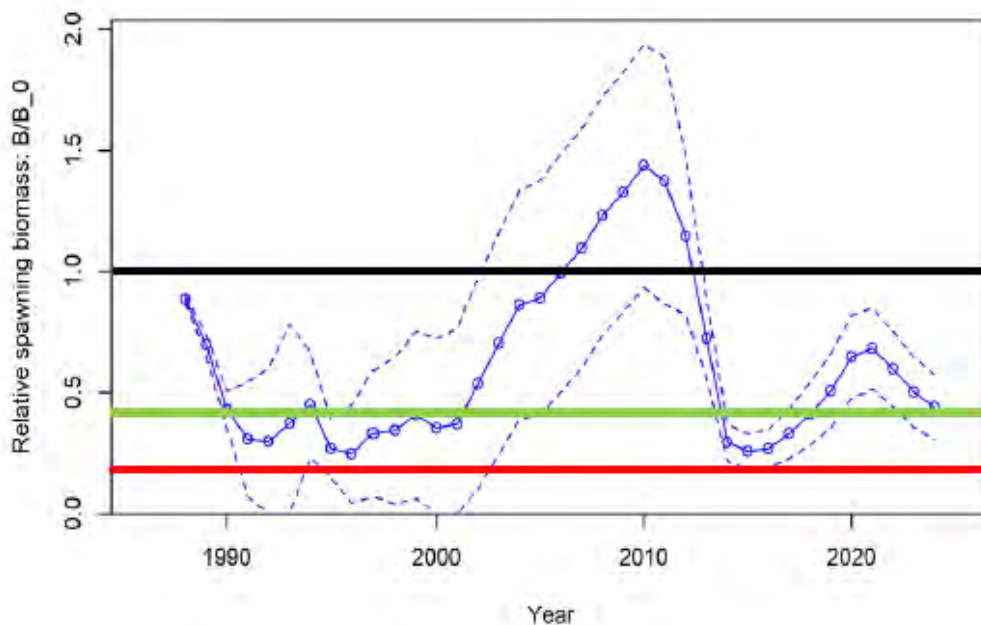


Figura 91. Agotamiento relativo de la biomasa desovante de navajuela en bahía Corral. Línea verde señala agotamiento del 40% de la B_D y línea roja agotamiento del 20% de la B_D .

Objetivo específico 2 del Plan de Manejo de bahía Corral.

Implementar un proceso de ordenamiento de las pesquerías de Huevo y navajuela con reglas de manejo claro, responsable, informado y con participación decisional de todos los actores validados involucrados en el proceso, logrando:

- i. Definición formal de actores participantes del plan, con reglas de entrada y salida.

Evaluación: En proceso. Dado el escaso esfuerzo de pesca actual y el régimen de administración, no han hecho presentes efectos de su ausencia en el Comité.

- ii. Establecer formalmente el área de aplicación de este plan de manejo.

Evaluación: Realizado, en el Plan de Manejo se establecen las coordenadas geográficas.

- iii. Establecer horarios y puntos de desembarque, Acotar los puntos de desembarque a los sectores: Caleta El Piojo, Caleta Niebla (Terminal Pesquero) y Caleta Los Molinos y los horarios de desembarque entre las 08 AM y 20 PM, para facilitar la fiscalización y monitoreo de las capturas.

Evaluación: Establecido. No se observan efecto por los bajos niveles de operación actuales

- iv. Establecer esquema de sanciones por incumplimiento de normas acordadas.

Evaluación: No realizado.

Objetivo específico 3 del Plan de Manejo de bahía Corral

Recomendación de medidas de administración y manejo que implementen una estrategia de extracción sustentable del recurso huevo y navajuela, que asegure su conservación y permita mantener la actividad extractiva y de procesamiento en el tiempo, que incluya:

- i. Revisión de Tallas Mínimas Legales, de acuerdo a últimas estimaciones realizadas.

Evaluación: Se modificaron al aumento las Tallas mínimas de ambos recursos, estableciéndose la talla de 110 mm para el huevo y 65 mm para la huevo de la región de Los Ríos, con un margen de tolerancia de 5% (Resolución Exenta 643 del 25 de febrero de 2016, del Ministerio de Economía Fomento y Turismo).

La baja actividad de la pesquería de huevo, permitió registrar una muestra aproximada de 300 individuos para cada año entre el 2016 y 2018, en ese periodo los individuos muestreados bajo la talla de 110 mm de longitud total son menor al 1%. No hay monitoreo previo que permita tener un dato de la situación antes de 2016. Las tallas mínimas buscan asegurar la participación del stock reproductivo en la dinámica poblacional antes de ser objeto de la pesquería, lo que se evalúa a través de la selectividad de la pesquería, que en este caso no vulnera la TML del huevo.

Para el recurso huevo las tallas del desembarque han tenido un desplazamiento hacia tallas menores luego del año 2016, con porcentajes ente 5 y 11% sobre la nueva TML, a diferencia de lo registrado en los años previos (2014 y 2015), donde la fracción de tallas menores fue entre

3 y 7 %. Dada la condición del recurso señalada en el objetivo 1, cabe suponer que esta fuerza la selectividad a pesar de la medida regulatoria (Figura 92).

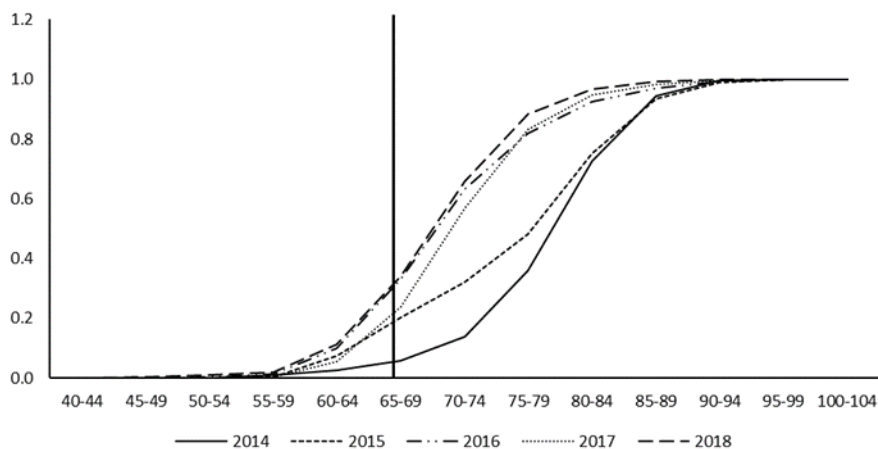


Figura 92. Selectividad en tallas del recurso huego en bahía Corral. 2014 a 2018. Se asume madurez tipo filo de cuchillo en los 65 mm.

ii. Establecimiento de limitaciones al acceso.

Evaluación: No se identificaron acciones en este sentido

iii. Definición de límites máximos de captura sustentable.

Evaluación: No se identificaron acciones en este sentido. Se asume que debería estar supeditada al punto anterior. No existen estudios que establezcan cuotas de pesca.

iv. Suspensión de vedas, toda vez que se implementen tallas mínimas y tasas de explotación más conservadoras que las sugeridas.

Evaluación: Se han implementado nuevas tallas mínimas, pero no existe un manejo de los recursos que establezca alguna estrategia de manejo en base a implementar tasas de explotación, por lo que no se puede realizar evaluación en este contexto específico, pero el tema está incorporado en el resultado del objetivo 1, donde se señalan tasas de explotación que llevaron a los recursos a la sobreexplotación, y los valores actuales están determinados por la disminución del esfuerzo, explicado por la disminución de los excedentes productivos.

v. Verificación periódica del estado de conservación de la población, consecuencia de las medidas que se establezcan.

Evaluación: las acciones de evaluación han sido realizadas bajo el contexto del presente estudio del Convenio ASIPA. Los resultados de la evaluación actual se muestran en el objetivo 1 de este estudio,

sin embargo, el conocimiento del estado del recurso no responde a alguna medida implementada en este Plan de Manejo.

Contexto de la pesquería en la región de Los Lagos

Características de la operación, obtenida de usuarios entrevistados de la pesquería registradas son:

i.- Arte de pesca: El arte de pesca empleado a nivel regional sería la “pinza”, arte de pesca empleado sobre el recurso en otras regiones del país, construido por los mismos pescadores desde alicates de ferretería. Este arte permite una captura de los individuos evitando la perturbación del fondo y la conducta de escape de los individuos circundantes.

ii.- Operación actual: La actividad extractiva durante el año 2024 se caracterizó por ser esencialmente para abastecer un mercado local, en la cual los usuarios no declaran las remociones al Servicio Nacional de Pesca. Esto fue descrito para los puertos de Dalcahue y Queilen. En la estadística descriptiva comparativa del Sernapesca entre los años 2023 y 2024, el número de usuarios con RPA, que registraron desembarques en el año 2023 fueron 25 a nivel regional, con capturas promedio de 1,2 t por declaración, mientras que en el año 2024 las declaraciones de desembarque correspondieron a 13 buzos en la región de Los Lagos, con desembarques promedio de 0,4 t.

iii.- Concesiones de acuicultura: Entre las consideraciones más relevantes mencionadas por los usuarios, es la ocupación espacial de bancos por concesiones de acuicultura de mitílidos, que ha disminuido la zona de operación sobre el recurso. A priori sería el mayor punto de conflicto rescatado desde los usuarios.

5.4.3.3 Aplicación de encuesta a usuarios de interés en la pesquería.

Identificación de usuarios de interés

De la reunión IFOP - SSPA para la proposición de alternativas para el manejo del recurso huego en la región de Los Lagos, se identificaron los siguientes usuarios:

- Oficinas del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura
- Dirección Zonal de Pesca de la región de Los Lagos
- Miembros del Comité de Manejo de recursos bentónicos de bahía Ancud
- Investigadores con experiencia en la evaluación del recurso.

Encuesta marco para la proposición de alternativas de manejo.

Como una exploración general de las alternativas de gestión que pueden ser implementadas para el recurso, se aplicó a los usuarios un cuestionario, que considera en términos conceptuales las alternativas de:

Régimen de administración: referido a las alternativas de manejo disponibles en nuestro país, que dan cuenta de distintos niveles de participación de los usuarios en la toma de decisiones, en particular



como alternativas de manejo: AMERB (sistema chileno de TURF) y Planes de Manejo sistema consultivo del administrador pesquero con un Comité de Manejo que genera un Plan de Manejo por recurso y zona geográfica.

Tácticas o estrategias de explotación: referida a una forma de control de los niveles de extracción de una población para lograr la sostenibilidad, está vinculada a un proceso de evaluación de la condición del recurso y puntos de referencia (modelo basado o empíricos) para implementar el control de las capturas por parte de los usuarios.

Los objetivos de gestión: están referidos a la dirección que debería llevar la gestión de la administración del recurso, en función del contexto de su desarrollo actual.

17/12/25, 16:50

Encuesta sobre pesquería del recurso huepo en la Región de Los Lagos

Encuesta sobre pesquería del recurso huepo en la Región de Los Lagos

En el marco del estudio FIPA 2024-22 "Evaluación del estado del recurso huepo (*Ensis macha*) y parámetros de crecimiento en la Región de Los Lagos" se debe desarrollar un objetivo dirigido a preparar un "Plan de Administración" para la pesquería del recurso en la Región de Los Lagos, orientado a la gestión futura de esta pesquería, en el contexto de sostenibilidad que señala la Ley de Pesca para los recursos.

En ese sentido, es necesario realizar un levantamiento de opinión de los actores de la pesquería para orientar la dirección de las opciones para ser consideradas en la elaboración de este Plan. Por lo anterior, se solicita vuestra colaboración para el efecto.

Las respuestas son anónimas y solo se considerarán en los resultados procesados.

1. Considerando pesquería de huepo en la Región de Los Lagos participa con bajos volúmenes en comparación con los desembarques nacionales y con pocos agentes extractores activos ¿Cuál cree que sería un régimen de administración *ad hoc*?

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ AMERB por localidades con presencia de bancos.
- ☐ Plan de Manejo específico para el recurso (implica creación de Comité de Manejo)
- ☐ Continuar con el régimen actual (regulación de acceso por RPA, talla mínima de extracción y vedas reproductivas)
- ☐ Otro: _____



17/12/25, 16:50

Encuesta sobre pesquería del recurso huepo en la Región de Los Lagos

2. ¿Cuál de estas tácticas y/o estrategia de extracción y/o explotación le parecen apropiadas para el recurso?

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Cuota constante por banco identificado, basado en un modelo de dinámica desde un muestreo de evaluación directa.
- ☐ Evaluaciones directas y estimación de cuota anual según punto de referencia (basado en mortalidad por pesca o biomasa)
- ☐ Monitoreo de la extracción para la generación de variable temporal predictora de la abundancia (ej.: CPUE) implementar modelo de evaluación indirecto.
- ☐ Libertad de extracción, sin cuotas de extracción, pero con un monitoreo del estado del recurso a través de evaluaciones directas.

3. Considerando correcto que: la pesquería de huepo en la Región de Los Lagos es una actividad con registros oficiales de desembarques de baja frecuencia, explicados por la satisfacción de la demanda por la extracción del Golfo de Arauco, los objetivos de la gestión del recurso en la Región de Los Lagos deberían estar dirigidos a (se permite más de una respuesta):

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Prospeccionar bancos para aumentar la oferta
- ☐ Incrementar el consumo local (por ejemplo ferias costumbristas)
- ☐ Evaluar el estado de explotación de más bancos en la Región
- ☐ Actualizar el RPA a usuarios reales, considerando la especificidad del arte de pesca
- ☐ Evaluar la implementación de estrategias de manejo locales luego de evaluar el estado de explotación de los bancos
- ☐ Otro: _____

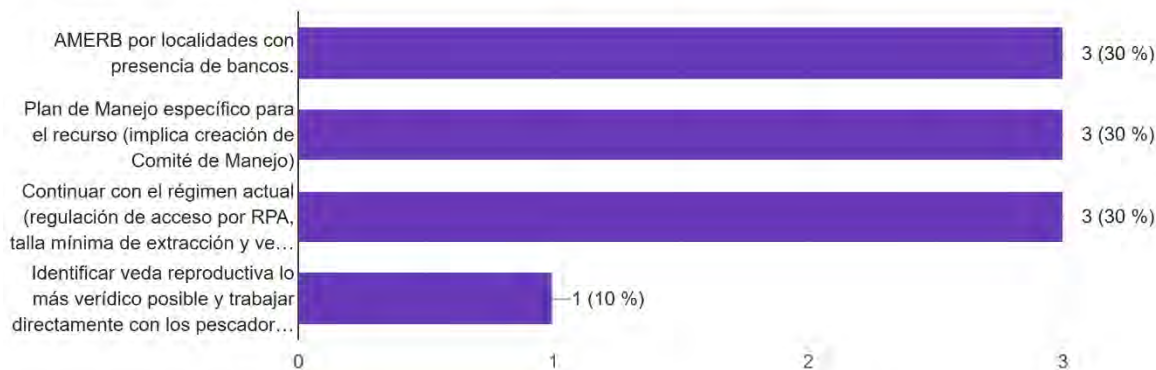
Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Las respuestas al momento del reporte dan cuenta de:

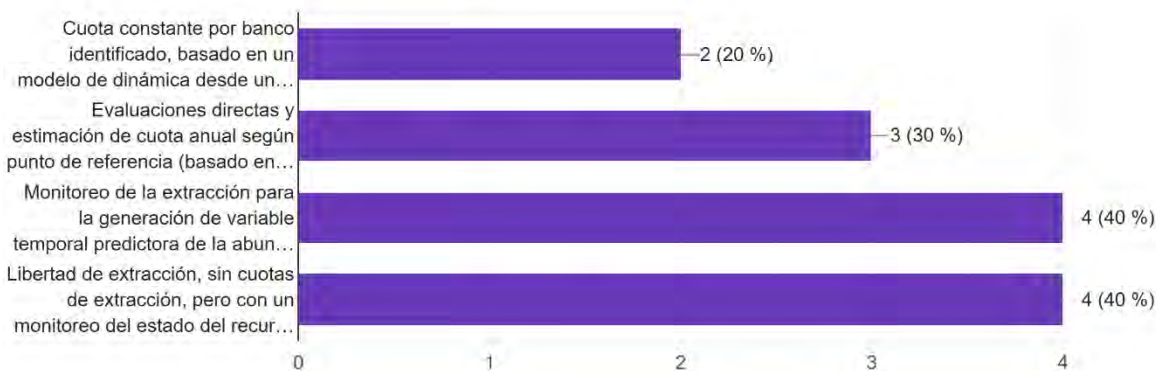
Considerando pesquería de huepo en la Región de Los Lagos participa con bajos volúmenes en comparación con los desembarques nacionales y co... que sería un régimen de administración ad hoc?

10 respuestas



¿Cuál de estas tácticas y/o estrategia de extracción y/o explotación le parecen apropiadas para el recurso?

10 respuestas



Considerando correcto que: la pesquería de huepo en la Región de Los Lagos es una actividad con registros oficiales de desembarques de baja frecuencia dirigidos a (se permite más de una respuesta):

10 respuestas



Con respecto a las medidas de administración para el recurso, no se expresó alguna preferencia sobre los regímenes actuales, llámense AMERB, Planes de Manejo Bentónicos o régimen de libre acceso (ausencia de un sistema de comanejo). Sin embargo, en ausencia de usuarios directos organizados, o una pesquería que manifieste problemas de gestión, el escenario no debería ser muy distinto al esperado.

Las tácticas o estrategias de evaluación/ monitoreo para esta pesquería, muestran preferencia por alternativas que pueden ser calificadas de empíricas (monitoreo *in situ* del estado del recurso a través de evaluaciones directas o de indicadores levantados en escala local) sin estimación de cuotas, versus las que implican estimaciones de cuotas y por consiguiente requerimientos de implementación mayores (por ejemplo fiscalización de desembarques, registros de usuarios, trazabilidad de capturas y otros) y la subyacente incertidumbre y procesos de negociación que conlleva el manejo a través de cuotas.

Con respecto a las posibles alternativas para revertir la situación actual de inactividad de la pesquería en la región de Los Lagos, las respuestas estuvieron dirigidas a la búsqueda de alternativas locales de manejo y aprovechar la situación actual para generar registros cercanos a la realidad de los verdaderos usuarios, del recurso. La dependencia de la condición del mercado para este tipo de pesquerías oportunistas no fue mencionada, pero debe ser considerada para el planteamiento de alternativas en la escala del esfuerzo potencial, léase, de pequeña escala.

5.4.3.4 Proposición de medidas de manejo para las pesquerías de huepo en la región de Los Lagos.

En consideración a lo expuesto en los capítulos previos, la proposición de medidas de administración para el recurso huepo en la región de Los Lagos debe considerar que, en la actualidad, no está administrada bajo ningún régimen de administración en particular. Solo en la bahía de Ancud está

considerado dentro de las especies en Plan de Manejo de Recursos Bentónicos (multirecursos), sin embargo, no existe ninguna medida de administración para el recurso o la pesquería.

La proposición de medidas de administración en particular para la pesquería de este recurso, debe considerar el contexto en el cual se desarrolla en la región, que dado la revisión del objetivo 1 de este estudio da cuenta de:

- La pesquería se desarrolla principalmente en el banco de la bahía de Ancud, aunque en niveles de desembarques marginales en relación a los niveles de producción nacional
- Los desembarques de huepo en otros puertos de la región son de menor volumen que en Ancud y de forma intermitente.
- No existen usuarios de la pesquería en organizaciones específicas destinadas al recurso.
- No se identifica una comunidad vinculada a la extracción de este recurso.
- La especialización de la técnica que requiere la extracción del recurso limita el esfuerzo pesquero en la región.
- El registro de desembarque de individuos en puertos de la región, a pesar de no ser registrados en las estadísticas oficiales del Servicio Nacional de Pesca, revela una pesquería al margen de la formalidad de los sistemas de administración, vinculada a cadenas de comercialización locales, tradicional en pesquerías denominadas de pequeña escala.
- Los niveles productivos en los bancos de la región son diversos, así como la disponibilidad de información y por ende los métodos de evaluación y las métricas de la condición de los recursos y los niveles de incertidumbre de ellos.

En consideración a lo anterior, la gestión del recurso debería implementar un esquema adaptativo a realidades locales que permita:

- Determinación de estatus o situaciones deseables de conservación en zonas definidas de la región de Los Lagos, a priori se propone una vinculación a los Puertos de desembarque.
- Diseño de un sistema de monitoreo del estatus del recurso asociado a la zona de gestión (puerto).
- Incentivo a los usuarios para declarar sus desembarques a Sernapesca y dimensionar el esfuerzo activo.

Para las zonas a definir en la región, se consideran los casos en los cuales se pueda definir el estado del recurso a través de una de las siguientes metodologías:

- 1.- Definición del estado del recurso a través de métodos evaluación de recursos de data pobre.
- Métrica basada en estimación de potencial reproductivo en base a estructuras de tallas.

Tal como se realizó el caso del puerto de Queilen, el estado del recurso debe ser vigilado a través de un monitoreo poblacional de la estructura de tallas poblacional, estableciendo como vigilancia

una estructura de talla que salvaguarde el 40 % del potencial reproductivo de la población (reconocido como apropiada para especies de longevidad similar a la del huepo).

Dada la naturaleza de este método de evaluación, el punto de referencia debe considerarse “interino”, hasta que la implementación del monitoreo señale un desempeño deseado de la estructura de la población objetivo.

2.- Modelos estructurados

Aunque pareciera que el trabajo técnico de realizar una evaluación de stock indirecta con modelos estructurados para pesquerías poco productivas (en términos de desembarques y financieros), debiera ser evaluada versus alternativas de bajo costo como las mencionadas en forma precedente, deberían ser consideradas en escenarios de información suficiente, para presentar la mejor asesoría técnica que permita la ciencia pesquera, aunque se deba tender a la simplificación del posterior manejo.

Con respecto a aspectos tácticos, se debería considerar:

- Difusión de las tallas mínimas y la importancia de su respeto en la extracción, cambiando las zonas de pesca en presencia importante de individuos juveniles, que pudieran señalar zonas de reclutamiento o épocas de reclutamiento.
- Dado que la pesquería opera en esta zona, o similares, por encargo, sin una demanda que permita un esfuerzo de mayor frecuencia, no se recomienda un control de los niveles de extracción.

6.- DISCUSIÓN.

El desarrollo de este estudio, da cuenta de un proceso que puede ser considerado un ejemplo de la implementación de un caso de evaluación del estatus de un recurso pesquero, que secuencialmente obtiene la información biológica y pesquera para determinar un estado de explotación a través de puntos de referencia y termina con proposiciones para el manejo de la pesquería. A pesar que los supuestos de los términos de referencia del estudio suponían una pesquería de mayor magnitud, el proceso permitió salvar brechas de conocimiento e implementar un modelo de evaluación robusto.

Las principales brechas con respecto a la condición del recurso dan cuenta de una ojiva de madurez, para la cual, como era esperado, los meses estivales marcan el periodo de mayor madurez y posibilidades de observación de este proceso a las diferentes tallas. La ausencia de tallas en los extremos de la distribución fue subsanada en los muestreos de los primeros meses del año 2026, por lo que este insumo se considera logrado y permitió proponer una talla de $L_{C50\%}$ de los sexos combinados para el recurso, en lugar de una basada en las hembras, en consideración que en forma permanente los muestreos mostraron una participación de hembras bajo el 50% de las muestras. Así, si bien este valor es levemente mayor al de solo hembras, cumple con el sentido precautorio del manejo pesquero. Una observación complementaria a los muestreos fue la observación de los principales peak de individuos desovados en la estación de verano, lo que abre la discusión a la revisión del periodo de actual de veda (15 de octubre a 15 de diciembre), en un escenario en que la pesquería actualmente se desarrolla principalmente en los meses de verano, asociado a actividades culinarias de turismo.

Las estimaciones de mortalidad natural, están dentro de lo esperado para especies con las características del ciclo de vida (parámetros de crecimiento y longevidad) de especies similares. Se debe enfatizar que este parámetro tiene un sentido de modelamiento de la dinámica de un recurso pesquero con la información disponible, que asume que M permite hacer explicativo el decaimiento exponencial negativo de la sobrevivencia de una cohorte. La presentación de dos valores de M , en función de los parámetros empleados, da cuenta de la naturaleza estocástica de este parámetro, así como de los otros obtenidos en este estudio, que debe ser explorado en un rango de valores viables, posibles de ser considerados en el modelamiento de la incertidumbre de los procesos de evaluación.

Con respecto a las relaciones talla - peso, que en este estudio se solicitó fuera tratada su obtención en un objetivo independiente, constituye un insumo para otros análisis, como el escalamiento de las tallas a biomasa que se realizó en este estudio, tanto en las evaluaciones directas como indirectas. En un sentido práctico, tiene sentido el empleo del índice de condición, como un indicador indirecto de “bienestar” de una determinada población, que en este caso mostró solo una leve disminución en la temporada de invierno, asociado a procesos de disminución de productividad, que podría influir en la disponibilidad de alimento de esta especie detritívora.

La estimación de los parámetros de crecimiento desde las distribuciones de frecuencia de tallas confirma el comportamiento esperado del modelo MCCT, en el cual la estructura etaria asumida juega un rol clave en la estimación de los parámetros de crecimiento. Tal como señalan Canales y Arana (2009), un número insuficiente de clases de edad puede inducir compensaciones estructurales entre

la longitud asintótica y el coeficiente de crecimiento, mientras que una estructura excesivamente compleja puede generar problemas de identificación o inestabilidad numérica.

En este sentido, el escenario con ocho edades emerge como una alternativa metodológicamente consistente, al capturar adecuadamente la señal de crecimiento presente en las composiciones de talla sin introducir una complejidad innecesaria. La coherencia observada entre las distribuciones de talla observadas y predichas sugiere que el modelo es capaz de reproducir las principales características de la estructura de tamaños del recurso en el área analizada.

El análisis realizado permite concluir que el modelo seleccionado por ajuste y parsimonia constituye una herramienta adecuada para la estimación de parámetros de crecimiento del recurso huepo a partir de composiciones de talla provenientes de la pesquería. La aplicación del modelo al puerto de Ancud muestra resultados consistentes y biológicamente plausibles, particularmente bajo el escenario con ocho clases de edad.

El modelo implementado en Stock Synthesis 3 alcanzó convergencia satisfactoria y presentó una estabilidad numérica adecuada. Los gradientes finales fueron bajos y los parámetros activos mostraron una convergencia razonable, sin evidencias de problemas severos de optimización o identificación. Asimismo, la aplicación iterativa de ponderadores de Francis permitió ajustar la contribución de las composiciones de talla dentro de la función objetivo, mejorando el balance entre las distintas fuentes de información utilizadas por el modelo.

No obstante, el diagnóstico biológico y estructural evidencia algunas fuentes de incertidumbre que deben ser consideradas en la interpretación de los resultados. La principal dificultad se relaciona con el ajuste de las composiciones de talla, particularmente en la representación de los individuos de mayor tamaño. El modelo tiende a sobreestimar la frecuencia de organismos grandes en algunos períodos y no reproduce completamente la forma observada de la cola derecha de las distribuciones de talla. Esta situación resulta relevante debido a que la talla máxima observada en las muestras alcanza aproximadamente 21,2 cm, mientras que el valor de longitud asintótica utilizado en el modelo es cercano a 20 cm. Aunque la presencia de individuos que exceden ocasionalmente el valor de L_{∞} es biológicamente posible, esta discrepancia sugiere potenciales conflictos entre la parametrización del crecimiento, la mortalidad natural, la selectividad y la variabilidad talla-edad asumida por el modelo.

La trayectoria histórica estimada también indica períodos de mortalidad por pesca elevados, con valores de F superiores a 2 durante los años de máxima explotación. Bajo estas condiciones, la persistencia de la biomasa observada requiere una importante contribución del reclutamiento a la dinámica poblacional.

En concordancia con lo anterior, la relación stock-recluta estimada presentó una steepness cercana al límite superior definido para el parámetro ($h \approx 0,9$). Este resultado sugiere una población con alta capacidad de compensación, capaz de mantener niveles relativamente elevados de reclutamiento incluso ante reducciones importantes de la biomasa reproductiva. Sin embargo, dado que el parámetro se aproxima a su límite superior y que la relación stock-recluta presenta una elevada dispersión, esta estimación debe interpretarse con cautela.

Por otra parte, la biomasa total estimada resulta moderada en comparación con las capturas máximas históricas registradas para la pesquería. Esta situación podría reflejar una combinación de alta productividad poblacional, episodios de reclutamiento favorables y/o incertidumbres asociadas a la estimación de parámetros estructurales como el crecimiento, la mortalidad natural y la selectividad.

A pesar de estas limitaciones, las tendencias generales estimadas por el modelo muestran coherencia con la evolución histórica de la pesquería. La reducción progresiva de las capturas observada desde mediados de la década del 2000 se acompaña de una recuperación del potencial reproductivo desovante (SPR) y de una estabilización de la biomasa reproductiva relativa, sugiriendo que el modelo captura adecuadamente la señal general de la dinámica poblacional.

En términos generales, el modelo presenta una estructura funcional consistente y una convergencia numérica adecuada, proporcionando una representación razonable de la dinámica histórica del recurso.

Resalta como resultado que los indicadores de estado derivados del modelo sugieren que la población no presenta señales de agotamiento reproductivo al final del período analizado y que la reducción de la presión pesquera observada durante los últimos años habría contribuido a la recuperación de su capacidad reproductiva, siendo en términos formales posible definir su estatus como subexplotado.

Para el caso de la localidad de Queilen, en la cual, en ausencia de monitoreos de la actividad extractiva en años recientes, se emplearon los muestreos de tallas de este estudio como observaciones válidas de la condición de la población el año 2025, el método LBSPR (Hordyk, 2021) generó buenos ajustes a las tallas, y un estatus de subexplotado, al igual que la bahía de Ancud. A pesar de ser métodos que pueden tener una alta incertidumbre estructural por la generalización de los procesos biológicos simulados, permiten tener una aproximación del estatus del recurso y son una herramienta disponible para el manejo que debe asumir la incertidumbre de este tipo de modelos aplicando manejo más precautorio.

Las valvas en moluscos bivalvos presentan una estructura similar a los otolitos en peces y la determinación del crecimiento es más confiable, que el obtenido de la osificación de escamas, vertebras y espinas en peces, porque ambos, otolitos y valvas, son estructuras extracelulares compuestas por cristales de carbonato de calcio (Secor *et al.*, 1995). Las valvas, al igual que los otolitos, presentan alternancia de bandas de crecimiento concéntricas cuya periodicidad permite estimar: 1) datos de edad para estimación de tasas de crecimiento; 2) reconstrucción del efecto ambiental y ontogenético, una vez que estos han ocurrido; 3) proveer información sobre los procesos fisiológicos (Cerrato, 2000).

Determinación de la edad y el crecimiento

La observación de anillos o bandas concéntricas de crecimiento se puede realizar en moluscos bivalvos desde la observación de la superficie externa de la valva, que refleja la acumulación de carbonato de calcio sobre una matriz de proteína, y la variación de la intensidad de estas marcas depende de la mayor o menor acumulación de calcio. Aunque este tipo de técnica es la más simple y

directa algunos estudios optan por la realización de secciones transversales o longitudinales para exponer la estructura interna de la valva (Chong *et al.*, 2011; Cardoso *et al.*, 2013).

En el presente estudio exploramos la posibilidad de realizar lecturas en secciones transversales y longitudinales de las valvas. En general, en las secciones las marcas de crecimiento se observaban muy débiles, lo que producía un bajo contraste entre una marca que denotara una mayor concentración de calcio que otra de menor concentración, particularmente en las secciones longitudinales, a lo cual se sumaba la dificultad en la preparación, por la alta cantidad de resina necesaria para el montaje y la fragilidad de la sección que se obtenía, la que es delgada y larga, sujeta muchas veces a quiebres o fracturas. En las secciones transversales, aunque estuvieron menos sujetas a estos problemas, las marcas no se distinguían con mayor claridad, y el área reducida para la lectura podría eventualmente llevar a subestimar la edad. Nuestra decisión de hacer lecturas de las marcas en la superficie de la valva y no en secciones obedece a los inconvenientes antes descritos, como también a que la validación basada en la concentración de isótopos estables, que se realizó a partir del material extraído desde la superficie de la valva, podría compararse con la lectura de los anillos presentes en la superficie, teniendo como referencia la distancia o longitud de formación de cada banda o anillo de crecimiento. Hay que considerar, además, que en estudios previos se ha descrito que existe una buena coincidencia entre las lecturas de marcas superficiales, definidas macroscópicamente con el patrón de composición de isótopos de oxígeno a lo largo de la valva en especies del género *Ensis* (Cardoso *et al.*, 2013; Blackman *et al.*, 2025).

Se caracterizaron las bandas de crecimiento siguiendo los patrones establecidos en la literatura del género *Ensis* (Cardoso *et al.*, 2013; Hernández-Otero *et al.*, 2014; Blackman *et al.*, 2025), que, aunque podrían variar con las del sur de Chile, debido a que es otra especie y/o a las variaciones en las condiciones ambientales de su hábitat, es una referencia que puede ser usada preliminarmente como guía ante la ausencia de una validación de la edad. En general, las características de las marcas de crecimiento como sus perturbaciones, marcas caracterizadas como “falsas”, etc., son similares en ejemplares del mismo género probablemente por la similitud ontogenética, lo cual brinda cierta seguridad a esta caracterización de la edad. El establecimiento de una marca previa al año de vida, que hemos descrito en este trabajo, respondería a la exposición de ejemplares juveniles a condiciones de invierno como resultado de un proceso de desove que ocurriría en primavera. Al respecto, se ha postulado que *E. macha* posee un prolongado desove con máximos en primavera y otoño en la costa atlántica (Barón *et al.*, 2004) y entre noviembre y diciembre en las regiones del Bío Bío y de Los Lagos (Jaramillo *et al.*, 1998).

Las lecturas superficiales, permitieron estimar una distribución de edades que cubrieron un rango de 0 a 12 años de edad, con un alto nivel de precisión, presentando un error menor al 10% y lecturas simétricas entre lectores, otorgando confiabilidad a los resultados. La distribución de valores medios de la longitud de cada banda de crecimiento muestra que esta especie maximiza su crecimiento el primer año de vida para luego ir disminuyendo paulatinamente. Esto es una característica común de las especies que requieren alcanzar lo antes posible un tamaño que les permita, en el caso de los moluscos, un rápido asentamiento que asegure la sobrevivencia. Nuestro resultado es similar a los estimado por Chong *et al.* (2001) quien registra, para huepo de la zona de Tubul, una edad máxima de 12 años y una longitud media de 80 mm para el primer año de vida. En otras especies del género

Ensis se han reportado longitudes medias al primer año de vida entre 64 mm en *Ensis directus*, aunque también han registrado 53 mm en la costa holandesa (Cardoso *et al.*, 2013); en *Ensis Siliqua* se han registrado tamaños de entre 54 y 71 mm (Blackman *et al.*, 2025). En *Ensis arcuatus* dependiendo de la zona de estudio en Escocia se han registrado entre 38 y 43 mm, en España (Ría de Pontevedra) entre 50 y 80 mm (Hernández-Otero *et al.*, 2014). El crecimiento de estas especies es indeterminado y altamente dependiente de la especie, del tipo de sedimento y las condiciones ambientales de su ubicación geográfica, que determinan la disponibilidad de alimento y la temperatura del agua entre otras variables abióticas (Blackman *et al.*, 2025). Por ejemplo, en *E. directus*, se ha observado que el crecimiento se detiene o ralentiza significativamente cuando la temperatura del agua baja de los 6°C (Cardoso *et al.*, 2013).

Las lecturas de bandas o anillos concéntricos en la superficie de las valvas permitieron disponer de pares de datos talla-edad por sexos y ambos sexos combinados para la zona de Hueihue. Los resultados de crecimiento se consideran confiables, ya que se evaluó el ajuste de los datos con tres modelos de crecimiento, Gompertz, Logístico y VB (tradicional y con los enfoques bayesiano y frecuentista). El modelo Von Bertalanffy con enfoque bayesiano fue el más verosímil para ambos sexos combinados obteniéndose parámetros con un bajo error, que describen una fase temprana de crecimiento rápido seguida de una disminución para alcanzar una longitud asintótica de 202 mm con un coeficiente de crecimiento k de 0,15 mm*año⁻¹. Este patrón de crecimiento es diferente al estimado por Chong *et al.* (2001), ya que obtienen una longitud asintótica de 175 mm y un k de 0,40 mm*año⁻¹ para la Región del Bio-Bio. Aunque estiman una longitud media para el primer año similar nuestro estudio, la alta sobreposición de longitudes entre edades estimadas por Chong, resulta en que esta población alcanza su talla asintótica no más allá de los cinco años, maximizando su crecimiento tempranamente. En nuestros resultados en cambio, el crecimiento no se detiene tan tempranamente, lo que esta caracterizado por un crecimiento más lento ($k = 0,15$), de una población que habita condiciones de menor temperatura. Esto da cuenta de la importancia de estudiar las tasas de crecimiento en las distintas áreas en que se ubican los bancos naturales, pues las diferencias observadas por Chong *et al.* (2011) y los del presente estudio pueden ser causa de distintos factores bióticos y abióticos a los que se exponen, por ejemplo los bancos de huepo de Tubul y Queilen, y que determinan variaciones en los parámetros de historia de vida, considerando la complejidad de los distintos factores que pueden regular o conducir el crecimiento individual en organismos vivos (Dmitriew, 2011). Cambios significativos en los parámetros de crecimiento se han observado entre distintos bancos o poblaciones de *Ensis siliqua* de Escocia, con k entre 0,11 y 0,65 dependiendo de la localidad (Blackman *et al.*, 2025). Similarmente, para *Ensis arcuatus* en Ría de Pontevedra en España, se registraron variaciones del k entre localidades que oscilaron entre 0,24 y 0,58 (Hernández-Otero *et al.*, 2014). Otras evidencias al respecto han sido reportadas por Laspoumaderes (2008) para *E. macha* de áreas al sur de Argentina y por Palmer (2004) para *E. directus* de las costas de Inglaterra.

Validación de la edad usando isotopos estables

Aplicar métodos de validación directo como el marcaje-recaptura de organismos posee las limitantes de: implicar un alto costo por requerir de campañas de varios años consecutivos; que los ejemplares recapturados después de un año pueden ser muy escasos (Campana, 2001) y que el tiempo necesario para recaptura superó la duración de este estudio. Por ello, se optó por validar la periodicidad de las

bandas usando el perfil de isótopos estables en la valva y mediante la estimación de tasas de crecimiento en meses desde ejemplares marcados en cautiverio.

En este informe se reportan por primera vez, para *E. macha*, los resultados de variaciones de los isótopos estables de ^{13}C y ^{18}O para dar una validación química a la lectura superficial valvar mediante la comparación de los perfiles isotópicos con la ubicación de las bandas de crecimiento anuales considerando una distancia similar desde el origen de la concha.

En cuanto al oxígeno, se obtuvieron perfiles cíclicos de alta coincidencia con las bandas de crecimiento establecidas a partir de la lectura visual superficial, respaldando dicha técnica. La concordancia entre los valores máximos de $\delta^{18}\text{O}$ y las marcas de crecimiento anual dan cuenta de que la formación de éstas responde a una ralentización en el crecimiento del huepo ante la exposición a menores temperaturas, invernales, momento en que la temperatura baja entre $\sim 2^{\circ}\text{C}$ y hasta $\sim 3^{\circ}\text{C}$ en comparación con la época estival según los registros de temperatura superficial del mar de Queilen de los últimos 5 años. Ello porque el carbonato de calcio de la valva se evidencia con una mayor fracción de $\delta^{18}\text{O}$ debido a la naturaleza del fraccionamiento de este isótopo estable. En el crecimiento temprano, representado por las zonas < 70 mm de longitud, se observa un pico inicial de $\delta^{18}\text{O}$ entre 40 – 50 mm de distancia valvar en los cuatro ejemplares analizados. Al respecto y, a partir de las lecturas preliminares, ya se había planteado la posibilidad de tener una marca previa al año en *E. macha*, lo que se corroboraría con estos resultados. Este aumento de $\delta^{18}\text{O}$ podría estar representando bajas temperaturas durante el primer invierno al que se ven expuestos estos ejemplares antes de cumplir el año de vida. El alto valor de oxígeno podría responder también a una baja en la temperatura producto del aporte de aguas de baja salinidad derivados de la escorrentía pluvial y a una mayor sensibilidad al ambiente en épocas de desarrollo temprano típica del sector de Queilen (Dávila *et al.*, 2002; Guillikin *et al.* 2005). La presencia de una marca a la edad 0 se ha postulado previamente para el género *Ensis*, al respecto Blackman *et al.* (2025), para *E. siliqua* cuyo desarrollo larval sucede en primavera, sugiere que esta primera marca sería invernal y ocurriría transcurridos entre los seis o nueve meses de vida. En el caso de *Ensis macha*, en el presente estudio se determinó que el periodo desove está ocurriendo a fines en primavera, con lo cual los primeros seis meses de vida pasarían por el primer invierno, el que sugerimos queda registrado en la valva con una marca, que se confirma con el primer máximo de $\delta^{18}\text{O}$.

La marca del primer año de vida en *E. macha*, estaría alrededor de los 80 mm según nuestras lecturas superficiales de la valva, confirmado este resultado con el análisis isotópico del $\delta^{18}\text{O}$ que presenta valores altos en dicho sector de la valva, en tres de los cuatro ejemplares analizados. El resto de las bandas de crecimiento coinciden en su mayoría con las variaciones en los niveles de $\delta^{18}\text{O}$, marcando con ello los periodos de invierno en que la temperatura determina un menor crecimiento y la formación de estas bandas que indican el cierre de cada año biológico. En esta comparación no se puede esperar una coincidencia exacta, determinística, entre la posición en que se ubica la banda o anillo de crecimiento con el pico máximo del isótopo de oxígeno, puesto que existe una alta variabilidad en la ubicación de bandas, que están formadas por anillos múltiples y por la curvatura morfológica de la valva. El sector más complicado en coincidencia de lectura con nivel alto de oxígeno fue el borde, probablemente asociado a que este sector no fue muestreado para análisis de isótopos. En general,

en este estudio la lectura de edad por observación de bandas o anillos en la superficie de las valvas de *Ensis macha* fue confirmado usando análisis de isótopos estable de oxígeno.

Los perfiles de $\delta^{13}\text{C}$ respaldaron la identificación visual de la primera banda de crecimiento anual, al coincidir las bandas de crecimiento lento, translucidas y posiblemente formadas en invierno, con valores máximos positivos de carbono. Esto podría responder a que, durante las etapas tempranas de desarrollo, el rápido crecimiento y una alta eficiencia metabólica promueve una precipitación de carbono de mayor similitud al carbono inorgánico disuelto (DIC) marino, reflejándose en altos valores de $\delta^{13}\text{C}$ presentes en la valva (McConnaughey & Gillikin, 2008). La disminución continua de $\delta^{13}\text{C}$ que se registró al aumentar la talla en los ejemplares 1; 2 y 3, también puede relacionarse al cambio en el metabolismo, ya que se ha descrito previamente la tendencia a la baja de $\delta^{13}\text{C}$ con la edad en moluscos marinos y de agua dulce. Se ha encontrado en moluscos como *Pinna nobilis*, que los valores se vuelven más negativos (ligeros) a medida que el animal envejece y aumenta de tamaño (Huang *et al.*, 2023). En esta especie también se ha detectado un descenso marcado del carbono en ejemplares estresados o enfermos (Huang *et al.*, 2023). En el caso de *E. macha* además podemos tomar en cuenta el proceso reproductivo y el gasto energético destinado a obtener la madurez sexual, lo que podría afectar las marcas de $\delta^{13}\text{C}$ dificultando encontrar su relación con las marcas de crecimiento. En el caso específico de la especie *Ensis directus*, las fuentes indican que la relación entre los niveles de isótopos de carbono y la formación de anillos de crecimiento es compleja y no muestra una sincronía, a diferencia del oxígeno, no permitiendo una validación directa de la edad (Cardoso *et al.*, 2013).

Validación de la edad con ejemplares en cautiverio

El crecimiento de *E. macha* registrada en ejemplares en cautiverio fue lento, con un valor que no alcanza a los 2 mm anual (1,16 mm mensual) en ejemplares de una talla media de 140 mm. El bajo crecimiento en cautiverio podría estar asociado a bajas temperaturas, a una mala adaptación de los individuos a los estanques y/o a la baja alimentación en los estanques. Es altamente probable que en los estanques tuvieran una menor disponibilidad de alimento de aquel disponible en un banco natural, ya que, en cautiverio se alimentaban dependía del agua que circulaba desde la bahía hacia los estanques emplazados en el centro de investigación de Hueihue. Estos y otros factores pueden haber afectado el crecimiento en cautiverio, lo cual vuelve los resultados de este método de validación inconsistentes con estudios previos y no entrega la confianza necesaria para ser considerados como apropiados para la verificación de la edad estimada a través de la lectura superficial de las valvas.

El marcaje de animales en cautiverio podría ser una metodología viable para validar el crecimiento, pero se debe asegurar la reproducción de sus condiciones naturales en cautiverio. Tal vez, esto se podría conseguir cerrando una subárea de un banco natural en que se capturen, marquen y se devuelvan los ejemplares a su hábitat natural, en un área controlada, aunque esto probablemente demande un mayor costo en su implementación y control, ya que, inevitablemente se debe mantener por un tiempo prolongado, al menos, durante un par de años.

La proposición de medidas alternativas de manejo para el recurso en la región, no pudo ser presentada al Comité de Manejo de bahía Ancud, dado que no se realizaron sesiones del Comité de Manejo en el

periodo final del estudio, el único que tiene el recurso dentro del Plan de Manejo calificado de multirecurso. Sin embargo, se espera que, en el Taller de Difusión de los resultados del proyecto, se pueda transmitir en forma directa a los usuarios. Si bien en la región no existe un régimen de comanejo para el recurso (como un Plan de Manejo), la tendencia actual de la gestión de los recursos bentónicos artesanales debería tener en consideración la opinión de los usuarios, de forma de maximizar la implementación de medidas de manejo, en este caso por la condición de escaso desarrollo de la pesquería, esta alternativa es poco realista, y las medidas propuestas consideran la situación del estado de sostenibilidad de los recursos como primordial y necesaria como base previo a un futuro de trabajo con usuarios en un escenario de pesquería distinto, a diferencia de otros casos de pesquerías en Chile, en los cuales los Planes de Manejo fueron previos a conocer el estado de explotación de los recursos y las expectativas de los usuarios quedan insatisfechas.

La orientación primaria levantada desde los usuarios (mayoría no pescadores), muestra la orientación a no tener modificaciones de régimen importantes con respecto a situación actual (basada en control del esfuerzo en RPA, vedas y talla de extracción mínima local), pero con alternativas de gestión que se reconoce deberían ser locales, así mismo, el tener un monitoreo de la condición del recurso a través de evaluaciones del recurso in situ.

7.- CONCLUSIONES.

- Los parámetros de crecimiento de la función de von Bertalanffy, obtenidos desde las estructuras de tallas del monitoreo de las pesquerías, son $L_{\infty} = 200 \text{ mm} \pm 8,76$; $K = 0,23 \pm 0,03$ para una longevidad de 8 años.
- Se recomiendan para el manejo del recurso los valores de $L_{C50} = 108 \text{ mm}$ para el recurso huevo de la región Los Lagos para sexos combinados, para la agrupación de los datos de diciembre - enero – febrero – marzo.
- La progresión de los estados de madurez sexual hacia la temporada estival es concordante a los descrito para la especie en otras latitudes de Chile, observándose el peak de desove en los meses de verano
- La progresión de los estados de madurez puede señalar la revisión del periodo de veda para *E. macha* en la región de Los Lagos.
- El incremento del índice de condición desde invierno a primavera es concordante con el incremento de la madurez sexual
- Se obtuvieron valores de mortalidad natural (M) de $0,28 \text{ año}^{-1}$ y $0,21 \text{ año}^{-1}$ en función del empleo de los parámetros de crecimiento obtenidos desde tallas o desde la lectura de anillos de crecimiento respectivamente.
- El estatus del banco de huevo en la bahía de Ancud es subexplotado con una razón Bt/Bo de 0,51 en relación a una biomasa virginal de 170 t. Se asume como punto de referencia objetivo un agotamiento de 40% del stock desovante.
- El estatus del banco de Queilen es un SPR de 0,48 obtenido a través del modelo para pesquerías pobres en datos LBSPR (Hordyk, 2021)
- El modelo de von Bertalanffy con enfoque bayesiano tuvo el mejor ajuste al crecimiento en base a la lectura de bandas en las valvas, obteniéndose parámetros de $L_{\infty} = 202,5 \text{ mm}$; $k = 0,15 \text{ año}^{-1}$ y $L_0 = 79,2 \text{ mm}$. para longevidades entre 9-10 años
- Los resultados del análisis de isótopos estables ($\delta^{18}\text{O}$) respaldaron la lectura superficial de la valva como un método confiable para estimar la edad de *Ensis macha*, siendo la primera vez que se hace un estudio usando esta metodología en esta especie para validar la edad.

8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aitchison, J. (1955). On the distribution of a positive random variable having a discrete probability mass at the origin. *Journal of the American Statistical Association*, 50: 901–908.
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716–723.
- Alverson, D.L. and Carney, M.J. (1975) A graphic review of the growth and decay of population cohorts. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 36, 133-143.
- Bagenal, T. B. & Tesch, F. W. (1978). Age and growth. In *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters* (Bagenal, T., ed.), pp. 101–136. London: Blackwell Scientific.
- Baillon, N. 1992. Otolithometrie: revue et problemes. In *Tissus durs et âge individual des vertébrés* (Baglinière, J. L., Castanet, J., Conand, F. & Meunier, F. J., eds), pp. 21–52. Paris: ORSTOM Editions.
- Barón, P.J., Real, L.E., Ciocco, N.F., Re, M.E. 2004. Morphometry, growth and reproduction of an Atlantic population of the razor clam *Ensis macha* (Molina, 1782). *Sci. Mar.* 68, 211–217.
- Beamish, R. J. & McFarlane, G. A. (1987). Current trends in age determination methodology. In *Age and Growth of Fish* (Summerfelt, R. C. & Hall, G. E., eds), pp. 15–42. Ames: Iowa State University Press.
- Beamish, R.J. & Fournier, E. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 982-983.
- Beamish, R.J. & McFarlane, G.A. 1987. Current trends in age determination methodology. In *Age and Growth of Fish* (Summerfelt, R. C. & Hall, G. E., eds), pp. 15–42. Ames: Iowa State University Press.
- Blacker, R. W. (1974). Recent advances in otolith studies. In *Sea Fisheries Research* (Harden Jones, F. R., ed.), pp. 67–90. London: Elek Science.
- Blackman, C., Blackadder, L., Harper, E. M., Fox, C. 2025. Re-assessing the growth parameters for the razor clam, *Ensis siliqua*, from Scottish electrofishing grounds using external shell marks and oxygen isotope validation. *Fisheries Research* 283, 107294. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2025.107294>
- Bowker, A.H. 1948. A test for symmetry in contingency tables. *Journal of the American Statistical Association*, 43:572-574.
- Brey, T., & Gage, J. D. (1997). Interactions of growth and mortality in benthic invertebrate populations: Empirical evidence for a mortality-growth continuum. *Archive of Fisheries and Marine Research*, 45(1), 45–59. [\[1\]](#)

Brothers, E. B. (1979). Age and growth studies on tropical fishes. In Stock Assessment for Tropical Small-Scale Fisheries (Saila, S. B. & Roedel, P. M., eds), pp. 119–136. Kingston: University of Rhode Island.

Cailliet, G. M., Radtke, R. L. & Weldon, B. A. (1986). Elasmobranch age determination and verification: a review. In Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes (Uyeno, T., Arai, R., Taniuchi, T. & Matsuura, K., eds), pp. 345–360. Tokyo: Ichthyological Society of Japan.

Campana S. 1995. Expert age determination of 4VW and 4X haddock otoliths by national and international laboratories. Department of Fisheries and Oceans Atlantic Fisheries Research Document 95/120.

Campana, S. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology* 59, 197-242.

Campana, S. E. & Neilson, J. D. (1985). Microstructure of fish otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 42, 1014–1032.

Campana, S. E. (1999). Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. *Marine Ecology Progress Series* 188, 263–297.

Canales, C. & Arana, P. (2009). Estimation of growth parameters from size composition data: a multi-cohort length composition model. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44(3): 735–746.

Cardoso, J.F., Nieuwland, G., Witbaard, R., van der Veer H.W., Machad, J.P. 2013. Growth increment periodicity in the shell of the razor clam *Ensis directus* using stable isotopes as a method to validate age. *Biogeosciences*, 10, 4741–4750. doi:10.5194/bg-10-4741-2013

Casselman, J. M. (1983). Age and growth assesment of fish from their calcified structures—techniques and tools. National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Report NMFS 8, 1–17.

Casselman, J. M. 1983. Age and growth assesment of fish from their calcified structures—techniques and tools. National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Report NMFS 8, 1–17.

Casselman, J.M. 1987. Determination of age and growth. In *The Biology of Fish Growth* (Weatherley, A. H. & Gill, H. S., eds), pp. 209–242. New York: Academic Press.

Catalano, C., Matthew J., Allen, M., 2010. A size- and age-structured model to estimate fish recruitment, growth, mortality, and gear selectivity. *Fish. Res.* 105, 38-45.

Cerrato, R.M. 2000. What fish biologists should know about bivalve shells. *Fisheries Research* 46, 39-49.

Chong, J., Abades, S., Cortés, N., Richardson, C., Contreras, S., García C., Vidal, L., Mora, R., 2001. Estudio de edad y crecimiento de los recursos hupero y hupero en la VIII región. UCSSC Informe Final, FIP 2000-20, 82 p.

Chute, A.S., Wainright, S.C., Hard, D.R., 2012. Timing of shell ring formation and patterns of shell growth in the sea scallop *Placopecten magellanicus* based on stable oxygen isotopes. J. Shellfish Res. 31, 649-662.

Conan, G. Y. (1985). Assessment of shellfish stocks by geostatistical techniques. ICES Document, CM 1985/K: 30. 24 pp.

Dávila, P.M., Figueroa, D., Müller, E. 2002. Freshwater input into the coastal ocean and its relation with the salinity distribution off austral Chile (35–55°S). Continental Shelf Research 22: 521–534.

Dmitriew, C.M. 2011. The evolution of growth trajectories: what limits growth rate?. Biological Reviews 86: 97–116. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2010.00136.x>.

Darriba, S.; San Juan, F.; Guerra, A. (2004). Reproductive cycle of the razor clam *Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865) in northwest Spain and its relation to environmental conditions. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 311: 101-115.

Darriba S & D. Martinez. (2011). Reproduction. In.: Razor clams: biology, aquaculture and fisheries. Editors A. Guerra, C. Lodeiros, M. Gaspar & F. Da Costa. Consellería do Mar, Xunta de Galicia. 2011

Epstein, S., Buchsbaum, R., Lowenstam, H. A., Urey, H. C. 1953. Revised carbonate-water isotopic temperature scale. Geological Society of America Bulletin, 64(11): 1315-1326.

Evans, G.T. & Hoenig, J.M. (1998). Testing and viewing symmetry in contingency tables, with application to readers of fish ages. Biometrics, 54:620-629.

Francis, C., Campana S.E., Neil, H.L. (2010). Validation of fish ageing methods should involve bias estimation rather than hypothesis testing: a proposed approach for bomb radiocarbon validations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 67: 1398–1408.

Francis, R. 2016. Growth in age-structured stock assessment models. Fish. Res. 180, 77-86.

Geffen, A. J. (1992). Validation of otolith increment deposition rate. In Otolith Microstructure Examination and Analysis (Stevenson, D. K. & Campana, S. E., eds), pp. 101–113. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 117.

Geffen, A.J. 1987. Methods of validating daily increment deposition in otoliths of larval fish. In Age and Growth of Fish (Summerfelt, R. C. & Hall, G. E., eds), pp. 123–240. Ames: Iowa State University Press.

Gillikin, D.P., Lorrain, A., Jolivet, A., Kelemen, Z., Chauvaud, L., Bouillon, S. 2017. High-resolution nitrogen stable isotope sclerochronology of bivalve shell carbonate-bound organics. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 200: 55-66, ISSN 0016-7037. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.12.008>.

Goovartes, P. (1997). *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. Applied Geostatistics Series. xiv + 483 pp. New York, Oxford: Oxford University Press.

Gorny, M., Alarcón R., Estay E., Oyarzún S., León R. & Carmona A. (2002). Investigación biológico-pesquera del recurso huego (*Ensis macha*) en la XII región. Informe Final. Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes – Gobierno Regional de Magallanes, Punta Arenas, Chile. 201 pp.

Haag, W. R. & A. M. Commens-Carson. 2008. Testing the assumption of annual shell ring deposition in freshwater mussels. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 65:493–508.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1).

Hernández-Otero, A., Gaspar, M.B., Machoa, G., Vázquez, E. 2014. Age and growth of the sword razor clam *Ensis arcuatus* in the Ría de Pontevedra (NW Spain): Influence of environmental parameters. *Journal of Sea Research* 85, 59–72.

Hoenig, John. (1983). Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *U.S. National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin*. 81. 898-903.

Hoenig, J.M., Morgan, M.J., Brown, C.A. 1995. Analysing differences between two age determination methods by tests of symmetry. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52:364-368.

Huang, Q., Agbaje, O.B.A., Conti, M., Schöne, B.R. 2023. Organic phases in bivalve (*Arctica islandica*) shells: Their bulk and amino acid nitrogen stable isotope compositions. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 24, e2023GC011147. <https://doi.org/10.1029/2023GC011147>

Jaramillo, E., Clasing, E., Avellanal, M., Quijón, P., Rubilar, P., Jerez, G. 1998. Estudio biológico pesquero de los recursos almeja, huego y huego en la VIII y X Regiones. Informe Final Proyecto FIP 96-46: 1-182.

Jones, C. 1986. Determining age of larval fish with the otolith increment technique. *Fishery Bulletin*, U.S. 84, 91–104.

Kousteni, V. & Megalofonou, P. 2015. Aging and life history traits of the longnose spiny dogfish in the Mediterranean Sea: New insights into conservation and management needs. *Fish. Res.* 168, 6-19.

Laspoumaderes, C. 2008. Crecimiento y estructura demográfica de la almeja navaja (*Ensis macha*) (Molina, 1782) del Golfo San Matías (Río Negro-Chubut, Argentina). Instituto de Biología Marina y Pesquera “Alte Storni” 1–36.

- Lépez, I., Arriagada, D., Padgett, C. 2004. Protocolo Cultivo de la Navaja *Ensis macha*. Proyecto PTT D01T2021. Universidad de Concepción, Concepción. 18 pp (Registro Propiedad Intelectual N° 140569).
- Lilliefors, H. W. 1967. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *Journal of the American Statistical Association*, 62(317), 399-402.
- McNemar, Q. 1947. Note on the sampling error of the difference between correlated proportions or percentages. *Psychometrika*, 12:153-157.
- McConnaughey, T.A. & Gillikin, D.P. 2008. Carbon isotopes in mollusk shell carbonates. *Geo-Marine Letters* 28: 287 – 299
- Merrill, A. S., J. A. Posgay & F. E. Nichy. 1966. Annual marks on shell and ligament of sea scallop (*Placopecten magellanicus*). *Fish Bull.* 65:299–311.
- Mohn, R. (1999). The retrospective problem in stock assessment: An analysis of commitment. *ICES Journal of Marine Science*, 56(4), 473–478. doi.org
- Molinet, C., Díaz, M., Henríquez, J., Subiabre, D., Gallo, O. (2023a). Red de estaciones fijas de monitoreo de variables poblacionales de los recursos erizo, almeja y luga roja, Regiones de Los Lagos y Aysén. Informe Final. 103 p.
- Munro, J. L., & Pauly, D. (1983). A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. **Fishbyte*, 1*(1), 5-6. [web:361]
- Naidu, K. S. 1970. Reproduction and breeding cycle of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin), in Port au Port Bay, Newfoundland. *Can. J. Zool.*, 48: 1002-1012
- Neves, A., Vieira, A.R., Sequeira, V., Silva, E., Silva, F., Duarte, A.M., Mendes, S., Ganhão, R., Assis, C., Rebelo, R., et al. 2022. Modelling Fish Growth with Imperfect Data: The Case of *Trachurus picturatus*. *Fishes*, 7, 52. <https://doi.org/10.3390/fishes7010052>
- Ogle, D.H. 2016. *Introductory Fisheries Analyses with R*. Chapman & Hall/CRC The R Series. 304 p.
- Palmer, D.W. 2004. Growth of the razor clam *Ensis directus*, an alien species in the Wash on the east coast of England. *Journal of the Marine Biological Association UK* 84: 1075–1076.
- Pauly, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish.Tech.Pap.*, (234):52 p.
- Peharda, M., Gillikin, DP., Schöne, BR., Verheyden, A., Uvanovic, H., Markulin, K., Šaric, T., Janekovic, I., Župan, I. 2022. Nitrogen Isotope Sclerochronology—Insights Into Coastal Environmental Conditions and *Pinna nobilis* Ecology. *Front. Mar. Sci.* 8:816879. doi: 10.3389/fmars.2021.816879

- Petitgas, P. (1996). Geostatistics and their applications to fisheries survey data. In book: Computers in Fisheries Research (pp.113-142)
- Ribeiro Jr., P. J., O.F. Christensen & Peter J. Diggle. (2003). Geostatistical software. geoR and geoRglm. Dsc Working Paper. <http://www.ci.tuwien.ac.at/conferences/DSC-2003/>. 14 p.
- Secor, D.H., Dean, J.M., Campana, S.E. (Eds.) 1995. Recent Developments in Fish Otolith Research. University of South Carolina Press, Columbia, SC, 735 pp.
- Silva, N. & Astorga, M.I. 2010. Textura, materia orgánica y composición química elemental (C y N) de sedimentos marinos superficiales de la zona Puerto Montt a Boca del Guafo (Norpatagonia chilena). Lat. Am. J. Aquat. Res. 38(1): 1-14. doi: 10.3856/vol38-issue1-fulltext-1
- Smart J.J. & Grammer G.L. 2021 Modernising fish and shark growth curves with Bayesian length-at-age models. PLoS ONE 16(2): e0246734. <https://doi.org/10.1371/journal.Pone.0246734>
- Soto, G., Pinilla, E., Reche, P., Soto, C. y Cortés, J. 2021. Modelación de Alta Resolución Aplicada al Transporte Hidrodinámico y su Relación con Procesos Biogeoquímicos en la Patagonia Norte. Informe Final, Convenio de desempeño 2019. Instituto de Fomento Pesquero - Subsecretaría de Economía, pp. 119 + Anexos.
- Southward, GM. 1976. Sampling landings of halibut for age composition. Int. Pac. Halibut Comm. Sci. Rep. 58: 31 p.
- Stevenson, J. A. & L.M. Dickie. 1954. Annual growth rings and rate of growth of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in the Digby area of the Bay of Fundy. J. Fish. Res. Bd. Canada 11:660–671.
- Summerfelt, R. & Hall, G. 1987. Age and Growth of Fish. Iowa State University Press: Ames, IA, USA.
- Tanabe, K., Miyaji, T., Murakami-Sugihara, N., Shirai, K., Moriya, K. 2020. Annual shell growth patterns of three venerid bivalve mollusk species in the subtropical northwestern Pacific as revealed by sclerochronological and stable oxygen isotope analyses. Mar Biol 167, 20. <https://doi.org/10.1007/s00227-019-3637-7>
- Von Bertalanffy, L., 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II). Hum. Biol. 10, 181–213.
- Wilcoxon, F. 1945. Individual comparisons by ranking methods. Biometrics, 1(6), 80–83.



ANEXOS



ANEXO 1

Solicitud de Pesca de Investigación.



Solicitud de pesca de investigación

Número de Ingreso E-PINV-2024-561

Fecha de Ingreso 17/12/2024

Solicitante web

Rut	13.736.033-0	Tipo persona	Natural
Nombre	JORGE ROBERTO HENRÍQUEZ MOREIRA		
Email	jorge.henriquez@uach.cl		

Identificación de la persona responsable de la pesca de investigación

Rut	13.736.033-0	Tipo	Natural
Nombre	JORGE ROBERTO HENRÍQUEZ MOREIRA		
Nacionalidad	CHILENA	Genero	Masculino
Domicilio	Los Pinos s/n, Bañeario Pelluco		
Región	Región de Los Lagos	Comuna	Puerto Montt
Email	jorge.henriquez@uach.cl		
Teléfono fijo	977645350	Teléfono móvil	652437387

Financiamiento

Entidad	Monto aportado
Otro Subcontrato FIPA 2024-22	16.000.000

Identificación del jefe de proyecto encargado de pesca de investigación

Rut	13.736.033-0		
Nombre	JORGE ROBERTO HENRÍQUEZ MOREIRA		
Tipo	NATURAL		
Nacionalidad	CHILENA	Genero	Masculino
Domicilio	Los Pinos s/n, Bañeario Pelluco		
Region	Región de Los Lagos	Comuna	Puerto Montt
Email	jorge.henriquez@uach.cl		
Teléfono fijo	977645350	Teléfono móvil	652437387
Profesión	Biologo Marino	Especialización	Investigador Pesquerías Bentónicas

Personal técnico participante de los muestreos

Nombre	Profesión Función	Contacto
MANUEL ALEJANDRO DÍAZ GÓMEZ 13.969.279-9	Ingeniero Naval Operaciones, recolección de muestras, análisis de datos y elaboración de informes	Domicilio: Los Pinos S/N, Bañeario Pelluco Región de Los Lagos, Puerto Montt Email: manueldiaz@uach.cl Teléfono móvil: 652437387 , Teléfono red fija: 652437387
LUIS DAGOBERTO SUBIABRE MENA 9.059.268-8	Asistente de Laboratorio Coordinador de Campo	Domicilio: Las Heras N° 871 Región de Los Lagos, Ancud Email: dagoberto.subiabre@ifop.cl Teléfono móvil: 0 , Teléfono red fija: 0
CARLOS RENE TECHEIRA TAPIA 10.842.116-9	Biólogo Marino Análisis de Datos, Elaboración de informes	Domicilio: Almté. Manuel Blanco Encalada 839 Región de Valparaíso, Valparaíso Email: carlos.techeira@ifop.cl Teléfono móvil: 0 , Teléfono red fija: 0

Terminos técnicos de referencia

**Identificación del Proyecto que enmarca la pesca de investigación**

Nombre del proyecto Macro
FIPA 2024-22: ?EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL RECURSO HUEPO (E. macha) Y PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS?
Objetivo general proyecto Macro
Evaluar el estado de situación del recurso huepo (Ensis macha) y determinar sus parámetros de crecimiento en la Región de Los Lagos.
Objetivos específicos proyecto Macro
1) Conocer el estado de situación del recurso huepo (Ensis macha) en la Región de Los Lagos, determinando su estado de explotación pesquera. 2) Caracterizar y determinar el proceso de crecimiento individual del recurso huepo (Ensis macha) en la Región de Los Lagos. 3) Determinar los parámetros somatométricos y estado de condición, estacionales y anuales del recurso huepo (Ensis macha) en la Región de Los Lagos. 4) Acordar con todos los actores involucrados (usuarios, autoridades, industria) un plan de administración del recurso que dé sustentabilidad (biológica, económica, social y sanitaria) a la pesquería del huepo en la Región de Los Lagos.
Resultados esperados del proyecto Macro
- Estimación de la abundancia poblacional y del stock del recurso huepo (Ensis macha) de la Región de Los Lagos, incluyendo sus correspondientes estimaciones de error. - Establecer el estado de situación del recurso huepo (Ensis macha) en la Región de Los Lagos, determinando su estado de explotación pesquera. - Validación de las estimaciones de edades del recurso huepo (Ensis macha) en la Región de Los Lagos y determinación de la periodicidad de formación de anillos de crecimiento del recurso huepo (Ensis macha) en la Región de Los Lagos. - Determinar los parámetros de crecimiento estacional y anual por clase de talla considerando las correspondientes estimaciones de error de estos para el recurso huepo (Ensis macha) de la Región de Los Lagos. - Establecer los parámetros de la relación edad-talla del recurso huepo (Ensis macha) en la Región de Los Lagos (a forma de clave talla-edad). - Establecer los parámetros somatométricos y el estado de condición a partir de las relaciones longitud-peso de los recursos huepo (Ensis macha) en la Región de Los Lagos) y sus correspondientes estimadores de error. - Proponer, en conjunto con los usuarios, un plan de administración del recurso huepo que dé sustentabilidad (biológica, económica, social y sanitaria) a la pesquería del huepo en la Región de Los Lagos. - En el marco del plan de administración, proponer una estrategia de explotación sostenible, que considere una CBA para el recurso huepo, tomando en cuenta una dimensional temporal y espacial para el recurso huepo en la Región de Los Lagos.

Identificación de la pesca de investigación

Nombre	Evaluación de huepo (Ensis macha) en la Región de Los Lagos
Objetivo general	Levantar datos para establecer el estado de los principales bancos de huepo (E. macha) en la Región de Los Lagos y determinar parámetros de crecimiento, para satisfacer los requerimientos del estudio FIPA 2024_22
Objetivos específicos	1.-Determinar la distribución y abundancia de E. Macha en la Región de Los Lagos 2.-Obtener muestras mensuales de talla de E. macha en un banco representativo en la Región de Los Lagos

Grupos biológicos	1.- Macro invertebrados bentónicos
Categorías de la pesca de investigación	1.- Para Fines de Investigación Científica
Regiones	- Región de Los Lagos

Identificación de las especies hidrobiológicas

Especie	Huepo, navaja de mar, machuelo [Ensis macha]			
Características muestra	Individuos frescos obtenidas por extracción en cuadrantes dispuestos en zona de evaluación, para la obtención de la estructura de tallas representativa de las poblaciones a través de muestreos mensuales para conteo de anillos y mantención de individuos en cautiverio			
¿Especie será exportada?	No	Lugar de destino		
¿Especie incluida en convención de Cites?	No	Apéndice		
Muestras				
Cantidad	Unidad	Objetivo de muestreo	Tipo de muestreo	Justificación de la cantidad
3.600	Individuos	Con retención permanente	Directa en individuo	Necesarios para construcción de estructura de tallas representativa de las poblaciones a través de muestreos mensuales para conteo de anillos y mantención de individuos en cautiverio.
Metodología de muestreo				
Arte, aparejo o equipo de muestreo			Características	
Buceo o recolección			La recolección de muestras será realizada a través de buceo semiautono, a profundidad que variara entre 0 y 20 metros.	

Identificación de Zona de estudio



Descripción de zona de estudios	La zona de muestreo corresponde a aguas interiores de la Región de Los Lagos, donde se identifiquen los bancos del recurso huego a ser evaluados y proveedores de las muestras mensuales. A priori, estos corresponderán a los bancos cercanos al puerto de Dalcahue, Isla de Chiloé, en fondos de tipo blando en profundidades que no excederán los 20 m de profundidad.						
Región	Comuna	Localidad					
Región de Los Lagos	No disponible	Bancos de huego en la región de Los Lagos					
Coordenadas							
Latitud (S)	Grados	Minutos	Segundos	Longitud (W)	Grados	Minutos	Segundos
	42	27	13,25		73	8	51,9
Descripción	A priori, estos corresponderán a los bancos cercanos al puerto de Dalcahue, Isla de Chiloé, en fondos de tipo blando en profundidades que no excederán los 20 m de profundidad. La coordenada previa señala el centro de alrededor del cual se localizan los bancos candidatos a evaluar.						
¿Requiere nave o embarcación para muestreo?				SI			
Tipo Nave	Investigación	Nacionalidad	NACIONAL				
Matrícula	Talcahuano 1876						
RPI/RPA	0	Antecedentes técnicos del proceso de selección de la nave	Embarcación de investigación cuyo armador es la Universidad Austral de Chile				
regiones	• Región de Los Lagos						
¿Realizaré alguna extracción de recursos bentónicos?				No			
Tipo de Actividad	Nombre	RUT	RPA	Matrícula			
No se registra información							
Duración del permiso:	15 MESES						
Resultados esperados:	1.- Estructura de tallas poblacional de huego en los principales bancos de las aguas interiores de la Región de Los Lagos. 2.- Relación talla ? peso para huego en los principales bancos de las aguas interiores de la Región de Los Lagos. 3.- Estimación de Abundancia en número de individuos de huego en los principales bancos de la Región de Los Lagos.						
Información complementaria a la solicitud							
Comentarios							
Documentación complementaria							
Tipo	Nombre			Observación			



Documentos adjuntos

Tipo	Nombre	Archivo	Fecha
Cedula de Identidad y/o Pasaporte	Carne Jhenriquez	CI Jhenriquez.pdf (1 MB)	17/12/2024 12:29
Curriculum Vitae	Curriculum Jorge Henriquez	CV JORGE_HENRIQUEZ.pdf (200 KB)	17/12/2024 12:23
Curriculum Vitae	Curriculum Vitae	CV MANUEL_DIAZ.pdf (312 KB)	17/12/2024 12:23
Curriculum Vitae	Curriculum Vitae	CURRICULUM DSUBIABRE 2024.pdf (75 KB)	17/12/2024 12:24
Curriculum Vitae	Curriculum Vitae	CURRICULUM TECHEIRA CARLOS JUNIO ... (160 KB)	17/12/2024 12:26
Carta Conductora de la solicitud de pesca de investigación	Carta Conductora PINV Huepo	CC Pinv FIPA_2024-22.pdf (149 KB)	17/12/2024 15:52
solicitud_investigacion.adjuntos.solicitudPdf	Evaluación de huepo (Ensis macha) en la Región de Los Lagos	solicitud_PINV_E-PINV-2024-561.pdf (18 KB)	17/12/2024 15:54
Metodologia aplicar	Metodologia a Aplicar	Metodologia FIPA 2024-22.docx (43 KB)	17/12/2024 13:38
Cronograma de actividades	Cronograma de actividades	Cronograma de actividades.docx (17 KB)	17/12/2024 13:37



ANEXO 2

Resolución de Pesca de Investigación



Verificación del Documento:

- Id del Documento: 30399
- Código de verificación: 91288537092
- 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-2025-044 Evaluación huepo
Región de Los Lagos.

AUTORIZA A JORGE HENRÍQUEZ
MOREIRA, PARA REALIZAR PESCA DE
INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAÍSO, 03/03/2025

RES. EX. Nº E-2025-174

V I S T O: Lo solicitado por Jorge Henríquez Moreira, mediante ingreso electrónico SUBPESCA E-PINV-2024-561, de fecha 17 de diciembre de 2024; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, mediante Informe Técnico Nº E-2025-044, de fecha 24 de febrero de 2025; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto **"EVALUACIÓN DE HUEPO (ENSIS MACHA) EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS"**, elaborado por el peticionario y aprobado por esta Subsecretaría; la Ley Nº 19.880; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, el D.F.L. Nº 5 de 1983, el D.S. 461 de 1995 y los D.E. Nº 461 de 1998, Nº 1.427 y Nº 1.428 de 2005, Nº 768 de 2017, Nº 32 de 2020 y Folio DEXE202300012 de 2023, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; y la Resolución Exenta Nº 4.109 de 2005, de esta Subsecretaría.

CONSIDERANDO:

1.- Que, Jorge Henríquez Moreira presentó mediante ingreso electrónico, citado en Visto, una solicitud para desarrollar una pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"EVALUACIÓN DE HUEPO (ENSIS MACHA) EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS"**.

2.- Que, mediante el Informe Técnico Nº E-2025-044, citado en Visto, la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, informa que las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2º Nº 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, por cuanto es una actividad extractiva sin fines de lucro, cuya finalidad es obtener datos e información para generar conocimiento científico.

3.- Que dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el Decreto Supremo Nº 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación.



4.- Que, de acuerdo a lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y el Decreto Supremo N° 461 de 1995, citado en Visto, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

RESUELVO:

1.- Autorízase a Jorge Henríquez Moreira, R.U.T. N° 13.736.033-0, con domicilio en Los Pinos s/n, Balneario Pelluco, Puerto Montt, Región de Los Lagos, correo electrónico jorge.henriquez@uach.cl, para efectuar una pesca de investigación, de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del proyecto denominado "**EVALUACIÓN DE HUEPO (ENSIS MACHA) EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS**", elaborado por el peticionario y aprobado por esta Subsecretaría y el informe técnico citado en Visto, los que se consideran parte integrante de la presente resolución.

2.- El objetivo de la presente pesca de investigación es levantar datos para establecer el estado de los principales bancos de huepo **Ensis macha** en la Región de Los Lagos y determinar parámetros de crecimiento, para satisfacer los requerimientos del estudio FIPA 2024_22.

3.- La pesca de investigación se efectuará durante un período de quince meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el Artículo N° 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, a ejecutarse en aguas interiores de la Región de Los Lagos, específicamente en la localidad de Dalcahue, según las siguientes coordenadas:

LOCALIDAD	COORDENADAS GEOGRAFICAS					
	LATITUD SUR			LONGITUD OESTE		
Dalcahue	Grado	Minuto	Segundo	Grado	Minuto	Segundo
	42°	27'	13.25"	73°	08'	51.9"

4.- En cumplimiento de los objetivos de la presente pesca de investigación, se autoriza al peticionario, para realizar la extracción y muestreo de 3.600 individuos del recurso huepo **Ensis macha**, mediante buceo con retención permanente.

5.- La extracción y/o recolección de muestras del recurso requerido, se realizará por parte de un equipo técnico que cuenten con las autorizaciones respectivas, mediante buceo semiautomático (hooka), utilizando pinzas (alicate modificado) recolectando ejemplares del recurso huepo **Ensis macha** al interior de cada cuadrante, los que serán almacenados al interior de una malla adherida a cada cuadrante, para su cuantificación y número de cuadrante. El muestreo se efectuará sin reposición.

Como apoyo para realizar la pesca de investigación, se autoriza la participación de una embarcación como plataforma para transportar las muestras extraídas en la zona de estudio, la que deberá contar con los permisos pertinentes, cuyo armador es la Universidad Austral de Chile, matrícula N° 1878 y matrícula de artefacto naval menor A. N° 1155183.

En todo caso, el peticionario deberá informar al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura con setenta y dos horas de Proyecto FIPA 2024 -



anticipación la actividad de muestreo y eventuales cambios en las embarcaciones a utilizar.

6.- En caso de requerir realizar las actividades autorizadas dentro de los límites de un Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) o de un Espacio Costero Marino para Pueblo Originario (ECMPO), el peticionario deberá estar autorizado por la Organización de Pescadores o Comunidad Indígena que esté a cargo legalmente del AMERB o ECMPO respectivo, mientras que si se requiere realizar las actividades dentro de los límites de una Reserva Marina o un Área Costera Marina Protegida de Múltiples Usos, el peticionario deberá estar autorizada expresamente por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, o el Ministerio del Medio Ambiente, si corresponde. Se recomienda al peticionario, informar de la pesca de investigación al presidente del comité de manejo de recursos bentónicos vigentes en las regiones involucradas en el estudio objeto de la pesca de investigación.

El ingreso a un Área Marina Protegida y los aspectos técnicos para efectuar las actividades que por la presente pesca de investigación se autorizan, deberá ser asimismo informado y coordinado con el administrador del área con diez días hábiles de anticipación.

7.- Para efectos de la pesca de investigación que se autoriza por la presente resolución, el peticionario se exceptúa del cumplimiento de las siguientes normas de administración para el recurso huepo ***Ensis macha***, de acuerdo a lo estipulado en el inciso tercero del artículo 100 de la Ley General de Pesca:

- Veda biológica establecida mediante el Decreto Exento N° 461 de 1998, renovada por el Decreto Exento N° 1.428 de 2005, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, aplicada entre las regiones de Coquimbo y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.
- Veda extractiva establecida mediante el Decreto Exento N° 1.427 de 2005, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, para la Región de Los Lagos.
- Veda extractiva establecida mediante el Decreto Exento N° 768 de 2017, renovada por los decretos exentos N° 32 de 2020 y Folio DEXE202300012 de 2023, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, aplicada para los recursos hidrobiológicos del Plan de Manejo de las Pesquerías Bentónicas de la Bahía de Ancud, Región de Los Lagos.
- Talla mínima legal establecida mediante la Resolución Exenta N° 4.109 de 2005, de esta Subsecretaría.

8.- El ejecutor deberá notificar al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca) con un mínimo de siete días hábiles de anticipación, respecto de la o las fechas en que se ejecutarán las actividades autorizadas por la presente resolución de Pesca de Investigación, según las siguientes condiciones:

- o La notificación deberá ser realizada mediante el envío de un correo electrónico y una carta certificada dirigidas al Director Regional de Pesca y Acuicultura de la región o regiones donde se ejecutará la Pesca de Investigación. La información respecto de la dirección de envío, correos y contacto para efectos de enviar la notificación están consignadas en el sitio web <http://www.sernapesca.cl/nuestras-oficinas>.

- Adicionalmente, esta notificación deberá incluir el nombre del Proyecto que involucra la actividad, el número de resolución de pesca de investigación, la programación de las actividades en terreno detalladas por día de trabajo incluyendo la información de las estaciones de trabajo y sus coordenadas geográficas en UTM. Asimismo, deberá señalar los nombres de los profesionales y técnicos que conforman el equipo de trabajo, así como sus datos de contacto.
- La notificación de las actividades a Sernapesca y la entrega de la información señalada es obligatoria. El incumplimiento de estas disposiciones se sancionará de conformidad con la Ley de Pesca y Acuicultura.

9.- El peticionario deberá elaborar un informe resumido de las actividades realizadas, que contenga a lo menos información de la obtención de muestras, de los materiales y métodos ocupados. Asimismo, se deberá entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados por especie cuando proceda o una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización.

Además, se deberá disponer los resultados en un archivo electrónico en formato *shape* el cual deberá estar en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos) referida al *Dátum WGS-84* considerando como atributo la categoría antes mencionada.

Lo anterior deberá ser entregado, a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, dentro del plazo de sesenta días corridos, contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado, y deberá entregarse impreso por medio de una carta conductora a la cual se le deberá adjuntar un dispositivo de respaldo digital que contenga una copia del informe más la base de datos solicitada.

El incumplimiento de la obligación antes señalada se considerará como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

10.- Desígnese a la jefa de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, como funcionaria encargada de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior.

11.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto o instrumento de negociación o situación de privilegio alguno.

12.- El peticionario será la persona responsable de la presente pesca de investigación, quien ejercerá funciones como jefe de proyecto. El personal técnico participante del estudio corresponde a la persona que se indica, en la calidad que se señala:

Nombre	Rut	Función
Manuel Alejandro Díaz Gómez	13.969.279-9	Operación y muestreo
Luis Dagoberto Subiabre Mena	9.059.268-8	Trabajo de laboratorio
Carlos René Techeira Tapia	10.842.116-9	Análisis de datos



13.- El peticionario deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente resolución, y a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el Decreto Supremo N° 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura, ya citada.

14.- La presente resolución es sin perjuicio de las que correspondan conferir a otras autoridades de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

15.- El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

16.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley N° 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de cinco 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 procedan de conformidad con la normativa vigente.

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

ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CORREO ELECTRÓNICO, PUBLÍQUESE A TEXTO ÍNTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE ESTA SUBSECRETARÍA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA Y ARCHÍVESE.



ANEXO 3

Solicitud de reprogramación estudio FIPA



IFOP/AC/2025/N°009/DIR N°269

Valparaíso, 05 de mayo de 2025

Señora
Daniela Bolbarán Pérez
Directora Ejecutiva
Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Presente

Ref.: Resolución Exenta N°02508/2024
del 08 de noviembre de 2024,
aprueba contrato de
investigación.

Estimada Señora Bolbarán:

A través de la presente y en el marco del estudio **FIPA 2024-22 : “Evaluación del estado del recurso huepo (*Ensis macha*) y parámetros de crecimiento en la Región de Los Lagos”**, solicito a usted evaluar una extensión del contrato y la recalendarización de informes, conforme se describe a continuación:

TIPO DE INFORME	FECHA CONTRATO	FECHA MODIFICACIÓN
<i>Informe de Avance 2</i>	08-10-2025	08-03-2026
<i>Pre Informe Final</i>	08-01-2026	08-06-2026
<i>Informe Final</i>	08-02-2026	08-07-2026

Dicha solicitud se justifica dado que el inicio de las actividades, que requieren la obtención de muestras para realizar actividades de campo y obtener así observaciones para el desarrollo de los objetivos, debe ser en el mes dos del estudio. Tal como lo explicitan las Bases Técnicas y Administrativas, se requiere una resolución de Pesca de Investigación que permita operar sin las restricciones legales de la actividad extractiva comercial. La Resolución de Pesca de investigación E-PINV- 2024-561 fue ingresada a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura por la Universidad Austral de Chile (entidad subcontratada) el 17 de diciembre de 2024 y la Resolución aprobada el 5 de marzo de 2025. Por efecto de la duración de este acto administrativo, las actividades de campo tienen un atraso temporal que explica la presente solicitud de recalendarización.

Sin perjuicio de lo anterior, el Informe de avance N°1, con fecha 8 de mayo de 2025, será presentado en los plazos comprometidos.

 www.ifop.cl

 Almt: Manuel Blanco Encalada 839, Valparaíso, Chile.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

de Los Lagos”

Región

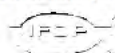


Esta solicitud fue consensuada con la contraparte técnica de la SSPA, Sr. Gabriel Jerez A.

Finalmente, hago presente a usted, la disposición de este Instituto para aclarar o complementar cualquier antecedente con la materia citada.

Saluda atentamente a usted.

Signed by: Carlos Montenegro
Signed at: 2025-05-05 16:02:56 -04:00
Reason: Firmado electrónicamente por C

 
Carlos Montenegro Silva
Director Ejecutivo (S)



ANEXO 4

Acta reunión coordinación FIPA - IFOP



MINUTA REUNIÓN COORDINACIÓN INICIAL PROYECTO FIPA 2024 - 22

Se inicia la reunión a las 10 am del 5 de diciembre de 2024

Proyecto FIPA 2024-22: "Evaluación del estado del recurso huepo (*Ensis macha*) y parámetros de crecimiento en la región de Los Lagos".

Asisten:

Daniela Bolbarán (directora ejecutiva del FIPA)

Malu Zavando (Profesional FIPA)

Carlos Techeira (jefe de proyecto)

Gabriel Jerez (Profesional SUBPESCA DAP - URB)

Contenido

El jefe de proyecto menciona los ámbitos principales del proyecto y sus tiempos de ejecución: i.- Estudio de crecimiento, ii.- parámetros de la dinámica poblacional, iii.- Elaboración de un plan de administración en conjunto con los usuarios.

El IFOP establecerá un Contrato con la UACH (con equipo que lidera Dr. Carlos Molinet) para efectos de evaluación directa y muestreo del recurso huepo en la Reg. de Los Lagos.

El jefe de proyecto solicita gestionar un trámite de pesca de investigación de manera diligente, cuando llegue la solicitud a la SSPA.

El profesional de la DAP-URB advierte la necesidad de efectuar investigación del ciclo de madurez para efectos de confirmar o cambiar la época de veda biológica del huepo en la región de Los Lagos.

Para esto se requeriría solicitar al Consejo del FIPA un suplemento del presupuesto y eventualmente una prórroga del proyecto. Dicha tarea no quedo explícita en las bases técnicas licitadas, por lo que el ejecutor no lo incluyó en su propuesta técnica.

La directora ejecutiva del FIPA planteó que el presupuesto 2024 del FIPA no dispone de fondos para desarrollar el estudio mencionado y que durante el primer semestre de 2025 podría solicitarse al Consejo del FIPA autorizar un suplemento al presupuesto y la eventual prórroga del proyecto. Para esto, durante abril de 2025 podría presentarse al Consejo la solicitud correspondiente.

Los bancos naturales a estudiar corresponden a 3 sectores dentro del mar interior de Chiloé, región de Los Lagos.



Acuerdos

Tramitar de manera diligente la solicitud de pesca de investigación de IFOP del recurso huepo en la región de los Lagos por parte de la SSPA.

Consultar al Consejo del FIPA en abril 2025 un suplemento del presupuesto y eventual prórroga del proyecto para realizar estudio del ciclo reproductivo.

Elaborar un acta de la reunión.

Se cierra de la reunión a las 11:00 hrs.



ANEXO 5

Horas de participación en el estudio por parte del equipo técnico del estudio



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

			HH mensual por actividad																			Totales	
			Meses ejecución proyecto 2024-22																				
Nombre		Actividades por profesional o técnico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Carlos Techeira	Actividade generales	Coordinación proyecto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	76	
		Reuniones contraparte	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	40	
	Objetivo específico 1	Selección bancos	2																			2	
		Estimaciones abundancia					10									15					12	37	
		Descripción historia pesquería				4																4	
	Objetivo específico 4	Identificación actores			4																	4	
		Revisión Planes de Manejo										15									16	31	
		Proposiciones gestion recurso													8	8					8	32	
	Informes	Informe avance 1						24			24												48
		Informe avance 2														40							
Preinforme final																				40			
Informe final																					20	20	
	Total HH por mes	10	6	14	6	16	30	6	6	45	6	6	14	69	6	6	6	6	6	82	34	374	
Carlos Cortés	Objetivo específico 1	Revisión data bases datos histórica		8	8						30	45									40		115
		Estimaciones abundancia								30	45										40		72
		Obtención parámetros Ojiva madurez												16	32					24		72	
		Correspondencia geográfica PSMB														16						16	
		Revisión datos tallas monitoreo		24			40																64
	Objetivo específico 2	Determinación parámetros desde tallas														45							45
		Revisión base datos (BD) histórica		8	8																		16
	Objetivo específico 3	Estimación de parámetros relación talla - peso							24												8		32
		Informe avance 1					45				45												90
	Informes	Informe avance 2														45							45
		Pre-informe Final																			40		40
		Informe Final																				40	40
		Total HH por mes		40	16				24	30	90	0	0	16	138	0	0	0	0	0	112	40	
Francisco Cerna		Definición criterios de lecturas, análisis comparado de lecturas, análisis de crecimiento y validación de la edad.	8	20	20	20	20	20	20	20	12	20	20	20	20	20	20	20	20				320
	Objetivo específico 2	Informe avance 1							10														10
		Informe avance 2											20										20
	Informes	Pre-informe Final																			40		40
		Informe Final																					0
Carlos Molinet	Objetivo espe	Selección bancos	2																				2
		Gestión pesca investigación	4																			4	
		Evaluación estatus										4	4										8
		Taller expertos																					0
	Objetivo específico 4	Proposiciones gestion recurso																					0
		Talleres usuarios																					0
		Informe avance 1					8				8												16
	Informes	Informe avance 2													8								8
		Pre-informe Final																		8		8	
		Informe Final																					0
	Total HH por mes	6	0	0	0	8	0	0	0	8	4	4	0	8	0	0	0	0	0	8	0		46
Jorge Henriquez	Objetivo específico 1	Aplicación encuestas y entrevistas		8	8																		16
		Evaluaciones directas				45	45																90
		Evaluación estatus										8	8										16
	Objetivo específico 4	Identificación actores				4																	4
	Aplicación encuesta actores					8																8	
	Total HH por mes	0	8	12	53	45	0	0	0	0	8	8	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	134
Manuel Díaz	Objetivo específico 1	Aplicación encuestas y entrevistas		8																			8
		Evaluaciones directas				45	45						24										114
		Total HH por mes	0	8		45	45																98
Guillermo Moyano	Objetivo específico 2	Análisis comparado y revisión de lectura. Supervisión del trabajo de laboratorio.				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4							40	
		Total HH por mes				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	40
NN Analista II	Objetivo específico 3	Preparación muestras, extracción carbonato, lectura			80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80				1200
		Total HH por mes		0	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	0	0		1200
Dagoberto Subiabre	Objetivo específico 1	Muestreos mensuales madurez				16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16				208
		Evaluaciones directas				40								24									64
Operario/Profesional Centro Hueihue	Objetivo específico 2	Total HH por mes		0	0	40	16	16	16	16	16	16	16	40	16	16	16	16	16	0	0		272
		Mantención individuos cautiverio				40	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16			248
		Total HH por mes				40	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	0	0		248



ANEXO 6

Acta reunión objetivo específico 4



Acta de acuerdo para ejecución de objetivo específico N° 4 del estudio FIPA 2024-22

Reunión de coordinación IFOP – SSPA. Estudio FIPA 2024-22 “Evaluar el estado de situación del recurso huego (*Ensis macha*) y determinar sus parámetros de crecimiento en la región de Los Lagos”.

Fecha reunión: 4 de agosto de 2025

Modalidad: virtual

Asistentes:

Sra. Martina Delgado

SSPA. región de Los Lagos

Sr. Gabriel Jerez Aranda

SSPA. Valparaíso

Sr. Carlos Techeira Tapia

IFOP. Jefe de Proyecto FIPA 2024-22

Antecedentes

En el estudio FIPA 2024-22, cuyo objetivo general es: “Evaluar el estado de situación del recurso huego (*Ensis macha*) y determinar sus parámetros de crecimiento en la región de Los Lagos”, consta de 4 objetivos específicos, entre los cuales el número 4 señala: “Acordar con todos los actores involucrados (usuarios, autoridades, industria) un plan de administración del recurso que dé sustentabilidad (biológica, económica, social y sanitaria) a la pesquería del huego en la región de Los Lagos.”

En el contexto de este objetivo específico, los resultados esperados consideran la generación de un Plan de Administración para la pesquería de este recurso en la región de Los Lagos, con la participación de los usuarios de la pesquería.

Las primeras etapas de la ejecución de este estudio, relativa a la exploración de las organizaciones de usuarios (pescadores artesanales) muestran que no existe esfuerzo pesquero destinado al huego que este organizado y que tampoco está en el horizonte de la administración pesquera el organizar una instancia de interlocución como un Comité de Manejo.

Lo anterior puede ser el resultado que la dinámica de la pesquería en la región de Los Lagos se caracteriza por ser oportunista en un mercado dominado por el aporte desde la extracción que se desarrolla en el Golfo de Arauco. Lo anterior genera eventos de demanda de baja frecuencia y un esfuerzo destinado a la extracción de bajos volúmenes para un mercado local, por encargo y en la mayor parte de las oportunidades no declarado.

Acuerdos

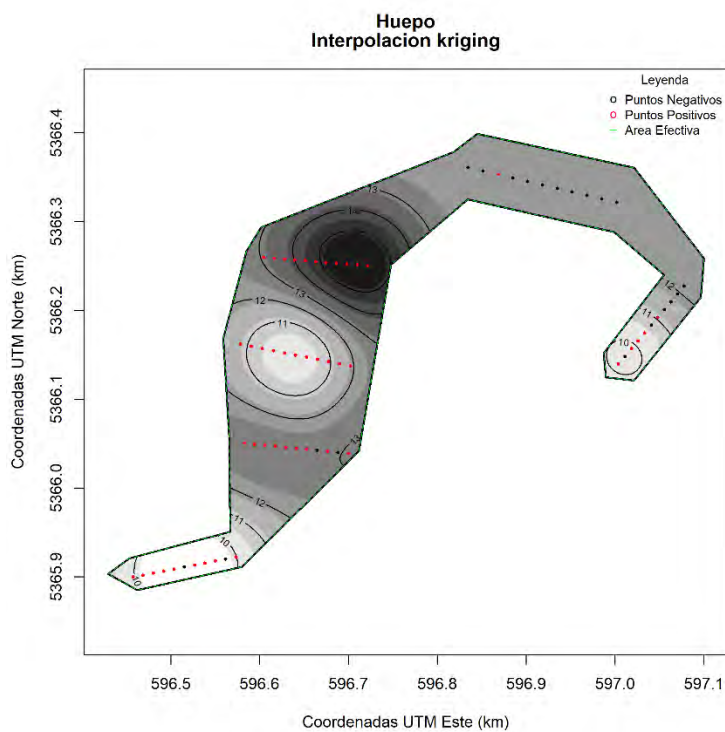
En consideración de lo anterior, se acuerda que, por razones de adecuación al contexto de realidad de la pesquería, que difiere de lo esperado en la propuesta metodológica y del mejor uso de los resultados del estudio, lo siguiente:

- Trabajar con el Comité de Manejo de Ancud, único que considera un usuario de la pesquería de huego como miembro
- Centralizar la propuesta de administración de la pesquería en medidas de manejo alternativas, levantadas desde otros planes de manejo y/o estrategias de explotación aplicadas en el recurso.
- Evaluar en forma directa las procedencias de pesca de mayor abundancia de huego en la bahía de Ancud
- Explorar la participación de los usuarios de la pesquería de huego identificados desde el Comité de Manejo de bahía Ancud.

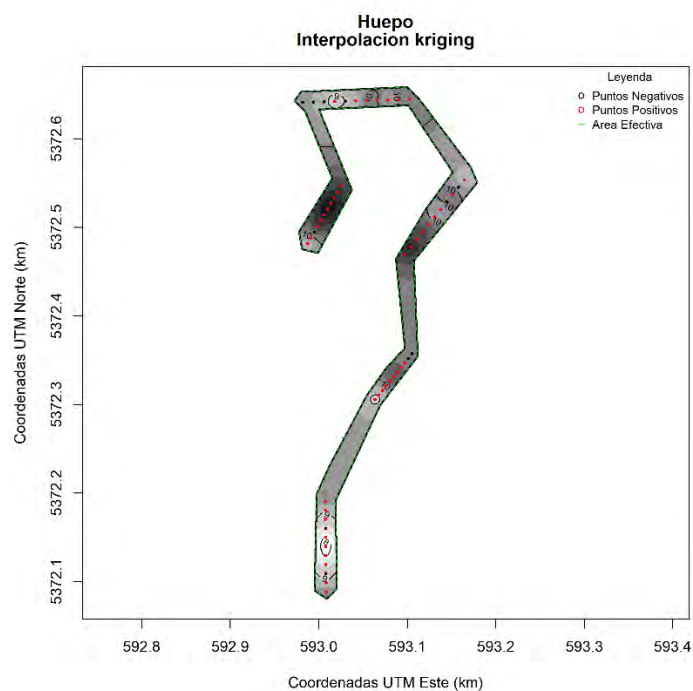


ANEXO 7

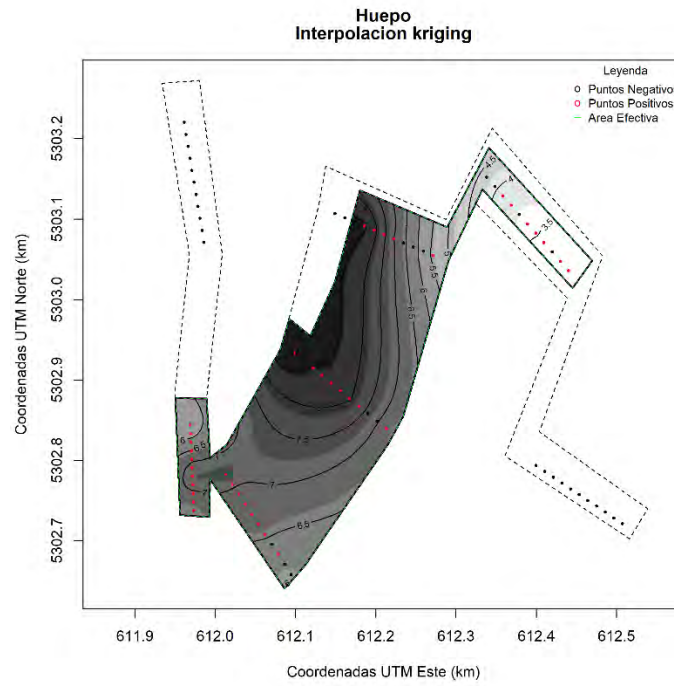
Interpolación geoestadística evaluaciones directas



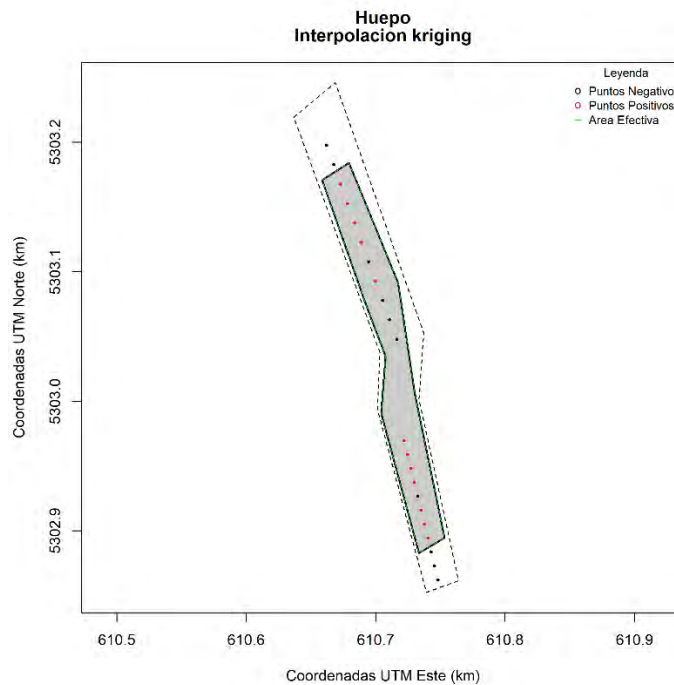
Interpolación bahía Ancud



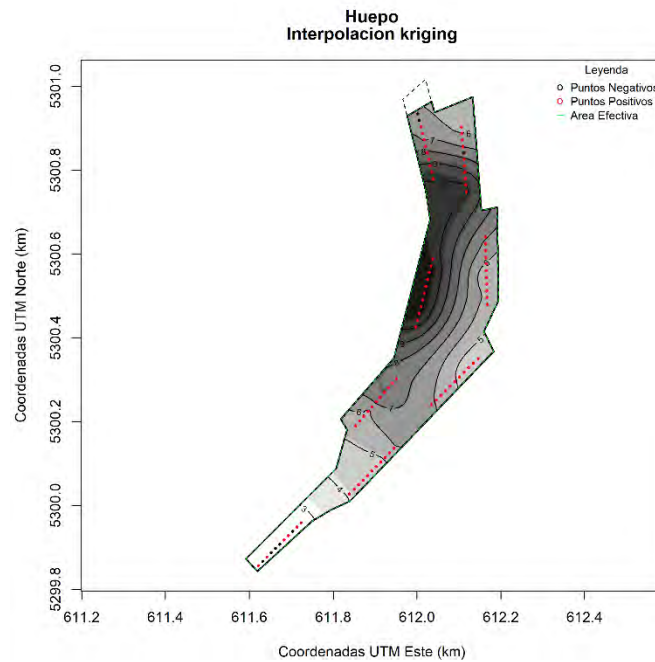
Interpolación Punta Corona



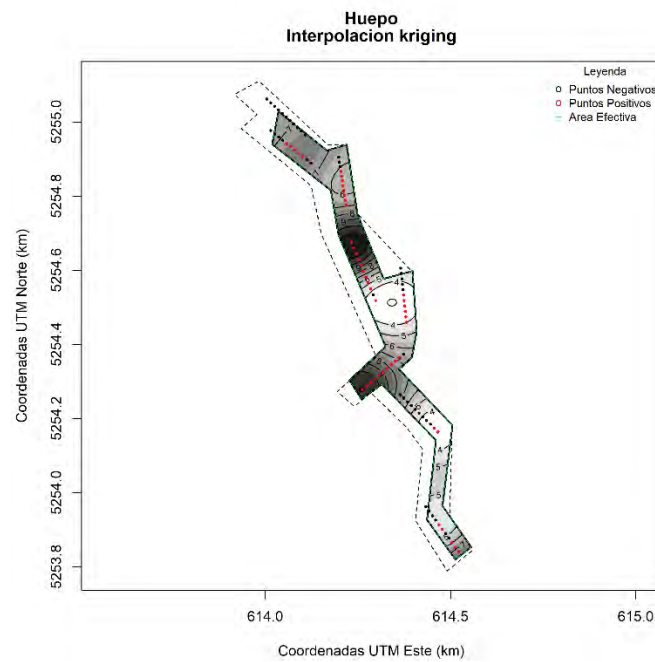
Interpolación Curaco de Velez



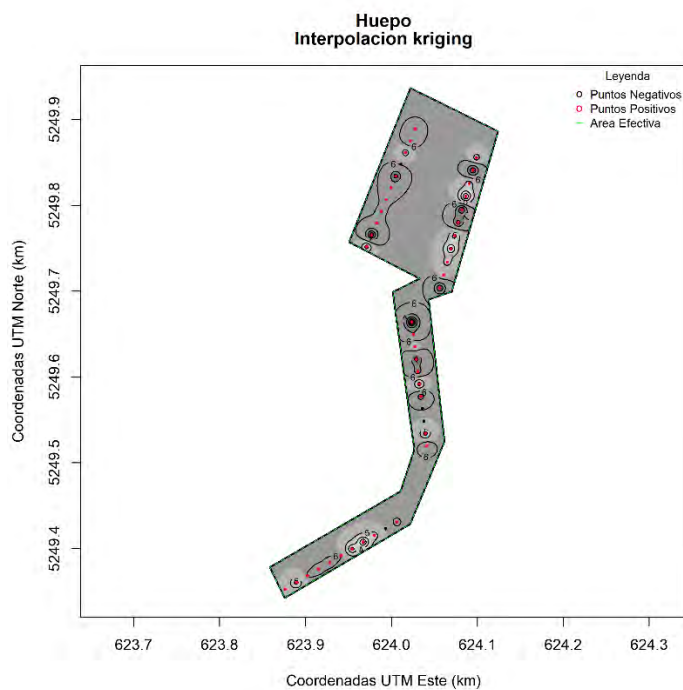
Interpolación Curaco de Vélez 2



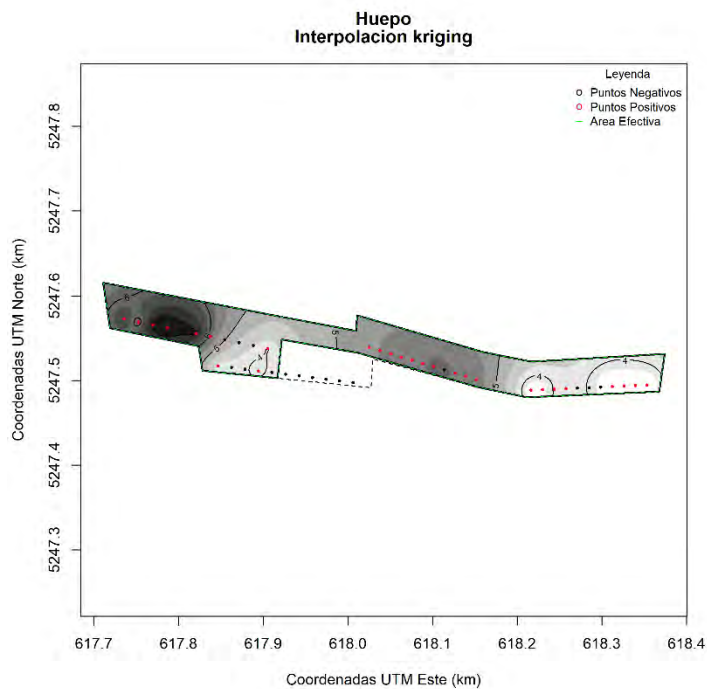
Interpolación Curaco San José



Interpolación Paildad



Interpolación Queilen



Interpolación Tranqui



ANEXO 8

Material fotogr3fico y videos

Adjunto al informe, en la carpeta “FOTOS_VIDEOS”, se entrega el siguiente material de registros de las actividades del estudio:

Nombre

fotos_laboratorio_marcaje_muestreoisotopos

muestreos_poblacionales

La carpeta “fotos_laboratorio_marcaje_muestreoisotopos” contiene fotos y videos de las actividades del objetivo 2 del estudio:

fotos_laboratorio_marcaje_muestreoisotopos



Huepo registros

Hueihue_marcaje

Isotópico



Lab. IFOP_lecturas_cortes

La carpeta “muestreos_poblacionales” contiene registro de fotografías y videos de las actividades del objetivo 1 de este estudio por localidad. Incluye filmaciones submarinas de actividades de muestreo.

muestreos_poblacionales

ANCUD

TRANQUI-QUEILEN

CURACO



PAILDAD



ANEXO 9

Taller de difusión



INVITACIÓN





Luis Parot Donoso
Director Ejecutivo
Instituto de Fomento Pesquero

Saluda atentamente a usted y tiene el agrado de invitarlo al Taller de Difusión de Resultados del proyecto **"FIPA 2024-22 Evaluación del estado del recurso hupo (*Ensis macha*) y parámetros del crecimiento en la Región de Los Lagos"**.

Este taller se realizará el día jueves 30 de julio de 2026, entre las 14:30 a 17:30 horas, a través de la plataforma TEAMS.

Valparaíso, 23 de julio de 2026

E-mail: ximena.puentes@ifop.cl

 [Enlace a reunión](#)



INSTITUTO
DE FOMENTO
PESQUERO



Comprometidos con la sustentabilidad



Programa

- 14:30 Palabras de Bienvenida y contexto del estudio FIPA 2024-22. Generalidades del recurso y la pesquería - Carlos Techeira Tapia, Jefe de Proyecto e Investigador IFOP.
- 14:55 Determinación de ojiva de madurez sexual - Carlos Cortes Segovia, investigador IFOP.
- 15:20 Determinación de parámetros de crecimiento desde información de la pesquería - Carlos Cortes Segovia, Investigador IFOP.
- 15:45 Determinación de parámetros de crecimiento y validación desde lectura de bandas de crecimiento valvar - Eniko López, Investigadora IFOP.
- 16:10 Estatus del recurso en la Región de Los Lagos - Carlos Cortes Segovia, investigador IFOP.
- 16:35 Alternativas de manejo sobre la pesquería - Carlos Techeira Tapia, investigador IFOP.
- 17:00 Integración y conclusiones del Taller.
- 17:30 Cierre del Taller.

Enlace reunión:





✓ Aceptado | Ocupado |

Taller de Difusión de Resultados FIPA 2024-22 Confidencialidad

88

Ximena Puentes;
Carlos Techera; Erika Lopez;
Carlos Cortes;
Alejandro Roldan;
Nicolas Adams Lueiza;
MAURICIO IBARRA;
Andres Olguin; PABLO ARAYA;
CLAUDIO VICENCIO;
Dagoberto Subiabre;
NANCY BARAHONA;
Mylena Menanteau;
gcastro@subpesca.d;
mdelgado@subpesca.d;
csepulveda@sernapesca.d;
smilad@sernapesca.d;
castro@directemar.d;
cpainoud@directemar.d;
anoud.navegable.tours@gmail.co
sindicatomuelleanoud@gmail.com
manutara1952@gmail.com;
miriamcatalantoledo@gmail.com;
vilemansilavaleria@gmail.com;
miriamdeltransito70@gmail.com;
pedropinogonzalez5@gmail.com;
mariojv73@gmail.com;
fernando15carcano@gmail.com;
Francisco Carcano;
aido.hernandez@holonchile.cl;
Carlos Molinet F;
javiervalencia@fundacionchingui
Manuel Diaz G; macedo;
mcastillo; ppizamo@unab.cl;
wstotz@ucn.cl;
pablo.ojazzun@unab.cl;
jorgatoroyagui@gmail.com;
fflun@ulagos.cl; avega@ucn.cl;
rsanmartinval@gmail.com;
nazareth.sanchez.e@gmail.com;
carlos.leal@holonchile.cl;
maluz@subpesca.d;
DBolbaran@subpesca.d;
glerez;
miguelaraya@gmail.com;
GEOVANNA NEIRA;
luis.parot@donoso.cl;
CONTROL proyectos;
Patricio Herrera Ugarte;
JAIME LETELLER;
PATRICIA ZARATE;
ESTEBAN MOLINA;
CARLOS PARRA

88 Seguimiento

Seguimiento

Organizador

Ximena Puentes
Enviado el Miércoles, 22/07/2025 a las 2:00

Asistentes

Su respuesta fue "Aceptar"

✓ Aceptado: 13

Sala 2 Piso

Carlos Techera
Obligatorio

Alejandro Roldan
Obligatorio

Nicolas Adams Lueiza
Obligatorio

MAURICIO IBARRA
Obligatorio

mdelgado@subpesca.d
Obligatorio

smilad@sernapesca.d
Obligatorio

anoud.navegable.tours@gmail.com
Obligatorio

ANEXO 10
Material complementario Objetivo 2

Tabla 1. Reporte del análisis isotópico para $\delta^{18}\text{O}$ ($\sigma=\pm 0,08$) y $\delta^{13}\text{C}$ ($\sigma=\pm 0,12$) a partir de muestras de carbonato extraídas del “Ejemplar 1” de *Ensis macha* proveniente de Queilen, Chiloé. El análisis fue realizado por el Laboratorio de Isótopos Ambientales perteneciente a la Universidad de Arizona.

Distancia desde el umbo a la banda de muestreo (mm)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ VPDB	$\delta^{18}\text{O}$ ‰ VPDB	Observaciones del análisis
131	-0,42	0,88	
129	0,09	0,78	
127	-0,16	0,66	
125	-0,16	0,78	
123	-0,27	1,07	
120	0,02	0,93	
117	0,03	0,91	
115	0,01	1,27	
112	-0,42	1,39	
110	-0,05	1,14	
108	-0,04	0,79	
105	-0,15	0,42	
103	-0,06	0,63	
100	-0,13	0,81	
98	-0,18	1,40	
95	-0,06	1,06	
92	0,28	1,15	
89	0,38	1,08	
86	0,63	0,86	
83	0,40	1,01	
81	*****	*****	No pasó control de calidad
79	0,50	0,91	
76	-0,25	0,75	
74	0,39	0,83	
70	0,49	0,90	
67	0,61	0,60	
64	0,60	0,57	
63	0,68	0,77	
60	0,49	1,37	
59	0,82	0,84	
55	0,69	0,89	
53	0,92	1,01	
51	*****	*****	No pasó control de calidad
44	0,81	1,51	

Tabla 2. Reporte del análisis isotópico para $\delta^{18}\text{O}$ ($\sigma=\pm 0,08$) y $\delta^{13}\text{C}$ ($\sigma=\pm 0,12$) a partir de muestras de carbonato extraídas del “Ejemplar 2” de *Ensis macha* proveniente de Queilen, Chiloé. El análisis fue realizado por el Laboratorio de Isótopos Ambientales perteneciente a la Universidad de Arizona.

Distancia desde el umbo a la banda de muestreo (mm)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ VPDB	$\delta^{18}\text{O}$ ‰ VPDB	Observaciones del análisis
150	-0,62	0,56	
148	*****	*****	Espectómetro de masas se apagó.
146	-0,06	0,92	
144	-0,18	0,88	
142	-0,47	1,18	
138	-0,53	1,07	
135	-0,28	1,25	
132	-0,28	1,20	
130	0,08	0,86	
127	*****	*****	Espectómetro de masas se apagó.
125	-0,13	0,84	
123	-0,31	0,54	
121	-0,40	1,19	
117	-0,14	1,31	
114	-0,22	1,37	
112	-0,11	0,95	
109,5	-0,14	1,00	
107	-0,25	0,77	
104	-0,24	0,99	
103	-0,29	1,05	
99	-0,18	1,08	
97	-0,17	0,97	
95	-0,09	1,19	
92	-0,05	0,89	
89	0,12	0,88	
87	0,23	1,07	
84	0,43	1,09	
82	0,32	0,66	
77	0,39	0,92	
72	0,32	1,13	
69	0,38	0,46	
67	0,33	0,97	
64,5	0,43	0,76	
61	0,58	0,82	
58	0,50	1,03	
55	0,42	0,60	
50,5	0,33	0,80	
47	0,43	0,90	
44	0,26	0,63	
40,5	0,20	0,65	
37	0,38	1,56	
3,3	0,25	0,93	

Tabla 3. Reporte del análisis isotópico para $\delta^{18}\text{O}$ ($\sigma=\pm 0,08$) y $\delta^{13}\text{C}$ ($\sigma=\pm 0,12$) a partir de muestras de carbonato extraídas del “Ejemplar 3” de *Ensis macha* proveniente de Queilen, Chiloé. El análisis fue realizado por el Laboratorio de Isótopos Ambientales perteneciente a la Universidad de Arizona.

Distancia desde el umbo a la banda de muestreo (mm)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ VPDB	$\delta^{18}\text{O}$ ‰ VPDB
156	-0,49	0,78
154	-0,36	0,71
152	0,59	0,70
149	0,12	0,67
147	0,15	0,61
145	0,24	0,42
143	0,05	0,86
140	0,10	1,11
136	0,69	0,68
133	0,40	0,54
130	0,55	0,82
127	0,22	1,33
123	0,12	0,79
120	0,22	0,71
115	0,47	0,42
111	0,46	0,56
108	0,64	1,22
105	0,36	0,69
102	0,39	0,93
100	0,33	0,69
96	0,51	1,07
91	0,39	0,52
88	0,31	0,48
84	0,50	0,45
82	0,52	0,49
79	0,72	0,68
76	0,44	0,48
74	0,51	0,53
71	0,58	0,47
70	0,52	0,52
68	0,52	0,71
65	0,56	1,00
63	0,70	0,94
61	0,51	0,79
58	0,60	0,85
55	0,64	0,91
53	0,92	0,98
50	0,72	0,40
43	0,56	0,60
38	0,33	0,39

Tabla 4. Reporte del análisis isotópico para $\delta^{18}\text{O}$ ($\sigma=\pm 0,08$) y $\delta^{13}\text{C}$ ($\sigma=\pm 0,12$) a partir de muestras de carbonato extraídas del “Ejemplar 4” de *Ensis macha* proveniente de Queilen, Chiloé. El análisis fue realizado por el Laboratorio de Isótopos Ambientales perteneciente a la Universidad de Arizona.

Distancia desde el umbo a la banda de muestreo (mm)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ VPDB	$\delta^{18}\text{O}$ ‰ VPDB	Observaciones del análisis
157	0,05	1,34	No pasó control de calidad
154	*****	*****	
152	0,16	1,80	
149	0,48	1,24	
146	0,04	0,96	
142	0,20	1,24	
140	0,09	1,31	
137	0,18	0,92	
134	0,45	1,06	
132	0,27	0,86	
129	0,41	0,19	
128	0,20	0,84	
124	0,68	1,24	
121	0,23	0,62	
118	0,29	0,68	
115	0,32	0,72	No pasó control de calidad
114	-0,19	1,31	
110	0,65	0,97	
107	0,16	0,29	
104	0,13	0,17	
100	0,00	0,47	
97	*****	*****	
93	-0,13	0,65	
89	0,02	0,60	
86	0,11	0,54	
84	-0,49	-0,16	
80	0,31	0,82	
78	-0,33	-0,05	
75	0,22	0,68	
72	-0,07	0,00	
70	0,21	0,55	
67	0,45	0,48	
65	0,30	0,61	
62	0,27	0,50	
60	0,10	0,41	
58	0,38	0,64	
55	0,35	0,64	
53	-0,03	0,90	
50	0,12	0,35	
45	0,29	1,79	
42	0,49	1,22	
37	0,35	1,21	

Tabla 5. Resumen de las longitudes (mm) de los huepos mantenidos en estanques en el laboratorio de Hueihue, Chiloé. Se presenta el registro y variación de las tallas (mm), días de vida en cautiverio y lugar de extracción de los ejemplares.

Procedencia	Longitud inicial (mm)	Días cautiverio	Longitud final (mm)	Variación (mm)
Queilen	134	306	135	1
Queilen	135	306	135	0
Queilen	135	112	134	-1
Queilen	147	306	148	1
Queilen	134	306	132,6	-1,4
Queilen	148	306	147,4	-0,6
Queilen	145	205	146	1
Queilen	143	306	142	-1
Queilen	144	306	143,5	-0,5
Queilen	143	306	143,7	0,7
Queilen	141	118	142,2	1,2
Queilen	140	112	139,5	-0,5
Queilen	142	306	142	0
Queilen	144	306	144	0
Queilen	149	306	149,9	0,9
Queilen	162	306	160,7	-1,3
Queilen	165	306	165,1	0,1
Queilen	165	306	165,8	0,8
Queilen	163	112	162,6	-0,4
Queilen	161	306	161,2	0,2
Queilen	160	306	159,7	-0,3
Queilen	161	116	162	1
Queilen	161	306	161,5	0,5
Queilen	168	298	170,3	2,3
Queilen	199	116	202,2	3,2
Queilen	170	306	170,1	0,1
Queilen	170	205	172	2
Queilen	169	306	169,6	0,6
Queilen	171	306	171,7	0,7
Queilen	178	306	177,5	-0,5
Queilen	173	205	173	0
Queilen	166	205	168	2
Queilen	157	205	158	1
Queilen	150	205	151	1
Queilen	157	306	157,2	0,2
Queilen	152	205	153	1
Queilen	158	306	157,1	-0,9
Queilen	155	116	156,3	1,3
Queilen	154	306	153,8	-0,2



Procedencia	Longitud inicial (mm)	Días cautiverio	Longitud final (mm)	Variación (mm)
Queilen	150	205	151	1
Queilen	157	205	157	0
Queilen	154	205	154	0
Queilen	159	112	158,7	-0,3
Queilen	157	306	157	0
Queilen	128	306	128,3	0,3
Queilen	126	306	126,3	0,3
Queilen	119	306	123,4	4,4
Queilen	126	112	125	-1
Queilen	139	205	139	0
Queilen	137	306	137,5	0,5
Queilen	137	306	138,1	1,1
Queilen	135	306	135,2	0,2
Queilen	133	306	132	-1
Queilen	134	306	134,1	0,1
Queilen	132	306	132,1	0,1
Queilen	135	306	141,9	6,9
Queilen	147	306	138,2	-8,8
Queilen	145	205	146	1
Queilen	145	306	143,3	-1,7
Queilen	143	306	143,8	0,8
Queilen	141	306	144	3
Queilen	142	306	147,8	5,8
Queilen	144	306	147	3
Queilen	147	288	142,8	-4,2
Queilen	149	306	153	4
Queilen	162	205	162	0
Queilen	163	306	162,7	-0,3
Queilen	167	152	168,6	1,6
Queilen	166	112	165	-1
Queilen	160	306	160	0
Queilen	165	306	165,3	0,3
Queilen	180	306	180	0
Queilen	170	306	171,6	1,6
Queilen	170	116	170,2	0,2
Queilen	177	306	177,1	0,1
Queilen	175	205	175	0
Queilen	172	306	171,5	-0,5
Queilen	158	306	158,3	0,3
Queilen	154	132	154	0
Queilen	152	306	154	2



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Procedencia	Longitud inicial (mm)	Días cautiverio	Longitud final (mm)	Variación (mm)
Queilen	156	306	155,1	-0,9
Queilen	157	306	158	1
Queilen	152	306	153,3	1,3
Queilen	154	205	155	1
Queilen	154	306	154,2	0,2
Queilen	156	116	156,6	0,6
Queilen	157	205	159	2
Queilen	159	205	160	1
Queilen	158	205	159	1
Queilen	152	306	157,4	5,4
Queilen	156	205	157	1
Queilen	160	306	159,6	-0,4
Queilen	152	205	153	1
Queilen	158	306	158	0
Queilen	151	205	151	0
Queilen	158	112	158	0
Queilen	152	306	151,4	-0,6
Queilen	92,3	139	91,6	-0,7
Queilen	147	306	150	3
Queilen	153	33	154	1
Ancud	97,5	5	98	0,5
Ancud	97	6	97	0
Ancud	96,7	139	98	1,3
Ancud	98,1	139	100	1,9
Ancud	93,2	139	101,7	8,5
Ancud	107,4	139	107,3	-0,1
Ancud	100,2	139	101,6	1,4
Ancud	108,5	12	110	1,5
Ancud	110,2	139	109,6	-0,6
Ancud	104,1	139	106	1,9
Ancud	108,1	5	109,2	1,1
Ancud	105,6	139	104,9	-0,7
Ancud	108,5	139	108	-0,5
Ancud	101,9	139	101,6	-0,3
Ancud	107,2	139	108	0,8
Ancud	102,6	139	102,2	-0,4
Ancud	107,6	5	109	1,4
Ancud	109,5	139	112,6	3,1
Ancud	106,8	6	106,5	-0,3
Ancud	105,9	139	105,3	-0,6
Ancud	103,2	139	103,5	0,3



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Procedencia	Longitud inicial (mm)	Días cautiverio	Longitud final (mm)	Variación (mm)
Ancud	106,4	139	107,3	0,9
Ancud	104,4	6	103,1	-1,3
Ancud	104,4	12	103,9	-0,5
Ancud	108,2	6	109,4	1,2
Ancud	109,8	139	111,3	1,5
Ancud	109,2	139	111,1	1,9
Ancud	103,8	5	105,2	1,4
Ancud	101,5	6	101,6	0,1
Ancud	99,1	139	101,4	2,3
Ancud	118	5	118	0
Ancud	122,1	139	118	-4,1
Ancud	117,4	12	116	-1,4
Ancud	114,8	5	115,8	1
Ancud	112,3	139	111,7	-0,6
Ancud	112,1	6	113	0,9
Ancud	112,3	139	112,7	0,4
Ancud	110,8	139	112,7	1,9
Ancud	118,4	139	119,3	0,9
Ancud	105,6	139	108,4	2,8
Ancud	118,8	5	120,7	1,9
Ancud	113,5	139	112,5	-1
Ancud	115,7	139	116,1	0,4
Ancud	113,5	6	114,1	0,6
Ancud	112	5	115,1	3,1
Ancud	112,7	139	113,3	0,6
Ancud	111,5	6	110,5	-1
Ancud	116,2	12	117,1	0,9
Ancud	116,7	6	116,3	-0,4
Ancud	121,3	30	120	-1,3
Ancud	128,6	12	129,2	0,6
Ancud	120,8	5	121,4	0,6
Ancud	129,5	6	129,6	0,1
Ancud	130,2	5	130,7	0,5
Ancud	140,8	5	140,2	-0,6
Ancud	147,7	5	148,3	0,6
Ancud	142,2	5	142,5	0,3
Ancud	150,7	6	150	-0,7
Ancud	172,7	139	172,4	-0,3
Ancud	172,4	5	173,8	1,4
Ancud	174,1	5	174,3	0,2
Ancud	183,7	5	184,1	0,4

Tabla 6. Resumen de los pesos (g) de los huepos puestos en cautiverio en estanques implementados en el laboratorio de Hueihue, Chiloé. Se presenta el registro y variación de pesos (g), días de vida en cautiverio y lugar de extracción de los ejemplares.

Procedencia	Peso inicial (g)	Días cautiverio	Peso final (g)	Variación (g)
Queilen	43,6	306	38,3	-5,3
Queilen	40,7	306	40,4	-0,3
Queilen	45,4	112	40,3	-5,1
Queilen	53,6	306	55,6	2
Queilen	34,8	306	32,5	-2,3
Queilen	45,7	306	46,9	1,2
Queilen	38,1	306	38,2	0,1
Queilen	42,2	306	46	3,8
Queilen	40,7	306	44,5	3,8
Queilen	49,0	112	45,4	-3,6
Queilen	46,6	112	53,5	6,9
Queilen	51,9	306	49,7	-2,2
Queilen	53,5	306	44,3	-9,2
Queilen	50,5	306	53,9	3,4
Queilen	69,5	306	58,8	-10,7
Queilen	81,9	306	74,4	-7,5
Queilen	80,0	306	73,4	-6,6
Queilen	69,9	112	69,2	-0,7
Queilen	66,8	306	56,4	-10,4
Queilen	77,2	306	67,9	-9,3
Queilen	63,3	112	60,5	-2,8
Queilen	57,1	306	63,6	6,5
Queilen	128,9	112	92,9	-36
Queilen	91,9	306	80,4	-11,5
Queilen	71,8	306	74,3	2,5
Queilen	56,0	306	68,5	12,5
Queilen	55,6	306	55	-0,6
Queilen	69,7	112	51,7	-18
Queilen	60,2	306	55,5	-4,7
Queilen	62,0	112	51,2	-10,8
Queilen	65,4	306	55,9	-9,5
Queilen	37,8	306	35,9	-1,9
Queilen	35,3	306	32,4	-2,9
Queilen	20,0	306	28,6	8,6
Queilen	39,0	112	39,1	0,1
Queilen	43,5	306	42,2	-1,3
Queilen	39,8	306	41,3	1,5



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Procedencia	Peso inicial (g)	Días cautiverio	Peso final (g)	Variación (g)
Queilen	39,7	306	44,3	4,6
Queilen	34,2	306	34,8	0,6
Queilen	36,8	306	38	1,2
Queilen	42,9	306	26,2	-16,7
Queilen	44,9	306	43,8	-1,1
Queilen	35,3	306	33,6	-1,7
Queilen	47,4	306	45,6	-1,8
Queilen	48,4	306	47,4	-1
Queilen	50,5	112	40,7	-9,8
Queilen	49,5	306	40,6	-8,9
Queilen	58,6	306	47,2	-11,4
Queilen	44,8	306	58,1	13,3
Queilen	63,5	306	58,9	-4,6
Queilen	70,1	112	75,1	5
Queilen	58,8	306	50	-8,8
Queilen	86,4	306	69,2	-17,2
Queilen	62,3	306	65,5	3,2
Queilen	73,6	112	61,7	-11,9
Queilen	92,7	306	70,9	-21,8
Queilen	87,3	306	80,5	-6,8
Queilen	51,9	306	54,7	2,8
Queilen	65,3	306	62,7	-2,6
Queilen	68,6	306	63,5	-5,1
Queilen	62,2	306	62,1	-0,1
Queilen	65,3	306	58,5	-6,8
Queilen	53,2	112	41,8	-11,4
Queilen	70,8	306	66,8	-4
Queilen	77,0	306	68,8	-8,2
Queilen	63,2	112	66,4	3,2
Queilen	60,4	306	45,6	-14,8
Queilen	52	306	57,2	5,2
Ancud	16,7	139	11,3	-5,4
Ancud	19,8	139	13,3	-6,5
Ancud	15,5	139	16,5	1
Ancud	18	139	15,3	-2,7
Ancud	25,6	139	19,9	-5,7
Ancud	25,6	139	16,9	-8,7
Ancud	21,3	139	18,8	-2,5
Ancud	24,6	139	22,3	-2,3
Ancud	20,4	139	18,5	-1,9
Ancud	26,6	139	20,4	-6,2



Procedencia	Peso inicial (g)	Días cautiverio	Peso final (g)	Variación (g)
Ancud	19,5	139	16,9	-2,6
Ancud	23,5	139	20,6	-2,9
Ancud	22,7	139	17,4	-5,3
Ancud	22,9	139	18,1	-4,8
Ancud	25	139	20,6	-4,4
Ancud	24,7	139	19,9	-4,8
Ancud	25,7	139	22,2	-3,5
Ancud	19,4	139	11	-8,4
Ancud	28,3	139	25,2	-3,1
Ancud	28,4	139	22,5	-5,9
Ancud	24,9	139	17,1	-7,8
Ancud	31,4	139	25,3	-6,1
Ancud	23,6	139	17,6	-6
Ancud	27,8	139	16,5	-11,3
Ancud	28,8	139	25,2	-3,6
Ancud	28,4	139	18,1	-10,3
Ancud	16,7	139	11,3	-5,4
Ancud	19,8	139	13,3	-6,5
Ancud	15,2	139	13	-2,2



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839,

Fono 56-32-2151-500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl

Contribuimos a la
sostenibilidad de los recursos
marinos de todos los chilenos.



 www.ifop.cl

 info@ifop.cl

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - CHILE