Instituto de
Investigación
Pesquera

Proyecto	FIPA 2022-12 Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola
Requirente	Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura FIPA
Revisores	Dr. Jim Ianelli y Dr. Jesús Jurado-Molina
Estado	**Informe Final**
Oferente	Instituto de Investigación Pesquera
Subcontrato	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
jefe de Proyecto	M.Sc. Claudio Gatica Molina
correo	cgatica@inpesca.cl

Agosto 2024

Gatica, C., A. Sepúlveda., C. Canales., N. Alegría, M. Arteaga., S. Núñez., L. Cisterna., S. Vásquez. **2024**. Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola. **Informe Final**. Proyecto FIPA 2022-12, 218 p.

1 Resumen

El presente Informe Final da cuenta de las acciones y resultados de los principales hitos del proyecto FIPA 2022-12 “Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola”. Se describen los hitos del proyecto, relacionados con el desarrollo del Taller 1 y 2, siendo el primero de revisión, mientras que el segundo sobre mejoramiento de las evaluaciones de stock. Los talleres fueron desarollados de manera presencial y contaron con la participación de dos expertos internacionales independientes de reconocida trayectoria, el Dr. Jim Ianelli y el Dr. Jesús Jurado-Molina.

En relación con el trabajo realizado en estos talleres, se obtuvo como principal resultado reportes independientes por parte de los expertos internacionales y del experto nacional, Dr. Cristian Canales, referido a los elementos a considerar desde una perspectiva de revisión de las evaluaciones y aquella correspondiente a su mejoramiento. Los reportes son incluidos traducidos al español y en su idioma original en Inglés. Se presenta la información que se trabajó por parte de los expertos, así como, la plataforma de análisis utilizada que incluye un sitio de github y otro clonado (site), donde se alojan los algoritmos y modelos utilizados, además de múltiples configuraciones de modelos y plataformas de visualización modernas que permiten variados análisis y transferencia de conocimiento y herramientas para los grupos relacionados con la evaluación de estos recursos. También, se comparte acceso a los informes de avance 1, 2 y prefinal del proyecto, para evitar un documento extenso e intrincado, focalizando el presente informe en los resultados de ambos talleres y la forma de acceder a la información, análisis y modelos implementados.

Las principales recomendaciones por parte de los revisores internacionales para ambos recursos son descritas a continuación, para la merluza de cola señalan que se debe utilizar un modelo con características de mayor flexibilidad como es el modelo “JJM”, de esta forma sería posible trabajar múltiples hipótesis como selectividades variables, selección de períodos para estimación de relación stock-recluta, variaciones de capturabilidad en índice y bloques temporales. Al mismo tiempo, señalan la necesidad de facilitar el acceso a la información base y buscar formas que esta sea más sencilla de manipular y visualizar los datos, y exista un mejor entendimiento del tratamiento de la información, previo a su utilización en la evaluación. En relación con un modelo que utilice la información del Atlántico, considerar

este para evaluar niveles de productividad de la población. En lo referente a proyecciones utilizar niveles de reclutamiento recientes, mientras que para establecer el estado de la población se debe considerar la serie completa de estimaciones del modelo. Un aspecto destacado es que el modelo utilizado para la asesoría incluye la información acústica tratada para dar cuenta de un estimado de biomasa desovante a partir del crucero acústico. Los expertos, señalan que la información acústica no debiese ser modificada en un tratamiento para dar cuenta de una fracción adulta y/o desovante, sino que, debe incluirse de forma directa como es presentada de parte del grupo de evaluación acústica incluyendo toda la fracción de edad presente en el crucero.

En relación con el diagnóstico del modelo, se establece que varias propuestas de modelo presentan un patrón retrospectivo de sobre-estimación, además, se indica que el modelo responde mejor al ajuste del índice de rendimientos (cpue), pero que el ajuste de la información de cruceros muestra una menor calidad de ajuste. Se recomienda, utilizar Puntos Biológicos de referencia dinámicos, para evitar problemas en la determinación de períodos para la relación Stock-Recluta. Para la mortalidad por pesca indican que el modelo debiese aplicar una versión continua para la mortalidad y no una discreta, y que el modelo en actual uso para establecer el estatus es poco flexible, además de incluir un modelamiento por periodos al interior del asociado a la sobrevivencia y la operación de las flotas.

Para el congrio dorado, se indica por parte de los expertos que no existen elementos que sustenten fuertemente la modelación de unidades poblacionales segregadas, y que sería posible modelar como una sola unidad poblacional, pero con diferenciación por zonas entre flotas (i.e. flota norte y sur). En el congrio el índice de abundancia (cpue), tiene alta importancia por no disponer de información de cruceros, la revisión del modelamiento y datos de los rendimientos y proceso de selección de variables da cuenta de problemas con los datos, aconsejándose rigurosidad en el tratamiento de los datos utilizados previo el proceso de estandarización. En relación con las proyecciones y de forma equivalente, se sugiere el uso de períodos recientes para el reclutamiento, mientras que la totalidad del período para evaluar la condición del stock.

2 Summary

This Final Report gives an account of the actions and results of the main stage of the FIPA 2022-12 project "Expert Review and Improvement Program (Benchmark) for the indirect stock assessment of Kingklip and Hoki". The milestones of the project, related to the development of Workshop 1 and 2, are described, the first being a review, while the second is about improving stock assessment. The workshops were held in person and were attended by two independent international experts of recognised trajectory, Dr. Jim Ianelli and Dr. Jesús Jurado-Molina.

Regarding the work carried out in these workshops, the main result was independent reports from the international experts and the national expert, Dr. Cristian Canales, referring to the elements to be considered from the perspective of reviewing the evaluations and referring to their improvement. The reports are included translated into Spanish and in their original language in English. The information that the experts worked on is presented, as well as the analysis platform used, which includes a GitHub site and a cloned site, where the algorithms and models used are hosted, as well as multiple model configurations and modern visualisation platforms that allow varied analysis and transfer of knowledge and tools for groups related to the evaluation of these resources. Also, access to progress reports 1, 2 and pre-final of the project is shared, to avoid a long and intricate document, focusing this report on the results of the workshops and how to access the information, analysis and models implemented.

The main recommendations by the international reviewers for both resources are described below, for hoki they point out that a model with more flexible characteristics such as the "JJM" model should be used, in this way, it would be possible to work on multiple hypotheses such as variable selectivities, selection of periods for estimation of stock-recruit relationship, catchability variations in index and time blocks. At the same time, they point out the need to facilitate access to the base information and look for ways to make it easier to manipulate and visualize the data, and there is a better understanding of the treatment of the information, before its use in the evaluation. About a model that uses information from the Atlantic, consider this to assess population productivity levels. Recent levels of recruitment should be used for projections, while the full series of model estimates should be considered to establish the status of the population. An outstanding aspect is that the model used for the consultancy

includes the acoustic information processed to account for an estimate of spawning biomass from the acoustic cruise. Experts point out that the acoustic information should not be modified in a treatment to account for an adult and/or spawning fraction, but should be included directly as presented by the acoustic evaluation group including the entire age fraction present on the survey.

Concerning the diagnosis of the model, it is established that several model proposals present a retrospective pattern of overestimation, in addition, it is indicated that the model responds better to the adjustment of the performance index (cpue), but that the adjustment of the cruise information shows a lower quality of adjustment. It is recommended to use dynamic Biological Reference Points to avoid problems in determining periods for the Stock-Recruit relationship. For fishing mortality, they indicate that the model should apply a continuous version for mortality and not a discrete one and that the model currently used to establish status is not very flexible, in addition to including a model by periods within the model associated with the survival and operation of the fleets.

For the kingklip, it is indicated by the experts that there are no elements that strongly support the modelling of segregated population units and that it would be possible to model as a single population unit, but with differentiation by zones between fleets (i.e. north and south fleet). In the kingklip, the abundance index (cpue) is of high importance due to the lack of information on cruises, the review of the modelling and yield data and the process of selection of variables accounts for problems with the data, advising rigour in the treatment of the data used before the standardization process. About the projections and equivalently, it is suggested to use recent periods for recruitment, while the entire period to assess the condition of the stock.

INDICE INFORME FINAL

INDICE ANEXOS INFORME FINAL

Tablas Informe Final

Figuras Informe Final

Tablas reporte expertos

Figuras reporte expertos

3 Antecedentes

Los procesos de revisión por pares o expertos independientes, como un proceso amplio y transparente han tenido el apoyo y reconocimiento de varias organizaciones e instituciones internacionales. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), ha recomendado a través del documento de Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable (FAO, 1997) exámenes frecuentes y transparentes de las evaluaciones de stock realizadas por pares. La verificación independiente de los procedimientos y técnicas aplicadas en las evaluaciones debe ser un proceso frecuente, que ayuda a evitar errores y garantiza que las decisiones de manejo sean tomadas en base a la mejor información disponible. En esta línea, en Chile desde el año 2011 a la fecha, se han realizado talleres de revisión experta para merluza común, merluza de tres aletas, congrio dorado, sardina común y anchoveta entre otros.

Considerando la importancia de las revisiones expertas y los nuevos requerimientos de los planes de manejo, se reinicia el ciclo de revisiones expertas, definiéndose un Proceso de Revisión experta a la asesoría científica para el congrio dorado (*Genipterus blacodes*) y de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en la pesquería demersal centro-sur y sur austral. En este marco, el proceso de revisión experta de pares independiente y periódica de datos y modelos busca elevar la calidad y confiabilidad de la asesoría científica para la gestión de las principales pesquerías nacionales. Así mismo, la mejora experta de las evaluaciones a partir del proceso de revisión permite la implementación de las recomendaciones y el mejoramiento de los enfoques de evaluación, consolidando una respuesta completa y una revisión de la condición de la población, centrada en consideraciones de nuevas fuentes de datos y modelos mejorados.

4 Composición equipo de trabajo del proyecto

4.1 Expertos internacionales y nacional

Profesional	Título	Función
James Ianelli	PhD. Pesquerías	Revisor independiente internacional para merluza de cola
Jesús Jurado-Molina	PhD. Pesquerías	Revisor independiente internacional para congrio dorado
Expertos Nacional	**Título profesional**	**Función**
Cristian Canales	Dr. Ciencias del Mar; M.Sc. Estadística	Conducción talleres revisión y mejoramiento. Coordinación equipos revisión.

4.2 Agencia Nacional

Personal profesional	Título profesional	Función
Claudio Gatica	M. Sc. Pesquerías. Biólogo Marino	Jefe Proyecto, coordinación, revisión material para expertos. Preparación de documento merluza de cola.
Aquiles Sepúlveda	Dr. Recursos Naturales. Biólogo Marino	Edición de documentos, contenidos para revisión.
Sergio Núñez	M. Sc. Oceanografía. Biólogo Marino	Coordinación. Interacción ambiente recurso.
Nicolás Alegría	Biólogo Marino	Revisión de información acústica. Reportería.
Marcos Arteaga	M. Sc. Pesquerías. Biólogo Marino	Preparación de documento congrio para expertos y datos. Reportería.
Lilian Cisterna	M. Sc. Pesquerías. Biólogo Marino	Parámetros de historia de vida, crecimiento y matrices composición por edad.
Sebastián Vásquez	M. Sc. Pesquerías. Biólogo Marino	Relación ambiente recurso, cambios productividad y régimen.
Milka Rubio	Traductor interprete	Traducción simultánea en taller presencial 1.

5 Objetivo del proyecto

Efectuar una revisión de pares y mejora experta de las evaluaciones indirectas de stock de los recursos congrio dorado y merluza de cola, desarrolladas por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en el marco del proceso anual de asesoría científica para el proceso de toma de decisión, con el objeto de presentar al Comité Científico Técnico los aspectos necesarios para el procedimiento de manejo base mejorado que se usará en las recomendaciones de estatus y CBA (Captura Biológicamente Aceptable).

5.1 Objetivos específicos

1. Proveer el soporte administrativo, técnico y logístico necesario para el cumplimiento de todas las actividades contempladas dentro del proceso de revisión y mejora experta, en coordinación con IFOP y la SSPA.
2. Gestionar la preparación y realización de talleres de trabajo de Revisión Experta de las evaluaciones de stock de los recursos congrio dorado y merluza de cola, en coordinación con IFOP, la SSPA y la dirección ejecutiva del FIPA.
3. Gestionar la preparación y realización de talleres de trabajo de Mejora Experta de las evaluaciones de stock de los recursos congrio dorado y merluza de cola, en coordinación con IFOP, la SSPA y la dirección ejecutiva del FIPA.
4. Asegurar el cumplimiento de la agenda definida por la SSPA e IFOP, tareas y resultados de estas revisiones y mejoras, así como la entrega oportuna de informes, datos y códigos a los expertos, debidamente traducidos, según corresponda.

6 METODOLOGÍA

Los puntos fundamentales para dar cumplimiento a un proceso de revisión fueron establecidos con las siguientes acciones y características:

a) Asegurar un proceso transparente e independiente de los revisores respecto de los diversos actores que forman parte de la pesquería.

b) Determinar el tipo de revisión experta que se requiere dados los Términos de Referencia (TdR).

c) Definir claramente los Términos de Referencia para el revisor, que determine sus obligaciones y límites de trabajo.

d) Establecer el material bibliográfico sobre el cual se desarrollará la revisión y asegurar su disponibilidad en tiempos y formatos.

e) Planificar y coordinar la interacción entre el revisor y los investigadores a cargo de la evaluación anual de stock de los recursos de interés (congrio dorado y merluza de cola), para clarificar y someter a discusión diversos puntos que sean de interés para el revisor.

f) Canalizar las revisiones en un formato apropiado para la Subsecretaría de Pesca.

Sobre estas actividades, la agencia nacional abordó las tareas de revisión, síntesis, redacción de reportes técnicos, organización de datos y traducción. Sin embargo, se debe destacar que la opinión final y de carácter independiente sobre las evaluaciones de stock en la revisión y mejoramiento recae en los expertos independientes.

6.1 Objetivo 1. Proveer el soporte administrativo, técnico y logístico necesario para el cumplimiento de todas las actividades contempladas dentro del proceso de revisión y mejora experta, en coordinación con IFOP y la SSPA.

Este objetivo es desarrollado de tal forma de permitir que las tareas específicas del proyecto, sean desarrolladas de forma óptima, dependiendo de una serie de acciones y logística, que dan cumplimiento y generan las condiciones de trabajo para la revisión de las evaluaciones.

Soporte Administrativo

1. Firma del contrato de proyecto.
2. Firma de boletas de garantía.
3. Consolidar los Términos de Referencia para revisores.
4. Consolidar las Declaraciones de Trabajo de los revisores.
5. Emitir una orden de compra por servicios de cada revisor donde se especifique: (a) declaración de trabajo, (b) Términos de referencia, (c) remuneraciones.
6. Firma de documento por parte de los revisores respecto de la confidencialidad de la información.
7. Consolidar los pagos a cada uno de los revisores en el formato que se estime conveniente y a los investigadores nacionales.

Soporte Técnico

1. Refinar los Términos de Referencia (TdR) para los revisores en conjunto con la Subsecretaría de Pesca.
2. Inspección de bases de datos, depuración, consolidación de base de datos en un formato genérico y de rápido acceso para revisores.
3. Desarrollo de revisiones bibliográficas, análisis y síntesis de información para generar el material bibliográfico para los revisores (incluyendo traducciones).
4. Coordinación y dirección de los talleres metodológicos para asegurar que se cubran todos los tópicos de los Términos de Referencia para los revisores.
5. Revisión de los informes de los evaluadores por parte del jefe del proyecto para identificar si todos los puntos requeridos fueron abordados y de formato apropiado (incluyendo traducciones inglés-español).

Soporte Logístico

Reuniones con SSPA para:

1. Coordinación general del proyecto.
2. Requerimiento de bases de datos.
3. Definir modificaciones a TdR y Declaraciones de Trabajo para los revisores.
4. Depurar la agenda de los talleres metodológicos y definir la lista de participantes.
5. Envío de datos a los investigadores nacionales a cargo de generar los reportes técnicos de apoyo bibliográfico.
6. Enviar todo el material bibliográfico que forma parte de la revisión a los revisores internacionales, con al menos 3 semanas de anticipación.
7. Hacer reservaciones de viaje y hospedaje para revisores internacionales
8. Coordinación y desarrollo del taller de revisión en Valparaíso acorde a las bases técnicas y dependiendo tanto de los acuerdos con la SSPA, la condición sanitaria y tiempos disponibles de los expertos.
9. Coordinación y desarrollo del taller de mejoramiento (Taller 2) en Valparaíso. De forma equivalente al taller de revisión.
10. Coordinación y desarrollo talleres metodológicos del equipo de trabajo para la implementación de modelo base con cambios estructurales. Así como, análisis complementarios de incertidumbre, sensibilidad y simulación de estrategia de explotación.
11. Envió de informes a los revisores y material generado de este proceso de revisión a la SSPA según los plazos acordados.

Contratación de Expertos

Un aspecto clave del proceso de revisión fue disponer de expertos internacionales de alto nivel e independientes. Al mismo tiempo, poseer un perfil de evaluador de stock con experiencia comprobable y con oficio en proceso de revisiones. En esta línea, se revisó las opciones actuales y se contactó y consolidó la participación de dos destacados expertos internacionales, quienes además ya han realizado revisiones en pesquerías nacionales, participado de talleres y revisión de evaluaciones de stock en pesquerías internacionales. A continuación, se presentan los expertos seleccionados para la presente revisión:

a) **Dr. James Ianelli**

Universidad de Washington (email: jim.ianelli@gmail.com). Experto en dinámica cuantitativa de poblaciones, contempla a su haber numerosos informes técnicos de evaluaciones de stock sobre recursos demersales en el mar de Bering e Islas Aleutianas. Posee alta habilidad en plataformas computacionales como ADMB, dictando gran cantidad de talleres y cursos en este ambiente de programación en todo el mundo. Presenta una alta competencia en revisiones independientes. En nuestro país, ha desarrollado revisiones para la merluza común y merluza del sur junto a la Dra. Anna Parma. El Dr. Ianelli es “chair person” del Comité Científico en la South Pacific Regional Fisheries Management Organisation, donde por más de una década ha conducido y coordinado la modelación del jurel.

b) **Dr. Jesús Jurado-Molina**

El Dr. Jurado-Molina se desempeña en la actualidad como auditor de varias pesquerías en México, Belice, Estados Unidos y China. Su trabajo está enfocado principalmente a valorar los principios I (Sustainable fish stocks), II (Minimising environmental impacts) y III (Effective management) de MSC standard.

Ha participado de diversas experiencias en el ámbito nacional, donde destaca su participación en el proyecto FIP 2008-23, implementando modelos mono y multi-específicos en la Pesquería Demersal Austral (PDA). Además, fue revisor de la evaluación de stock de la merluza de cola desarrollada el año 2009, en el programa interno de revisión y mejoramiento de las evaluaciones de stock del IFOP.

En el ámbito académico el Dr. Jurado–Molina ha desarrollado docencia en cursos de Post-grado en la Universidad de Concepción en temáticas de modelos ecosistémicos y desarrollo un modelo que incorpora el canibalismo en la población de merluza común. Un amplio número de publicaciones avalan su categoría, destacando en especial su conocimiento en modelos con interacciones tróficas como MSM, MSVPA y modelos con forzamiento ambiental (SEAPODYM) entre otros.

c) Dr. Cristian Canales

El Dr. Canales posee una extensa trayectoria de más de 22 años en la investigación aplicada al manejo de pesquerías chilenas. En su cargo como jefe de Departamento de Evaluación de Recursos del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), formuló e implementó variados modelos cuantitativos para la evaluación de las principales pesquerías chilenas junto al desarrollo de análisis de estrategias de explotación en diversos lenguajes de programación, donde se destaca su autoría en la primera evaluación de estrategias de manejo (EEM) en merluza de cola el año 2010 (evaluación-estimación) y en el desarrollo de investigación para la implementación de técnicas de simulación para la evaluación/validación de modelos de evaluación de stock y de manejo pesquero. En el ámbito internacional, ha participado por más de 10 años en el modelamiento y análisis del jurel del Pacífico en el marco de la Organización Regional de Pesca (SFRPMO), siendo uno de los co-autores del modelo JJM actualmente empleado en esta ORP.

En la actualidad, el Dr. Cristian Canales se desempeña como académico de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, impartiendo cursos de dinámica, evaluación y manejo de recurso acuáticos, liderando el Laboratorio de Dinámica de Poblaciones Marinas y Modelamiento Estadístico. Ha desarrollado asesoría experta a distintas instituciones nacionales e internacionales (e.g. Oceana, CIAM, Cámara Nacional de pesquerías de Ecuador). Ha participado en el proyecto FIPA 2017-51, donde realizó la modelación de selectividad y evaluación del efecto sobre la conservación de la merluza de cola.

6.2 Objetivo 2. Gestionar la preparación y realización de talleres de trabajo de Revisión Experta de las evaluaciones de stock de los recursos congrio dorado y merluza de cola, en coordinación con IFOP, la SSPA y la dirección ejecutiva del FIPA.

 # Taller Revisión Experta

La base de este objetivo se ha basado en el desarrollo de un taller de trabajo de revisión experta de congrio dorado y merluza de cola. Por lo tanto, las principales acciones han sido:

1. Revisar críticamente el enfoque de evaluación aplicado, las hipótesis de trabajo y el modelo conceptual respectivo y proponer mejoras.
2. Revisar los datos, indicadores, información y los parámetros de entrada al modelo de evaluación, con especial énfasis en los índices de abundancia empleados y en las claves talla-edad utilizada.

3. Recomendar mejoras al proceso de asesoría científica para el manejo en relación con la evaluación y determinación del estatus del recurso, sugerir estudios e investigaciones para elevar el conocimiento del recurso y reducir incertidumbre en la determinación del estatus.
4. Recomendar mejoras asociadas a la incorporación del enfoque ecosistémico en el proceso de asesoría científica para el manejo.
5. El taller de revisión experta se desarrolló entre los días 20 al 24 de marzo de 2023. Este objetivo implicó el desarrollo de un correcto taller tanto en los planos logísticos como técnicos, para lo cual la organización tanto logística como de información se inició tempranamente iniciado el proyecto, desarrollando tareas de coordinación entre instituciones, y la preparación y coordinación con los expertos internacionales. Adicionalmente, implicó asegurar la disponibilidad en las fechas acordadas de un recinto adecuado en la ciudad de Valparaíso, reportería, conducción del taller y soporte a la revisión.

6.3 Objetivo 3. Gestionar la preparación y realización de talleres de trabajo de Mejora Experta de las evaluaciones de stock de los recursos congrio dorado y merluza de cola, en coordinación con IFOP, la SSPA y la dirección ejecutiva del FIPA.

En relación con el desarrollo del primer taller de revisión, se establecieron las bases y necesidades de realización de mejoramiento de las evaluaciones de stock. Por ello, los contenidos presentados en el informe de avance 1, señalaron la existencia de varios elementos a mejorar y que determinaron realizar el Taller 2 de mejoramiento, en un formato de tipo presencial. A continuación, se presentan las acciones realizadas en el marco de mejoramiento de las evaluaciones de stock.

 # Taller Mejora Experta

1. Facilitar la implementación de las sugerencias de mejoras priorizadas en el proceso de revisión por pares, en caso de que dicho proceso no sugiera un cambio estructural del enfoque de modelación (sólo mejoras al modelo actual). En su defecto, (si se sugiere un cambio estructural al modelo) contribuir en el desarrollo e implementación del modelo base. En base a esto, y determinado por necesidades de mejoras estructurales se realizó:
- Revisión y/o proposición de un modelo conceptual de los procesos biológicos subyacentes al stock, los procesos de pesca y forzantes ambientales que lo impactan.

- Selección fundada de un subconjunto de modelos e información, respecto a procesos biológicos para evaluar hipótesis estructurales subyacentes al modelo conceptual.
- Análisis de la robustez estadística, sensibilidad, estimación de incertidumbre de la estimación estadística, así como, revisión del peso relativo de las piezas de información que son parte del modelo base.
- Análisis retrospectivos y otros afines, para evaluar coherencia entre variables de estado y flujo entre modelos alternativos.
- Con el modelo base seleccionado resultante, se exploró estrategias de explotación vigente utilizando indicadores de desempeño estadístico para representar el riesgo en términos probabilísticos.
- Fueron desarrolladas, acciones que permitieron facilitar la implementación de los resultados obtenidos.
- Para el taller de mejora experta una vez revisadas las opciones de agenda de los expertos y en acuerdo con las SSP, se determinó y solicitó autorización para desarrollarse durante la segunda semana de enero de 2024, solicitud que fue aprobada y que también implicó modificar las fechas de entregas de informes que se presentan en la sección de resultados. En este contexto, y como resultado del taller de revisión experta, se determinó por parte de los expertos el nivel requerido de mejoramiento y correcciones necesarias al enfoque y proceso de evaluación de los stocks de congrio dorado y merluza de cola. Por ello, finalizado el taller de revisión se consultó con los expertos su opinión referente a los puntos de mejoramiento. Luego, se manifestó por parte de los expertos cambios importantes en las evaluaciones, condición verificable en Reporte de expertos de Taller 1, contenido en su totalidad en Informe de Avance 1 (Gatica et al., 2023). Adicionalmente, en reunión de coordinación con SSPA se preparó documento de lineamiento para expertos en relación con prioridades y contenidos para el trabajo del Taller 2 (anexos, Documento 1).

6.4 Objetivo 4. Asegurar el cumplimiento de la agenda definida por la SSPA e IFOP, tareas y resultados de estas revisiones y mejoras, así como la entrega oportuna de informes, datos y códigos a los expertos, debidamente traducidos al inglés, según corresponda.

Agenda del proyecto

Las Declaraciones de Trabajo contienen una agenda tentativa de los talleres y reuniones en Valparaíso, pero su contenido como se señaló en objetivo 3 y 4, fue ajustado en relación a los acuerdos entre el coordinador del proyecto y la SSPA, con el único fin de permitir un mejor trabajo entre las etapas del proyecto.

El cronograma del proyecto presentó entonces las siguientes actividades:

a. Coordinación y planificación del proyecto

b. Recopilación y obtención de información

c. Análisis de información

d. Preparación, redacción y envío de reportes para revisores

e. Coordinación y desarrollo taller revisión en Valparaíso.

f. Coordinación y desarrollo taller de mejoramiento en Valparaíso.

g. Taller de trabajo en modelación para modelo base o modificaciones de modelos en actual uso para establecer el estado del recurso.

h. Envío de Reportes Técnicos

Coordinación y planificación del proyecto

En esta primera actividad el coordinador del proyecto se reunió con los profesionales de SSPA que están involucradas en este proyecto, para acordar las modificaciones a los TdR para los revisores, verificar las fechas de los talleres, contenido, los participantes, etc.

Recopilación y obtención de información

Se agendó una reunión de trabajo con la SSPA para determinar los plazos y formatos de entrega de la información, durante las primeras semanas de ejecución del proyecto. Se revisó y consolidó la información bibliográfica disponible que formará parte de la revisión y se ajustó a los TdR para los revisores. Fueron considerados documentos para el proceso de revisión, además del informe integral de estudio de CTP correspondiente.

- Documentos base que consolidan la información bibliográfica histórica existente para cada recurso (congrio dorado y merluza de cola). Esto incluye parámetros de historia de vida, distribución espacial, historia de la pesquería, captura, programas de seguimiento, información de lectura de edad y crecimiento, una revisión histórica de la estructura de los modelos de evaluación que se han utilizado en el pasado, etc. Este trabajo estará principalmente basado en informes de evaluaciones directas, indirectas, otros reportes técnicos y manuscritos en revistas de corriente principal.

- Documentos técnicos que consolidan la información sobre captura, esfuerzo e índices de abundancia (i.e. acústica) (congrio dorado y merluza de cola). Este documento generado por la agencia nacional permite guiar a los revisores en la base de datos. A partir de la información generada y de las bases de datos depuradas y disponibles en formatos de rápido acceso.

- Documentos correspondientes a los informes de CTP informados para la revisión para cada recurso, estos documentos son explícitamente los informes de CTP utilizados para los recursos merluza de cola y congrio dorado en la asesoría del año 2022, y recomendaciones de cuota para el año 2023. En la presente revisión los documentos y estudios específicos analizados correspondieron a los siguientes informes por recurso:

- PRIMER INFORME TÉCNICO. "Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentable de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2022". Merluza de cola, 2023. Subsecretaría de Economía y EMT /septiembre 2022.
- PRIMER INFORME TÉCNICO. Convenio de desempeño 2022. "Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2023". Congrio dorado norte. Subsecretaría de Economía y EMT/septiembre 2022.
- PRIMER INFORME TÉCNICO. Convenio de desempeño 2022. "Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos

pesqueros nacionales, año 2023". Congrio dorado sur. Subsecretaría de Economía y EMT/Septiembre 2022.

Sobre la base de datos:

Una vez iniciado el proyecto (26 de septiembre de 2022), se comenzó con la revisión de la información necesaria para las tareas del proyecto, determinándose los siguientes componentes base para el desarrollo del estudio:

- Datos y parámetros de entrada que se utilizaron en las evaluaciones de stock para el cálculo de cuota para merluza de cola y congrio dorado.
- Bases de datos de los programas de seguimiento de congrio dorado y merluza de cola, constituido por:

◦ muestreo Biológico Específico

◦ muestreo de longitudes

◦ bitácora de pesca

◦ registro de actividad artesanal

- Bases de datos de las evaluaciones acústicas de merluza de cola.
- Información proveniente de los programas de lectura de edad, incluyendo claves talla-edad e información requerida para calcular las matrices de captura a la edad de cada flota.

Análisis de información

La información para el cumplimiento de los objetivos incluyó revisar formato de la información, chequeo de datos y unidades para uso e implementación de modelos de evaluación. Los análisis incluyeron, entre otros, la revisión de las claves talla-edad y composiciones por edad.

Preparación, redacción y envío de reportes para revisores

Entre los meses 2 a 4 del desarrollo del proyecto, se trabajó en la preparación de cada uno de los informes técnicos, esto incluyó la traducción de los documentos al idioma inglés. Estos documentos fueron enviados durante la primera semana de enero de 2023 a los revisores expertos independientes. En relación con los informes de CTP y modelos implementados (datos y códigos base), estos se encontraron disponibles para los expertos independientes el 6 de diciembre de 2022, con lo cual tuvieron tiempo de familiarizarse con la información de entrada a los modelos, plataforma utilizada, y aproximación metodológica de la evaluación de stock.

Taller 1 (20-24 marzo de 2023)

El taller 1, correspondiente a la revisión de las evaluaciones de stock fue desarrollado entre los días 20 a 24 de marzo de 2023. Un detalle completo de esta etapa del proyecto y que incluye el hito del taller 1, se puede ver en el Informe de Avance 1 del proyecto (Gatica *et al*., 2023). De la misma forma en sitio de Google (https://sites.google.com/view/proyecto-fipa-2022-12/inicio), se tiene acceso al material utilizado para el desarrollo del taller 1, y que incluye documentación, presentaciones, informes y reportes que son parte del Informe de Avance 1.

Informe de Avance 1 y 2

En relación con el Informe de avance 1, este fue entregado al FIPA para su revisión con fecha 24 de mayo de 2023, siendo aprobado el 20 de junio de 2023. Con este hito, y dadas la necesidad de mejoras importantes identificadas para las evaluaciones, el **Taller 2** de mejoramiento, originalmente de formato remoto, fue desarrollado en forma presencial, apoyado por la gestión de la Subsecretaría de Pesca y el FIPA, para la generación de fondos necesarios y un agendamiento entre los días 9 y 12 de enero de 2024 en la ciudad de Valparaíso.

El informe de avance 2 (Gatica *et al*., 2024), fue enviado al FIPA con fecha 12 de marzo de 2024, siendo aprobado el informe con fecha 30 de abril de 2024.

Preparación, taller 2 de mejoramiento de las evaluaciones de stock

Con la consolidación del taller 1, soportado en la aprobación del Informe de Avance 1, se continúo con las tareas necesarias que incluyeron labores de coordinación con la Subsecretaría de Pesca, para consolidar un documento de lineamientos para el trabajo y preparación del taller 2, donde los expertos dieron cuenta de las mejoras que proponen e implementan en las evaluaciones (https://sites.google.com/view/proyecto-fipa-2022-12-workshop/inicio) . El resultado de estas acciones se informa en la sección de resultados con un documento de lineamiento, la agenda principal de trabajo y los contenidos trabajados en el taller 2, así como, el "Informe de expertos Taller 2", y las plataformas de trabajo desarrolladas.

Preparación taller de difusión Proyecto FIPA 2022-12

Una vez realiza la entrega del Pre-informe Final, se coordinó con la Subsecretaría de Pesca el desarrollo del taller de difusión de resultados del Proyecto. Se acuerda su desarrollo en formato remoto, además se contruye un site del taller (https://sites.google.com/view/tallerdifusionfipa202212/inicio) con detalles de la actividad (fecha, plataforma de enlace y agenda de la reunión). Este taller se programó para el día viernes 26 de Julio de 2024, para poder incorporar su contenido al Informe Final del proyecto.

Envío de reportes técnicos

Conforme al desarrollo del proyecto y las modificaciones en formatos y plazos requeridos por el FIPA, asociado con el hito de desarrollo del **#Taller 1** "Revisión de las evaluaciones de stock de merluza de cola y congrio dorado", desarrollado entre los días 20 al 24 de marzo de 2023. Los informes de reportes de parte de los expertos fueron enviados al jefe de Proyecto, Sr. Claudio Gatica con fecha 23 de abril 2023.

En relación con los informes de avance 1 y 2, las fechas establecidas por el FIPA para entrega de informes fueron:

a. Un **informe de avance N° 1**, a entregar el 24 de mayo de 2023, conteniendo todas las actividades ejecutadas y resultados obtenidos a la fecha, según la propuesta explicitada por el consultor en su oferta técnica.

b. Un **informe de avance N° 2**, a entregar el 12 de marzo de 2024, conteniendo todas las actividades ejecutadas y resultados obtenidos a la fecha, según la propuesta explicitada por el consultor en su oferta técnica.

c. Un **Pre-informe Final**, a entregar el 12 de junio de 2024, conteniendo todos los resultados consignados en las bases técnicas del proyecto.

d. Un **Informe Final** a entregar el 12 de agosto de 2024.

7 Resultados

7.1 Objetivo 1. Proveer el soporte administrativo, técnico y logístico necesario para el cumplimiento de todas las actividades contempladas dentro del proceso de revisión y mejora experta, en coordinación con IFOP y la SSPA.

7.1.1 Soporte administrativo, técnico y logístico

La agencia nacional una vez iniciado del proyecto con fecha 26 de septiembre de 2022, desarrollo 3 bloques de actividades destinadas al logro de los objetivos del proyecto FIPA 2022-12, estas actividades correspondieron a tareas de:

Soporte Administrativo

a) Firma del contrato de proyecto.
b) Firma y gestión de boletas de garantía.
c) Revisión de TdR para revisores expertos.
d) Consolidación de declaraciones de trabajo de revisores.
e) Consolidar la forma de pagos para los revisores en el formato que estime conveniente.
f) Preparación y firma de contrato con institución subcontratada.

Soporte Técnico

a) Revisión de los TdR para los revisores en conjunto con la Subsecretaría de Pesca.
b) Inspección de bases de datos, depuración, consolidación de base de datos en un formato genérico y de rápido acceso para revisores.
c) Desarrollo de revisiones bibliográficas, análisis y síntesis para generar el material bibliográfico para los revisores.
d) Coordinación y dirección de los talleres metodológicos para asegurar que se cubran todos los tópicos de los TdR.
e) Revisión de los informes de los evaluadores por parte del coordinador del proyecto para identificar si los puntos requeridos fueron abordados y de formato (incluyendo traducciones inglés-español).

Soporte Logístico

Reuniones con el FIPA y SSPA destinadas a:

a) Coordinación general y aclaración de materias a revisar.
b) Requerimiento de bases de datos y establecimiento de coordinadores (representantes por institución. Por parte de la Subsecretaria de Pesca el coordinador designado fue el sectorialista Sr. Jorge Farías y como coordinador por parte del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), el Sr. Francisco Contreras Mejías.
c) Definir modificaciones a TdR y Declaraciones de Trabajo para los revisores y comunicación a revisores y clarificación de consultas.
d) Definición de agenda de talleres metodológicos y preparación de lista de participantes en conjunto con la SSPA.
e) Envío de datos y modelos a los investigadores nacionales a cargo de generar los reportes técnicos de apoyo bibliográfico.
f) Enviar del material bibliográfico que forma parte de la revisión a los revisores internacionales.
g) Gestiones para el viaje y alojamiento de expertos internacionales, por medio de reservaciones de viaje y hospedaje para revisores internacionales
h) Coordinación y desarrollo del **# Taller 1** "Revisión de las evaluaciones de stock" en la ciudad de Valparaíso entre los días 20 y 24 de marzo de 2022 y gestiones para desarrollo de **# Taller 2** " Mejoramiento de las evaluaciones de stock", desarrollado en la segunda semana de enero de 2024, lo que implicó conversaciones con el equipo de expertos internacionales, el FIPA y la SSPA, coordinadores del IFOP y posterior formalización vía solicitud al FIPA.

7.1.2 Actividades desarrolladas

En la presente sección se describen en orden cronológico, las tareas realizadas en relación con el proyecto, y desarrollo de actividades para complimiento de objetivo según agenda (Tabl 1).

Tabl 1. Actividades e hitos del proyecto de revisión de las evaluaciones de merluza de cola y congrio dorado.

N°	actividad	Fecha	Participantes	Objetivo/acciones
1	Inicio proyecto	26/09/2022	Agencia Ejecutora Nacional (Instituto de Investigación Pesquera, Inpesca)	Coordinación equipo de trabajo del proyecto en relación con adjudicación y tareas a desarrollar para puesta en marcha.
2	Reunión Inicial	13/10/2022	SSPA-FIPA-PUCV-Inpesca	Reunión oficial telemática con representantes Fondo de Investigación Pesquera (FIPA), Subsecretaría de Pesca (SSP), Instituto de Investigación Pesquera y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), donde se revisan los objetivos del proyecto, los Términos Técnicos de Referencia (TdR), fechas de compromisos del proyecto, las metodologías y alcances técnicos para desarrollo de hitos relevantes asociados con Taller de Revisión (T1) y Taller de Mejoramiento (T2). Se dispone de acta oficial aprobado por SSPA y FIPA.
3	Envio de acta a FIPA	18/10/2022	Agencia Ejecutora Nacional -FIPA	Acorde a los TTR, se envía acta de reunión inicial al FIPA

				y SSPA con el objeto de formalizar compromisos y acuerdos técnicos (anexos, **Acta 1**). Dicha acta fue aprobada por el FIPA el 19/10/2022.
4	Solicitud de información e informes para fines del proyecto	21/10/2022	Agencia Ejecutora Nacional-SSPA	Por medio de carta, se solicita al encargado de la SSPA para los fines del proyecto, Sr. Jorge Farías, la información necesaria para iniciar el proyecto en las tareas de preparación de información y datos para los expertos internacionales independientes.
5	Reunión coordinación entre agencia e institución asociada a revisión de evaluaciones.	09/11/2022	Agencia Ejecutora Nacional -IFOP-SSP-FIPA	Reunión de difusión del proyecto desde la Agencia a representantes de IFOP, para acordar y clarificar características del proyecto, coordinación de fechas para taller, requerimientos de cooperación en relación con información y procedimiento de interacción por medio de designación de coordinadores por institución. Los detalles de esta reunión presencial en la ciudad de Valparaíso Hotel

				Diego de Almagro) se presentan en anexos, **Acta 2**.
6	Reunión coordinación para T2	14/11/2022	Agencia Ejecutora Nacional-FIPA-SSP	En relación con mejoramiento y modificación de formato de taller 2, se coordinan cambios en la fecha para realizar Taller de Mejoramiento (T2). Se acuerdan acciones de consulta a expertos por modificación de formato y fecha para noviembre de 2022 en modalidad presencial. Los detalles de la reunión se presentan en anexos, **Acta 3**.
7	Oficio - mail	15/11/2022	Agencia Ejecutora Nacional-SSPA	Se envía oficio a SSPA para solicitud formal de información e informes objeto de la revisión para gestión con IFOP
8	Correo electrónico	05/12/2022	Agencia Ejecutora Nacional -SSP	Se recibe información e informes de forma oficial para el proceso de revisión por parte de la agencia.
9	Correo electrónico	06/12/2022	Agencia Ejecutora Nacional-SSPA	Se solicita complementar la información recibida para la revisión con información de procesos de estandarización de series de rendimientos.
10	Correo electrónico	06/12/2022	Agencia Ejecutora Nacional-Expertos	Son enviados los informes objeto de revisión correspondientes a la asesoría

				desarrollada el año 2022 a los expertos, junto con la información de modelos y datos utilizados en la implementación del modelo de evaluación, recibiéndose de parte de los expertos la confirmación de expertos y acceso.
11	Reunión	16/12/2022	Agencia Ejecutora-expertos	Se desarrolla una reunión telemática con los expertos para revisar y explicar la agenda de trabajo del taller 1 y aclarar consultas relacionadas con información o referida a modelos proporcionados por IFOP.
12	Correo electrónico	21/12/2022	Agencia Ejecutora nacional-SSP	Se recibe por parte de IFOP vía la SSPA la información detallada del proceso de modelación de las series de rendimiento, códigos y datos utilizados. Al mismo tiempo se da acceso a este material a los expertos internacionales.
13	Correo electrónico	26/12/2022	Agencia Ejecutora nacional-FIPA	Se envía, acorde a compromisos carta de solicitud al Fondo de Investigación Pesquera para modificar fecha de Taller 2 en coordinación con

				disponibilidad de expertos y acuerdo de modificación de modalidad remota a presencial.
14	Correo electrónico	03/01/2023	Agencia Ejecutora Nacional -expertos	Es suministrado a los expertos el material de apoyo para la revisión preparada por la agencia nacional para conocimiento de los expertos en documentos específicos por recursos: d1, d2, d3, d4 y d5
15	Correo	05/01/2023	Agencia-expertos-SSP-IFOP	Se consulta a diferentes instituciones e investigadores ligadas al proyecto sobre la agenda propuesta con el objeto de recibir consultas o sugerencias. Al manifestar acuerdo sobre ella, se utiliza para el desarrollo del taller 1 de revisión de la evaluación de stock. (anexos, **Doc. Agenda taller 1**)
16	Reunión telemática	02/03/2023	Dr. Wiff –Agencia Ejecutora Nacional –SSPA -Expertos internacionales	Reunión telemática con Dr. Rodrigo Wiff (CAPES-UC). El objetivo principal fue dar a conocer aspectos de la biología y dinámica poblacional a expertos internacionales independientes. El desarrollo y contenido de la reunión se

				presenta en minuta y presentación (**Minuta M1, Pres_1**)
17	Reunión telemática	09/03/2023	Agencia Ejecutora Nacional-SSPA-Expertos internacionales	Reunión telemática entre expertos internacionales y sectorialistas de la SSPA para presentar a los expertos por parte de la SSPA los elementos principales de interés para el manejo de las pesquerías. La minuta de la reunión incluye un resumen de los temas discutidos (anexo, **Minuta M2**).
18	Desarrollo **TALLER 1**	**20-24** marzo de 2023	SSPA-IFOP-Agencia Nacional-Expertos Internacionales, CAPES, Comité Científico y de Manejo, administradores, etc	Realización Taller 1 Revisión. En Informe de Avance 1 (Gatica et al., 2023), se encuentra descrito en detalle el taller, así como, los resultados del mismo y documentos de expertos con el contenido de su revisión,
19	correo	24/4/2023	Expertos-Agencia	Envió de reporte de expertos a Agencia Nacional
20	correo	25/4/2023	Agencia-SSPA	Envio a SSP (Sr. Jorge Farias) de documento de expertos del Taller 1
21	correo	24 /5/2023	Agencia-FIPA-SSPA	Envió Informe de Avance 1 al director del FIPA
22	Reunión telemática	13/6/2023	Agencia-SSP	Reunión de coordinación preparación Taller 2 (**Acta 4**)

23	correo	20/6/2023	FIPA-Agencia	Aprobación Informe de Avance 1
24	Reunión telemática	28/6/2023	Agencia-SSP	Coordinación taller 2 y documento lineamiento para expertos (anexos, **Documento 1**).
25	Reunión telemática	19/7/2023	Agencia-expertos	Revisión formato taller 2 y lineamientos principales.
26	Desarrollo **TALLER 2**	9-12/1/2024	Agencia/SSPA/IFOP	Taller mejoramiento con participación de expertos.
27	correo	12/2/2024	Expertos-Agencia	Envió de reporte por expertos y recepción
28	correo	12/3/2024	Agencia-FIPA	Envio Informe de avance 2
29	correo	30/4/2024	FIPA-Agencia	Aviso aprobación Informe de Avance 2
30	correo	12/6/2024	FIPA-Agencia	Envio Informe Pre-final
31	remoto	26/7/2024	FIPA-Agencia-SSPA-CM, CCT, investigadores.	TALLER DIFUSIÓN (anexos, Documento Taller de Difusión de resultados)
32	correo	12/8/2024	FIPA-Agencia	Envió Informe Final

7.2 Objetivo 2. Gestionar la preparación y realización de talleres de trabajo de Revisión Experta de las evaluaciones de stock de los recursos congrio dorado y merluza de cola, en coordinación con IFOP, la SSPA y la dirección ejecutiva del FIPA.

Acorde con las tareas administrativas, técnicas y logísticas descritas en la sección de resultados del Objetivo 1. La preparación y realización del Taller **# 1** "*Revisión experta de las evaluaciones de stock de los recursos congrio dorado y merluza de cola*", se consolidó en el desarrollo del taller acorde con agenda del proyecto entre los días 20 al 24 de marzo de 2023 en el Hotel Diego de Almagro de la ciudad de Valparaíso. Entre las tareas específicas desarrolladas para este taller, se ejecutaron las siguientes acciones:

a) Preparación y difusión de agenda.
b) Conformación de listado de participantes en coordinación con SSPA.
c) Construcción y mantención de un sitio (Fig 1) de Google (https://sites.google.com/view/proyecto-fipa-2022-12/), para difusión de información y contenidos del proyecto y taller con documentos para expertos internacionales, participantes del taller, agenda y presentaciones por recursos La totalidad de documentación de expertos, así como, las presentaciones utilizadas están disponibles y habilitadas en el sitio señalado. Las secciones incluidas en la página incluyen:
   - Objetivos general y específico.
   - Información relativa a modalidad de audio español e inglés.
   - Enlace remoto reunión e instrucciones para acceso.
   - Documentos suministrados a expertos y presentaciones del taller por recursos.
   - Lugar de desarrollo del taller y agenda.
   - Equipo de revisores.

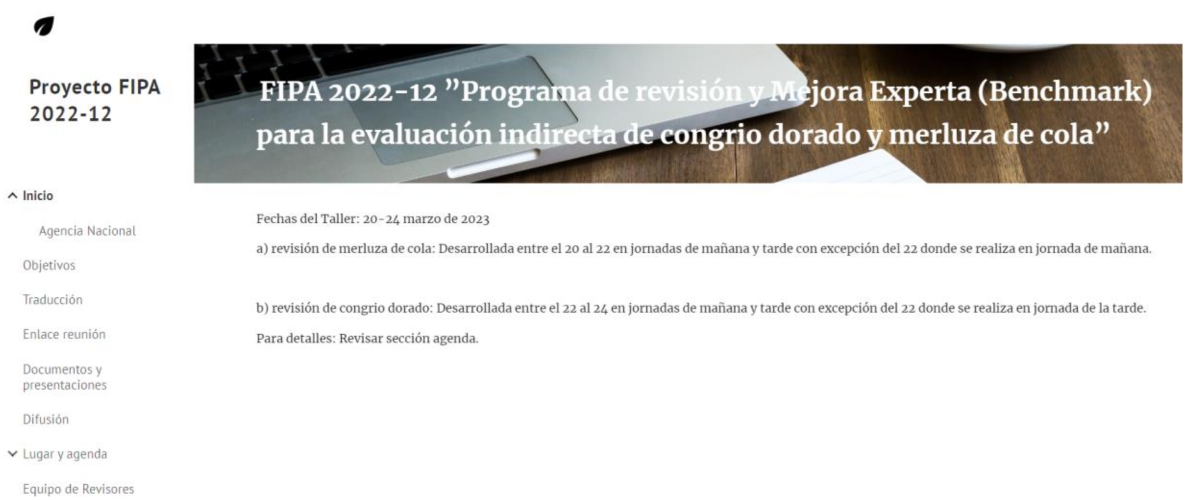


Fig 1. Portada de sitio Google site del proyecto FIPA 2022-12 Taller 1.

d) Implementación de plataforma para participación de invitados por vía remota en formato de webinar Streaming. En Google site, se incluyó enlace e instrucciones para conexión remota vía enlace de Microsoft Teams. En esta misma plataforma, fue posible realizar un seguimiento de la asistencia de personas conectadas, así como, grabación de reuniones para fines de registro y apoyo de reportería.

e) La participación de expertos internacionales y los TdR establecieron la existencia de traducción simultánea en el taller para facilitar el seguimiento de las reuniones de participantes presenciales y remotos, así como también, para el experto internacional cuando recibió comentarios en idioma español.

f) Los documentos de apoyo para expertos por parte de la agencia, se encuentran disponibles en Informe de Avance 1 (Gatica et al., 2023) y sitio correspondiente Taller 1.

7.3 Objetivo 3. Gestionar la preparación y realización de talleres de trabajo de Mejora Experta de las evaluaciones de stock de los recursos congrio dorado y merluza de cola, en coordinación con IFOP, la SSPA y la dirección ejecutiva del FIPA.

En relación con la gestión para la realización del **Taller # 2** "Mejora experta de las evaluaciones de stock de los recursos congrio dorado y merluza de cola", según se describe en sección de objetivo 1, fueron realizadas diversas gestiones para desarrollar este taller en forma presencial en la segunda semana de enero de 2024, para ello se coordinó con el FIPA y la SSPA, modificar la agenda del proyecto a la vez de coordinar con el Instituto de Fomento Pesquero, la posibilidad de realizar la actividad en el mes señalado. Además, y como elemento clave, se gestionó con ambos expertos internacionales Dr. Jim Ianelli y Dr. Jesús Jurado-Molina la consulta para disponer de su presencia en Chile.

Fueron revisadas las actividades y alcances del # Taller 2, basados en el informe de expertos del Taller 1 (ver en Informe de Avance 1, Gatica et al., 2023) y documento de lineamiento para expertos (anexos, Documento 1). De igual forma que en Taller 1, se creó un site de Google para el taller 2 (Fig 2) (https://sites.google.com/view/proyecto-fipa-2022-12-workshop/inicio) donde los expertos compartieron los documentos: JanReportDay1.html; JanReportDay2.html; JanReport_Ling_Dia1.html y JanReport_Ling_Dia1.html. Estos documentos fueron generados en un sistema de código abierto para trabajo científico y técnico denominado quarto (https://quarto.org/), que permite enlazar los análisis y documentación, desarrollados por los expertos en el taller. Por lo tanto, permite visualizar el trabajo desarrollado y alojado en github (Link contenido en reporte de expertos 2 y site de respaldo en drive).

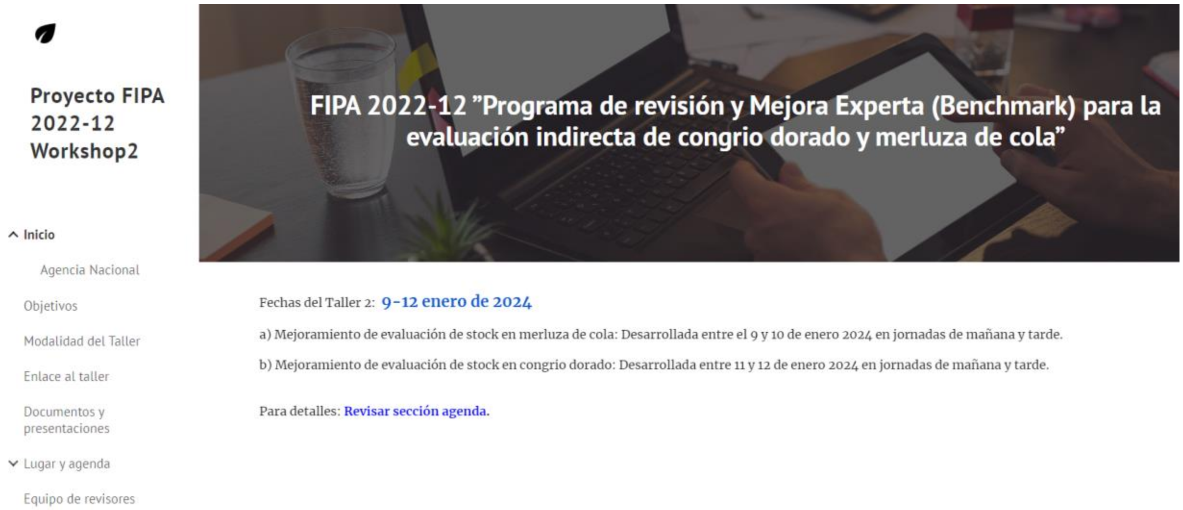


Fig 2. Portada de sitio Google site del proyecto FIPA 2022-12 Taller 2.

7.4 Objetivo 4. Asegurar el cumplimiento de la agenda definida por la SSPA e IFOP, tareas y resultados de estas revisiones y mejoras, así como la entrega oportuna de informes, datos y códigos a los expertos, debidamente traducidos, según corresponda.

El objetivo 4, se basa fundamentalmente en el acceso oportuno y organizado del material para la revisión al equipo de expertos independientes. Como consta en objetivo 1 y detalle de actividades (Tabl 1), la totalidad del material fue provisto oportunamente y organizado para el equipo de expertos independientes, quienes tuvieron acceso a:

a) Informes de CTP de los recursos congrio dorado norte y sur, año 2022.
b) Informe de CTP para merluza de cola, año 2022.
c) Datos de entrada y modelos implementados en AD Model Builder para el recurso congrio dorado norte y sur de la asesoría 2022.
d) Datos de entrada y modelos implementados en AD Model Builder para el recurso merluza de cola, asesoría 2022.
e) Datos y modelo de estandarización de la CPUE utilizada para la evaluación de stock de congrio dorado.
f) Datos y modelo de estandarización de la CPUE utilizada para la evaluación de stock de merluza de cola.

El objetivo 4, queda determinado por la ejecución de los objetivos previos y la consolidación se verifica en la realización de los talleres 1 y 2. Luego, por la entrega de los reportes por parte de los expertos y finaliza en la entrega de los informes de avance 1 y 2, informe Pre-final y Final. En este esquema, de forma previa a la entrega del Informe Final, fue desarrollado el Taller de difusión del proyecto, para ello se construyó un site (https://sites.google.com/view/tallerdifusionfipa202212/inicio), donde se presentó la información del taller y contenidos (Fig 3). El reporte de este taller, se incluye en sección de anexos (Documento Taller difusión FIPA 2022-12).

Fig 3. Portada de sitio Google site del proyecto FIPA 2022-12 (Taller de Difusión).

En consecuencia los hitos del proyecto, se resumen en las siguientes acciones (Tabl 2).

Tabl 2. Principales actividades desarrolladas en proyecto FIPA 2022-12.

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	FECHA
1	Taller 1 “Revisión evaluación de stock”	20-24 marzo de 2023
2	Informe de Avance 1	24 mayo de 2023
3	Taller 2 “Mejoramiento evaluación de stock	9-12 enero de 2024
4	Informe de Avance 2	12 marzo de 2024
5	Informe Prefinal	12 junio de 2024
6	Taller difusión	26 julio de 2024
7	Informe Final	12 agosto de 2024

Finalmente y acorde a las actividades del proyecto, uno de los principales productos se verifica en los informes de los expertos, los cuales por su carácter de revisión independientes se incluyen en su estructura y edición original, y adicionalmente en una versión traducida por la agencia.

7.4.1 Reporte Expertos Internacionales Taller 1 (version traducida)

Revisión experta independiente de la evaluación de stock de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) y congrio dorado (*Genipterus blacodes*) en Chile.

Jim Ianelli

Jesús Jurado-Molina

1 Resumen ejecutivo

Los términos de referencia y las tareas de la revisión son presentados en la especificación del trabajo (Anexo 1). Detectamos que éstas difieren de los principales tópicos presentados en los documentos. Los principales documentos de la "evaluación" se mueven principalmente en torno a cómo aplicar y juzgar una evaluación con propósitos de manejo. Por ejemplo, las secciones de los reportes de merluza de cola (Cuadro 1) y congrio (Cuadro 2) muestran:

Cuadro 1. Versión traducida de la sección 3.1 del reporte de merluza de cola

Reformular el procedimiento actual de evaluación y gestión (objetivo específico 1) Desarrollar un procedimiento de evaluación y gestión (MP) para regular la intensidad pesquera ejercida en las áreas de pesca, de acuerdo con el estado del recurso en esas áreas, con los mejores datos e información disponibles, aplicando reglas de control de acuerdo a los objetivos de conservación y gestión recomendados por el Plan de Manejo y las consideraciones establecidas por la Subsecretaría para ese fin: I. Reformular el actual procedimiento de evaluación y manejo, para asegurar el logro de los objetivos de conservación del recurso y manejo de su pesquería, de acuerdo a su estatus en las respectivas unidades pesqueras, considerando las estrategias y reglas de decisión recomendadas en el Plan de Manejo y las consideraciones que establezca la Subsecretaría. II. Implementar un procedimiento de evaluación y manejo relevante al estado del recurso en sus unidades de pesca, determinando el estado del recurso y recomendando capturas biológicamente aceptables (ABC) para esas unidades. III. Evaluar bajo incertidumbre la probabilidad de lograr los objetivos de conservación y manejo para las áreas de estudio, de acuerdo con los horizontes y escalas geográficas consideradas en el plan de manejo, considerando los lineamientos establecidos por la Subsecretaría para tal efecto. IV. Identificar las fuentes de incertidumbre relevantes, asociadas a errores de observación, modelo, proceso, estimación e implementación y analizar su impacto en los resultados de la evaluación y recomendaciones para la explotación del recurso, por unidad de pesca.

Cuadro 2. Versión traducida de la sección 1 del reporte de Congrio.

1.1 Objetivo General

En el marco del establecimiento de cuotas globales y anuales de captura, implementar el procedimiento de manejo vigente para la pesquería de congrio dorado norte, actualizando el estatus en base a los datos e información establecida y aplicando la regla de control de captura que corresponda según el plan de manejo o la que se determine en ausencia de este.

1.2 Objetivos específicos

- Detallar y protocolizar el procedimiento de manejo vigente para la pesquería.
- Implementar el procedimiento de manejo vigente, determinando el estatus del recurso y la captura biológicamente aceptable (CBA).
- Evaluar bajo incertidumbre la probabilidad de alcanzar los objetivos de manejo en plazos definidos bajo el procedimiento de manejo vigente.
- Detallar y analizar las fuentes de incertidumbre relevantes asociadas a errores de

Concluimos que el principal problema para el actual proceso de revisión y evaluación es que se necesita una clara separación entre juzgar la calidad y aspectos técnicos de las evaluaciones y cómo éstas son utilizadas para asesorar y desarrollar medidas de conservación y manejo. Para reiterar, la estructura del proceso anual de revisión (y de revisión "benchmark" si se trata de más largos intervalos) debiera ser, revisar

1) Los datos y diagnósticos específicos acerca de su recolección, incluyendo brechas significativas y cómo éstos son tratados (i.e. en la estandarización de la CPUE o cambios en patrones de la población relativos a su disponibilidad a los cruceros).

2) La "evaluación de stock"—debe contener elementos que provengan del paso anterior e incluir cómo se llegó a adoptar dichas decisiones basadas en estadísticas reales comparando modelos alternativos. Esto proporcionaría más transparencia en la forma en que se consideran y recomiendan los modelos. Deben incluir estimaciones fiables de las medidas de incertidumbre tanto estructurales como las provenientes desde el modelo. Los diagnósticos que se muestran en los documentos podrían mejorarse considerablemente.

3) La aplicación de la evaluación para orientar las medidas reales de conservación y gestión. Los documentos se centraron en cómo se aplicaron los procedimientos de gestión, sin una orientación más clara sobre la aceptabilidad de la evaluación.

Se agradece la transparencia de la evaluación actual al proporcionar los datos al equipo de revisión, así pudimos ser capaces de evaluar estos datos y supuestos en un formato alternativo junto con alguna documentación y sensibilidades (ver Anexo 2).
Además, en nuestra opinión, el sistema de evaluación y gestión para estas poblaciones (y quizás otras) podría beneficiarse al tener un conjunto claro de directrices sobre el contenido. Con este fin, proporcionamos un ejemplo de esquema de evaluación de las poblaciones como el presentado en el Anexo 3.
La evaluación de stock de merluza de cola ha sido desarrollada después de algunas revisiones y refinamientos desde 2011. El software y el modelo tienen una estructura compleja debido al tratamiento de la secuencia de capturas históricas. Específicamente,
Al igual que con las otras evaluaciones revisadas durante esta semana, identificamos que los diagnósticos estaban incompletos y deberían complementarse. Con tal fin, debe identificarse y utilizarse claramente una estructura general de evaluación de las poblaciones.
En merluza de cola:

- Mejoras potenciales para la estandarización de CPUE
- Modelo estándar
- Abandonar el aspecto temporal
- Puntos de referencia estándar
- Comparar las tasas de explotación, ¿difieren entre ellas?
- Diagrama de Kobe en merluza de cola fue esfuerzo de pesca
- La expresión de la incertidumbre debiera ser en variables reales, no valores proxy
- Hablar de PBRL, punto de descompensación del reclutamiento (Punto Biológico de Referencia Límite)

En la merluza de cola, el equipo revisor considera que la estandarización de CPUE podría mejorar si se define un modelo máximo, que contenga un factor adicional (artes de pesca) y las interacciones de primer nivel. El modelo mínimo adecuado para el modelo CPUE estandarizado surgirá de un proceso de selección de modelo, donde todos los términos no significativos se eliminan siguiendo el principio de parsimonia (Crawley, 2007).
En el congrio, debido a la falta de un índice de abundancia independiente, la CPUE juega un papel clave en la evaluación de stock. El análisis de estandarización se presentó en detalle y fue exhaustivo. Sin embargo, creemos que podría mejorarse mostrando cómo cada

componente dentro del modelo resulta en un cambio de la tasa de captura "nominal". Esta comparación se beneficiará si se aplica un proceso de selección de modelos parsimonioso, como aquel sugerido para la merluza de cola. Las tasas de captura nominales son las que experimentan los pescadores y también podrían utilizarse mejor para comprender cómo diferentes Medidas de Conservación y Manejo (MCM) pueden afectar las condiciones que ellos experimentan.

Contexto

1.1 Merluza de cola

1.1.1 Biología

El hoki chileno (*Macruronus magellanicus*), conocido localmente como merluza de cola, se distribuye en el cono sur de Sudamérica, desde la latitud 37°S en el Océano Atlántico hasta 27°03S en el Océano Pacífico, en profundidades de 20 a 800 m de la costa argentina (Angelescu *et al.*, 1958, Chesheva, 1992), y de 20 a 700 m en la costa chilena (Arana 1970., Avilés *et al.*, 1979, Cohen *et al.*, 1990). En Chile Hoki se distribuye desde Coquimbo (30°S) hasta el extremo sur de Chile y desde la costa hasta 200 nm, incluyendo el área cercana al archipiélago de Juan Fernández. Entre las regiones de Valparaíso y la Araucanía, el hoki se distribuye en la plataforma continental y el talud a profundidades entre 20 y 700 m. En el Sur, se distribuye entre 100 y 600 m (SUBPESCA, 2006).

Hoki es una especie euribática con longevidad cercana a los 20 años y alcanza longitudes superiores a los 100 cm (Chong et al. 2007). Los ejemplares juveniles tienen un comportamiento pelágico, mientras que los adultos presentan hábitos demersales (Lillo *et al.*, 2000). La principal zona de desove está cerca de las islas Guafo y Guamblin (Lillo *et al.*, 2004; Córdova y otros, 2006). El Mar Interior de Chiloé juega un papel importante en la dinámica de la población de hoki. Se ha detectado una abundancia significativa de juveniles en esa zona, lo que sugiere que este sistema representa un área de reclutamiento importante (Lillo *et al.*, 2004; Lillo *et al.*, 2009). Esta área también es un área de alimentación importante para las fases juvenil y subadulta (Niklitschek *et al.*, 2014). Los hoki realizan frecuentes migraciones verticales en la columna de agua, desplazándose hacia aguas poco profundas para alimentarse de presas mesopelágicas o epipelágicas (Bezzi, 1984). Hoki presenta estratificación batimétrica durante su desarrollo ontogenético; los adultos se encuentran en aguas profundas, mientras que los juveniles habitan en profundidades menos profundas (Queirolo et al., 2008). Debido a este comportamiento característico y su ontogenia, al Hoki se le ha atribuido un papel ecológico clave en la transferencia de energía entre las redes alimentarias pelágicas y demersales, alimentándose principalmente de eufáusidos, anfípodos y pequeños peces epi- y mesopelágicos (Queirolo *et al.*, 2008, Brickle *et al.*, 2009). El hoki se considera una especie clave debido a su papel como presa principal de la merluza del sur y Congrio, y la presencia de canibalismo es sustancial en la fracción juvenil (Pool *et al*., 1997).

En cuanto a la reproducción, la merluza de cola presenta un período de madurez bien definido que comienza en mayo, alcanza la madurez completa en julio y termina con un corto período de desove en agosto y septiembre. La fecundidad estimada para esta especie oscila entre 49.309 y 622.220 ovocitos para especímenes entre 770 y 2.700 g, con un promedio de 433 ± 280,1. La talla de primera madurez L50%, es de 54 cm de longitud total (Young *et al*., 1998).

1.1.2 Pesquería

Los registros de desembarque de merluza se iniciaron en 1977, como captura incidental de la pesquería de merluza del sur en la flota de arrastreros factoría de la pesquería demersal del sur (Céspedes-Michea *et al*., 2022). La pesquería formal chilena de Hoki en Chile comenzó a principios de la década de 1980. Inicialmente, la pesquería se centró en el consumo interno. Más tarde, a mediados de la década de 1990, la demanda de Hoki chileno aumentó en los mercados internacionales, especialmente en Europa y Japón.

La pesquería de este recurso es realizada en dos unidades de pesquería: la Demersal-Austral (PDA) y la Centro-Sur (PCS). En la PDA, los arrastreros de fondo comenzaron a operar en la década de 1980 y se convirtieron en el principal arte de pesca utilizado para capturar Hoki en los primeros años. La flota de arrastre tenía desembarques fluctuantes entre 15.000 y 47.000 toneladas a finales del siglo pasado.

La flota de cerco también comenzó a operar en la PCS en la década de 1980. Como resultado de la creciente demanda, la pesquería creció, y construyeron nuevos cerqueros para satisfacer la demanda; por ejemplo, en 1996 operaban 149 cerqueros en la zona centro-sur de Chile, mientras que en 1997 el número de embarcaciones aumentó a 164 (Cubillos *et al*., 1998). En la PCS hasta el año 2000, su captura fue realizada principalmente por la flota de cerco sobre agregaciones juveniles de la población. Sin embargo, en 2001-2004, este recurso presentó un comportamiento principalmente demersal, y consecuentemente, la flota de arrastre (SUBPESCA, 2004) tuvo desembarques fluctuantes entre 23.000 y 136.000 toneladas (SERNAPESCA, 2005).

1.1.3 Manejo

La pesquería de merluza de cola tiene el acceso cerrado a nuevos operadores; se maneja con cuotas de captura globales e individuales y existe regulación de la forma y el tamaño mínimo de malla en las redes de arrastre (link here). La pesquería se gestiona a través de la Ley General de Pesca y Acuicultura, decretos y resoluciones publicados por el Comité de Manejo. Vale la pena señalar que no existe un plan de manejo para esta especie; sin embargo, se ha iniciado el proceso para la elaboración del plan de manejo de este recurso (Comité de Manejo de la Merluza de Cola, Acta sesión No. 2, 2023). En particular, cada año el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo emite un decreto que establece la cuota anual para merluza de cola, asignada entre el centro-sur, el sur-austral, las aguas interiores y la investigación.

El Ministro de Economía estableció una estrategia de gestión en 2013, cuyo objetivo era recuperar la biomasa al nivel que genera el RMS en 13 años. La cuota anual se determina sobre la base del RMS; sin embargo, las evaluaciones de stock posteriores sugirieron que el stock continuaba agotado, y las cuotas determinadas a través del RMS no se han completado desde 2016.

El Comité de manejo de la merluza de cola es responsable de la gestión de la pesquería de hoki en Chile y de la asignación de la cuota anual. El Comité está integrado por representantes de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, el Representante sector plantas de proceso, el sector pesquero industrial de la Unidad de Pesquería Centro Sur, y el sector de la pesca industrial de la Unidad de Pesca Sur-Austral.

1.2 Congrio

1.2.1 Biología

El Ling (*Genipterus blacodes*), conocido localmente como Congrio dorado, es una especie bento-demersal que se encuentra en el hemisferio sur en la costa de Nueva Zelanda, la costa sur de Australia y en América del Sur desde Chile hasta Argentina (Nielsen *et al*., 1999; Pequeño, 1989) y Brasil en el Atlántico sudoccidental (Hureau, 1991). En Chile se distribuye desde Coquimbo hasta el límite sur con Argentina (Paredes y Bravo, 2005). Se puede encontrar en aguas que van desde 22 a 1000 metros de profundidad (Stevenson, 2004), generalmente 300-550 m (Kailola *et al*., 1993**)**. Es una especie de crecimiento lento con una longevidad de hasta 30 años (Annala, 1994). Es una especie sedentaria con adultos que viven enterrados en fondos blandos (Ward *et al*., 2001).

Ling se alimenta de peces pequeños, crustáceos y cefalópodos. Su dieta se caracteriza por el predominio de especies demersales y bentónicas, destacando la brótula (*Salilota* australis), la bacaladilla (*Micromesistius australis*) (Renzi, 1986), el camarón nylon chileno (*Heterocarpus reedi*) y el granadero patagónico (*Coelorinchus fasciatus*) (Bahamonde y Zavala, 1981).

El desove ocurre en Chile de agosto a diciembre, teniendo lugar principalmente y con mayor intensidad en la zona norte de la pesquería demersal austral (Aguayo et al., 2001). Otros autores sugieren que el desove principal ocurre en la primavera (Baker *et al*., 2014) en mar abierto, en aguas interiores y en todo su rango de distribución (Flores *et al*., 2020). En Chile se han realizado varias estimaciones de la longitud de madurez; Chong (1993) reportó una madurez de 90 cm de longitud total, mientras que Aguayo et al. (2001) y Paredes y Bravo (2005) reportaron 82 cm de longitud total. Se han realizado estudios de crecimiento en Nueva Zelanda (Horn, 1993), Australia (Withell y Wankowoski, 1989) y Chile (Chong y Aguayo, 1990; Wiff y otros, 2007). Estos estudios sugieren un crecimiento diferenciado entre sexos y áreas, con un crecimiento más rápido en las hembras.

Algunos estudios se han centrado en probar la existencia de más de una población en ciertas regiones; por ejemplo, en Nueva Zelanda, mediante técnicas de aloenzimas (Smith y Francis, 1982), morfometría (Colman, 1985) y estructuras de tamaño (Horn, 1993) se ha determinado la existencia de al menos tres poblaciones. En Chile, Chong (1993) utilizó morfometría de otolito, sus resultados indican que si bien no existen diferencias estadísticas para las áreas de la Pesquería Demersal, se demuestra la existencia de grupos locales entre estas áreas. Sobre la base de estudios de Wiff *et al*. (2005; 2007) que sugieren que existen diferencias en los parámetros de la historia de vida y la dinámica de la pesca para el área norte de la PDA (41°28.6'S-47°00S) y la PDA meridional (47°00'S57°00'S), la pesquería comenzó a modelarse y gestionarse como dos poblaciones diferentes en 2006.

1.2.2 Pesquería

Hay varios períodos de manejo en la pesquería de Ling. La actividad pesquera comenzó en la zona sur en 1974 con la promulgación del Decreto Ley 500, que permitió a los buques de bandera extranjera operar en aguas bajo jurisdicción nacional al sur del paralelo 37°S. Este marco legal fue propicio para el crecimiento del esfuerzo pesquero entre 1975 y 1979 en la zona sur de Chile (Zuleta 1979, Correa 1985); sin embargo, el congrio fue capturado principalmente como captura incidental (Zuleta 1979). La siguiente fase fue la constitución de empresas pesqueras bajo el D.L. 600/74 (MINECOM), también conocido como el "Estatuto de Inversión Extranjera". Bajo este nuevo marco legal, la inversión extranjera en el sector pesquero y las empresas que operan con buques factoría fueron autorizadas a través de un contrato entre el Estado de Chile y inversionistas extranjeros (Capurro, 19179). La creación de estas sociedades pesqueras nacionales que operan buques factoría marcó el inicio de la pesquería demersal austral chilena (PDA). Hasta 1983, la PDA operaba sólo con arrastreros factoría entre las latitudes 43° y 57° S, apuntando a merluza común, merluza austral, cojinoba (*Seriolella sp.*) y jurel chileno. El congrio era una especie regular en la composición de las capturas (Aguayo et al., 1986). El siguiente hito en la gestión pesquera de la PDA fue la introducción de nuevos aparejos de pesca en 1984, conocidos localmente como "espinel" (Imagen 1), desarrollando una nueva pesquería artesanal que opera en el mar interior de Chiloé y en la pesca de merluza austral (Aguayo et al., 1991). En el mismo año, los arrastreros hieleros comenzaron a operar en el mar exterior. Debido a las preferencias de mercado para la merluza del sur, congrio y cojinobas, está claro que había una focalización específica para estas especies (Aguayo et al., 1986). Posteriormente, entre 1986 y 1987, las flotas de hielo y factoría con espinel dirigidas a merluza del sur y congrio operaron en aguas exteriores (Aguayo et al., 1991; Aguayo y otros, 1993). El aumento del esfuerzo pesquero entre 1987 y 1990 dio lugar a una sobrepesca tanto de merluza austral como de congrio; en 1990, estas poblaciones ya mostraban una disminución evidente y sostenida de la abundancia en los caladeros del mar exterior (Aguayo et al., 1991; Aguayo y otros, 1992). En los años siguientes, varios cambios en los productos pesqueros produjeron varios cambios en la selección de especies. A principios de los años 90, se desarrolló una pesquería de merluza de cola debido a la demanda en los mercados americano y europeo (FAO, 1999). Para reducir la presión pesquera sobre la merluza austral y congrio, los administradores pesqueros incentivaron el desarrollo de la merluza negra (conocida localmente como Bacalao). La pesquería chilena de aguas profundas con el orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) se desarrolló entre 1999 y 2006 (Céspedes *et al*., 2003; Tascheri *et al*., 2002); esta actividad en aguas profundas disminuyó el esfuerzo pesquero de los arrastreros hieleros con gran poder pesquero que se habría ejercido en la PDA.

El desarrollo de la PDA es complejo debido a su naturaleza multiespecífica y a los patrones cambiantes de la distribución espacial del esfuerzo pesquero, determinados por cambios notables a lo largo del tiempo asociados con el inicio y posterior disminución de diferentes pesquerías desarrolladas en diferentes recursos objetivo. Algunas pesquerías que involucran diferentes tácticas de pesca, como la merluza negra, el hoki, el orange roughy y la pesca de alfonsino, no interactúan con la pesquería congrio, pero han contribuido indirectamente a las fluctuaciones en el esfuerzo pesquero (Pelletier y Ferraris, 2000). Otras pesquerías, como la pesquería de merluza del sur, interactúan regularmente con la pesquería congrio, contribuyendo a su mortalidad por pesca.

La evaluación de stock de congrio presenta algunos desafíos. Por ejemplo, sólo para el período comprendido entre 1986 y 1990 la pesquería se centró específicamente en congrio. En los años siguientes, congrio fue capturado como captura incidental o especie objetivo-secundaria. Este escenario, combinado con la naturaleza multiespecífica de la PDA, y el cierre de la flota industrial a los caladeros de congrio, actualmente reservados para la pesca artesanal, contribuye a la complejidad de la gestión de este recurso. Se establece una dificultad en definir el esfuerzo pesquero destinado a su captura, para estimar los indicadores de abundancia relativa utilizados en los métodos de evaluación de stock.

Los resultados actuales de cuatro escenarios de la evaluación de stock sugieren que la población está sobreexplotada, y que solo hay sobrepesca para el modelo base. Debido a las dificultades discutidas en la estimación del índice relativo de abundancia (CPUE), estos resultados deben evaluarse en detalle. Durante la reunión en Valparaíso surgen algunos temas que serán discutidos en detalle en las siguientes secciones.

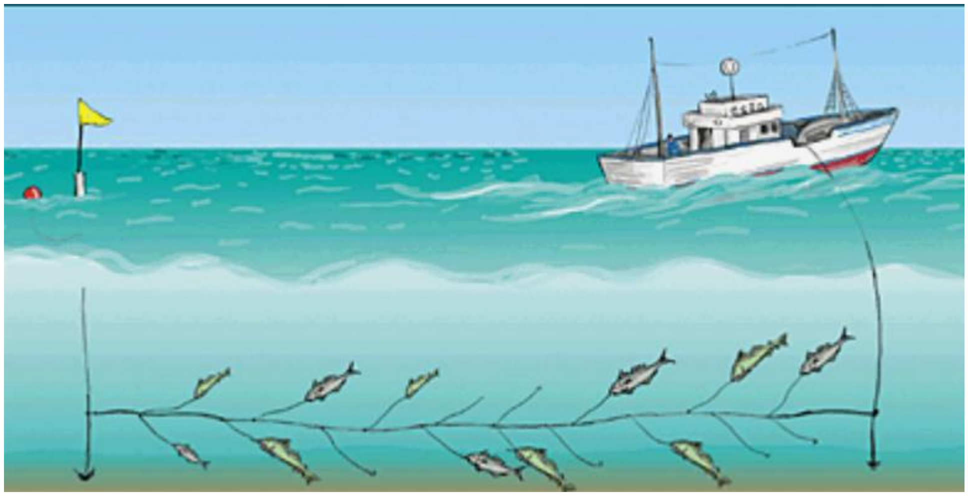


Imagen 1. Arte de pesca localmente conocido como espinel, utilizado en la Pesquería Demersal Austral del sur de Chile.

1.2.3 Manejo

En 1992 la pesquería fue declarada plenamente explotada, lo que permitió a la administración fijar cuotas anuales de captura (Decreto Supremo 354/1993). Hasta 2005, la pesquería se gestionaba como una sola población con una cuota anual global dividida entre las zonas norte y sur. En general, la cuota asignada a la zona Norte fue históricamente mayor que la cuota para el Sur. Sobre la base de los datos de la historia de vida y la demografía de las especies (Wiff *et al*., 2011), desde 2006, la pesquería se gestiona como dos poblaciones separadas.

Actualmente, la pesquería del sur se divide en dos zonas administrativas o unidades de pesquería. La Unidad de Pesca del Norte (UPN) de 41°28.6′ a 47°00′ S. Lat. y hasta 60 mn, y la Unidad de Pesquería Sur (UPS) de 47°00′ S. Lat. al extremo sur 57°00′ S. lat. y hasta 80 mn (Ley 19.713).

2 Métodos de Revisión

Los materiales fueron proporcionados con suficiente antelación e incluían el código informático utilizado para la evaluación principal. Las presentaciones sobre cada uno de los aspectos de cómo se utilizaron las evaluaciones para la asesoría del manejo fueron extensas y ocuparon la mayor parte del tiempo durante la semana de la revisión. El programa de trabajo y la agenda diaria figuran en el anexo 1. Además de las discusiones a lo largo de la semana y durante las presentaciones, al final de la revisión formal ilustramos con ejemplos cómo se podría establecer un sistema modelo alternativo y, posteriormente esto se convirtió en un nuevo repositorio disponible y descrito en Anexo 2.

2.1 Respuesta a los términos de referencia

2.1.1 Enfoque de Evaluación

El Equipo llegó a la conclusión de que podría haber muchas mejoras que deberían llevarse a cabo en el próximo año. En el anexo 2 figuran ejemplos de algunas alternativas. Para la merluza de cola, proporcionamos razones para abandonar la forma de tasa de explotación de la ecuación de captura, ya que es relativamente poco común y parece agregar más confusión que resolver el impacto que podrían tener los supuestos de mortalidad por pesca dentro del año.

2.1.2 Recopilación de Datos

Los diagnósticos sobre la recolección de datos deberían desarrollarse más a fondo. Esto ayudaría a los revisores a juzgar cómo deben tratarse en el modelo y ayudaría a los desarrolladores a especificar una justificación más clara de cómo se incluyeron los términos de varianza y otros supuestos en el modelo. Adjuntamos un ejemplo que muestra cómo los niveles de muestreo se comparan con las capturas entre diferentes tipos de artes (y deberían extenderse a temporadas / áreas, ver Fig. 1).

2.1.3 Índices de abundancia desde cruceros

En el caso de la merluza de cola, el Equipo solicitó una presentación detallada del estudio acústico. Esto proporcionó un mejor contexto para el gran esfuerzo para estudiar la larga costa chilena en busca de muchas poblaciones diferentes. Para el congrio, no se dispone de índices independientes de la pesquería.

2.1.4 Índices de abundancia de la pesquería

Los índices CPUE tanto para congrio como para merluza de cola podrían presentarse más claramente. Sería bueno mostrar cómo la normalización afectó a las tasas nominales de captura. Esta comparación se beneficiará de una mejora potencial para el proceso de estandarización de CPUE basado en la definición de un modelo máximo que incluya predictores adicionales (artes de pesca en el caso de la merluza de cola) e interacciones de primer nivel y un método de modelo de selección parsimonioso para obtener el modelo mínimo adecuado para la CPUE estandarizada.

2.1.5 Modelamiento de la Evaluación

-Parámetros estimados y fijos

-Configuración

-Patrones retrospectivos

2.1.6 Puntos de Referencia

Dadas las mejoras necesarias para la evaluación, el equipo señala que los comentarios sobre los puntos de referencia son ilustrativos. Nuestras recomendaciones están destinadas a desarrollos futuros en lugar de medidas de ordenación actuales y determinaciones del estado del stock.

Dadas las restricciones legales sobre el papel de los puntos de referencia en el establecimiento de medidas de conservación, recomendamos que, en la medida de lo posible, los analistas se esfuercen por evitar puntos de referencia que dependan en gran medida de supuestos teóricos. En particular, se deben minimizar los supuestos sobre las relaciones stock-recluta (en favor de medidas más empíricas).

Aquí se presentan algunos detalles para el desarrollo futuro de los puntos de referencia y las reglas de control. La metodología actual requiere estimar puntos de referencia asociados al RMS (FRMS proxy = F45%, BRMS proxy = 0.4B0, y BLim = 0.5 BRMS = 0.2B0). En cuanto a la regla de control, los términos en Ingles “overfishing” and “overfished” no se usan en el manejo de la merluza de cola y el congrio dorado. En su lugar se usa el termino sobrexplotado cuando “el punto biológico actual es más bajo en el caso de considerar los criterios de biomasa o más alto en el caso de considerar los criterios de tasa de explotación o mortalidad por pesca que el valor esperado de RMS, que no es sostenible a largo plazo sin potencial para un mayor rendimiento y en riesgo de agotarse o colapsar” (Tascheri, 2022). El equipo revisor considera que los términos “overfishing” y “overfished” se pudieran incorporar como: en la pesquería existe sobrepesca (overfishing) cuando $Ft/F_{MSY} > 1$, y el stock se encuentra en un estado de sobrepesca (overfished) si $Bt/B_{MSY} < 1$ en el diagrama de Kobe.

La regla de control de captura actual no proporciona pautas claras para las acciones tomadas cuando el stock se encuentra cerca del punto de referencia límite. Por ejemplo, en la merluza de cola, cuando la población se encuentra cercana al punto de referencia límite, se continúa aplicando niveles de mortalidad en el máximo rendimiento sostenido (F_{RMS}), situación donde la captura debiese haberse restringido sustancialmente o detenido debido a una condición crítica en la biomasa.

Debido a la explotación histórica en la pesquería de merluza de cola y congrio dorado, los administradores deberían considerar agregar un punto de referencia desencadenante “0.3B0”, por debajo del cual se reduce la mortalidad por pesca. El enfoque propuesto mejoraría la determinación del estado del stock. Para congrio dorado, con la metodología actual, Tascheri (2022) concluyó que “la biomasa de congrio dorado está en o por encima del valor B_{LIM} y por debajo del nivel del objetivo de manejo y, por lo tanto, la población de congrio dorado en su Unidad de Pesquería del Norte está sobreexplotada”, En el nuevo esquema, la conclusión sería que la población de congrio dorado está sobreexplotada, pero no existe sobrepesca.

2.1.7 Enfoques alternativos

En la evaluación del stock de merluza de cola, las alternativas exploradas fueron extensas históricamente, pero limitadas en los últimos años hacia un enfoque principal, basado en algunos impactos de los "factores de corrección" aplicados a las series cronológicas de capturas pesqueras.

En el caso del congrio, los enfoques alternativos se centraron en el planteamiento de hipótesis alternativas para el reclutamiento (ausencia o existencia de relación stock-recluta), dos metodologías para la estandarización de la CPUE y un esquema de ponderación de la composición de la captura (ponderaciones 2021 vs tamaños de muestra actualizados).

Incorporación de Manejo Pesquero basado en el Ecosistema

Actualmente, las metodologías de evaluación de poblaciones utilizadas en Chile se basan en una sola especie, que a menudo se centran en maximizar la captura de una sola especie objetivo mientras ignoran los impactos en los hábitats, las interacciones depredador-presa y otros componentes e interacciones del ecosistema (Pikitch *et al*., 2004). Recientemente, el acuerdo global de que las poblaciones marinas no son entidades aisladas en sus ecosistemas,

sino que forman parte de complejas redes de interacciones con otras especies y el medio ambiente (Hollowed *et al*., 2000; Livingston y Jurado-Molina, 2000; Kempf *et al*., 2006) ha aumentado el interés en desarrollar un enfoque ecosistémico para la gestión de la pesca.
Acorde a Pikitch *et al*., (2004), el ordenamiento pesquero basado en los ecosistemas debería: i) evitar la degradación de los ecosistemas, medida por medio de indicadores de calidad ambiental y estado del sistema; (ii) tener en cuenta los requisitos de otros componentes del ecosistema (por ejemplo, especies no objetivo, especies protegidas, consideraciones de hábitat y diversas interacciones tróficas).
Dentro de este marco, un punto de partida inicial para la ordenación pesquera basada en los ecosistemas incluiría:

- Evaluar los impactos potenciales de los artes de pesca (arrastre, redes de arrastre de media agua, palangre y espinel) en el hábitat y desarrollar medidas para disminuir los impactos.
- Evaluar los impactos potenciales en el ecosistema y la disponibilidad de presas para los depredadores a través de modelos tróficos y multiespecíficos.
- Evaluar los efectos potenciales sobre las especies no objetivo (efectos indirectos de la mortalidad por pesca, los descartes, las capturas incidentales, las especies en peligro, amenazadas y protegidas de la ETP) y desarrollar medidas para disminuir estos impactos.

La adopción de un manejo pesquero basado en los ecosistemas proporcionará múltiples beneficios, como el mantenimiento de los bienes y servicios de los ecosistemas para brindar beneficios sociales, económicos y culturales a la sociedad, y el aumento de la participación de las partes interesadas. Además, este enfoque proporcionará información para una futura certificación pesquera.

2.2 Conclusiones y recomendaciones para futura investigación

2.2.1 Modelo conceptual de stock

Para la merluza de cola, el modelo conceptual y la evidencia sugieren, mínimamente, que vale la pena ejecutar un solo modelo que abarque tanto el componente que reside en aguas argentinas como en Chile.

Para congrio, no hay evidencia sólida que respalde el uso de la modelación de dos unidades separadas. En la revisión anterior, Francis (2015) sugirió explorar un modelo de stock único, y estamos de acuerdo con esta sugerencia.

Para las proyecciones, el modelo debe utilizar una relación stock-recluta tal que la biomasa desovante y el reclutamiento se vean afectados por los niveles de mortalidad por pesca. En el modelo actual, con un reclutamiento constante, no existe tal efecto a pesar de que la biomasa desovante podría estar en niveles bajos que conduzcan a escenarios optimistas.

La regla de control se basa en una proyección a diez años. Sin embargo, debido a la incertidumbre en los procesos biológicos, la variabilidad ambiental, los posibles cambios en la mortalidad por pesca y otros factores, es recomendable cambiar a una proyección a corto plazo.

2.2.2 Aplicación del modelo de evaluación

Para la merluza de cola, la necesidad de mantener el complejo supuesto respecto a la tasa de captura estacional de la tasa de explotación parece agregar poco a la especificación del modelo. La razón original fue ajustarse a las diferencias estacionales entre las pesquerías. Esta formulación surgió debido a las intensas remociones de la pesquería de cerco a mediados de la década de los noventa, que ocurrieron durante unos pocos meses cada año. Esta pesquería ya no está operativa y es poco probable que lo sea en el futuro.

En cuanto al congrio, la mortalidad natural se considera un parámetro clave en los modelos estructurados por edad; generalmente, se estima externamente, y su valor podría ser incierto, afectando las estimaciones de productividad de la población. Actualmente, el modelo estructurado por edad utilizado en la evaluación de stock de congrio utiliza un valor constante para la mortalidad natural de todas las edades a través de los años. Las versiones futuras del modelo deben incluir un nuevo eje de incertidumbre para la mortalidad natural, un escenario con mortalidad natural fija y otro donde este parámetro se estima a partir de los datos disponibles.

2.2.3 Recopilación y difusión de datos

El período de revisión fue relativamente corto y una revisión exhaustiva del proceso de recopilación de datos no fue considerada. Sin embargo, se solicitaron más detalles acerca del estudio acústico y de cómo pueden haberse observado cambios de este índice en el tiempo.

Esto proporcionó información sobre qué otras especies están cubiertas por la evaluación y permitió la evaluación de cuán aplicables son los datos del crucero para la evaluación de la merluza de cola.

En particular para el congrio, ambos métodos de estandarización de CPUE dieron como resultado altos valores de CPUE de 1995 a 2000 y 2014, aunque las capturas disminuyeron drásticamente de 1987 a 1990. Consideramos que es necesaria una revisión detallada de los datos brutos para encontrar el origen de estas altas estimaciones de CPUE y decidir si vale la pena incluir estos puntos en el ajuste del modelo. Además, la serie utilizada en la evaluación del norte resultó en un aumento **muy inusual** en 2014 (222% más alto que todo el promedio de todas las demás estimaciones de 2000-2021). A menos que esto pueda explicarse por datos reales, incluido un signo de reclutamiento que parece faltar en los datos de composición, esta serie parece inconsistente y debe omitirse. Como nota al margen, los datos del software de evaluación utilizado fueron solo de dos dígitos significativos. Recomendamos usar al menos tres dígitos significativos para ajustar los modelos en futuras ejecuciones.

En relación con la forma de comunicar la asesoría sobre la evaluación de stocks, observamos que el tratamiento diagnóstico de los ajustes de los modelos podría mejorarse. Un conjunto más claro de directrices sobre el contenido de la evaluación podría ayudar y, a modo de ejemplo, proporcionamos algunos detalles en el Anexo 3.

Manejo Pesquero basado en el Ecosistema

Desarrollar programas que sean adecuados para llevar a cabo las tareas iniciales y mencionadas en la sección anterior, para incorporar un enfoque basado en el ecosistema en el manejo pesquero.

3 Referencias reporte taller 1

Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, V. Ojeda, T. Peñailillo, R. Gili, C. Vera y H. Robotham. 1986. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Demersales (Peces). 1985. Zona Sur Austral. Estado de Situación del Recurso. CORFO-IFOP. 143 p.

Aguayo, M., I. Paya, C. Vera, V. Ojeda, I. Céspedes y J. Donoso. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Pesquerías demersales “Peces” zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP. 83 p.

Aguayo, M., I. Céspedes, I. Paya, E. Figueroa, V. Ojeda, y L. Muñoz. 1993. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1992. Pesquerías demersales “Peces” zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP. 64 p.

Aguayo, M., Payá, I., Céspedes, R., Miranda, H., Catasti, V., Lillo, S., Gálvez, P., Adasme, L., Balbontín, F., and R. Bravo. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Proyecto FIP 99-15:114

Angelescu V, F Gneri & A Nani. 1958. La merluza del mar argentino (Biología y Taxonomía). Publicaciones. Servicio Hidrográfico Naval, Secretaría de Marina, Buenos Aires H 1004: 1-224.

Annala, J.H. (comp.). 1994. Report from the Fishery Assessment Plenary, May 1994: stock assessments and yield estimates. Unpublished report held in MAF Fisheries Greta Point library, Wellington. 242 p.

Arana P. 1970. Nota sobre la presencia de ejemplares de merluza de cola (*Macruronus magellanicus Lönnberg*) frente a la costa de Valparaíso. Investigaciones Marinas 1 (3): 50-60.

Avilés S, M Aguayo, F Hinostroza & J Cañón. 1979. Merluza de cola, En: Estado Actual de las Principales Pesquerías Nacionales. Bases para un Desarrollo Pesquero. Peces. CORFO/IFOP, AP79-18: 1-25.

Bahamonde, N., and C. Zavala. 1981. Food and feeding habits of the Chilean hake, Genypterus blacodes Schneider 1801, in central Chile. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 9, 97-106.

Baker, L. L., R. Wiff, J. C. Quiroz, A. Flores, R. Céspedes, M.A. Barrientos, V. Ojeda and C. Gatica. 2014. Reproductive ecology of the female pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*): evaluating differences between fishery management zones in the Chilean austral zone Environmental Biology of Fishes. 97(10): 1083-1093.

Bezzi S.I. 1984. Aspectos biológico-pesqueros de la merluza de cola del Atlántico Sudoccidental.

Brickle P., Arkhipkin A.I., Laptikhovsky V., Stocks A., and A. Taylor. 2009. Resource partitioning by two large planktivorous fishes *Micromesistius australis* and *Macruronus magellanicus* in the Southwest Atlantic. Estuar Coast Shelf Sci 84:91–98

Carvalho, F., Punt, A.E., Chang, Y.J., Maunder, M.N., Piner, K.R., 2017. Can diagnostic tests help identify model misspecification in integrated stock assessments? Fish. Res. 192, 28–40. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.09.018. 〈https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783616303113.

Capurro, L. 1979. La flota pesquera del sur de Chile. Santiago: Universidad Católica de Chile, Instituto de Sociología.

Carvalho, F., Winker, H., Courtney, D., Kapur, M., Kell, L., Cardinale, M., Schirripa, M., Kitakado, T., Yemane, D., Piner, K.R., Maunder, M.N., Taylor, I., Wetzel, C.R., Doering, K., Johnson, K.F., Methot, R.D., 2021. A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. Fish. Res. 240, 105959 https://doi.org/ 10.1016/j.fishres.2021.105959. 〈https://www.sciencedirect.com/science/article/ pii/S0165783621000874

Céspedes, R., L. Adasme, M, Nilo, E. Palta, V. Ojeda, M. Montecinos, V. Espejo, Z. Young, L. Muñoz ,F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid y L. Chong. 2003. Investigación situación pesquería demersal zona sur austral. 2002. Informe Final. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales. IFOP-SUBPESCA. 224 p.

Céspedes-Michea, R., Ojeda-Cerda, V., Hidalgo-Valdebenito, H., Muñoz-Rubio, L., and R. San Juan-Checura. 2022. Informe Técnico Final Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales, año 2021 Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección V: Pesquería de Merluza de Cola. Subsecretaria de Economía y EMT/Junio 2022.

Chesheva, Z. (1992). Biological features of Macruronus magellanicus (Hutton, 1872) in the southeastern Pacific. Fisheries Research, 14(1), 37-51.

Chong, J. and M. Aguayo. 1990. Determinación de edad y estimación de los parámetros de crecimiento del congrio dorado, Genypterus blacodes (Schneider, 1801) (Osteichyes, Ophidiidae) en el Pacífico Sur Oriental. Biología Pesquera, 19: 55-67.

Chong, J. 1993. Ciclo de madurez sexual del congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en la zona de la pesquería sur-austral. Estudio complementario a captura total permisible del recurso merluza del sur en aguas interiores, 1991. Informe Técnico IFOPSUBPESCA.

Chong J., Aguayo M., and I. Payá. 2007. Estimación de edad, crecimiento y mortalidad natural de la merluza de cola, *Macruronus magellanicus* Lönnberg, 1907 (Macruronidae, Gadiformes) en el Océano Pacífico suroriental. Rev Biol Mar Oceanogr 42:311–333

Cohen D., T. Inada, T. Iwamoto, and N. Scialabba. 1990. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). FAO Species Catalogue. FAO Fisheries Synopsis 125 (10): 1-442.

Córdova, J., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, P. Rojas, A. Saavedra, M.A. Barbieri and J.C. Saavedra. 2006. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2005. Inf. Téc. FIP-IT/2005-04: 104 pp.

Correa, V. M. 1985. Análisis y evaluación económica de la actividad desarrollada por buques fábrica en Chile al sur del paralelo 43° S. Tésis para optar al título de Ingeniero Pesquero. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Cs. Del Mar. 116 p.

Crawley, M. J. 2007. The R book. John Wiley & Sons, LTD. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.

Cubillos, L., Hernández, A., Vilugrón, L., Miranda, L., Alarcón, R., Pino, C., Sepulveda, A., and G. Vazquez. 1998. Estudio biológico-pesquero de la merluza de cola en el area de distribución de la pesquería pelágica centro-sur. Informe final, Proyecto FIP No. 96-19. Instituto de Investigación Pesquera, Octava Región, S. A.

FAO. 1999. The state of world fisheries and aquaculture 1998. Rome. ISBN 92-5-104187-3. 114 p.

Flores, A., R. Wiff, D. I. Brown, D. and S. Larrea-Meza. 2020. Reproductive traits of female of pink cusk-eel (*Genypterus blacodes* Schneider, 1801) in the fjords of the Chilean Patagonia Estuarine, Coastal and Shelf Science, Elsevier BV, 2020.

Hureau, J.-C. 1991. La base de données GICIM : Gestion informatisée des collections ichthyologiques du Muséum. p. 225-227. In Atlas Préliminaire des Poissons d'Eau Douce de France. Conseil Supérieur de la Pêche, Ministère de l'Environnement, CEMAGREF et Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.

Horn, P. L. 1993. Growth, age structure, and productivity of ling, *Genypterus blacodes* (Ophidiidae) in New Zealand waters. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 27: 385-397.

Hollowed, A., J. Ianelli, and P. A. Livingston. 2000. Including predation mortality in stock assessments: a case study for Gulf of Alaska Walleye Pollock. ICES Journal of Marine Science 57:279–293.

Kailola, P.J., M.J. Williams, P.C. Stewart, R.E. Reichelt, A. McNee and C. Grieve. 1993. Australian fisheries resources. Bureau of Resource Sciences, Canberra, Australia. 422 p.

Karp, Melissa A., P. Kuriyama, K. Blackhart, Jon Brodziak, Felipe Carvalho, Kiersten Curti, E.J. Dick, Dana Hanselman, Daniel Hennen, J. Ianelli, Skyler Sagarese, Kyle Shertzer, and Ian Taylor. 2022. Common model diagnostics for fish stock assessments in the United States. NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-240, 28 p. http://spo.nmfs.noaa.gov/tech-memos/

Kempf, A., J. Floeter, and A. Temming. 2006. Decadal changes in the North Sea food web between 1981 and 1991: implications for fishery stock assessment. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 63:2586–2602.

Lillo, S., Céspedes R., Ojeda V., and R. Vega. 2000. Evaluación directa de merluza de cola en la zona centro-sur, 1999. Inf. Téc. FIP-IT/99-06: 55 pp.

Lillo, S., Céspedes R., Balbontín F., Ojeda V., and A. Saavedra. 2004. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2003. Inf. Téc. FIP-IT/2003-09: 105 pp.

Lillo S., Lang C., Ojeda V., Céspedes R., Adasme L., Meléndez R., Molina E., Rojas M., and A. Saavedra. 2009. Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en aguas interiores de la X y XI regiones, año 2007. Informe final proyecto FIP 2007-14. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso, Chile

Livingston, P. A., and J. Jurado-Molina. 2000. A multispecies virtual population analysis of the eastern Bering Sea. ICES Journal of Marine Science 57:294–299.

Nielsen, J.G., D.M. Cohen, D.F. Markle and C.R. Robins. FAO. 1999. species catalogue. Volume 18. Ophidiiform fishes of the world (Order Ophidiiformes). An annotated and illustrated catalogue of pearlfishes, cusk-eels, brotulas and other ophidiiform fishes known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 18. Rome, FAO. 178p., 136 figs.

Niklitschek E.J., Secor D.H., Toledo P., Valenzuela X., Cubillos L.A., and A. Zuleta. 2014. Nursery systems for Patagonian grenadier off Western Patagonia: large inner sea or narrow continental shelf? ICES J Mar Sci 71:374–390.

Paredes, F., and R. Bravo. 2005. Reproductive cicle. Size at first maduration and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes*, in Chile. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 39: 1085-1096.

Pelletier, D. and J. Ferraris. 2000. A multivariate approach for defining fishing tactics from commercial catch and effort data. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 57: 51-65.

Pequeño, G. 1989. Peces de Chile. Lista sistematica revisada y comentada. Rev. Biol. Mar., Valparaiso 24(2):1-132.

Pikitch, E. K., C. Santora, E. A. Babcock, A. Bakun, R. Bonfil, D. O. Conover, P. Dayton, P. Doukakis, D. Fluharty, B. Heneman, E. D. Houde, J. Link, P. A. Livingston, M. Mangel, M. K. McAllister, J. Pope, K. J. Sainsbury. 2004. Ecosystem-Based Fishery Management. Science. Vol(305): 346-347.

Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortes, and M. Arriaza. 1997. Interacciones tróficas de recursos demersales en la zona sur austral. [Trophic interactions of demersal fisheries resources in the Chilean south- ern zone.] Reporte Técnico FIP, FIP/IT-N 94-32, Valparaíso, Chile.

Queirolo D., Zamora V., Hurtado C., Montenegro I., Melo T., Merino J., Gaete E., and R. Escobar. 2008. Characterization of Chilean hoki (*Macruronus magellanicus*) aggregations off central southern Chile. Lat Am J Aquat Res 36:259–269

Renzi, M. F. 1986. Food and feeding habits of *Genypterus blacodes* (Schneider) (Ophidiidae) off the Argentine coast. Fisheries Research, 4(1-2), 75-90.

Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). 2005. Anuario estadístico de pesca 2005. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Revised: February 2008.

Smith, P. J., and R. I. C. C. Francis. 1982. A glucosephosphate isomerase polymorphism in New Zealand ling *Genypterus blacodes*. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry, 73(3), 451-455.

Stevenson, M.L. 2004. Trawl survey of the west coast of the South Island and Tasman and Golden Bays, March-april 2003 (KAH0304). New Zealand Fisheries Assessment Report 2004/4. 69 p.

Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA). 2004. Cuota global anual de captura de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), V-X y XI-XII Regiones, año 2005. Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, Inf. Tec, 95: 24 pp.

Subsecretaria de Pesca (SUBPESCA). 2006. Ficha pesquera de merluza de cola. Revised: October 2007.

Tascheri, R., J. Sateler, V. Ojeda, J. Olivares. R. Gili, R. Bravo, C. Vera, C. Montenegro, M. González,J. Merino y J. González. 2002. Investigación situación pesquería demersal zona centro – sur, 2001. Informe Final. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales. SUBPESCA – IFOP 316 p.

Tascheri, R. 2022. Primer informe técnico, Convenio de desempeño, estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2023: Congrio dorado norte. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaria de Economía y EMT / Septiembre, 2022.

Ward, R. D., Appleyard, S. A., Daley, R. K., and A. Reilly. 2001. Population structure of pink ling (*Genypterus blacodes*) from south-eastern Australian waters, inferred from allozyme and microsatellite analyses. Marine and Freshwater Research, 52: 965-973.

Wiff, R., Ojeda, V., and J. C., Quiroz. 2007. Age and growth in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*) off the Chilean austral zone: evaluating differences between management fishing zones. Journal of Applied Ichthyology, 23: 270-272.

Wiff, R., and J. C. Quiroz. 2011. Convenio investigación del estatus y evaluación de estrategias de explotación sustentables 2011 en las principales pesquerías chilenas. Actividad 3: Peces demersales. Congrio dorado 2011. Informe final. Subsecretaria de Pesca. 69 p.

Withell, A. F., and J. W. J. Wankowski. 1989. Age and growth estimates for pink ling, *Genypterus blacodes* (Schneider), and gemfish, Rexea solandri (Cuvier), from eastern Bass Strait, Australia. Journal Marine and Freshwater Research, 40, 215 226.

Young, Z., Chong, J., Robotham, H., Galvez, P., and H. Gonzalez. 1998. Análisis de la pesquería de merluza de cola en la zona sur-austral. Fondo de Investigación Pesquera. Informes Técnicos FIP. FIP – IT/96-37.

Zuleta, A. 1979. Análisis del desarrollo de la actividad pesquera generada a partir del D.L. 500. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero. 58 p.

Main website for meeting

3.1.1 Argentinian papers/projects

https://www.inidep.edu.ar/wordpress/?page_id=4365

INIDEP hoki

MSC Certification notice

Giussi AR, Hansen JE, Wöler OC. 2002 Estimated total abundance and numbers at age of longtail hake (*Macruronus magellanicus*) in the Southwest Atlantic during the years 1987-2000. scimar [Internet]. 2002Sep.30 [cited 2023Mar.30];66(3):283-91. Available from: https://scientiamarina.revistas.csic.es/index.php/scientiamarina/article/view/587/600

3.1.2 Material considerado en la revisión

Se proporcionó a los revisores la siguiente estructura y contenido de archivos:

```
Hoki
├── CRUCERO
│   ├── Evaluación del stock desovante de merluza de cola…de Los Lagos y de Aysén, año 2022-
2
│   │   └── Documentos técnicos
│   │       └── Sección II_ merluza de cola
│   │           └── DOC TÉC_Secc II - MCola 2022.pdf
│   └── Evaluación del stock desovante de …
│       ├── Documento técnico
│       │   └── Sección II_ merluza de cola
│       │       └── DOC TÉC_Secc II - MCola 2021.pdf
│       └── Informe final
│           ├── Sección II_ merluza de
│           └── Sección II_ merluza de cola
│               ├── BASE DE DATOS MERLUZA DE COLA 2021
│               │   ├── 0-DESCRIPTOR BASE DE DATOS MCOLA 2021.xlsx
│               │   ├── 1-ACÚSTICA 2021.xlsx
│               │   ├── 2-BIOLÓGICO MCOLA 2021.xlsx
│               │   ├── 3-LONGITUD - PESO MCOLA 2021.xlsx
│               │   ├── 4-EDAD MCOLA 2021.xlsx
│               │   ├── 5-FECUND MCOLA 2021.xlsx
│               │   ├── 6-REPROD MCOLA 2021.xlsx
│               │   ├── 7-FAUNA MCOLA 2021.xlsx
│               │   └── 8-AGREGACIONES MCOLA 2021.xlsx
│               └── Informe Final_Secc.II. M. de Cola, 2021_SL_RV.pdf
├── DESCARTE
│   └── Programa de investigación del descarte y captura de pesca incidental…
│       ├── Documento técnico
│       │   └── Documento_Tecnico__descarte_2021.pdf
│       ├── Informe de avance
│       │   ├── 2021_IAva_DescartePescaInc_IFOP.pdf
│       │   └── Informe de Avance_Descarte_demersal_2021 V.2.pdf
│       ├── Informe final
│       │   ├── Sección 1
│       │   │   ├── Descarte_IF Sec1.pdf
│       │   │   ├── Inf_Final_Seccion1_2022.v2.pdf
│       │   │   └── bases
│       │   │       ├── C_2021.xlsx
│       │   │       ├── DCS_2021.xlsx
│       │   │       └── MAESTRO_DOMINIOS.xlsx
│       │   └── Sección 2
│       │       ├── Anexo de Difusión_21_final_pdf.pdf
│       │       ├── BASE_INFORME_2_2021
│       │       │   └── BASE_INFORME_2_2021.xlsx
```

```
│       │       └── Inf_Final_Seccion2_Desc_Demersal_Final_word (1).pdf
│       └── Informe final corregido
│           └── Sección 1
│               ├── Descarte_IF Sec1_corregido.pdf
│               ├── Inf_Final_Seccion1_2022.corr_eval.pdf
│               └── Respuesta Evaluador Seccion 1_13_07_22.pdf
├── DataTryforContinuousF.xlsx
├── EVALUACION STOCK
│   └── Estatus merluza de cola 2023
│       └── Primer informe técnico
│           ├── Como correr el modelo chosamV3.docx
│           ├── Primer Informe Técnico 2023 MCola.pdf
│           ├── caso20B.ctl
│           ├── caso20B.dat
│           ├── caso20B.pin
│           └── chosamV3.tpl
├── Presentaciones
│   ├── Dia1
│   │   ├── PAYA 1 Choki Conceptual Model.pdf
│   │   ├── PAYA 2 Assessment data Information.pdf
│   │   └── PAYA 3 Stock assessment model.pdf
│   ├── Dia2
│   │   ├── PAYA 4 Management objectiveBRP.pdf
│   │   ├── PAYA 5 Model projections.pdf
│   │   └── PAYA 6 Stock status.pdf
│   ├── Dia3
│   │   ├── G_blacodes_conceptual_model.pdf
│   │   └── G_blacodes_data_information.pdf
│   ├── Dia4
│   │   ├── G_blacodes_assessment_model.pptx
│   │   ├── G_blacodes_management_BRP.pdf
│   │   ├── G_blacodes_model_projection.pdf
│   │   └── G_blacodes_stock_status.pdf
│   └── Dia5
├── Primer_informe_tecnico_CDS_2023(vFC).docx
├── RESUMEN EJECUTIVO.docx
├── SEGUIMIENTO
│   ├── BD SDAP 1997-2021
│   │   ├── Códigos BASE DATOS_mod.accdb
│   │   ├── DATOS 1997-2021 ARRASTRE DCS-PDA.accdb
│   │   ├── DATOS 1997-2021 PALANGRE PDA.accdb
│   │   ├── DATOS 1998-2021 ARTESANAL DCS-PDA.accdb
│   │   └── Descripción de Campos.xls
│   ├── Inf_Final_2021_Seccion II_Demersal centro sur-corr.pdf
│   ├── Inf_Final_2021_Seccion II_Demersal centro sur.pdf
│   ├── Inf_Final_SDAP_2021_Seccion III_PDA_Artesanal-corr.pdf
│   ├── Inf_Final_SDAP_2021_Seccion III_PDA_Artesanal.pdf
│   ├── Inf_Final_SDAP_2021_Seccion IV_Demersal sur austral industrial.pdf
```

```
│   └── Inf_Final_SDAP_2021_Seccion V_Mcola.pdf
├── kingclip
│   ├── Estatus congrio dorado norte 2023
│   │   └── Primer informe técnico
│   │       └── datos_modelos
│   │           ├── modelo_1
│   │           │   ├── S2.ctl
│   │           │   ├── l1.tpl
│   │           │   ├── ling1.tpl
│   │           │   ├── ling_2.1n.dat
│   │           │   └── mcmc.csv
│   │           └── modelo_2
│   │               ├── S1.ctl
│   │               ├── ling3.tpl
│   │               ├── ling_3n.dat
│   │               └── mcmc.csv
│   ├── Estatus congrio dorado sur 2023
│   │   └── Primer informe técnico
│   │       ├── Primer_informe_tecnico_CDS_2023(vFC).pdf
│   │       └── datos_modelos
│   │           ├── modelo_1
│   │           │   ├── S1.ctl
│   │           │   ├── ling1.tpl
│   │           │   ├── ling_2.1s.dat
│   │           └── modelo_2
│   │               ├── S1.ctl
│   │               ├── ling3.tpl
│   │               ├── ling_3s.dat
│   ├── Ling synopsis.pdf
│   ├── Primer_Informe_tecnico_CDN_2023(vFC).pdf
│   ├── Primer_informe_tecnico_CDS_2023(vFC).docx
│   ├── Primer_informe_tecnico_CDS_2023(vFC).pdf
│   ├── congrio_utils.R
│   ├── sstatus2.R
```

3.2 Figuras/imagen

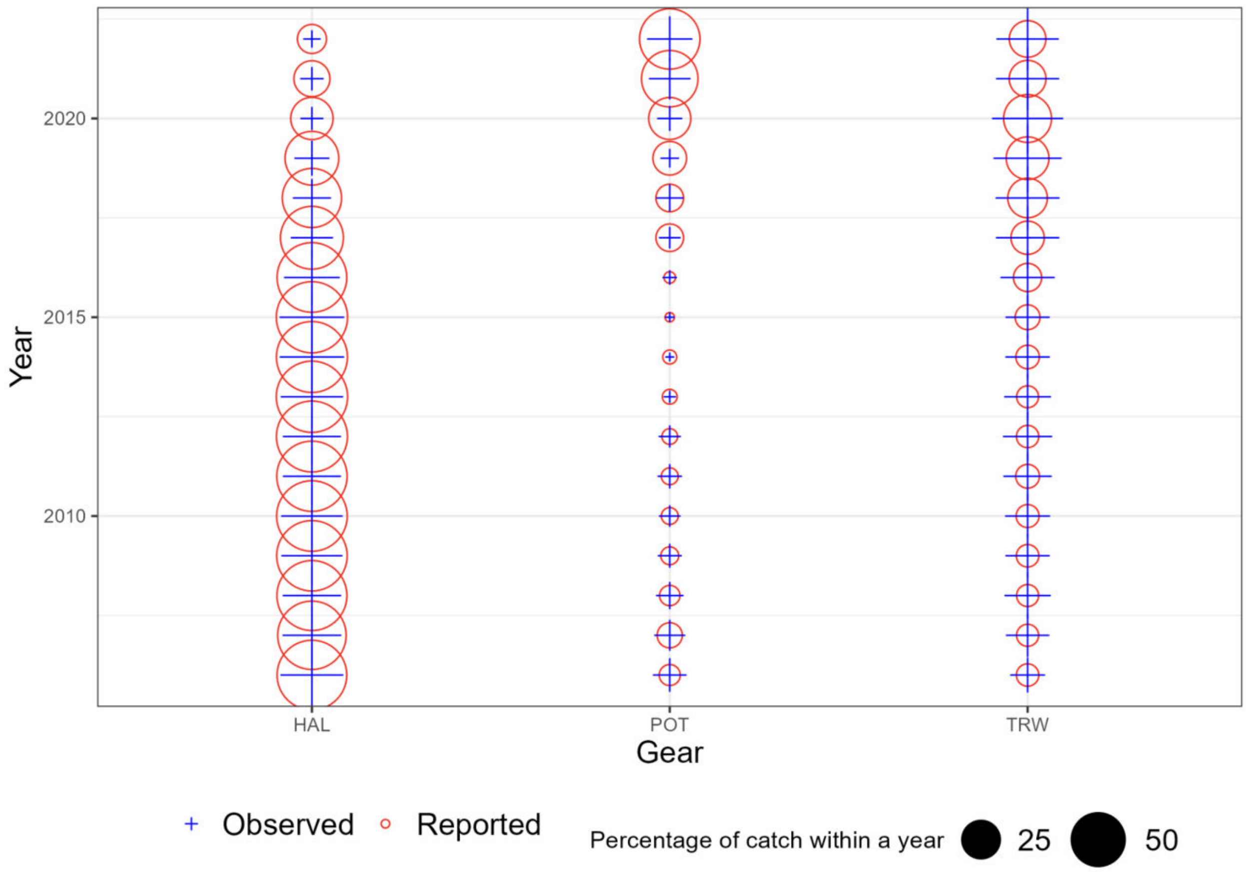


Imagen 2. Ejemplo de diagnóstico de datos para mostrar los niveles de cobertura por tipo de arte donde + Observados representa la cobertura de muestreo relativa y Reportados corresponde a la captura real (proporcional por columna).

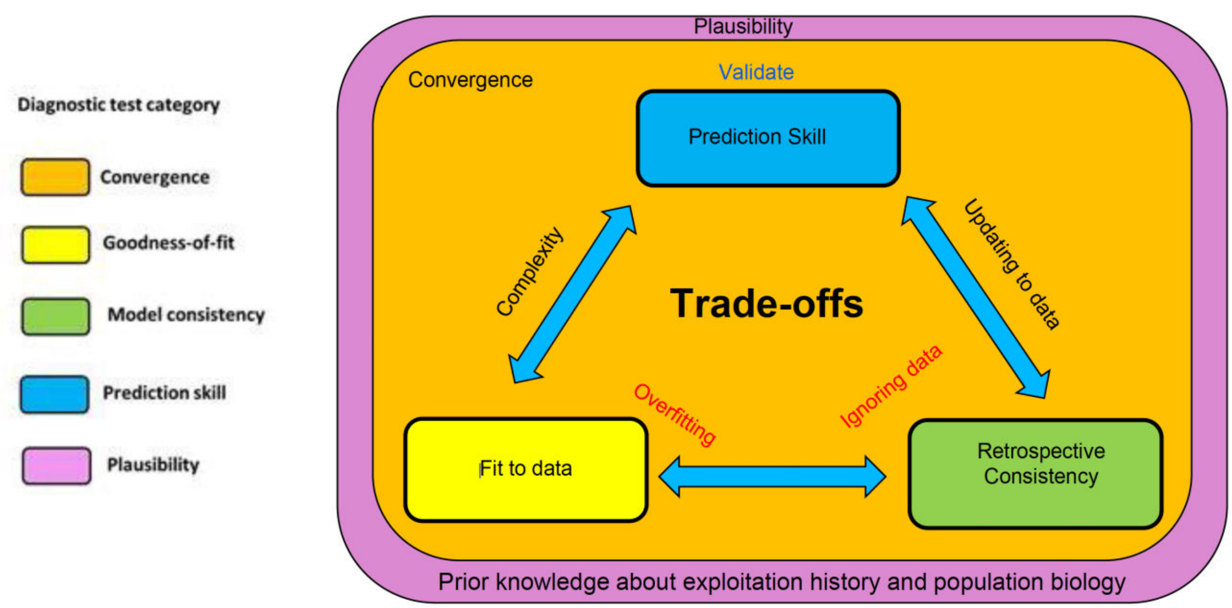


Imagen 3. Categorías de diagnósticos para evaluaciones de stock que muestran el balance entre componentes (de Carvalho *et al*., 2019).

4 Anexo 1. Reporte taller 1Especificación del trabajo

Una revisión externa independiente de la evaluación de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) y la evaluación de las poblaciones de congrio del sur de Chile se convocó durante 2,5 días en Valparaíso para el taller 1 (revisión por pares) para la evaluación. Está previsto un taller "benchmark" para enero de 2024 que permita generar mejoras en la evaluación y establecer un modelo base en los casos necesarios. Los términos de referencia de la revisión incluyen:

Lectura de todos los documentos en preparación para el taller.

participar activamente en el taller y realizar una revisión independiente de la evaluación; específicamente:

Llevar a cabo los preparativos previos a la revisión necesarios, incluida la revisión del material de antecedentes y los informes proporcionados por el INPESCA antes del taller.

Participar durante el primer taller en Valparaíso (5º mes) del proyecto con un enfoque en la revisión de la evaluación.

Participar durante el segundo taller en Valparaíso o modalidad remota (8º mes) del proyecto con foco en mejorar la evaluación.

En caso de que el primer taller determina que es necesario modificar o construir un nuevo modelo base. El experto deberá generar una evaluación independiente de la población para corregir la evaluación y establecer la condición de la población sobre la base del punto de referencia biológico y la estrategia de explotación en la pesquería.

Realizar una revisión y generar dos informes relacionados con los talleres 1 y 2.

A más tardar a 1 mes de desarrollado Taller 1, presentar un informe en inglés dirigido al "Instituto de Investigación Pesquera" y enviarlo al M.Sc. Claudio Gatica Molina, Coordinador Principal del proyecto, vía correo electrónico a cgatica@inpesca.cl. La misma acción se realizará asociada al Taller 2.

El informe incluirá un resumen ejecutivo con las principales conclusiones y recomendaciones sobre el proceso de revisión asociado con Taller 1 y Taller 2. El texto principal incluirá una descripción de las actividades, constataciones, conclusiones y recomendaciones. El anexo incluirá el mandato, la especificación del trabajo y la lista de referencias utilizadas en el proceso de revisión. El Anexo 1 incluye detalles relacionados con los temas y la estructura del informe.

Con respecto a la merluza de cola, proporcione comentarios, recomendaciones y una revisión independiente por pares de las siguientes tareas:

a) Evaluar críticamente el enfoque de evaluación, la hipótesis de trabajo y el modelo conceptual y proponer mejoras.

b) Revisión de parámetros de vida, especialmente parámetros de crecimiento y tamaño/edad de primera madurez.

c) Revisión de datos y parámetros de entrada al modelo de evaluación de poblaciones con énfasis en los índices de abundancia y la clave de talla - edad utilizada.

d) Revisar los procedimientos, métodos y modelos de estimación utilizados para el tratamiento de la incertidumbre con énfasis en el reclutamiento y proponer mejoras.

e) Revisar los puntos de referencia e indicadores (estado y flujo) utilizados para establecer el estado de conservación del recurso de la población y proponer mejoras.

f) Recomendar mejoras en el proceso de evaluación mediante estudios de investigación para aumentar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en el estado de estimación.

g) Recomendar mejoras asociadas con la incorporación de un enfoque ecosistémico para la gestión.

h) Facilitar la implementación de sugerencias de mejoras priorizadas en el proceso de revisión si no es necesario un cambio estructural en el modelo.

i) Contribuir al desarrollo e implementación de un nuevo modelo base en caso de cambios estructurales en el modelo con:

1. Propuesta de un modelo conceptual que incluya procesos biológicos, pesqueros y de forzamiento ambiental que impacten el recurso.

2. Selección fundada de modelos candidatos, con respecto a procesos biológicos para la evaluación de hipótesis estructurales.

3. El análisis de robustez estadística incluye un estudio de sensibilidad e incertidumbre.

4. Análisis retrospectivo para evaluar los efectos en los indicadores de población.

5. Utilice el modelo base para evaluar la estrategia de explotación aplicada al recurso teniendo en cuenta los indicadores de rendimiento requeridos por la SSPA.

6. Desarrollar acciones o recomendaciones para facilitar la implementación de los resultados generados.

4.1 Agenda/Horario

Time	duration	Topic	speaker
09:10 – 09:30	20 min	Welcome / Logistic / Introduction	Claudio Gatica, Aquiles Sepúlveda
09:30 – 10:00	30 min	Conduct of Meeting / Presentation schedule by days / Modality	Cristian Canales
10:00 – 10:40	40 min	Conceptual model for Hoki	Ignacio Payá
10:40 – 11:00	20 min	Experts questions	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales
11:00 – 11:20	20 min	Coffee break	
11:30-12:10	40 min	Assessment data/information	Ignacio Payá
12:10-13:00	50 min	Experts questions / General discussion / Public comment	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales; Public

13.00-14.30 Lunch

14:30-15:20	50 min	Stock assessment model	Ignacio Payá
15:20-16:10	50 min	Experts questions / General discussion /	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales
16:10-16:30	20 min	Coffee break	
16:30-17:00	30 min	Public comment	Public
17:15-17:50	40 min	Experts interactions /expert panel agreement and discussion	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales

Time	duration	Topic	speaker
09:10 – 09:30	20 min	Welcome / Logistic / Introduction	Claudio Gatica, Aquiles Sepúlveda
09:30 – 10:00	30 min	Executive summary day 1	Cristian Canales
10:00 – 10:40	40 min	Management objective /BRP	Ignacio Payá
10:40 – 11:00	20 min	Experts questions	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales
11:00 – 11:20	20 min	Coffee break	
11:30-12:10	40 min	Model projection	Ignacio Payá
12:10-13:00	50 min	Experts questions / General discussion / Public comment	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales; Public

13.00-14.30 Lunch

14:30-15:20	50 min	Stock status	Ignacio Payá
15:20-16:10	50 min	Experts questions / General discussion /	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales
16:10-16:30	20 min	Coffee break	
16:30-17:00	30 min	Public comment	Public
17:10-17:50	40 min	Experts interactions /expert panel agreement and discussion	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales

Time	duration	Topic	Presenter(s)
09:10 – 09:30	20min	Executive summary day 2	Cristian Canales
09:30 – 10:10	40min	General expert panel point of view stock assessment	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales
10:10-10:30	20 min	Coffee break	
10:30-11:30	60 min	Question to expert team/General discussion	Expert team/stock assessment team/public
11:30-12:30	60 min	Specific internal work/national agency/ management	Review panel/national fishery agency (SSP)

13.00- 14.30 Lunch

14:30-14:50	20min	Welcome / Logistics / Introduction	Claudio Gatica
14:50-15:20	30min	Conduct of Meeting / Presentation schedule by days / Modality	Cristian Canales
15:20-16:00	40min	Kingklip Conceptual model	Renzo Tascheri
16:00-16:20	20min	Experts questions	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales
16:20-16:40	20 min	Coffee break	
16:40-17:20	40 min	Assessment data/information	Renzo Tascheri
17:20-18:10	50 min	Experts questions / General discussion / Public comment	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales; Public

4.2 Directrices sugeridas para el contenido del informe de revisión

1. El informe independiente irá precedido de un resumen ejecutivo que proporcione un resumen conciso de los hallazgos y recomendaciones, y especifique si la ciencia revisada es la mejor información científica disponible.
2. El cuerpo principal del informe del revisor consistirá en una sección de Antecedentes, una descripción de la función del revisor individual en las actividades de revisión, un resumen de los hallazgos para cada mandato en el que se describan las debilidades y fortalezas, y Conclusiones y recomendaciones de conformidad con los mandatos.

a) Los revisores deben describir con sus propias palabras las actividades de revisión completadas durante la reunión de revisión, proporcionando un breve resumen de los hallazgos, la ciencia, las conclusiones y las recomendaciones.

b) Los revisores deben dar más detalles sobre cualquier punto planteado en el informe resumido que consideren que podría requerir una aclaración adicional.

c) El informe independiente será un documento independiente para que otros comprendan las debilidades y fortalezas de la ciencia revisada, independientemente de si leen o no el informe resumido. El informe independiente será una revisión independiente por pares de cada mandato y no repetirá simplemente el contenido del informe resumido.

3. El informe del revisor incluirá los siguientes anexos:

Bibliografía de los materiales proporcionados para su revisión

Anexo 2: Una copia de la Declaración de Trabajo

Anexo 3: Composición del panel u otra información pertinente de la reunión de revisión.

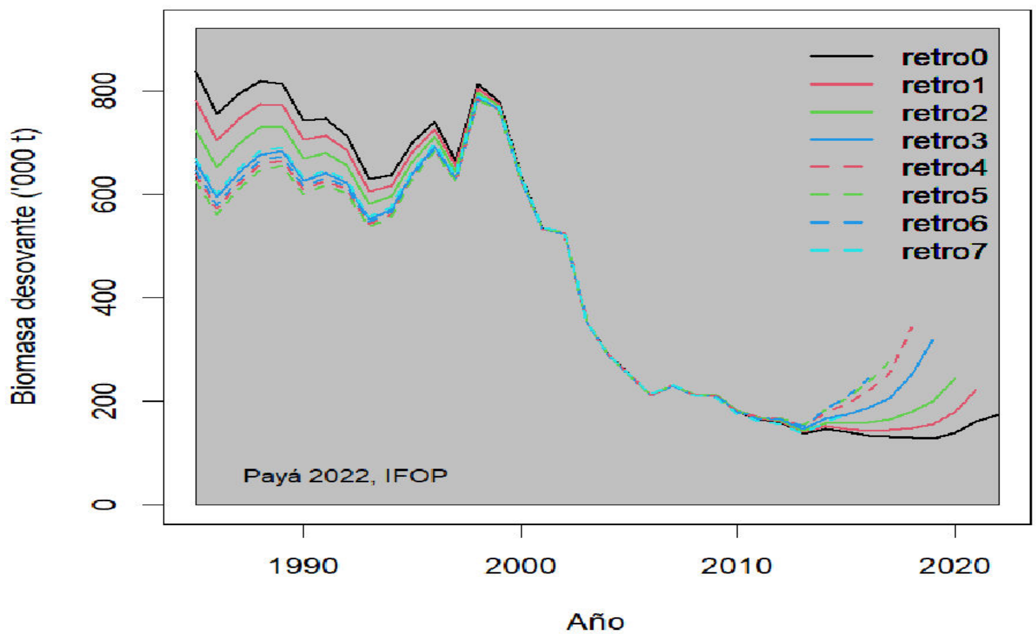
5 Anexo 2. Reporte taller 1. Ejemplo de modelos alternativos

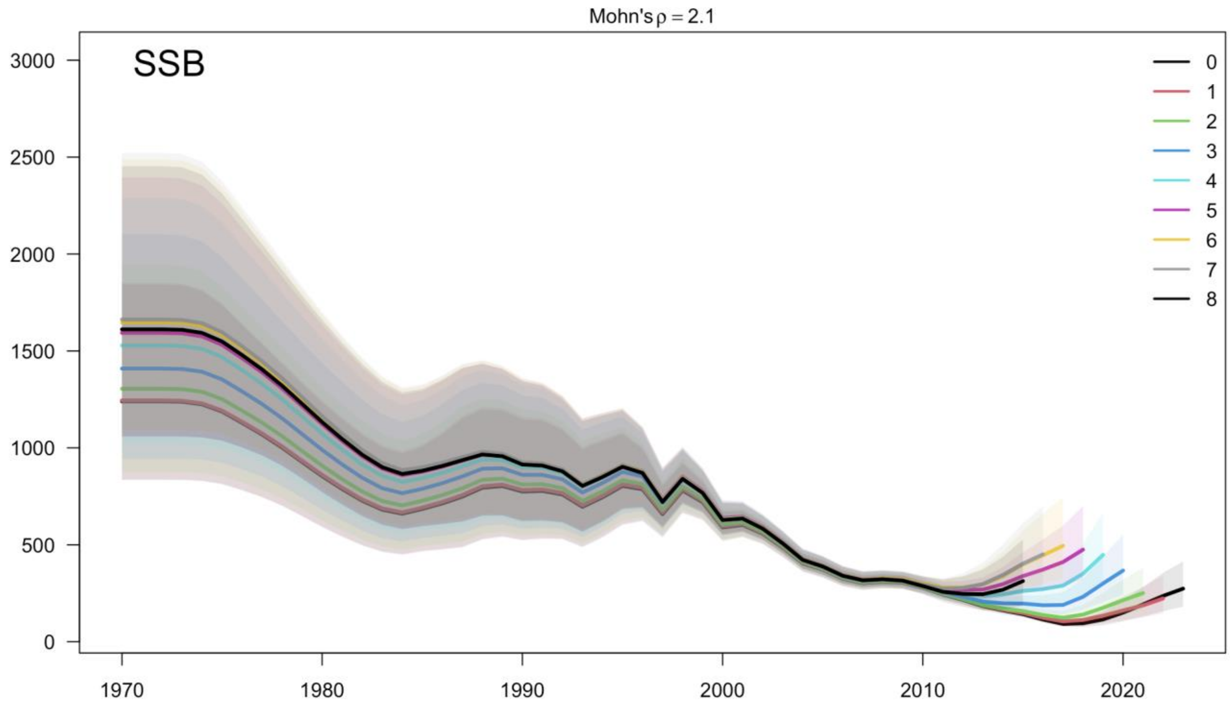
Los analistas proporcionaron el código y los archivos de entrada de evaluación que ayudaron enormemente a evaluar las alternativas de modelo. Se creó un repositorio que permitió evaluar las dos poblaciones objeto de examen (merluza de cola y congrio) y esto se puede encontrar (https://github.com/jimianelli/chokiling/tree/main). Se envió documentación más completa en un archivo html separado (también disponible en la página anterior de github).

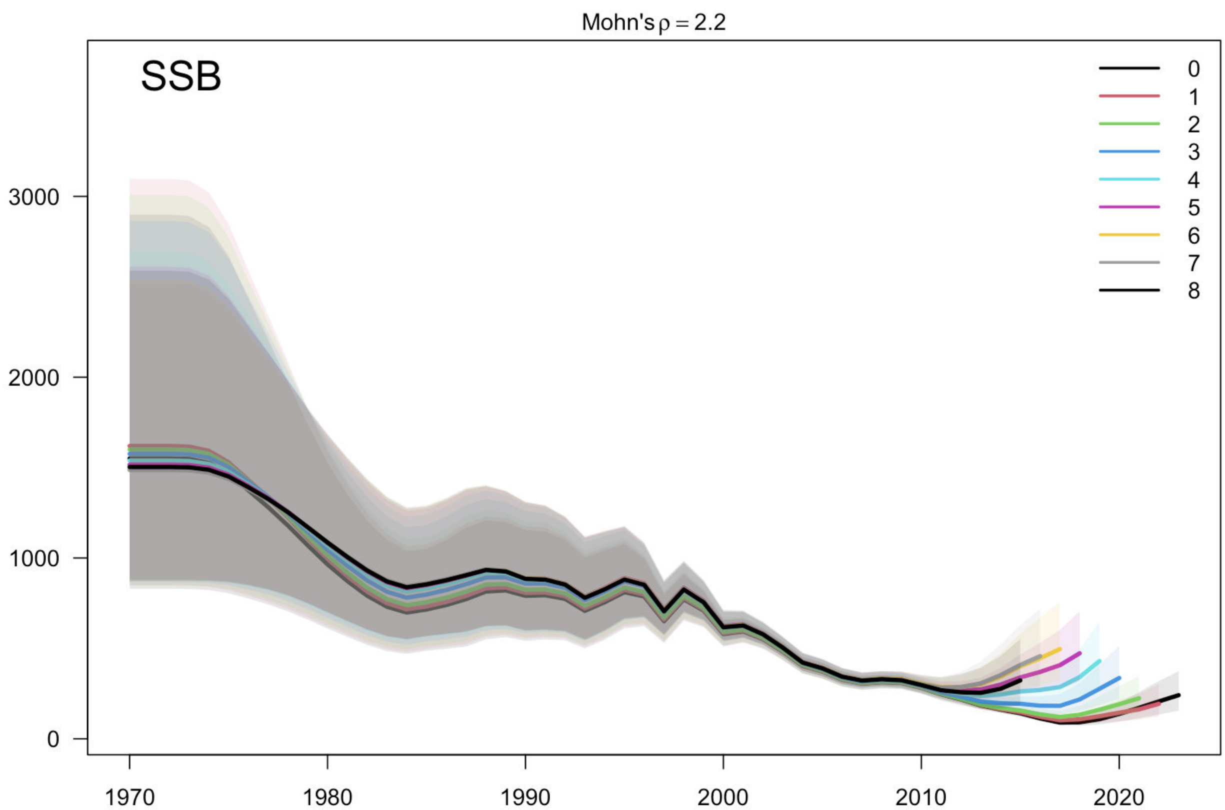
5.1 Ejemplo de la merluza de cola

5.1.1 Revisiones/Actualización sugerida

Incorporar los datos del crucero acústico más reciente.




Mohn's ρ = 2.1
SSB
0
1
2
3
4
5
6
7
8
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
1970
1980
1990
2000
2010
2020


Mohn's ρ = 2.2
SSB
0
1
2
3
4
5
6
7
8
3000
2000
1000
0
1970
1980
1990
2000
2010
2020

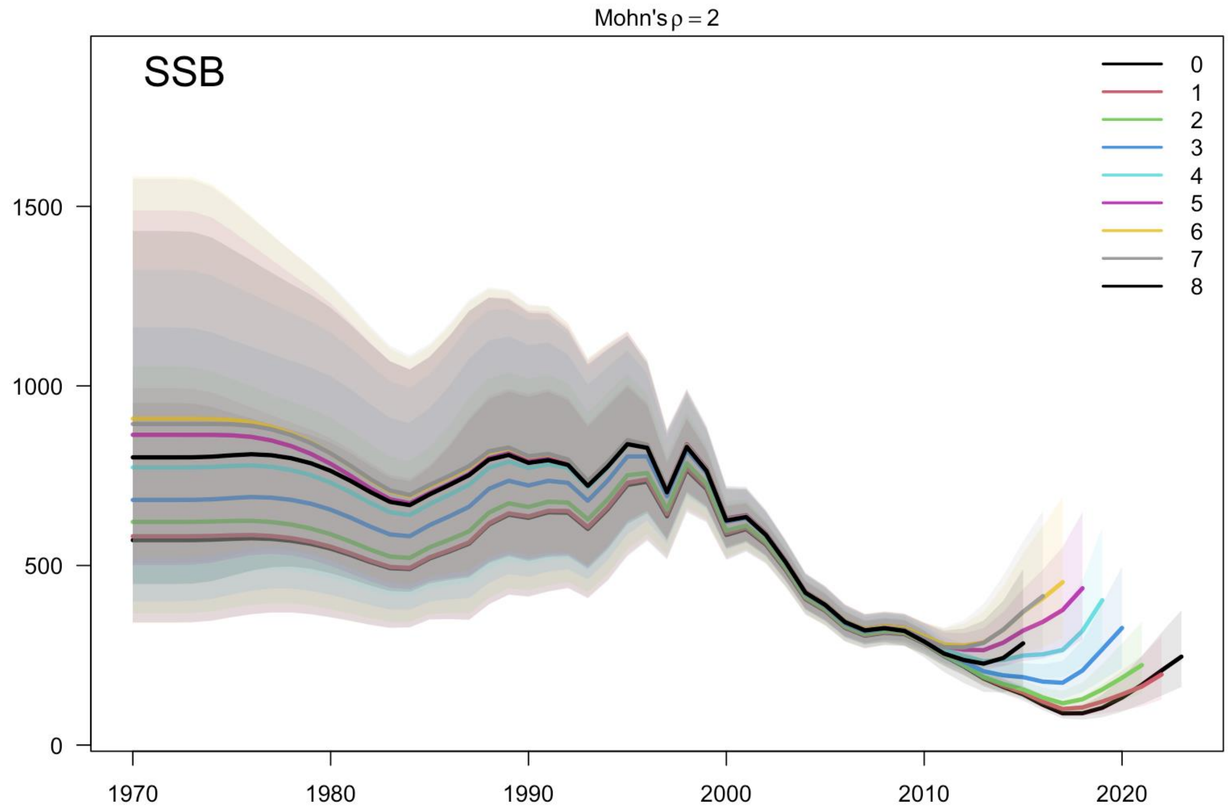


Imagen 4. Patrón retrospectivo de la Biomasa Desovante (SSB) para el modelo base (arriba) de la merluza de cola y una configuración inicial del modelo utilizando un marco alternativo (Modelo 1.04; abajo).

6 Anexo 3. Reporte Taller 1. Ejemplo de esquema de documento de evaluación de stock

6.1 Página de título y lista de autores

6.2 Executive Summary

1. Población: especie/área.
2. Capturas: tendencias y niveles actuales.
3. Fuentes de datos
4. Biomasa de stock
5. Reclutamiento
6. Desempeño del Manejo
7. Proporcionar la base para el asesoramiento sobre capturas
8. Un resumen de los resultados de cualquier análisis de reconstrucción: cuadro que muestra el año en el que se espera que tenga lugar la reconstrucción, el período de reconstrucción, las capturas para la próxima campaña de pesca y la probabilidad de recuperación al indicador B_{RMS} para una serie de estrategias de captura (incluida una para la que la probabilidad de recuperación dentro del período de reconstrucción es de 0,5).

6.3 A. Resumen de los principales cambios

1. Cambios (si los hubiera) en la gestión de la pesquería.
2. Cambios en los datos de entrada (por ejemplo, especificar nuevas fuentes de datos y qué fuentes de datos se han actualizado).
3. Cambios (si los hubiera) en la metodología de evaluación.
4. Cambios en los resultados de la evaluación

6.4 B. Respuestas a los comentarios de las revisiones

6.5 C. Introducción

1. Nombre científico.
2. Descripción de la distribución general (incluido un mapa, que muestre el límite de la población y, si es posible, la distribución real).
3. Evidencia de la estructura del stock, si la hubiera.
4. Descripción de las características de la historia de vida relevantes para las evaluaciones de las poblaciones (por ejemplo, características especiales de la biología reproductiva).
5. Breve resumen de la historia del manejo. Breve descripción de la estrategia de cosecha anual. Todos los parámetros para las poblaciones con una estrategia de cosecha aprobada deben proporcionarse en tablas tanto en t como en millones de libras.
6. Resumen de la historia de la base y estimaciones B_{MSY} o B_{MSYPROXY}
7. Breve historia de la pesquería objetivo para la población, incluyendo a) períodos de apertura/cierre de la pesquería, b) revisiones en la política de captura, y c) cambios en el acceso a la pesquería.

6.6 D. Datos (Los elementos de esta sección deben presentarse principalmente en forma de tabla).

1. Resumen de la nueva información (la sección debe repetir esencialmente la información proporcionada)
2. Datos que deben presentarse como series temporales, por separado por sexo y, dependiendo de la evaluación.

a) Captura total, dividida por estratos utilizados en el modelo de evaluación, si corresponde.

b) Información sobre capturas accesorias y descartes. Lo ideal sería que las capturas y los descartes no retenidos se notificaran utilizando las categorías del cuadro 4 del presente documento (en el encabezado del cuadro deberían especificarse las tasas de mortalidad aplicadas a los descartes y las capturas de fauna acompañante, y si los valores del cuadro han tenido o no aplicadas estas tasas de mortalidad).

c) Captura en longitud (con tamaños de muestra) para pesquerías, capturas incidentales, descartes y cruceros. Para los cruceros se incluyen todos los cruceros conocidos que capturan cangrejo.

d) Levantamiento de estimaciones de biomasa (con medidas de incertidumbre).

e) Cruceros de captura en longitud (con tamaños de muestra), según corresponda.

f) Series temporales de captura por unidad de esfuerzo (si se utilizan en la evaluación) y cómo se estandarizaron los datos con tablas/gráficas de diagnóstico.

g) Otros datos de series temporales (por ejemplo, abundancia de depredadores, esfuerzo pesquero, datos de etiquetado).

3. Datos que pueden agregarse a lo largo del tiempo:
    a. Crecimiento por muda; frecuencia de muda, etc. (por sexo y quizás estado de madurez).
    b. Peso a la altura o peso a la edad (por sexo).
4. Información sobre cualquier fuente de datos disponible, pero excluida de la evaluación.

6.7 E. Enfoque analítico

1. Historia de enfoques de modelación para este stock

a. Resuma los comentarios de revisión de revisiones anteriores y aborde secuencialmente cómo se han considerado esos comentarios.
b. Proporcione un resumen (tabla o lista con viñetas) que describa los cambios del modelo a lo largo del tiempo desde que el modelo fue aceptado por primera vez para su uso en la evaluación.

2. Descripción del modelo

a) Descripción del enfoque general de modelación (p. ej., estructurado por edad/tamaño versus biomasa dinámica, máxima verosimilitud versus bayesiano). Si el modelo no se ha publicado en su forma actual, sus ecuaciones deben enumerarse en su totalidad en un anexo. Si hay un anexo técnico, los puntos b-f a continuación deben incluirse en el anexo, y solo se debe incluir en esta sección una breve descripción del modelo y su esquema de estimación. Especifique cuándo se supone que se realiza la pesquería y, si es necesario, proporcione una tabla que enumere el tiempo supuesto de la pesquería para cada año de los períodos de evaluación.

b) Software de referencia utilizado (por ejemplo, síntesis, AD Model Builder).
c) Descripción de todos los componentes de probabilidad.
d) Descripción de cómo se determina el estado de la población al comienzo del primer año del período de evaluación y el rango de tamaño que cubre el modelo.
e) Marco de estimación de parámetros:
   i. Enumere todos los parámetros que se estiman fuera de la evaluación (por ejemplo, la tasa de mortalidad natural, los parámetros que rigen la madurez), junto con la forma en que se estimaron los valores de estos parámetros (los métodos no necesariamente tienen que ser estadísticos, por ejemplo, M podría estimarse haciendo referencia a un valor publicado anteriormente).
   ii. Enumere todos los parámetros que se estiman condicionalmente sobre los descritos anteriormente (por ejemplo, tasas de mortalidad por pesca de selección completa, parámetros asociados a cruceros y los períodos de selectividad pesquera, reclutamientos) e indique los límites y/o los límites anteriores colocados en estos parámetros y si la estimación de los parámetros está dentro del x% del límite.
   iii. Enumere las restricciones impuestas a los parámetros estimados (incluidas las penalizaciones en el reclutamiento y la selectividad).
   iv. El valor predeterminado para el reclutamiento medio debe incluir toda la serie temporal. Deben proporcionarse justificaciones para incluir menos años junto con series de modelos de series temporales completas y truncadas.

3. Definición de las salidas del modelo

a) Medidas de biomasa (por ejemplo, biomasa de animales de 50 mm o más). Indique el tiempo supuesto de apareamiento y el de la pesquería.
b) Reclutamiento (por ejemplo, número de machos y hembras en la clase de tamaño de 50-55 mm).
c) Mortalidad por pesca (por ejemplo, selección completa F multiplicada por selectividad para longitudes iguales o superiores a 80 mm). Si la mortalidad por pesca es una tasa de explotación o una tasa instantánea debe indicarse en los encabezados de los cuadros y en el texto. Lo ideal es informar sobre la "mortalidad por pesca" como la tasa de mortalidad por pesca instantánea totalmente seleccionada en el momento de la pesquería para mejorar la comparabilidad entre las evaluaciones de stocks.

a. Supuestos críticos y consecuencias de errores en los supuestos (por ejemplo, resalte los supuestos con respecto a *M*, *q* y selectividad, a los que las evaluaciones a menudo son muy sensibles).
b. Cambios en cualquiera de los anteriores desde la evaluación anterior.

c. Esquema de los métodos utilizados para validar el código para implementar el modelo y si el código está disponible.

4. **Selección y evaluación de modelos**

a. Describir configuraciones de modelos alternativos
b. Mostrar una progresión de los resultados de la evaluación anterior al modelo base preferido
c. Proporcionar evidencia de la búsqueda de equilibrio entre modelos realistas (pero posiblemente sobreparametrizados) y más simples (pero poco realistas)
d. Proporcionar el estado de convergencia y los criterios de convergencia para el modelo de caso base
e. Proporcione una tabla (o gráfica) de los tamaños de muestra asumidos para los datos de composición, por ejemplo,
    i. el número de animales realmente medidos;
    ii. una constante fija (por ejemplo, 500);
    iii. la aplicación de enfoques de bootstrapping (por ejemplo, Folmer y Pennington, 2000);
    iv. En cuanto a i y iii, con un máximo impuesto al tamaño de la muestra de entrada
f. Proporcione la base para la ponderación de datos, incluidos si se ajustó el tamaño de muestra efectivo de entrada y el CV ajustado del crucero.
g. ¿Las estimaciones de parámetros para todos los modelos tienen sentido y son creíbles?
h. Describa los criterios utilizados para evaluar el modelo o para elegir entre modelos alternativos, incluido el rol (si lo hay) de la incertidumbre.
i. Mostrar análisis residuales (p. ej., gráficos residuales, gráficos de series temporales de valores observados y previstos, u otros enfoques). Tenga en cuenta que se espera un análisis residual para el modelo de caso base a continuación.
j. Mostrar evaluación del modelo, si solo se presenta un modelo, o evaluación de modelos alternativos y selección de un modelo final, si se presenta más de un modelo.

5. **Resultados**

a. Todas las tablas y figuras deben etiquetarse en orden numérico (es decir, 1, 2, 3, etc.) e incluirse en el documento en páginas numeradas secuencialmente.
b. Enumere los tamaños de muestra efectivos, los factores de ponderación aplicados al ajustar los índices y los factores de ponderación aplicados a cualquier penalización.
c. Incluye una tabla que muestre las diferencias en la probabilidad.
d. Incluya tablas de estimaciones (todas las cantidades deben ir acompañadas de intervalos de confianza u otras medidas estadísticas de incertidumbre, a menos que

no sean factibles; incluya estimaciones de SAFE anteriores para comparaciones retrospectivas), que incluyen:

a. Todos los parámetros (incluidos los reclutamientos, los parámetros de selectividad, los parámetros de crecimiento estimados, la capacidad de captura, etc.).

b. Series temporales de abundancia y biomasa, incluida la biomasa reproductora

c. Series cronológicas de reclutamiento (incluido el reclutamiento promedio).

d. Series cronológicas de capturas divididas por biomasa reproductora

e. Incluya gráficos de estimaciones (todas las cantidades deben ir acompañadas de intervalos de confianza u otras medidas estadísticas de incertidumbre, a menos que no sean factibles), que incluyan:

   a. Selectividades de pesca y crucero.
   b. Selección completa estimada *F* a lo largo del tiempo.
   c. Ajuste de una relación de reclutamiento de acciones, si es factible.

f. Mostrar evaluación del ajuste a los datos. Los ajustes del modelo deben estar representados por una línea continua, mientras que las estimaciones de población deben estar representadas por una línea punteada. Se deben proporcionar intervalos de confianza estimados en el ajuste (los resultados de los modelos [1-3] incluidos en el documento deben trazarse juntos para ayudar con las comparaciones entre las estimaciones).

   a. Gráficos de los ajustes a las capturas observadas y previstas por el modelo (capturas retenidas y descartes), incluidas las capturas y descartes previstos por modelos para todos los años, a fin de permitir inferir los descartes de los años para los que no se dispone de datos.
   b. Los gráficos del modelo se ajustan a los números de la crucero (incluyen intervalos de confianza para los datos y las predicciones del modelo).
   c. Los gráficos del modelo se ajustan para capturar proporciones por longitud (por ejemplo, usando gráficos de burbujas y / o líneas).
   d. Los gráficos del modelo se ajustan a las proporciones de cruceros por longitud (por ejemplo, utilizando gráficos de burbujas y / o líneas).
   e. Distribuciones marginales para los ajustes a los datos de composición y etiquetado.
   f. Gráficos de tamaños de muestra implícitos versus efectivos de entrada y series temporales de tamaños de muestra efectivos implícitos.
   g. Tablas de los errores de raíz cuadrática media (RMSE) para los índices y una comparación con los valores supuestos para los coeficientes de variación asumidos para los índices.
   h. Gráficos cuantiles-cuantiles (q-q) e histogramas de residuos (a los índices y datos de composición) para justificar las elecciones de distribuciones de muestreo para los datos.

g. Incluir análisis retrospectivos e históricos

   a. Análisis retrospectivo del parámetro de gestión de claves
   b. Análisis histórico (gráfico de estimaciones reales de evaluaciones actuales y anteriores).

a. Incluir análisis de incertidumbre y sensibilidad

   a. El mejor enfoque para describir la incertidumbre depende de la situación. Los posibles enfoques (no mutuamente excluyentes) incluyen:

b. Análisis de sensibilidad (tablas o figuras) que muestran los niveles finales de biomasa, los OFL por encima de los límites de pesca y/o los valores de los componentes de probabilidad obtenidos mientras varían sistemáticamente (por ejemplo, reducir a la mitad y duplicar) los factores de énfasis para cada tipo de datos (y penalización) en el modelo.
c. Perfiles de verosimilitud para parámetros o niveles de biomasa.
d. CVs para biomasa u OFL estimados por bootstrap, el método delta o métodos bayesianos.
e. Evaluación subjetiva de la magnitud y las fuentes de incertidumbre.
f. Análisis retrospectivos e históricos (ver arriba).
g. Comparación de modelos y/o supuestos alternativos (es decir, incertidumbre sobre la estructura del modelo, según se evalúa en la Sección E.3 del presente documento).
    a. Es importante que se indique alguna información cualitativa o cuantitativa sobre la probabilidad relativa si se utiliza un rango de ejecuciones de modelos (por ejemplo, basadas en CV o suposiciones alternativas sobre la estructura del modelo o el reclutamiento) para representar la incertidumbre. Es importante señalar que todos los escenarios (o todos los escenarios entre los límites representados por las ejecuciones) son igualmente probables si no se pueden hacer declaraciones sobre la probabilidad relativa.
    b. Resultados de la simulación.
h. Examinar patrones retrospectivos en la estimación de desviaciones de reclutamiento utilizando diagramas de calamar. No incluya el último año en los cálculos de reclutamiento promedio.
i. Realice un "análisis de fluctuación" que implique ajustar aleatoriamente todos los valores iniciales (en ~ 10%), volver a ejecutar el proceso de ajuste del modelo y registrar la probabilidad resultante y los OFL o MMB terminales.

6. Proyecciones de stock

Incluya una tabla de proyecciones a 5 años de abundancia de poblaciones y rendimientos pesqueros para el modelo recomendado por el autor con la siguiente configuración:

a. Las proyecciones deben basarse en una mortalidad media por pesca de los últimos cinco años, con la excepción de una extrapolación lineal de la mortalidad por pesca de las poblaciones con una tendencia decreciente.
b. El reclutamiento debe ser remuestreado desde los reclutamientos históricos del período utilizado para determinar el estatus de la población, o para stocks con años de bajo reclutamiento reciente, un período de tiempo más corto que refleje ese nivel de reclutamiento más bajo.
c. Inicie proyecciones utilizando las estimaciones de máxima verosimilitud (MLE) del modelo recomendado o de MCMC si se basa en ese modelo.

6.8 F. Cálculo de recomendaciones de capturas

6.9 G. Lagunas de datos y prioridades de investigación

Identificar la información que podría recopilarse de manera factible y los análisis que deberían realizarse para mejorar la evaluación. Idealmente, las necesidades de recopilación y análisis de datos deberían enumerarse en orden de prioridad.

6.10 H. Consideraciones ecosistémicas

Se han desarrollado nuevos productos para proporcionar indicadores de las condiciones ambientales y ecosistémicas.

6.10.1 Efectos del ecosistema en la población

1. Tendencias de disponibilidad/abundancia de presas (históricamente, en el presente y en el futuro previsible). Estas tendencias de presas podrían afectar el crecimiento o la supervivencia de una población objetivo.
2. Tendencias de la población de depredadores (históricamente, en el presente y en el futuro previsible). Estas tendencias podrían afectar las tasas de mortalidad de las poblaciones a lo largo del tiempo.
3. Cambios en la calidad del hábitat (históricamente, en el presente y en el futuro previsible).
4…

6.10.2 Efectos de la pesca en el ecosistema

Deben analizarse los siguientes factores:

1. Contribución específica de la pesca a la captura incidental, mamíferos marinos, aves y otras especies sensibles no objetivo (incluidos los principales depredadores como los tiburones).
2. Concentración específica de la pesca de la captura objetivo en el espacio y el tiempo en relación con las necesidades de los depredadores en el espacio y el tiempo (si se conocen) y en relación con los componentes del desove.
3. Efectos específicos de la pesca sobre la cantidad de cangrejo objetivo de gran tamaño.
4. Contribución específica de la pesca a los descartes y la producción de desechos.
5. Efectos específicos de la pesca sobre el tamaño en la madurez y fecundidad de las especies objetivo.

6.11 I. Literatura citada

7.4.2 Reporte Expertos Internacionales Taller 2 (version traducida)

Revisión Externa Independiente de la evaluación de las poblaciones de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) y congrio dorado (*Genipterus blacodes*) en el sur de Chile

James Ianelli y Jesús Jurado-Molina

1. Resumen

El segundo taller se llevó a cabo del 9 al 12 de enero en Valparaíso, Chile. El taller contó con la participación de expertos internacionales (James Ianelli y Jesús Jurado-Molina) y personal de distintas instituciones chilenas de investigación y manejo pesquero, entre ellas: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Instituto de Fomento Pesquero, Instituto de Investigación Pesquera y Pontificia Universidad Católica de Chile. Del taller de 2023 se plantearon las siguientes tareas para las evaluaciones de congrio dorado y merluza de cola:

1. Implementar un modelo de evaluación del stock en aguas nacionales y un modelo alternativo que incluya información de aguas argentinas y chilenas para brindar una perspectiva global sobre la productividad de toda el área en relación con los niveles actuales de agotamiento.
2. La serie de capturas debe basarse en observaciones o registros disponibles en publicaciones existentes. En los períodos en que no se dispone de ellos o se consideran poco fiables, se sugiere evaluar la posibilidad de que el modelo estime las capturas.
3. Revisar la estandarización para detectar diferencias en las tasas altas que coinciden con los bajos desembarques (situaciones inusuales), utilizando el enfoque sugerido por expertos internacionales.
4. Revisar o evaluar el efecto de la diferencia entre: i) La serie de estimaciones de biomasa total y biomasa desovante generadas anualmente por el equipo hidroacústico de IFOP (con base en composiciones de tamaño y peso observados anualmente) y ii) La serie estimada por Payá (2022), calculada en base a una ojiva de madurez con una mezcla de datos nacionales y Atlánticos aplicados a toda la serie.

Estas tareas se han llevado a cabo a través de la cooperación y comunicación con los científicos del INPESCA y la información de los científicos de IFOP, dando como resultado un modelo adaptado cuyos supuestos y características se describen en los apartados 2.2.1, 2.2.2 y 2.2.3. El modelo propuesto es flexible y fácil de usar y permite agregar componentes de forma sencilla, y es fácil convertir la información de los datos y los archivos de entrada sin manipulaciones considerables. En las secciones restantes se muestra la aplicación de las variaciones del modelo a merluza de cola chilena y congrio dorado, que tienen como objetivo principal presentar las capacidades del modelo, las herramientas disponibles y las sensibilidades del modelo.

Toda la información del primer y segundo taller se encuentra en: https://github.com/jimianelli/cmerluza de colacongrio dorado código del modelo adoptado

está disponible en: https://github.com/jimianelli/cmerluza de colacongrio dorado/tree/main/JanMtg. Estos sitios tienen acceso restringido. Para acceder al sitio, escribir al coordinador del proyecto (Claudio Gatica Molina, cgatica@inpesca.cl).

En cuanto a la estandarización de la CPUE, se utilizó un proceso de selección de modelos para un modelo saturado que contenía predictores y sus interacciones de primer nivel. Las interacciones del año se agregaron al modelo resultante del proceso de selección del modelo como efectos aleatorios. Los resultados sugieren que, aunque los modelos con efectos aleatorios tuvieron un AIC más bajo, la incertidumbre de la serie CPUE también aumentó significativamente. Por lo tanto, recomendamos utilizar la serie CPUE del modelo sin efectos aleatorios.

El código R para la estandarización de CPUE para la merluza de cola chilena se encuentra en el archivo StdCPUEMerluza de cola.R. Los archivos de entrada son data1b.csv y data120021999.csv. En el caso de congrio dorado, el código R se encuentra en el archivo Congrio dorado_Std_CPUE. R; Sus archivos de entrada son datospal.csv y DatosPalS.csv.

Las siguientes secciones se presentan para cubrir estos aspectos del trabajo. Además, con base en las interacciones con IFOP y los participantes durante la semana, repetimos algunas indicaciones de cómo se puede estructurar un documento de evaluación para análisis que comprenden muchas sensibilidades y diagnósticos (es decir, una evaluación "completa"), en comparación con uno más rutinario, donde los componentes de datos y la estructura del modelo se mantienen relativamente sin cambios con respecto al modelo aceptado más recientemente.

2. Merluza de cola chilena (*Macruronus magellanicus*)

2.1 Antecedentes (Merluza de cola chilena)

2.1.1 Biología

La merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), conocida localmente como merluza de cola, se distribuye en el cono sur de América del Sur, desde los 37°S de latitud en el Océano Atlántico hasta los 27°03S en el Océano Pacífico, a profundidades de 20 a 800 m frente a la costa Argentina (Chesheva 1992), y de 20 a 700 m en la costa chilena (Arana, 1970; Avilés *et al.,* 1979). En Chile la merluza de cola se distribuye desde Coquimbo (30°S) hasta el extremo sur del continente y desde la costa hasta las 200 millas náuticas, incluyendo el área cercana al archipiélago de Juan Fernández. Entre las regiones de Valparaíso y la Araucanía, la merluza de cola se distribuye en la plataforma continental y talud a profundidades entre 20 y 700 m. En el sur, se distribuye entre 100 y 600 m (SUBPESCA, 2006).

La merluza de cola es una especie euribática con una vida útil cercana a los 20 años y alcanza longitudes superiores a los 100 cm (Chong *et al*., 2007). Los ejemplares juveniles tienen un comportamiento pelágico, mientras que los adultos presentan hábitos demersales (Lillo *et al.,* 2000). La principal zona de desove se encuentra cerca de las islas Guafo y Guamblin (Lillo et al., 2004; Córdova et al., 2006). El mar interior de Chiloé juega un papel importante en la dinámica poblacional de la merluza de cola. Se ha detectado una abundancia significativa de juveniles en esa zona, lo que sugiere que este sistema representa un área de reclutamiento importante (Lillo *et al.,* 2009). Esta área, también es un área de alimentación importante para las fases juveniles y sub-adultas (Niklitschek *et al.,* 2013). La merluza de cola realiza frecuentes migraciones verticales en la columna de agua, desplazándose hacia aguas poco profundas para alimentarse de presas mesopelágicas o epipelágicas (Bezzi, 1984). La merluza de cola presenta estratificación batimétrica durante su desarrollo ontogenético; los adultos se encuentran en aguas profundas, mientras que los juveniles habitan en profundidades menos profundas (Queirolo *et al.,* 2008). Debido a este comportamiento característico y a su ontogenia, a la merluza de cola se le ha atribuido un papel ecológico clave en la transferencia de energía entre las redes tróficas pelágicas y demersales, alimentándose principalmente de eufáusidos, anfípodos y pequeños peces epi y mesopelágicos (Queirolo *et al.,* 2008, Brickle *et al.,* 2009). La merluza de cola se considera una especie clave debido a su papel como presa principal de la merluza del sur y el congrio dorado, y la presencia de canibalismo sustancial ocurre sobre la fracción juvenil (Pool *et al.,* 1997).

En cuanto a la reproducción, la merluza presenta un período de madurez bien definido que comienza en mayo, alcanza la madurez completa en julio y termina con un corto período de desove en agosto y septiembre. La fecundidad estimada para esta especie osciló entre 49.309 y 622.220 ovocitos para organismos entre 770 y 2.700 g, con un promedio de ± 433.280,1. El tamaño de la primera madurez L50% es de 54 cm de longitud total (Young *et al.,* 1998).

2.1.2 Pesca

Los registros de desembarque de merluza se iniciaron en 1977 como captura incidental de la pesquería de merluza del sur en la flota de arrastreros factoría de la pesquería demersal del sur (Céspedes *et al.,* 2021). La pesca oficial de la merluza de cola en Chile comenzó a principios de la década de 1980. Inicialmente, la pesquería se centró en el consumo interno. Posteriormente, a mediados de la década de 1990, la demanda de merluza de cola chilena aumentó en los mercados internacionales, especialmente en Europa y Japón.

La pesquería de este recurso es realizada por dos unidades pesqueras: la Demersal-Austral (PDA) y la Centro-Sur (CS). En la PDA, los arrastreros de fondo comenzaron a operar en la década de 1980 y se convirtieron en el principal arte de pesca utilizado para capturar merluza de cola en los primeros años. La flota de arrastre tenía desembarques que fluctuaban entre 15.000 y 47.000 toneladas a finales del siglo pasado.

La flota de cerco también comenzó a operar en la CS en la década de 1980. Como resultado de la creciente demanda, la pesquería creció, y se construyeron nuevos buques cerqueros para satisfacer la demanda; por ejemplo, en 1996 operaban 149 cerqueros en la zona centro-sur de Chile, mientras que en 1997 el número de embarcaciones aumentó a 164 (Cubillos *et al.,* 1998). En la PDA hasta el año 2000, la captura fue realizada principalmente por la flota cerquera en agregaciones juveniles de la población. Sin embargo, en el período 2001-2004, este recurso presentó un comportamiento principalmente demersal y, en consecuencia, la flota arrastrera (SUBPESCA, 2005) tuvo desembarques fluctuantes entre 23.000 y 136.000 toneladas (SERNA PESCA, 2005).

2.1.3 Gestión

La pesquería de merluza de cola ha cerrado el acceso a nuevos operadores; se gestiona con cuotas de captura globales e individuales y regulación de la forma y el tamaño mínimo de malla en las redes de arrastre. La pesquería se administra a través de la Ley General de Pesca y Acuicultura, decretos y resoluciones publicadas por el Comité de Administración. Cabe destacar que no existe un plan de manejo para esta especie; sin embargo, se ha iniciado el proceso para la elaboración del plan de manejo de esta población de peces (Comité de Manejo de la Merluza de Cola, Acta sesión No. 2, 2023). En particular, cada año el Ministerio de

Economía, Desarrollo y Turismo emite un decreto que establece la cuota anual para merluza de cola, distribuida entre las aguas centro-sur, australes, interiores y de investigación.

El Ministerio de Economía estableció en 2013 una estrategia de gestión, cuyo objetivo era recuperar la biomasa al nivel que genera el MRS (Máximo rendimiento sostenido) en 13 años. El contingente anual se determina sobre la base del MRS (MSY= Maximum sustainable yield; en Inglés); sin embargo, evaluaciones posteriores de las poblaciones sugirieron que las poblaciones seguían agotadas, y que las cuotas determinadas mediante el MRS no se han completado desde 2016.

El Comité de manejo de la merluza de cola, es responsable de la gestión de la pesquería de merluza de cola en Chile y de la asignación de la cuota anual. El Comité está integrado por representantes de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, el Representante del sector plantas de proceso, el sector pesquero industrial Unidad de Pesquería Centro Sur, y el sector pesquero industrial de la Unidad Pesquera del Sur.

2.2 Implementación de un modelo de evaluación para el stock nacional y un modelo alternativo para las aguas argentinas y chilenas.

Durante el taller de 2023, los asistentes sugirieron la necesidad de implementar un modelo de evaluación del stock nacional y un modelo alternativo general utilizando datos de Chile y Argentina para brindar una perspectiva global sobre la productividad de toda el área en relación con los niveles actuales de agotamiento. A continuación, se presenta una breve descripción del modelo implementado, los datos utilizados y los posibles escenarios.

2.2.1 Modelo

El modelo propuesto para la evaluación de las poblaciones se basa en un modelo estadístico estructurado por edades con la ecuación de captura y el modelo de dinámica poblacional descritos en Fournier y Archibald (1982) y en otros lugares (por ejemplo, Hilborn y Walters 1992, Schnute y Richards 1995, McAllister y Ianelli 1997). La captura en número a la edad en el año t ($C_{t,a}$) y la biomasa total de capturas (Y_t) pueden describirse por:

$$C_{t,a} = \frac{F_{t,a}}{Z_{t,a}}(1 - e^{-Z_{t,a}})N_{t,a}, \qquad 1 \le t \le T, 1 \le a \le A,$$

$$N_{t+1,a+1} = N_{t,a}e^{-Z_{t,a}}, \qquad 1 \le t \le T, 1 \le a \le A$$

$$N_{t+1,A} = N_{t,A-1}e^{-Z_{t,A-1}} + N_{t,A}e^{-Z_{t,A}} \qquad 1 \leq t \leq T$$

$$Z_{t,a} = F_{t,a}$$

$$C_t = \sum_{a=1}^{A} C_{t,a}$$

$$P_{t,a} = \frac{C_{t,a}}{C_t}$$

$$Y_{t,a} = \sum_{a=1}^{A} w_{t,a}C_{t,a}$$

donde la mortalidad por pesca ($F_{t,a}$) se especifica como semiseparable y no paramétrica en su forma, con restricciones en la variabilidad siguiendo a Butterworth et al. (2003):

$$F_{t,a} = s_{t,a}\mu^f e^{\epsilon_t}, \qquad \epsilon_t \sim \mathrm{N}(0, \sigma_E^2)$$

$$s_{t+1,a} = s_{t,a}e^{\gamma t}, \qquad \gamma_t \sim \mathrm{N}(0, \sigma_S^2)$$

donde $s_{t,a}$ es la selectividad para la clase de edad a en el año t, y μ^f es la mediana de la tasa de mortalidad por pesca a lo largo del tiempo. Si las selectividades $s_{t,a}$ son constantes a lo largo del tiempo, entonces la tasa de mortalidad por pesca se descompone en un componente de edad y un componente de año. Una penalización de curvatura en los coeficientes de selectividad utilizando las diferencias de segundos al cuadrado proporciona suavidad entre edades.

La selectividad de la prospección de arrastre de fondo, se estableció para que fuera asintótica pero conservara las propiedades deseadas para las características de este arte; es decir, que la función debe permitir flexibilidad en la selección de 1 año a lo largo del tiempo. La forma funcional de esta selectividad fue:

$$s_{t,a} = \left[1 + e^{-\propto_t a - \beta_t}\right]^{-1}, \qquad a > 1$$

$$s_{t,a} = \mu_s e^{\delta_t^\mu}, \qquad a = 1$$

$$\propto_t = \bar{\propto}\, e^{\delta_t^\alpha},\ \beta_t = \bar{\beta}e^{\delta_t^\beta},$$

donde los parámetros de la función de selectividad siguen un proceso de caminata aleatorio:

$$\delta_t^\mu - \delta_{t+1}^\mu \sim N\left(0, \sigma_{\delta^\mu}^2\right)$$

$$\propto_t^\mu - \propto_{t+1}^\mu \sim N\left(0, \sigma_{\alpha^\mu}^2\right)$$

$$\beta_t^\mu - \beta_{t+1}^\mu \sim N\left(0, \sigma_{\beta^\mu}^2\right)$$

Por lo tanto, los parámetros que deben estimarse en esta parte del modelo son para t=1982 hasta 2023. Se especificó que los términos de varianza para estos parámetros de error de proceso eran 0,04.

Se agregó a la evaluación un enfoque diagnóstico para evaluar las especificaciones de varianza de entrada (a través del tamaño de la muestra bajo supuestos multinomiales). Este método utiliza los residuos de las edades medias junto con el concepto de que la varianza muestral de la edad media (de un conjunto de datos anuales dado), varía inversamente con el tamaño de la muestra de entrada. Se puede demostrar que para un conjunto dado de proporciones de entrada a la edad (hasta la edad máxima A) y el tamaño de la muestra *Nt* para el año *t*, se puede calcular un factor de ajuste ν para el tamaño de la muestra de entrada cuando se compara con las proporciones predichas del modelo de evaluación a la edad y la edad media predicha del modelo :$\hat{P}_{t,a}\hat{\bar{a}}_t$

$$\upsilon = var\left(r_t^a\sqrt{\frac{N_t}{\kappa_t}}\right)^{-1}$$

$$r_t^a = \bar{a}_t - \hat{\bar{a}}_t$$

$$\kappa_t = \left[\sum_a^A \bar{a}_t - \hat{\bar{a}}_t\right]^{0.5}$$

Donde es el residuo de la edad media y:r_t^a

$\hat{\bar{a}}_t = \sum_a^A a\hat{p}_{t,a}$ $\qquad$ $\bar{a}_t = \sum_a^A ap_{t,a}$.

En cuanto al reclutamiento, en el modelo, Rt representa números o individuos de 1 edad modelados como una función estocástica de la biomasa de desove del año anterior:

$$R_t = f(B_{t-1}),$$

donde la biomasa reproductora madura durante el año t se definió como:

$$B_t = \sum_{a=1}^A w_{t,a}\, \emptyset_a N_{t,a},$$

donde es la proporción de hembras maduras a la edad. Se utilizó una formula reparametrizada para la relación stock-reclutamiento siguiendo a Francis (1992). Para el formulario opcional de Beverton-Holt (el formulario de Ricker presentado en la Ec. 12 fue adoptado para esta evaluación) tenemos:$\emptyset_a$

$$R_t = \frac{B_{t-1}e^{\varepsilon t}}{\propto + \beta B_{t-1}},$$

donde los valores de los parámetros de la función de reclutamiento de la población y se calculan a partir del número de crías de 1 año en ausencia de variabilidad de la explotación y el reclutamiento y de la intensidad de la relación entre la población y el reclutamiento (*h*). La inclinación es la fracción de R0 que cabe esperar (en ausencia de variabilidad de reclutamiento) cuando la biomasa madura se reduce al 20% de su nivel prístino (Francis 1992) de modo que:

$\propto = \tilde{B}_0 \frac{1-h}{4h}$, $\beta = \frac{5h-1}{4hR_0}$,

Donde es la producción total de huevos (o proxy, por ejemplo, biomasa de desove de hembras) en ausencia de explotación (y variabilidad de reclutamiento), expresada como una fracción de R$\tilde{B}_0$.

A continuación, se presentan algunas interpretaciones y explicaciones más detalladas. Si la pendiente es igual a 0,2, entonces los reclutas son una función lineal de la biomasa de desove (lo que implica que no hay producción de excedentes). Para una inclinación igual a 1,0, el reclutamiento es constante para todos los niveles de tamaño de la población reproductora. Un valor de h 0,9 implica que al 20% del tamaño de la población reproductora no pescada se obtendrá un valor esperado del 90% del nivel de reclutamiento no explotado. La inclinación de 0,7 es un valor predeterminado comúnmente asumido para la forma Beverton-Holt (por ejemplo, Kimura 1988). La distribución anterior para la pendiente utilizó una distribución beta como en Ianelli *et al.* (2016). Se especificó que la pendiente previa era una forma simétrica de la distribución Beta con $\alpha=\beta=14{,}93$, lo que implica una media previa de 0,5 y un CV del 12% (lo que implica que hay aproximadamente un 14% de probabilidad de que la pendiente sea superior a 0,6). Este valor a priori conservador impide que la curva de reclutamiento favorezca pendientes pronunciadas (las prior no informativos dan como resultado valores de FMRS cercanos a un FSPR de aproximadamente F18%, un valor considerablemente más alto que el proxy predeterminado de F35%). Esto se derivó de la justificación de que los residuos deben estar razonablemente equilibrados en toda la gama de tamaños de la población reproductora. Si bien esto es algo circular (es decir, el uso de datos para la obtención previa), el punto aquí es que los patrones residuales (típicamente ignorados en este tipo de modelos) se consideraron cualitativamente. El valor de σR se fijó en 0,65

Para tener el valor crítico de la función de reclutamiento de ganado (pendiente, h) en la misma escala para el modelo de Ricker, partimos de la parametrización de Kimura (1990):

$$R_t = \frac{B_{t-1} e^{\propto\left(1 - B_{t-1}\frac{R_0}{\varphi_0}\right)}}{\varphi_0},$$

Se puede demostrar que el parámetro Ricker α asigna a la inclinación como:

$$h = \frac{e^{\propto}}{e^{\propto}+4}.$$

Este enfoque permite que el uso previo en h, se implemente en las ecuaciones de reclutamiento de poblaciones de Ricker y Beverton-Holt. El término representa el equilibrio de la biomasa desovante no pescada por recluta φ_0.

2.2.2 Función objetivo

La función objetivo es la suma de la función logarítmica de verosimilitud negativa y los logaritmos de las distribuciones anteriores. El ajuste de un gran número de parámetros en modelos no lineales requiere la estimación de algunos parámetros en diferentes etapas. La capacidad de estimar etapas también es importante en el uso de funciones de verosimilitud robustas, ya que a menudo no es deseable usar funciones objetivas robustas cuando los modelos están lejos de una solución. En consecuencia, en las primeras etapas de la estimación, utilizamos la siguiente función logarítmica de verosimilitud para los datos del crucero y de la captura a la edad (en números):

$$nll(i) = n \sum_{t,a} p_{t,a} \ln\left(\hat{p}_{t,a}\right)$$

$$p_{t,a} = \frac{O_{t,a}}{\sum_a O_{t,a}} \qquad \hat{p}_{t,a} = \frac{\hat{C}_{t,a}}{\sum_a \hat{C}_{t,a}}$$

$$\boldsymbol{C} = \boldsymbol{CE}$$

$$E = \begin{pmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} & \dots & b_{1,15} \\ b_{2,1} & b_{2,2} & \dots & b_{2,15} \\ . & & . & . \\ . & & . & . \\ . & & . & . \\ b_{15,1} & b_{15,2} & & b_{15,15} \end{pmatrix},$$

donde *A* y *T* representan el número de clases de edad y años respectivamente, *n* es el tamaño de la muestra, $O_{t,a}$ y $\hat{C}_{t,a}$ representan el número observado y pronosticado a la edad en la captura. Los elementos *bi,j* representan proporciones de clasificación errónea por envejecimiento y se basan en tasas de concordancia independientes entre los lectores de edad de otolitos.

Dentro del modelo, el índice de abundancia predicho tuvo en cuenta la mortalidad dentro del año, ya que las evaluaciones se realizan a mediados de año. Al igual que en años anteriores, asumimos que las remociones realizadas por la evaluación fueron insignificantes. En consecuencia, se estimó un conjunto de términos análogos de capturabilidad y selectividad para ajustar las observaciones del índice de la siguiente manera:

$$\hat{N}_{t,a}^{s} = e^{-0.5Z_{t,a}} N_{t,a} q_t^s s_{t,a}^s$$

donde el superíndice s indexa el tipo de índice (crucero o CPUE). Para la opción de utilizar las predicciones del crucero en términos de biomasa en lugar de solo abundancia, se modificó lo anterior para incluir los pesos de biomasa del crucero observado a la edad:

$$\hat{N}_{t,a}^{s} = e^{-0.5Z_{t,a}} w_{t,a} N_{t,a} q_t^s s_{t,a}^s$$

Para estos análisis, optamos por mantener constantes las capturas de los cruceros a lo largo del tiempo (aunque se estiman por separado para los cruceros de arrastre de fondo). La contribución a la función logarítmica de verosimilitud negativa (ignorando las constantes) desde los cruceros viene dada por la distribución lognormal:

$$nll(i) = \sum_t \frac{ln(u_t^s/\hat{N}_t^s)^2}{2\sigma_{s,t}^2},$$

donde es la estimación total (abundancia numérica u opcionalmente biomasa) con varianza $\sigma_{s,t}^2$ para el crucero S en el año *t* u opcionalmente, se puede seleccionar la distribución normal:

$$nll(i) = \sum_t \frac{ln(u_t^s-\hat{N}_t^s)^2}{2\sigma_{s,t}^2},$$

La contribución a la función de probabilidad logarítmica negativa para la biomasa total de capturas observada $\left(C_b^{obs}, \hat{C}_b\right)$ por la pesquería viene dada por:

$$nll(i) = \sum_t \frac{ln\left(C_b^{obs}/\hat{C}_b\right)^2}{2\sigma_{C_b,t}^2}$$

Donde $\sigma_{C_b,t}^2$ se especifica previamente (fijado en 0,05) y refleja la exactitud de la captura global observada en biomasa. De manera similar, la contribución de distribuciones anteriores (en densidad logarítmica negativa) a la función logarítmica de verosimilitud incluye:

$$\lambda_\varepsilon \sum_t \varepsilon_t^2 + \lambda_\gamma \sum_{ta} \gamma^2 + \lambda_\delta \sum_t \delta_t^2$$

donde el tamaño de λ'_S representa supuestos previos sobre las varianzas de estas variables aleatorias. La mayoría de estos parámetros, se asocian con desviaciones interanuales y específicas por edad en los coeficientes de selectividad. Para una presentación de este tipo de enfoque bayesiano para modelar errores en variables, se remite al lector a Schnute (1994). Para facilitar la estimación de un número tan grande de parámetros, se utilizó el software de diferenciación automática extendido de Greiwank y Corliss (1991) y desarrollado en bibliotecas de clases de C++. Este software proporcionó los cálculos derivados necesarios para encontrar el modo posterior a través de una rutina de minimización de funciones cuasi-Newton (por ejemplo, Press *et al.,* 1992). El lenguaje de implementación de modelos (ADModel Builder), proporcionó un acceso simple y rápido a estas rutinas y proporcionó la capacidad de estimar la matriz de varianza-covarianza para todos los parámetros dependientes e independientes de interés.

Las proyecciones se calcularon sobre la base de los multiplicadores de la tasa de mortalidad por pesca más reciente.

2.2.3 Diagnóstico

Para llevar a cabo el diagnóstico, se agregó una función de repetición en la que se utiliza la serie temporal de estimaciones de reclutamiento de un modelo en particular para calcular la expectativa de abundancia posterior si no se hubiera producido pesca. Estos reclutamientos se ajustan a partir de las estimaciones originales por la relación entre el reclutamiento esperado dada la biomasa reproductora (con y sin pesca) y la curva estimada de reclutamiento de poblaciones, es decir, el reclutamiento bajo pesca sin pesca se modifica como:

$$R_t^{'} = \hat{R}_t \frac{f\left(B_{t-1}^{'}\right)}{f(B_{t-1})}$$

donde $\hat{R}_t$ es la estimación de reclutamiento original en el año *t* con $B_{t-1}^{'}$ y B_{t-1} representando la función de reclutamiento de la población dada la biomasa reproductora en condiciones sin pescar y bajo la intensidad de pesca estimada, respectivamente.

El código del modelo de evaluación permite análisis retrospectivos (por ejemplo, Parma 1993; Ianelli y Fournier, 1998). Esto fue diseñado para ayudar a especificar cómo los patrones de biomasa de desove (y la incertidumbre) han cambiado debido a nuevos datos. El enfoque retrospectivo simplemente utiliza el modelo actual para evaluar cómo puede cambiar con el tiempo con la adición de nuevos datos basados en la evolución de los datos recopilados en los últimos años.

2.2.4 Datos

La información disponible para la evaluación de la población de merluza de cola para el período 1985-2021 incluye (Payá, 2022):

- Información biológica (crecimiento, madurez y mortalidad natural).
- Peso medio a la edad.
- Datos de capturas (desembarques) por flota (red de arrastre sur-austral, red de arrastre centro-sur y red de cerco; Figura 1).
- Factores de corrección de los descartes/subdeclaración de capturas por flota y períodos.
- Estructuras de tallas y edades de la pesquería (1988-2021).
- Estructura de edad del estudio acústico (2000-2005 y 2007-2021).
- Índice relativo de abundancia (CPUE estandarizado) de arrastreros para 1985-1996 y 2002-2021.
- Biomasa reproductora estimada a partir del estudio acústico (2000-2005 y 2007-2021).

Con base en las recomendaciones de expertos internacionales previos (Stewart y Hanselman, 2012) se excluyeron los siguientes datos:

- CPUE estandarizada de la flota cerquera centro-sur (1987-2002).
- Índice relativo de abundancia (CPUE estandarizado) de la flota de arrastreros (1997-2001)

Como parte de los requerimientos, se pone a disposición de los científicos de IFOP un nuevo índice relativo de abundancia (CPUE estandarizado), basado en un proceso de selección de modelos (ver sección estandarización).

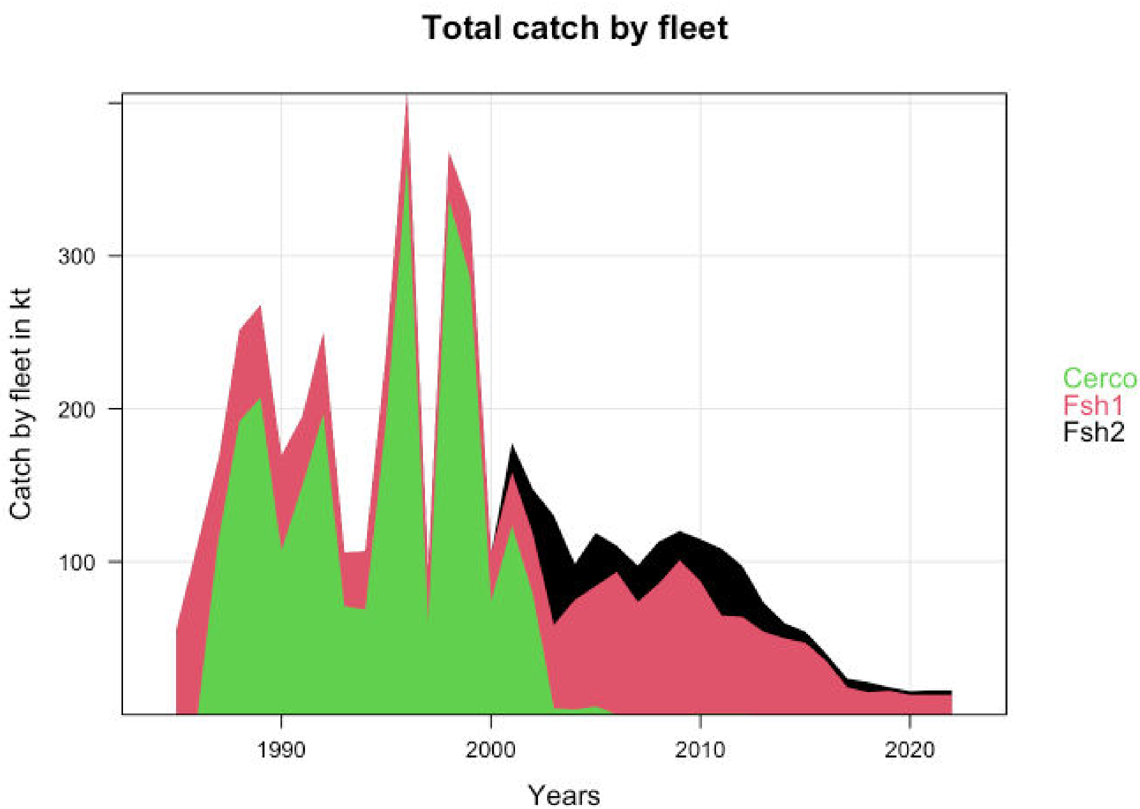


Figura 1. Captura por flota para las pesquerías chilenas de Merluza de cola.

2.2.5 Resultados

Como se ha mencionado, el modelo adoptado utiliza los datos de entrada (véase la sección anterior 2.2.4) del modelo CHOSAM. El modelo adoptado se amplió con algunas especificaciones alternativas que se muestran a continuación (Tabla 1). Estas alternativas se centran en supuestos para diferentes parámetros y supuestos, por ejemplo, q fija o estimada, selectividad constante o variable, pendiente constante o estimada, etc. El modelo se ajusta a los datos de la CPUE y los datos acústicos del estudio se muestran a continuación (Figura 2). Los ajustes para el modelo 1.08 y 1.09 son presentados en (Figura 3, Figura 4, Figura 5, Figura 6). El modelo (1.08) se ajusta a la composición de edad para la Pesquería Demersal Austral (PDA), pesquería Centro-Sur, y el estudio acústico se muestran en (Figura 7). El ajuste a la edad media de la pesquería del modelo (1.08) se presenta en la (Figura 8). La tabla de probabilidad (Tabla 2), de los modelos mostrados, indica que el modelo 1.03, es el que tiene la menor probabilidad. En general, la composición por edades del estudio acústico, la composición por edades de la pesquería, los índices de abundancia y la selectividad son los componentes con mayor verosimilitud (Tabla 2). Debido a la gran cantidad de resultados, sólo se muestran los resultados del modelo 1.08. Los resultados de otros modelos se encuentran en los documentos: JanReportDay1.html y JanReportDay2.html.

Tabla 1. Descripción de especificaciones alternativas del modelo adoptado para la merluza de cola chilena.

Modelo	**Descripción**
1.00	Levantamiento acústico fijo q en 0,75, selectividad acústica constante, pendiente 0,65, relación de Beverton estimado a partir de SRR desde 2000
1.01	Como 1.00 pero con pendiente estimada con media 0.65, CV=0.2
1.02	Como 1.01 pero con sondeo acústico q estimado con media previa en 0.75 y CV=0.2
1.03	Como 1.02 pero con mayor flexibilidad para el estudio acústico
1.04	Como 1.03 pero con SRR Estimado a lo largo de 35 años (desde 1986)
1.05	Como 1.04 pero con Ricker SRR
1.06	Como 1.05 pero con series temporales de actualización de CPUE por panel de revisión
1.07	Como 1.06 pero con la pausa de la capacidad de captura de la serie CPUE en 2015
1.08	Como 1.07 pero con una serie actualizada de datos de estudios acústicos (todas las edades)
1.09	Como 1.08 pero con una selectividad acústica más restrictiva
2.05	Como 1,05 pero desarrollado utilizando sólo datos de evaluación argentinos (edades 1-11 en lugar de 1-14)
3.05	Como 1.05 pero desarrollado utilizando datos de pesquerías argentinas agregados al modelo 1.05
3.06	Como 3.05 pero desarrollado utilizando datos de cruceros y pesquerías argentinas agregados al modelo 1.05
3.07	Como 3.06 pero con la serie CPUE desarrollada por el panel de revisión

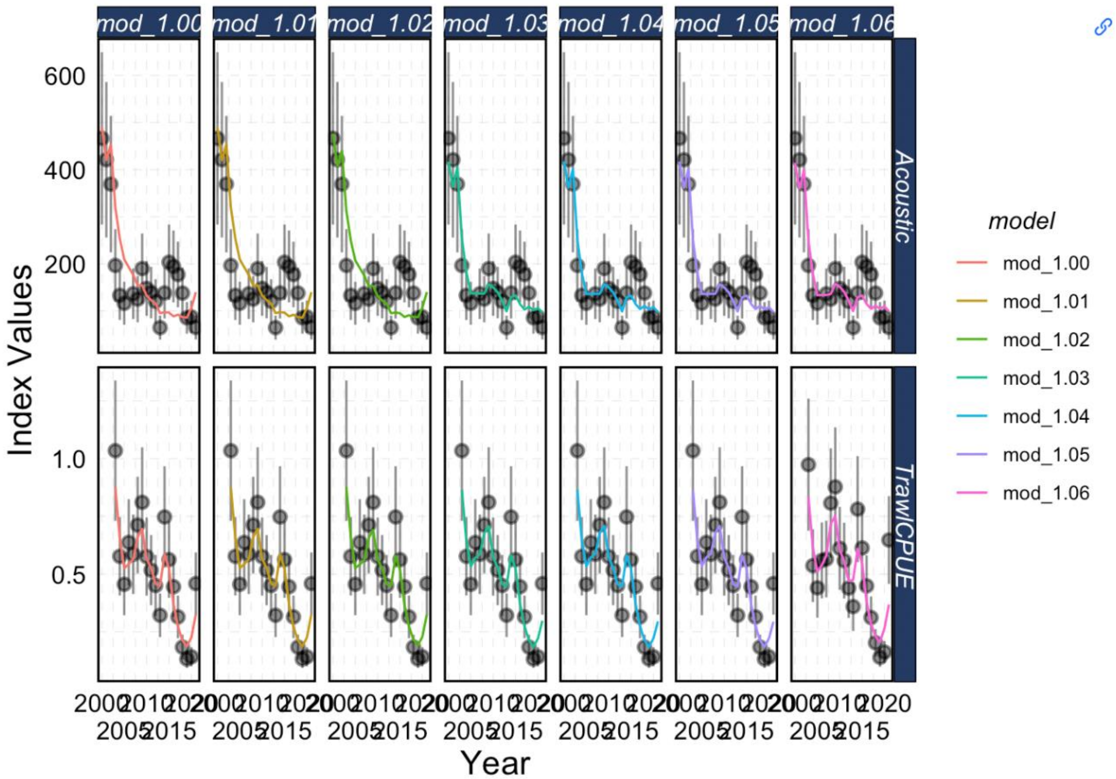


Figura 2. El modelo se ajusta a los datos de la CPUE y al estudio acústico.

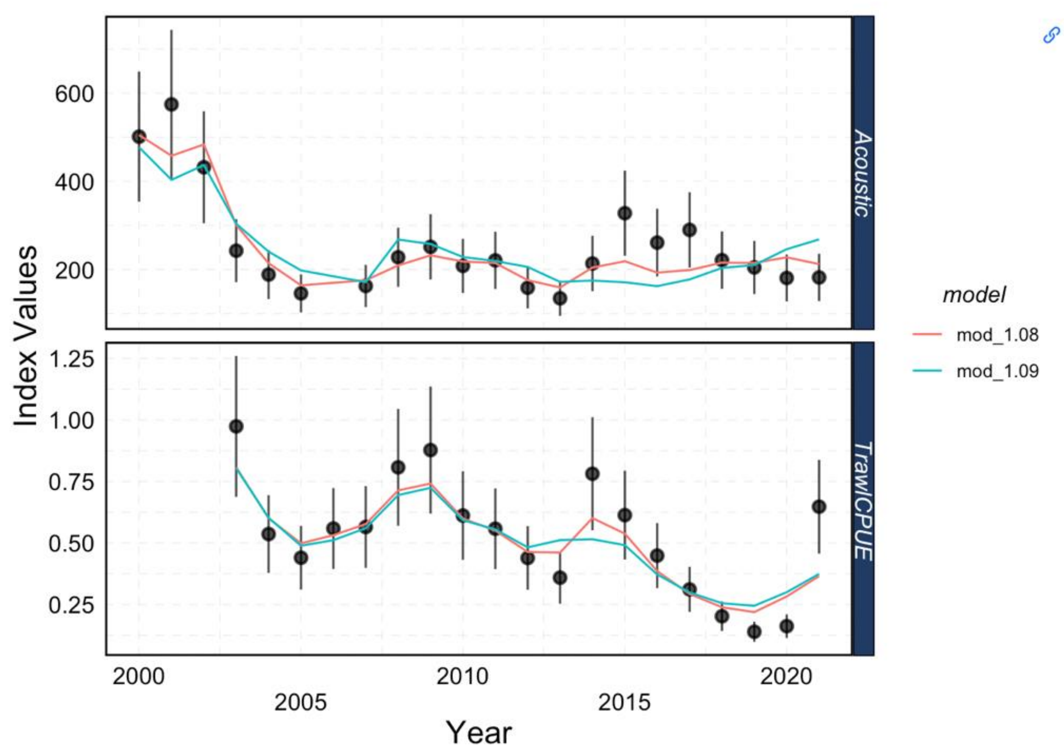


Figura 3. Modelo (1.08 y 1.09) a datos de CPUE y cruceros acústicos.

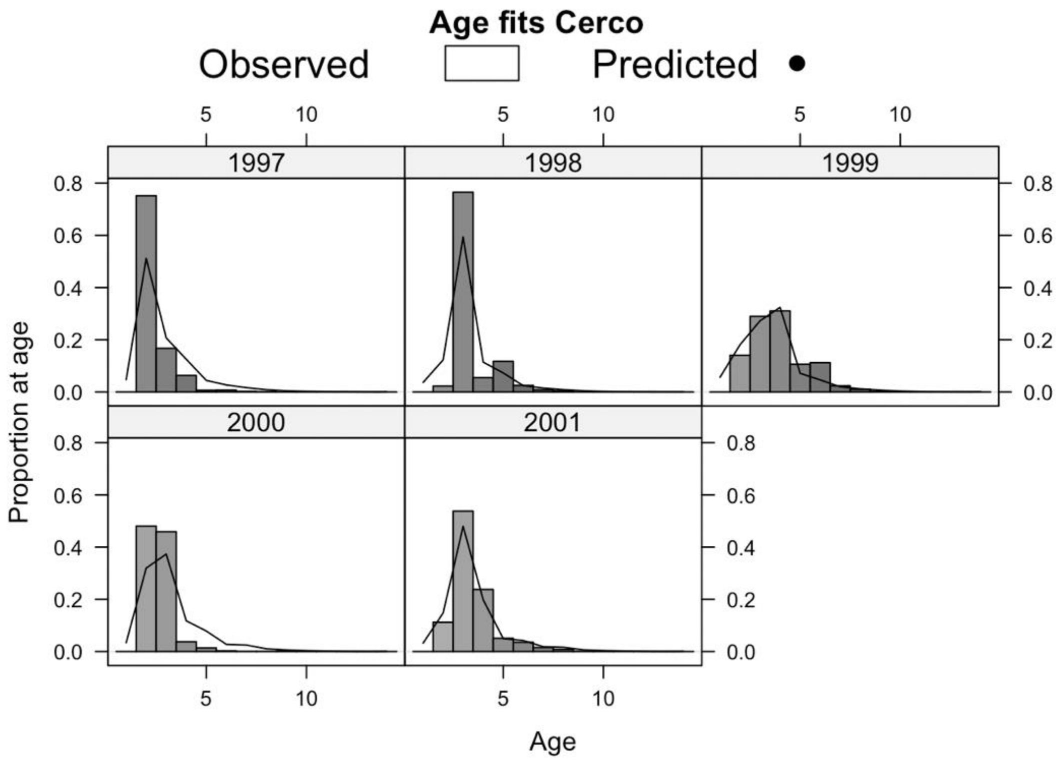


Figura 4. El modelo (1.08) se ajusta a la composición de edad de la red de cerco.

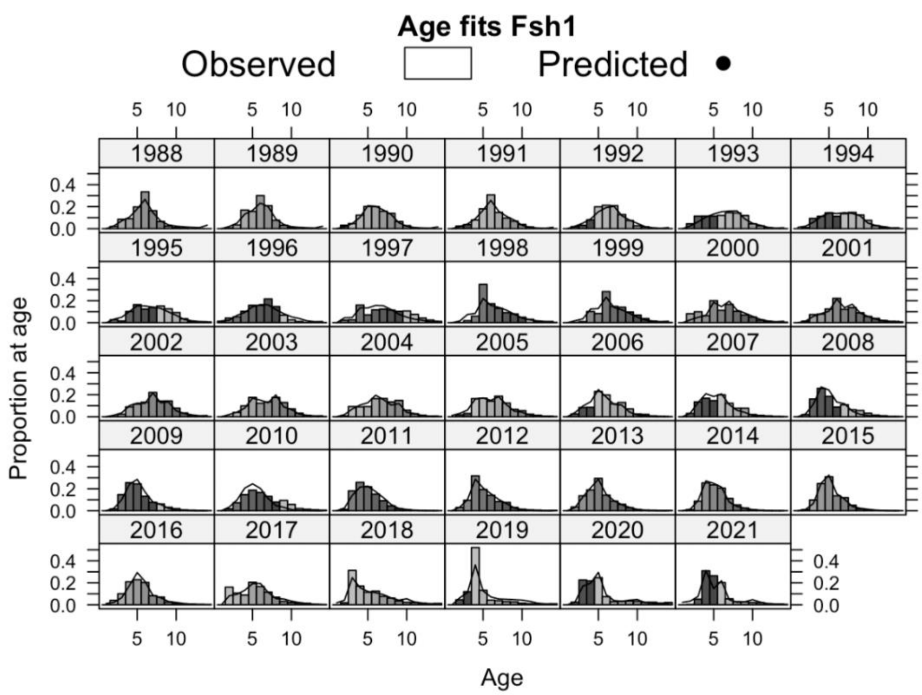


Figura 5. El modelo (1.08) se ajusta a la composición por edades de la pesquería de arrastre 1 (Pesquería Demersal-Austral).

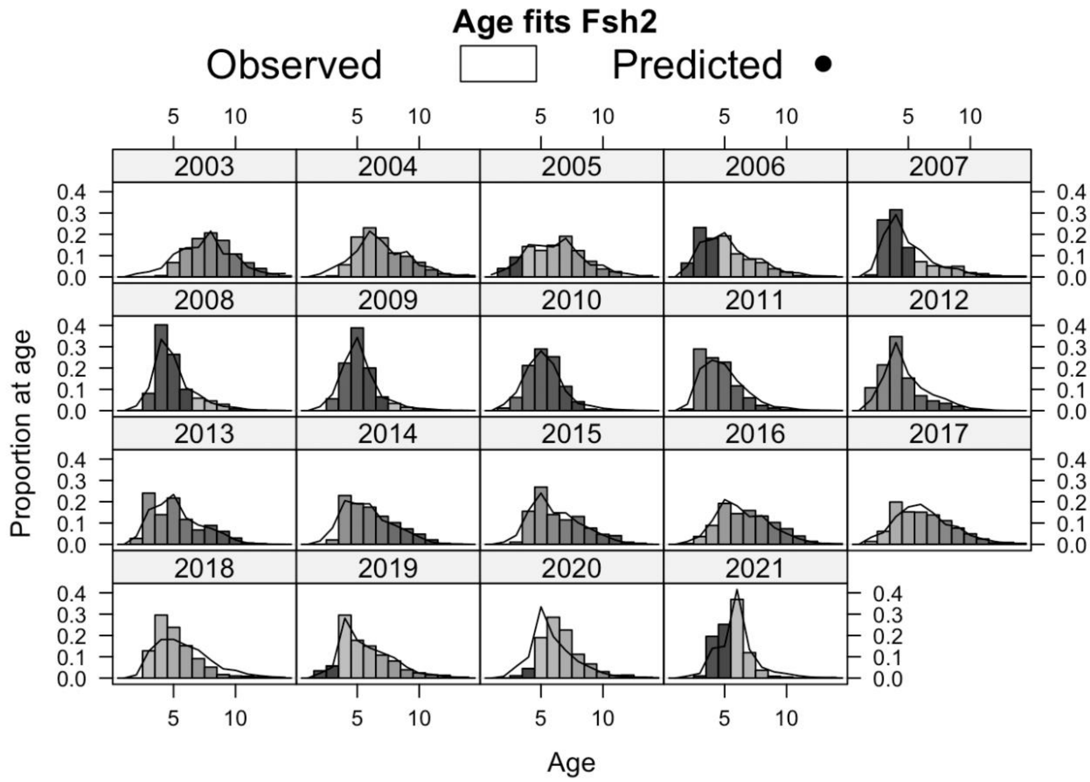


Figura 6. **El modelo (1.08) se ajusta a los datos de composición por edades de la pesquería de arrastre 2 (pesquería del centro sur)**

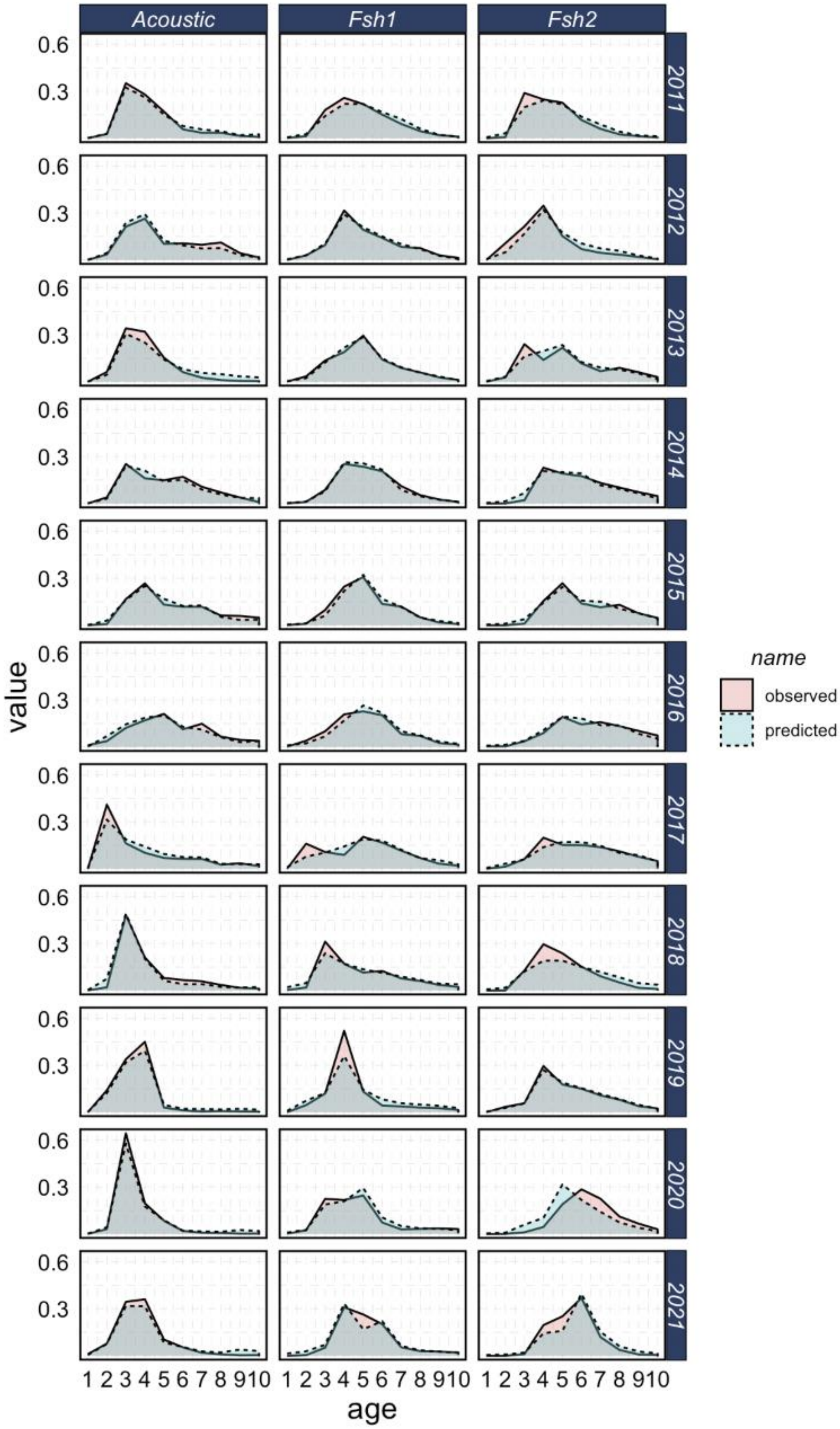


Figura 7. Comparación del modelo (1.05) se ajusta a la composición por edades del estudio acústico, Pesquería Demersal-Austral (Fsh1) y la Pesquería Centro-Sur (Fsh2) para los años 2011-2021.

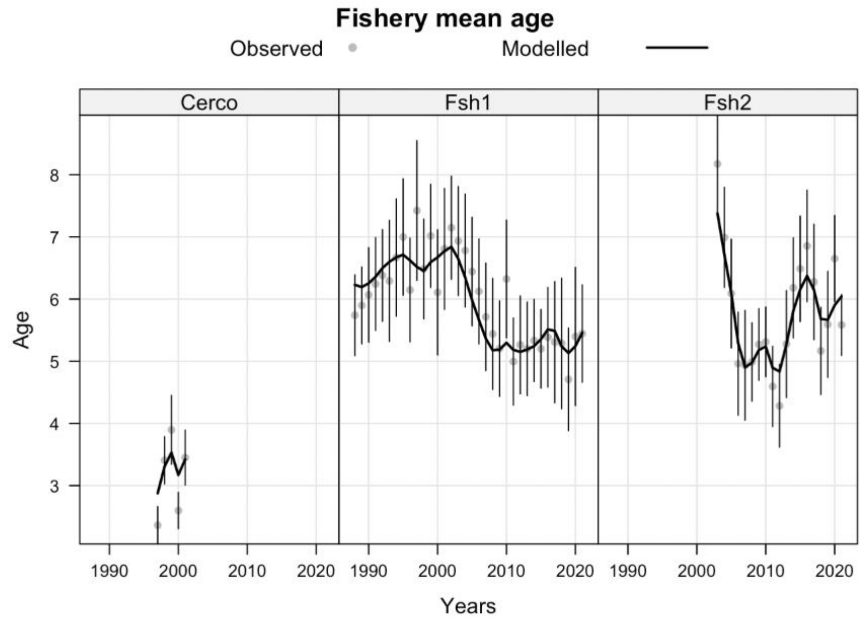


Figura 8. **El modelo (1.08) se ajusta a la edad media de la pesquería de cerco (cerco), la pesquería demersal-austral (Fsh1) y la pesquería centro-sur (Fsh2).**

Tabla 2. Valores de verosimilitud para diferentes configuraciones de modelos de merluza de cola chilenos.

	mod_1.00	mod_1.01	mod_1.02	mod_1.03	mod_1.04	mod_1.05	mod_1.06
catch_like	4.05	4.05	3.80	1.91	2.07	2.06	2.08
age_like_fsh	83.15	83.15	82.52	80.31	82.37	82.23	82.37
length_like_fsh	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_fsh	56.66	56.66	56.63	53.03	53.69	53.44	53.10
ind_like	68.73	68.73	69.94	38.29	38.36	38.38	42.06
age_like_ind	108.69	108.69	108.11	30.92	31.10	31.08	31.41
length_like_ind	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_ind	1.73	1.73	1.74	17.88	17.90	17.85	17.90
rec_like	12.23	12.23	11.88	15.69	21.60	21.57	21.50
fpen	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
post_priors_indq	0.00	0.00	0.16	0.14	0.14	0.14	0.11
post_priors	0.00	0.00	0.00	0.05	1.02	1.65	1.55
residual	0.04	0.04	0.04	0.03	0.24	0.19	0.18
total	335.28	335.28	334.83	238.26	248.50	248.60	252.25

La tendencia temporal de las estimaciones de mortalidad por pesca a la edad para el modelo 1.04 se puede observar en (Figura 9); se observa una tendencia decreciente en los últimos años. Esta tendencia también se observa en la mortalidad anual por pesca (Figura 10, arriba a la derecha) y los desembarques observados(Figura 10, abajo a la derecha) del modelo 1.08. Como se ha mostrado, la mortalidad anual por pesca ha estado por encima del FMRS la mayor parte del tiempo; sin embargo, en los últimos años (2017-2021) la mortalidad por pesca ha sido inferior a la FMRS. Los resultados también sugieren un ligero aumento en el reclutamiento en los últimos años (Figura 10, abajo a la izquierda). La biomasa reproductora muestra una tendencia decreciente, excepto en los últimos años, donde se produce un ligero incremento. Cabe destacar que este aumento se muestra en la serie CPUE, pero no en la serie de cruceros acústicos (Figura 3). Como se analizó en la sección 2.3.2, la distribución de datos de CPUE de 2021 presenta varios valores atípicos elevados (Figura 26), que se debió a un aumento de la mediana de las capturas (Figura 27), mientras que el esfuerzo se mantuvo similar al de años anteriores (Figura 28). Por lo tanto, estos resultados sugieren que los datos del último año deben revisarse en detalle para confirmar la tendencia creciente. Otro hecho es que la biomasa reproductora ha estado por debajo del proxy del MRS desde el año 2000. Estos resultados provienen del modelo 1.08, resultados similares se encuentran para otras versiones (ver JanReportDay1.html y JanReportDay2.html). A continuación, se muestra la tendencia temporal del reclutamiento, la biomasa reproductora, la biomasa total y sus incertidumbres (Figura 12) para tres diferentes modelos.
Con respecto al estado de la población, los resultados dependen de la hipótesis de reclutamiento (1.03-Beverton y Holt, 1.05-Ricker), utilizada en la versión del modelo, como se muestra a continuación (Figura 11). La Figura 12 muestra la tendencia temporal del reclutamiento, la biomasa de desove y la biomasa total.

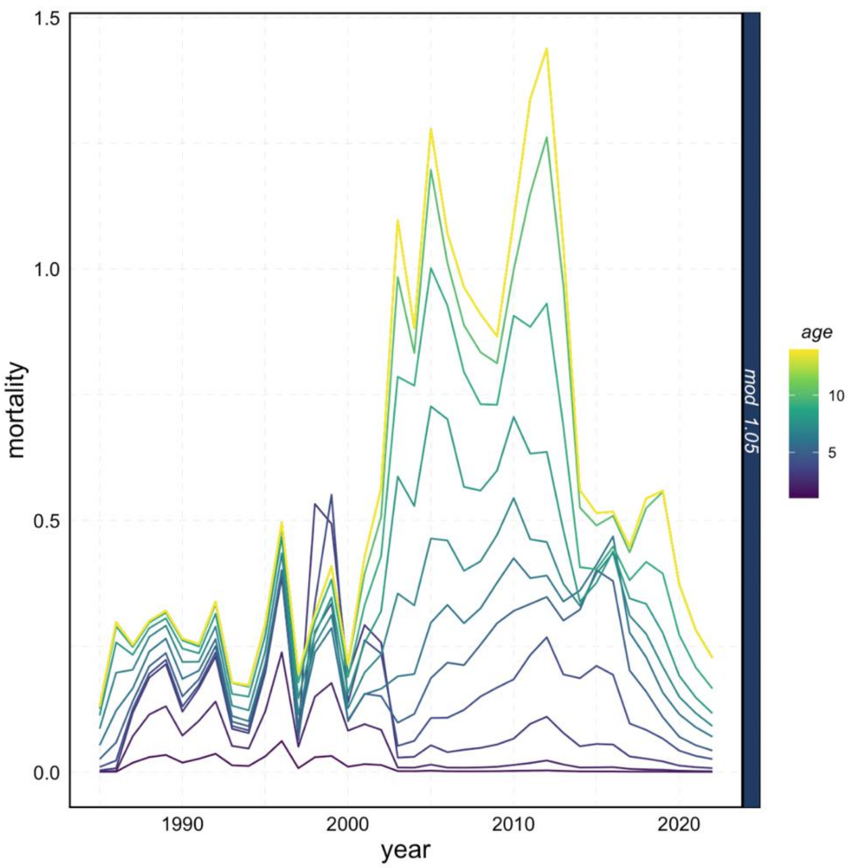


Figura 9. Estimaciones de la mortalidad por pesca de merluza chilena a la edad para el modelo 1.04.

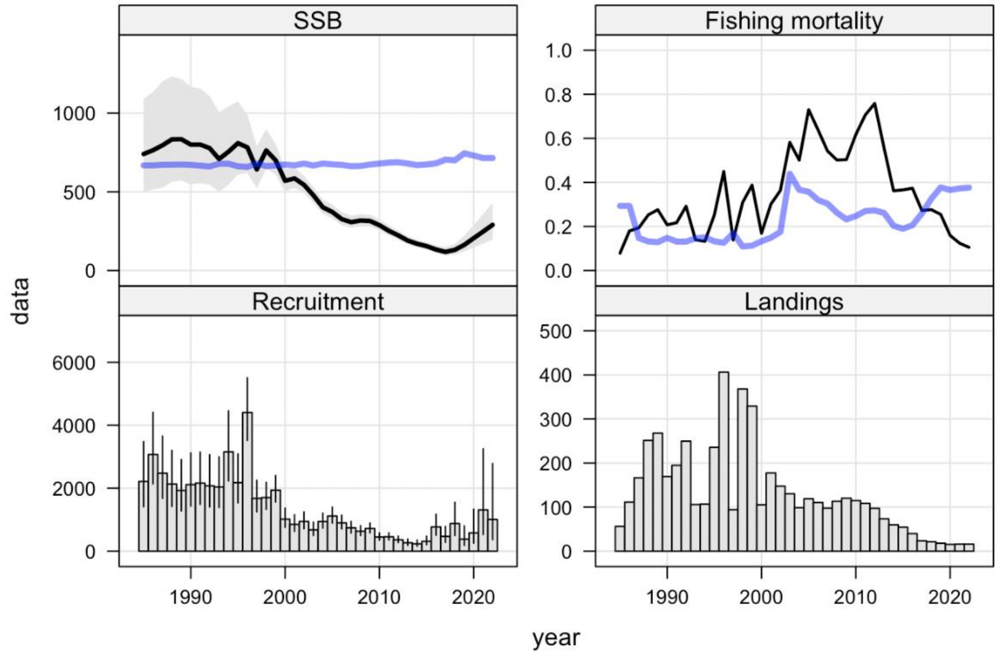


Figura 10. **Tendencia temporal de la biomasa de desove estimada (arriba a la izquierda), mortalidad estimada por pesca (arriba a la derecha), reclutamiento estimado (abajo a la izquierda) y tendencia temporal de los desembarques observados (abajo a la derecha).**

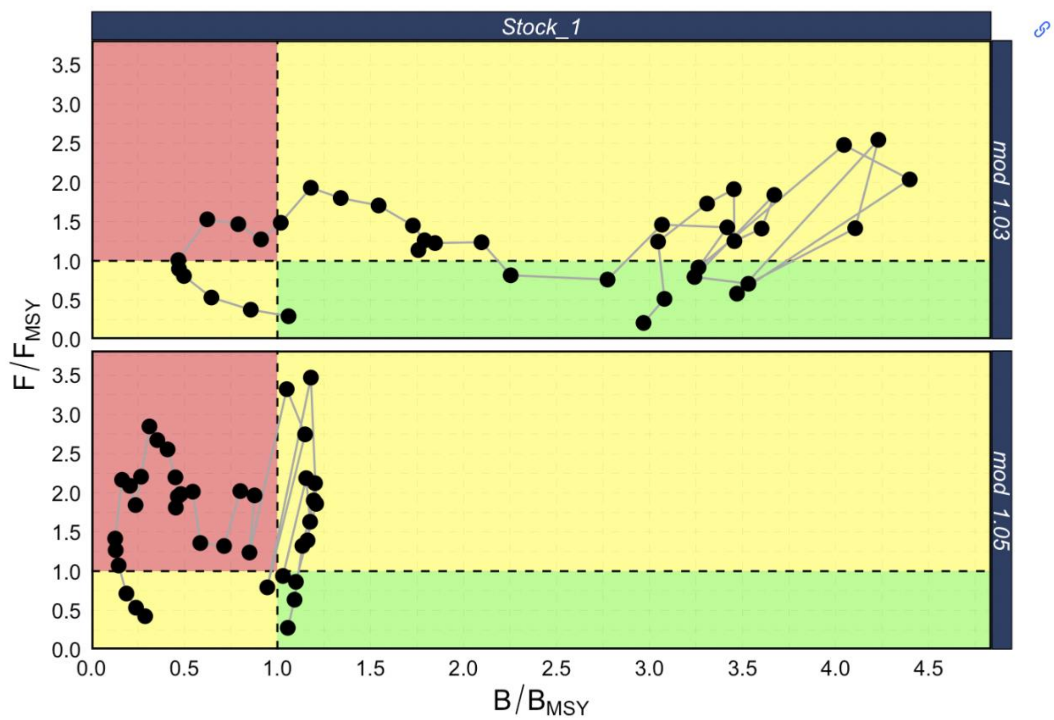


Figura 11. **Gráficos KOBE para diferentes supuestos de reclutamiento de poblaciones (modelos 1.03 y modelo 1.05) para la merluza de cola chilena. Ver Tabla 1 para obtener descripciones de modelos.**

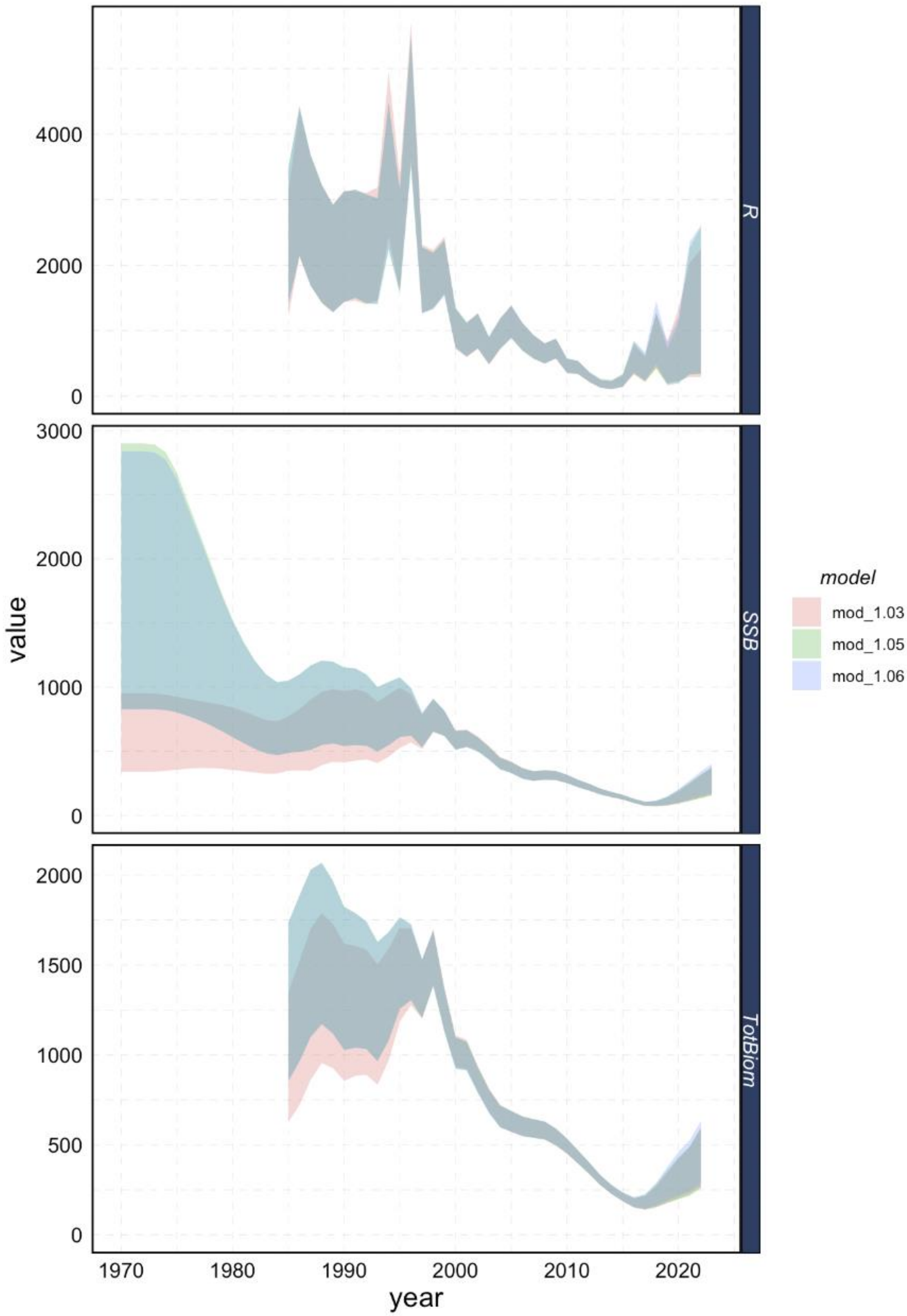


Figura 12. Tendencia temporal para el reclutamiento, la biomasa reproductora, la biomasa total y sus incertidumbres a partir de los modelos 1.03, 1.05 y 1.06.

En cuanto a las proyecciones, para determinar la situación de la población, se necesitan datos completos sobre el reclutamiento. Sin embargo, para llevar a cabo la proyección sólo se consideran los últimos años de reclutamiento. A continuación, se muestran las proyecciones de la biomasa reproductora y las capturas para diferentes niveles de mortalidad por pesca y la relación de Ricker para el reclutamiento (Figura 13, Figura 14). Luego, se muestra la tabla de riesgos para proyecciones con el modelo 1.04 (Tabla 3). Los resultados sugieren bajas probabilidades de alcanzar niveles superiores a *BMRS* a corto y medio plazo.

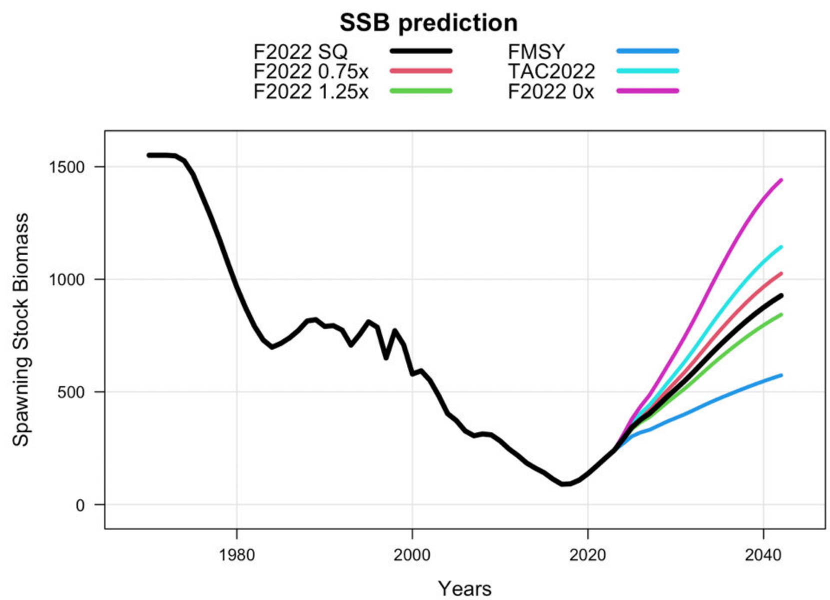


Figura 13. Proyecciones de biomasa de desove de merluza de cola con el modelo 1.05 (hipótesis de Ricker para reclutamiento) a diferentes niveles de mortalidad por pesca.

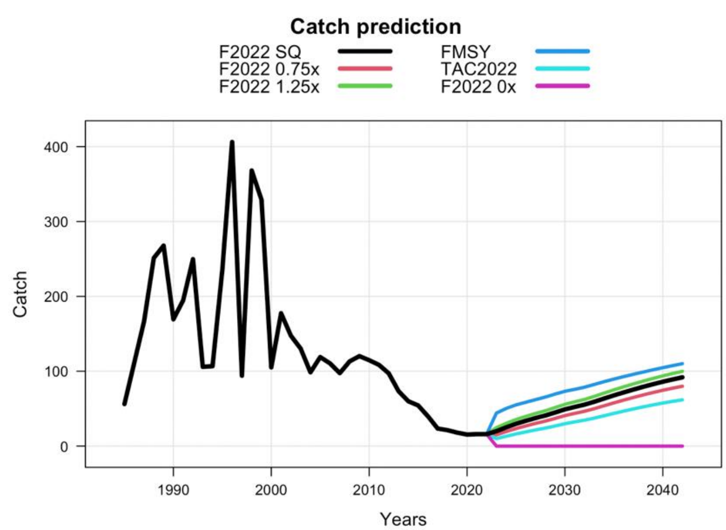


Figura 14. Proyecciones de captura de merluza de cola con modelo 1.05 (hipótesis de Ricker) a diferentes niveles de mortalidad por pesca.

Tabla 3. Riesgos estimados para la biomasa reproductora de merluza chilena para el modelo 1.04.

Multiplicador de F2022	B2024	P(B2024)>BMRS, %	B2028	P(B2028)>BMRS, %	B2028	P(B2028)>BMRS, %
0	300	0	488	9	685	50
FRMS	271	0	350	0	418	5
.75	296	0	463	6	632	41
1	291	0	440	4	587	34
1.25	287	0	420	3	547	27

2.2.6 Comparación con el modelo CHOSAM

Las comparaciones entre las estimaciones de la biomasa reproductora y el reclutamiento a partir del modelo CHOSAM y el modelo adoptado se presentan en (Figura 15, Figura 16).

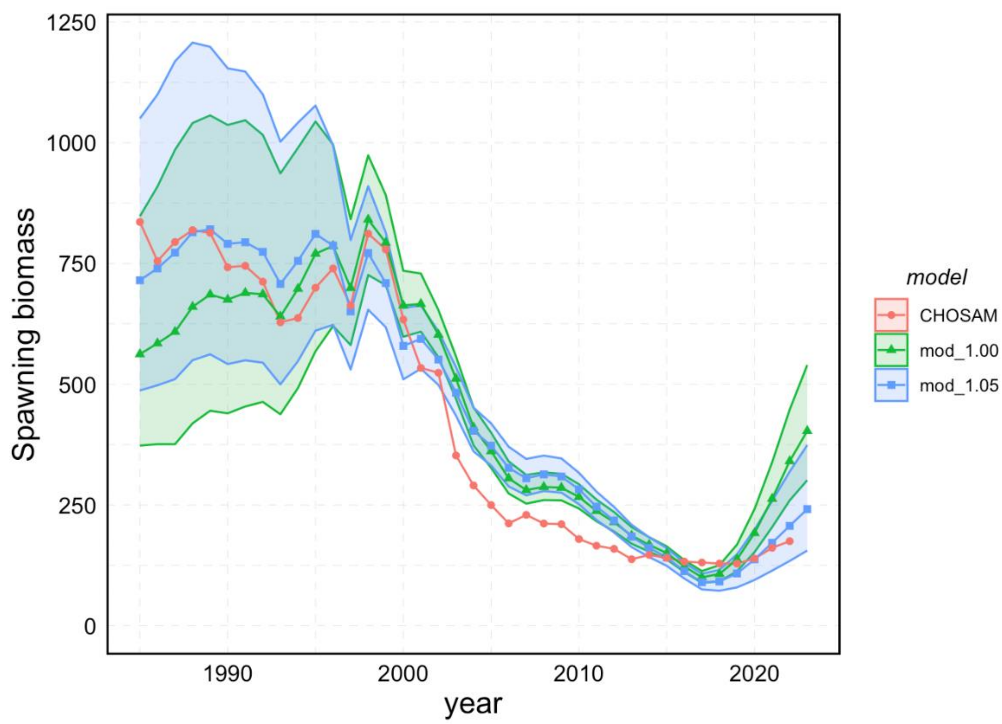


Figura 15. Comparación de los resultados para biomasa reproductora a partir de dos modelos alternativos y CHOSAM.

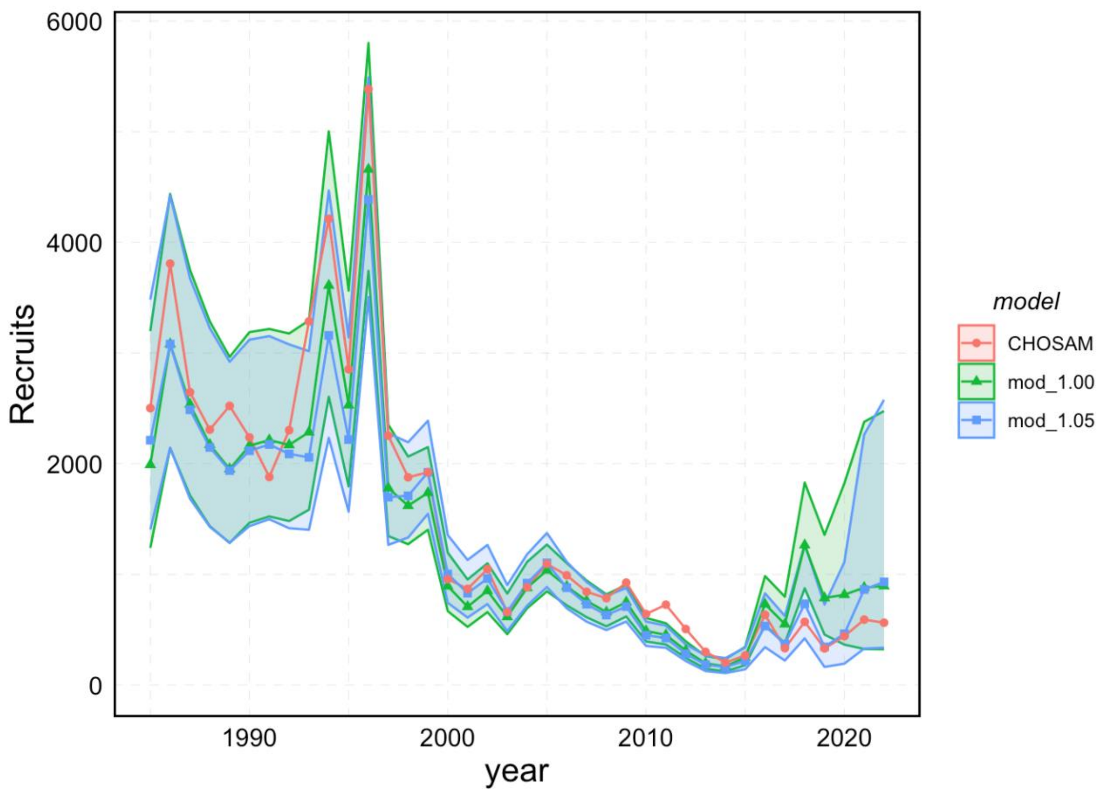


Figura 16. Comparación de los resultados para el reclutamiento de dos modelos alternativos y CHOSAM.

2.2.7 Comparación con la evaluación de las poblaciones argentinas.

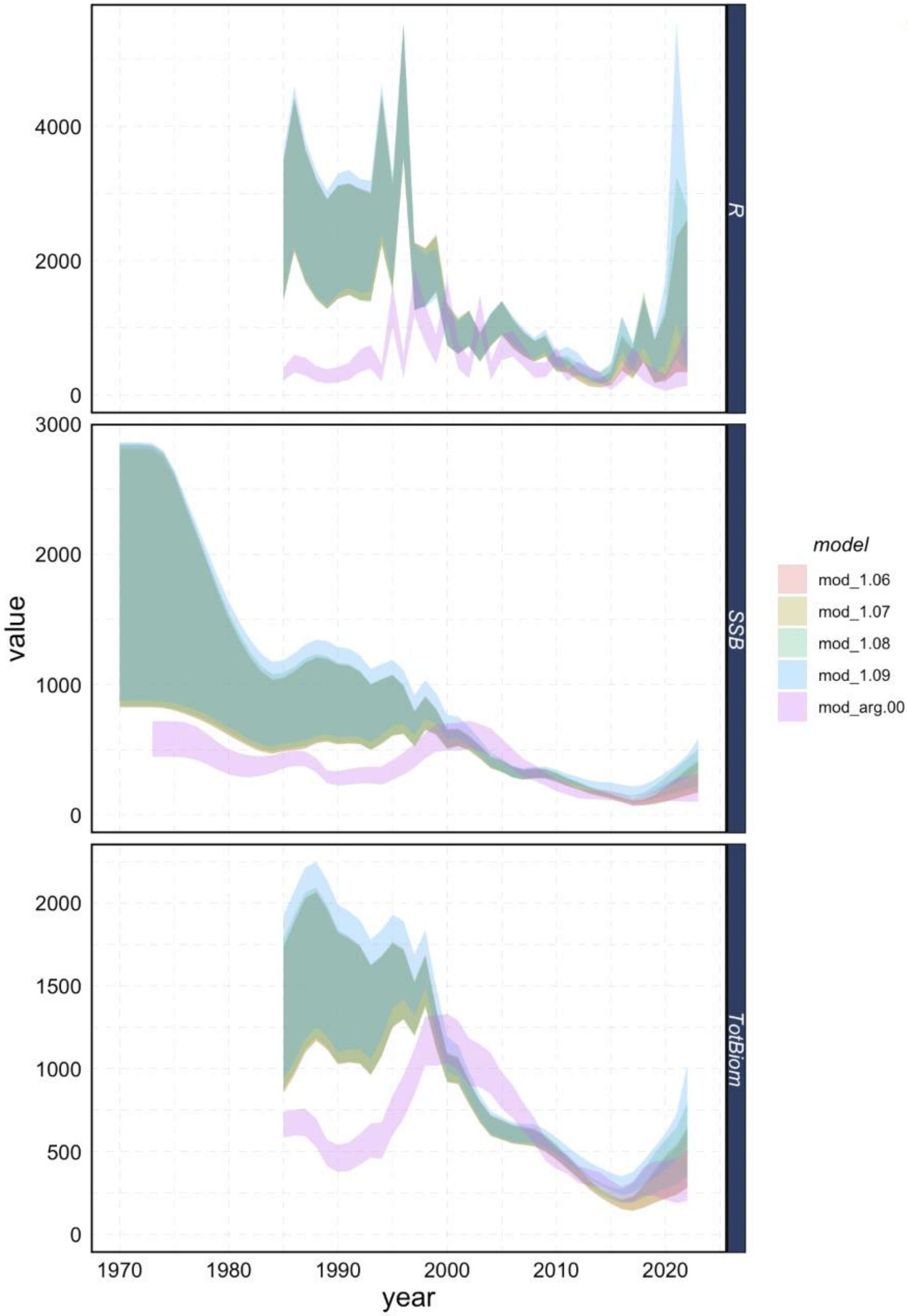


Figura 17. **Comparación de los resultados (reclutamiento, biomasa desovante y biomasa total) de modelos alternativos con el modelo argentino.**

2.3 Revisión de la estandarización de los índices de abundancia de las pesquerías

Los revisores analizaron los índices de CPUE para la merluza de cola chilena, para una posible mejora del proceso de estandarización a partir de la definición de un modelo completo que incluya predictores adicionales e interacciones de primer nivel y un método de modelo de selección parsimonioso para obtener el modelo mínimo adecuado para el CPUE estandarizado.

2.3.1 Período 1976-1996

Paya (2022), presenta los resultados de la estandarización de la CPUE merluza de cola chilena y la biomasa acústica (Figura 18). En el taller de marzo de 2023, se sugirió utilizar un proceso de selección de modelos para la estandarización de la CPUE. En esta sección, presentamos el uso de esa metodología en la estandarización de CPUE.

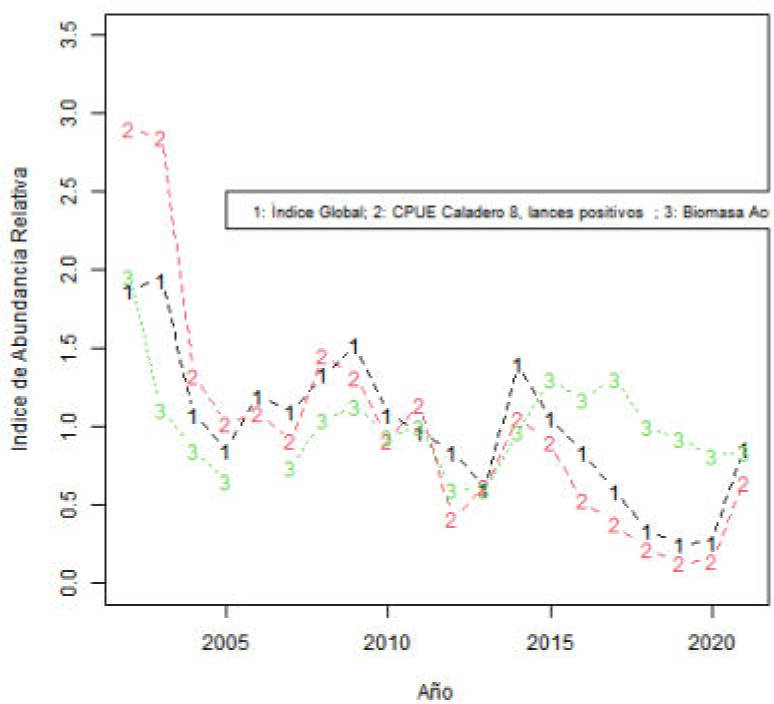


Figura 18. Índices de abundancia relativa y biomasa acústica, tomados de Paya (2022). 1-índice global, 2-CPUE caladero, 3-biomasa acústica.

Se analizaron los períodos 1976-1996 y 2002-2021, considerando el período 1997-2001 como período de transición de la captura incidental de merluza a un período en el que fue especie objetivo. Se utilizó el mismo proceso de filtrado utilizado por Payá (2022), donde utilizaron los siguientes criterios:

Para 1976-1996

i) Año < 1997
ii) captura > 0
iii) captura < 60
iv) Exclusión de los buques 18, 940034 y 730568.

Como resultado del proceso de filtrado, se construyó un archivo de entrada (data1b.csv con 57.725 observaciones) para su posterior análisis. Ejecutamos los modelos originales utilizados por Payá, (2022) que se muestran a continuación (Tabla 4), que se utilizará como referencia.

Tabla 4. Modelos originales de Payá (2022) utilizados como referencia.

modelo	variables	AIC
1	$\log(catch) = Year + Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	221182.4
2	$\log(catch) = Year + Month + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	222741.2
3	$\log(catch) = Year + Caladero + Month + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	212708.6
4	$\log(catch) = Year + Caladero + Month{:}Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	211203.4
5	$\log(catch) = Year + Caladero + Month + Month{:}Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	211203.4

En estos modelos, definimos Año, Caladero (sitio de desembarco de pesca), Mes y Embarcación como variables categóricas. El esfuerzo se configuró como un desplazamiento, la función de enlace era la identidad. Usamos la subrutina *GLM* de *R* para ajustar los modelos (Tabla 5).

Tabla 5. Codificación de los modelos originales utilizados por Payá (2022), nombres originales utilizados: año-año, buque-buque, mes-mes.

1	modelo1 <- glm(log(CCola)~año + Caladero + buque + offset(log(ha)), family = gaussian, data=datos)
2	modelo2 <- glm(log(CCola)~año + mes + buque + offset(log(ha)), family = gaussian, data=datos)
3	modelo3 <- glm(log(CCola)~año + Caladero + mes + buque + offset(log(ha)),
	familia = gaussiano, datos = datos)
4	modelo4 <- glm(log(CCola)~año + Caladero + mes:Caladero + buque + offset(log(ha)), family = gaussian, data=datos)
5	modelo5 <- glm(log(CCola)~año + Caladero + mes + mes:Caladero + buque+offset(log(ha)), family = gaussian, data=datos)

El modelo con menor AIC fue el modelo 5 (Tabla 4). Cada serie de CPUE (efecto año), se calculó como: $exp\left(\hat{\beta}_t + \frac{\hat{\sigma}_t^2}{2}\right)$, donde $\hat{\beta}_t$ es la estimación del nivel del factor año para el año t y es el error estándar estimado de $\hat{\beta}_t$. Cabe destacar que no utilizamos el enfoque adoptado por Payá (2022), para estimar el parámetro de 1979 para estandarizar toda la serie; en cambio, comenzamos la serie CPUE en 1980 sin estandarizar. A continuación, se presentan los resultados de los diferentes modelos originales (Figura 19). El error estándar de la CPUE, se estimó utilizando el método delta (véase el código al final del Anexo 1). Luego, se muestra la serie CPUE extraída del modelo 5 y su incertidumbre.

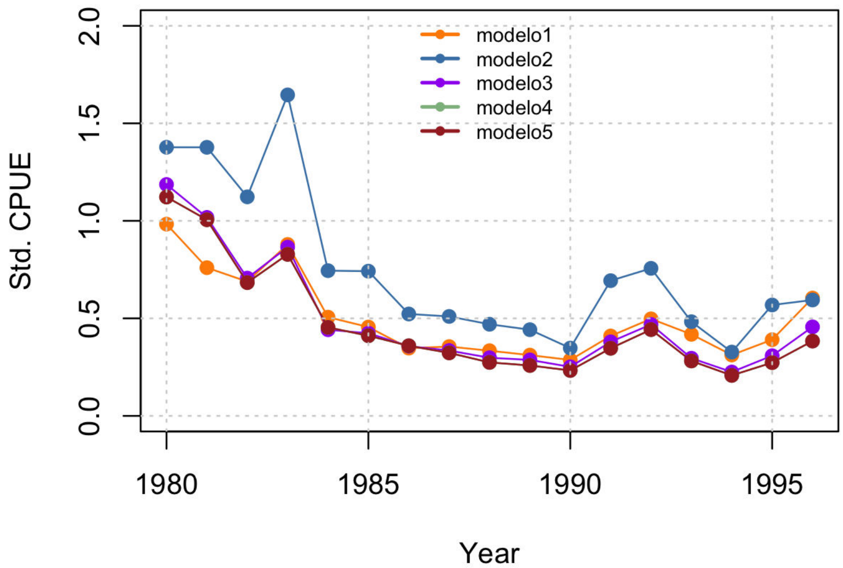


Figura 19. Índices relativos de abundancia a partir de los modelos originales utilizados por Payá (2022).

La serie CPUE extraída del modelo 5 y su incertidumbre se encuentra a continuación (Figura 20).

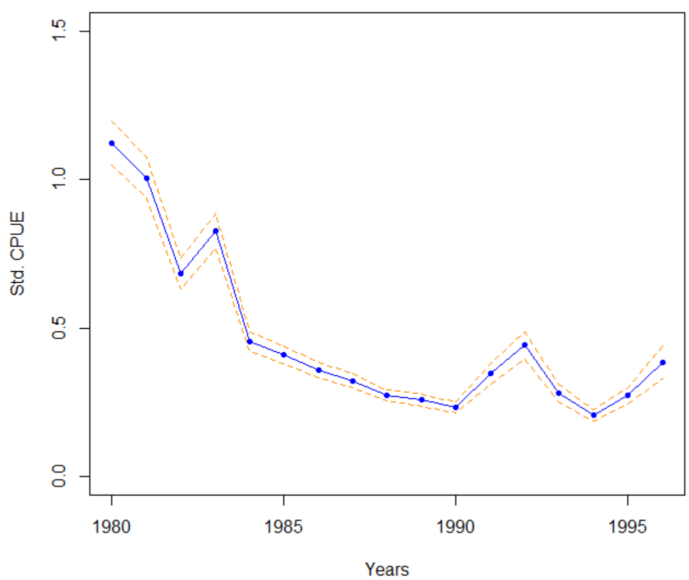


Figura 20. La serie CPUE y su incertidumbre extraída del modelo 5 para merluza de cola chilena.

El siguiente paso fue definir un modelo completo para el proceso de selección de modelos. Debido a la gran cantidad de datos disponibles, un modelo con todas las interacciones tardó mucho tiempo en ejecutarse; por lo tanto, decidimos incluir sólo las interacciones de primer nivel. El modelo completo fue:

$$\log(catch) = Year + Caladero + Month + Vessel + Latitude + Zone \\ + first\ level\ interactions\ (Caladero, Month, Vessel, Latitud, Zone) \\ + offset(\log(effort)) + \varepsilon$$

El código R para el modelo completo era:

model1 <-glm(log(CCola)~año + mes + Caladero + buque + latitud + zona + (mes + Caladero + buque + latitud+zona)^2 + offset(log(ha)), family = gaussian,data=datos)

Su AIC era de 206219.5, valor inferior al AIC de cualquier modelo original (Tabla 4). El proceso de selección del modelo comienza con la exclusión de variables o interacciones con orden jerárquico y la comparación de los modelos con ANOVA (Crawley, 2007). Al comparar ambos modelos, la hipótesis nula es que los modelos son equivalentes: H0: los modelos M1 y M2 son equivalentes. Si el valor p > 0.5, los modelos son idénticos y podríamos descartar la variable o interacción propuesta. Por el contrario, si el valor p < 0.05, mantenemos el modelo original porque la variable propuesta explica una cantidad significativa de desviación.

En el caso particular de merluza de cola, la primera interacción que se propuso excluir fue latitud:zona. La prueba de ANOVA, sugiere que ambos modelos explican la misma cantidad de desviación (Figura 21) ; por lo tanto, podríamos eliminar la interacción latitud:zona. Repetimos este proceso hasta encontrar el modelo mínimo adecuado. Así, se presentan los resultados de las diferentes etapas del proceso de selección del modelo (Tabla 6).

```
> model2 <- update(model1,~.-latitud:zona)
> anova(model1,model2,test = "F") #drop latitud:zona
Analysis of Deviance Table

Model 1: log(CCola) ~ anio + mes + Caladero + buque + latitud + zona +
    (mes + Caladero + buque + latitud + zona)^2 + offset(log(ha))
Model 2: log(CCola) ~ anio + mes + Caladero + buque + latitud + zona +
    mes:Caladero + mes:buque + mes:latitud + mes:zona + Caladero:buque +
    Caladero:latitud + Caladero:zona + buque:latitud + buque:zona +
    offset(log(ha))
  Resid. Df Resid. Dev Df Deviance F Pr(>F)
1     57119     117828
2     57119     117828  0        0
```

Figura 21. Resultados del ANOVA para el modelo completo y un modelo (model2) sin la interacción latitud:zona.

Tabla 6. Resultados del proceso de selección del modelo para la estandarización de la CPUE de merluza de cola.

Predictor	**Valor p**	**Resultado**
Latitud:zona	La misma desviación	Soltar
Buque:zona	La misma desviación	Soltar
Buque:latitud	< 2.2e-16	Mantener
Caladero:zona	La misma desviación	Soltar
Caladero:latitud	< 2.2e-16	Mantener
Caladero:buque	< 2.2e-16	Mantener
Mes:zona	La misma desviación	Soltar
Mes:latitud	< 2.2e-16	Mantener
Mes:buque	< 2.2e-16	Mantener
Mes:Caladero	< 2.2e-16	Mantener
Zona	La misma desviación	Soltar
latitud	La misma desviación	Soltar
Buque	La misma desviación	Soltar
Caladero	0.3595	Soltar
MES	La misma desviación	Soltar

Una vez finalizado el proceso de selección del modelo, el modelo mínimo adecuado fue:

$$\log(catch) = Year + Vessel{:}Latitude + Caladero{:}Latitude + Caladero{:}Vessel + Month{:}Latiude + Month{:}Vessel + Month{:}Caladero + offset(\log(effort)) + \varepsilon$$

Con la siguiente codificación en R:

Modelmin <- glm(log(CCola)~año + buque:latitud + Caladero:latitud + Caladero:buque + mes:latitud + mes:buque + mes:Caladero + offset(log(ha)), family = gaussian, data=datos)

El AIC para este modelo fue 206216.3. A continuación se muestran los resultados de las estimaciones de los parámetros para el factor Año (Tabla 7). El efecto del año (CPUE) se calculó como, $\left(exp\left(\hat{\beta}_t + \frac{\hat{\sigma}_t^2}{2}\right)\right)$ donde $\hat{\beta}_t$ es la estimación y $\hat{\sigma}_t^2$ es el error estándar estimado (Tabla 7). Luego, se muestra una comparación entre el mejor modelo original 5 y el modelo mínimo adecuado (Figura 22). Los resultados sugieren que el modelo mínimo adecuado tiene un AIC más pequeño y debe seleccionarse en lugar del modelo 5. Sin embargo, ambos índices muestran tendencias similares con ligeras diferencias. La serie CPUE del modelo mínimo adecuado y su incertidumbre es presentada en (Figura 23).

Tabla 7. Estimaciones de parámetros y su error estándar para el modelo mínimo adecuado.

Nivel de factor	Estimar	Error estándar	Valor t	Pr(>|t|)	
(Intercepción)	4.06E+09	3.73E+10	0.109	0.91336	
1980	1.79E-01	3.66E-02	4.884	1.04E-06	
1981	1.43E-01	3.73E-02	3.835	0.000126	
1982	-2.98E-01	3.98E-02	-7.504	6.26E-14	
1983	-1.27E-01	3.80E-02	-3.351	0.000807	
1984	-7.12E-01	3.90E-02	-18.284	< 2.00E-16	
1985	-8.43E-01	4.01E-02	-21.032	< 2.00E-16	
1986	-9.87E-01	3.86E-02	-25.591	< 2.00E-16	
1987	-1.12E+00	3.96E-02	-28.2	< 2.00E-16	
1988	-1.32E+00	3.96E-02	-33.241	< 2.00E-16	
1989	-1.41E+00	4.05E-02	-34.694	< 2.00E-16	
1990	-1.51E+00	4.21E-02	-35.819	< 2.00E-16	
1991	-9.71E-01	5.49E-02	-17.701	< 2.00E-16	
1992	-8.17E-01	5.85E-02	-13.967	< 2.00E-16	
1993	-1.27E+00	5.90E-02	-21.534	< 2.00E-16	
1994	-1.37E+00	5.52E-02	-24.727	< 2.00E-16	
1995	-1.30E+00	5.84E-02	-22.189	< 2.00E-16	
1996	-1.08E+00	8.38E-02	-12.845	< 2.00E-16	

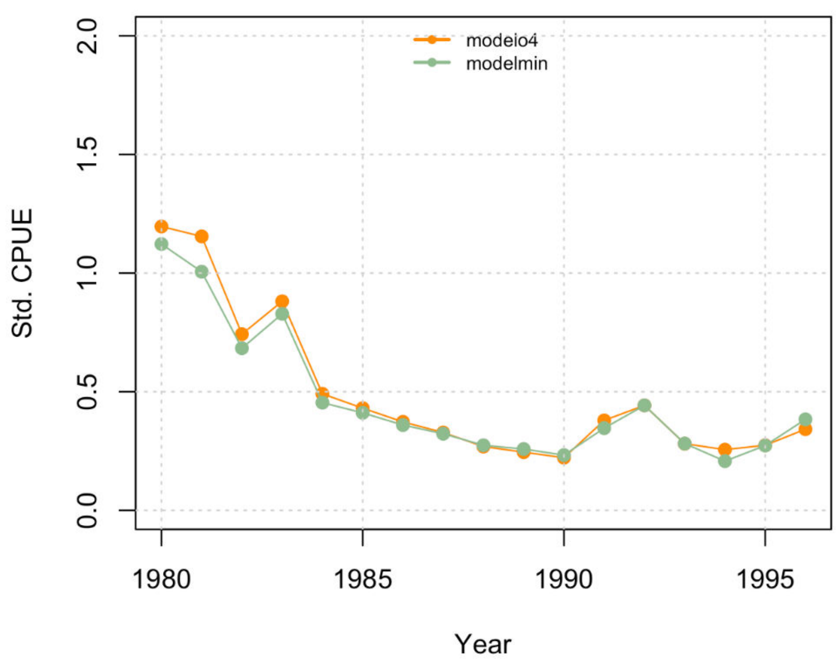


Figura 22. Comparación del mejor modelo original (modelo 4 con AIC= 211203.4) y el modelo mínimo adecuado (AIC=206216.3).

Figura 23. La serie Merluza de cola CPUE y su incertidumbre extraída del modelo mínimo adecuado.

En el último enfoque, añadimos las interacciones del año como efectos aleatorios sugeridos por Maunder y Punt (2004) en el modelo mínimo adecuado. Se incluyeron las siguientes interacciones como efectos aleatorios: año:mes, año:Caladero, año:buque y año:latitud. El código R para este modelo era:

modelreff <- lmer(log(CCola) ~ año + buque:latitud + Caladero:latitud + Caladero:buque +mes:latitud + mes:buque + mes:Caladero + offset(log(ha)) + (1|anio:mes) + (1|anio:Caladero) + (1|anio:buque) + (1|anio:latitud) + offset(log(ha)), data = datos)

El modelo con menor AIC, fue el modelo mínimo adecuado con efectos aleatorios (Tabla 8). A continuación, se muestra la comparación de la serie CPUE de todos los enfoques (Figura 24). Luego, se presenta la serie CPUE extraída del modelo con efectos aleatorios (Figura 25). La incertidumbre para esta serie de CPUE aumentó notablemente debido a la adición de los efectos aleatorios. Aunque el modelo con efectos aleatorios tiene el AIC más bajo, debido al aumento de la incertidumbre y la consiguiente pérdida de señal, es recomendable utilizar el modelo mínimo adecuado en su lugar.

Tabla 8. Comparativa de los mejores modelos para la estandarización de la CPUE Merluza de cola.

Modelo	**AIC**
Modelo 5	211203.4
Modelo mínimo adecuado	206216.3
Modelo mínimo adecuado con efectos aleatorios	200852.6

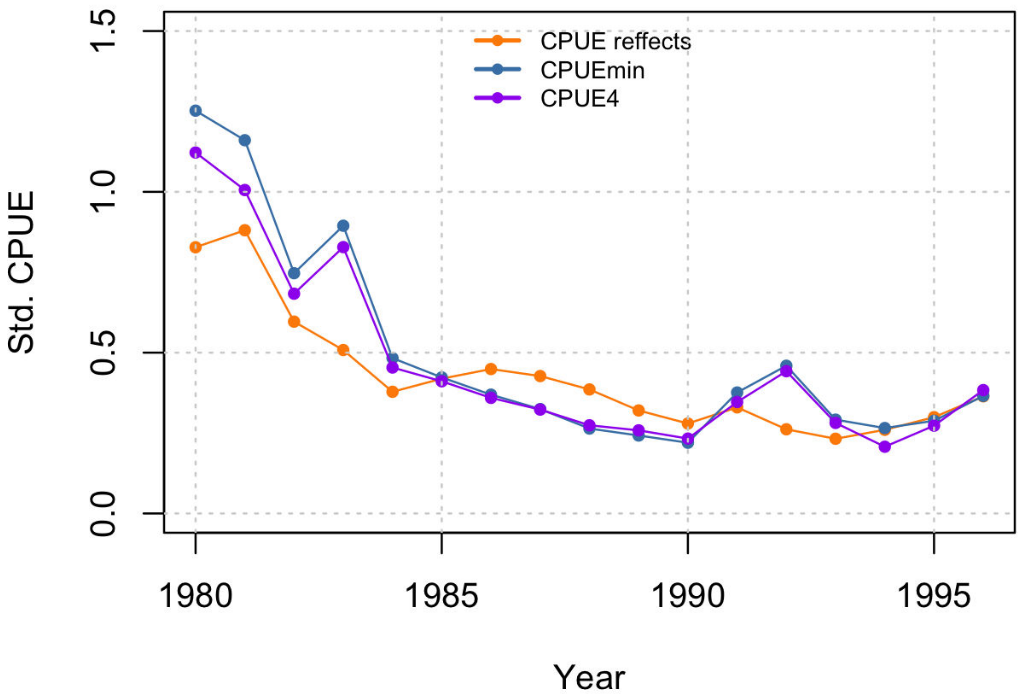


Figura 24. Comparación de los índices de abundancia relativa para merluza de cola.

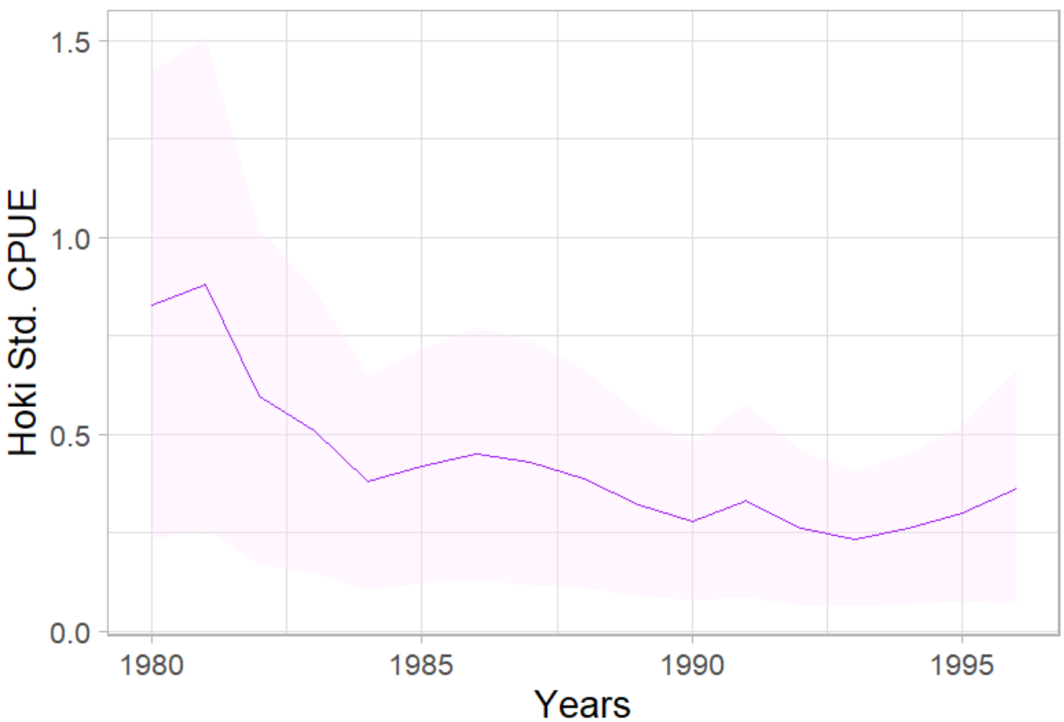


Figura 25. La serie Merluza de cola CPUE y su incertidumbre extraída del modelo mínimo adecuado con efectos aleatorios.

2.3.2 Período 2002-2021

Para el período 2002-2021, utilizamos el siguiente archivo de entrada data120021999.csv, que contiene 42909 observaciones. Este fichero filtraba las filas sin datos para caladero (código 999). Cabe destacar que los índices de abundancia relativa encontrados en Paya tienen una tendencia creciente para el último año (2021), no encontrándose en la serie acústica (Figura 18 , Figura 19). Cuando hay información contradictoria, es recomendable un análisis exploratorio para averiguar el origen de dicha discrepancia. Se analizó la tendencia temporal del logaritmo (CPUE) mediante diagramas de caja. De 2016 a 2020, hay una tendencia decreciente para el log(CPUE), mientras que para 2021, hay un aumento notable. Para la mayoría de los años, en las distribuciones, hay valores extremos bajos. Sin embargo, la distribución del año pasado presenta varios valores atípicos de alto valor (Figura 26). La tendencia temporal de la distribución de las capturas sugiere un aumento de la media de capturas durante el último año, mientras que la tendencia del esfuerzo pesquero se mantuvo comparable. Este primer análisis puede sugerir que el registro (CPUE) en 2021 es permisible y que el stock haya incrementado. También trazamos un histograma para la distribución general de CPUE (n = 42909) y encontramos que una proporción notable de valores de CPUE son mayores que 30 (Figura 29). Cuando trazamos el histograma de la CPUE para 2021, encontramos que había cerca de 30 puntos cuyo valor era mayor que 30, con un tamaño de muestra de 525 observaciones para 2021 (Figura 30). Los histogramas de los años 2018 (n=1588), 2029(n=1554) y 2020 (n=1088) sugieren tamaños de muestra más altos con pequeñas cantidades de valores grandes de CPUE (Figura 30). Sin embargo, es difícil evaluar la importancia del tamaño de la muestra y los valores extremos altos de CPUE para determinar el valor logarítmico alto (CPUE) en 2021. Estos resultados sugieren que se necesita un análisis profundo de los datos, incluida la revisión de los algoritmos de filtrado. En resumen, debido a que la CPUE y la biomasa acústica muestran tendencias diferentes para el último año, sería recomendable ser cauteloso con los datos de 2021 o excluirla de la serie CPUE.

La serie CPUE muestra una diferencia notable entre la CPUE de 2013 y 2014. La tendencia de las capturas sugiere que las capturas de 2012 y 2013 fueron similares, mientras que las capturas de 2014 aumentaron (Figura 27). Por otro lado, el esfuerzo de 2013 aumentó (Figura 28), mientras que el esfuerzo de 2014 se mantuvo en los mismos niveles que en 2012. Estos hechos podrían producir una CPUE más baja en 2013 y una CPUE más alta en 2014.

Dado que la evaluación de stock se basa únicamente en los datos de la CPUE, es importante garantizar la calidad de los datos de la CPUE. Los dos problemas encontrados en la serie CPUE, sugieren que es recomendable una revisión profunda de los datos sin procesar (libros de registro) y el proceso de filtrado para aumentar la confianza en los datos de CPUE.

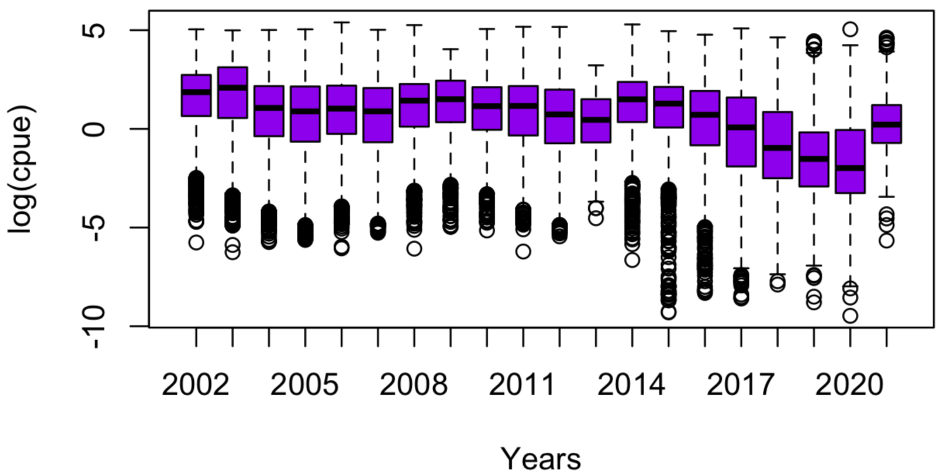


Figura 26. Tendencia temporal de las distribuciones logarítmicas (CPUE) para merluza de cola.

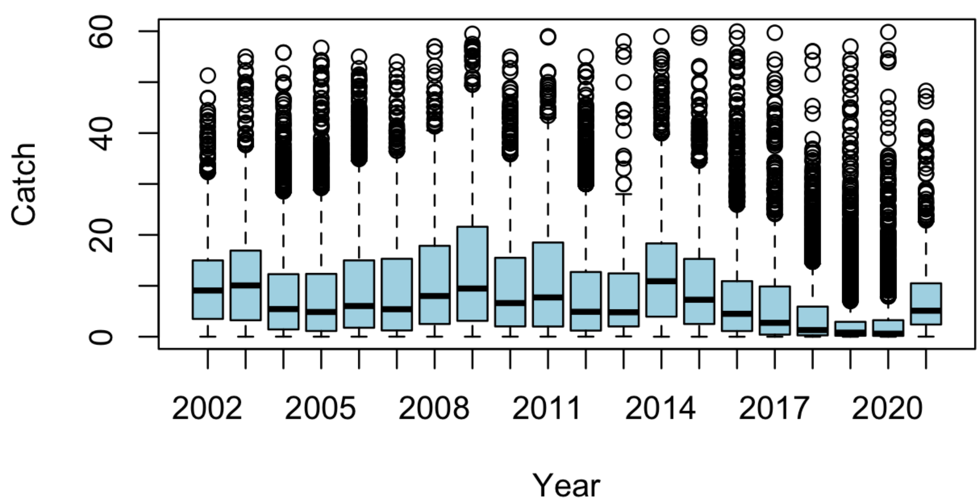


Figura 27. Tendencia temporal de la distribución de las capturas de merluza de cola.

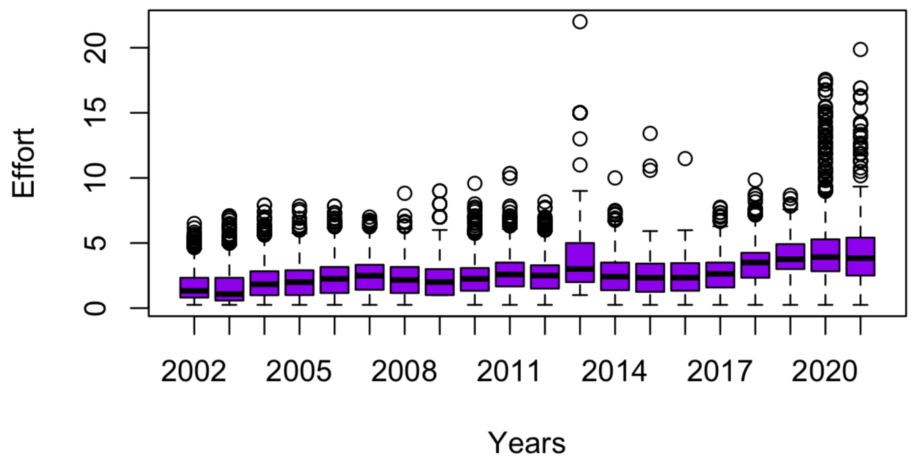


Figura 28. Evolución temporal de las distribuciones del esfuerzo pesquero de merluza de cola.

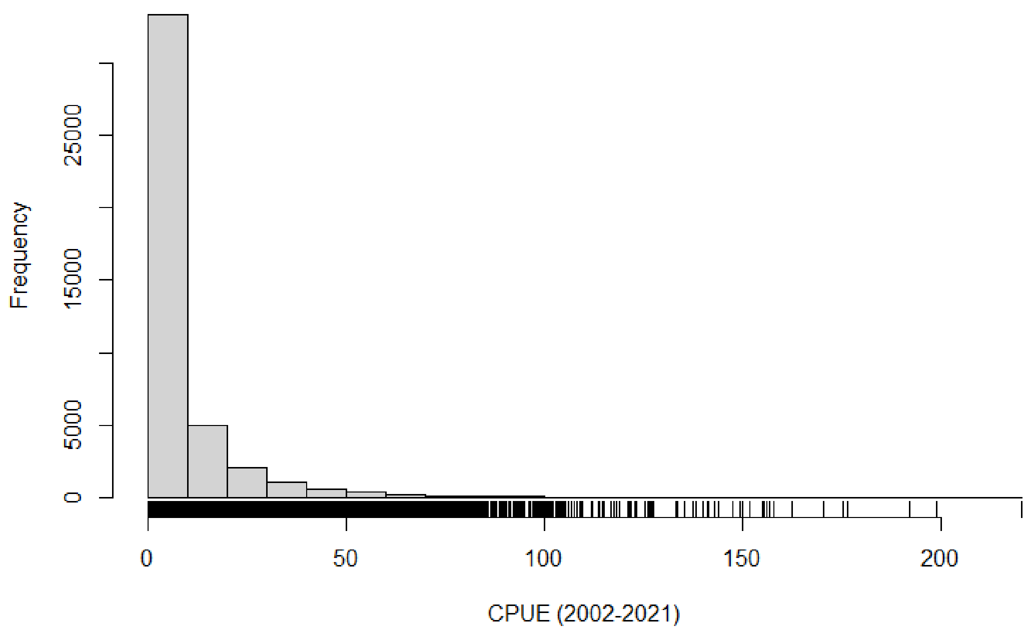


Figura 29. Distribución de CPUE de merluza de cola para los años 2002-2021

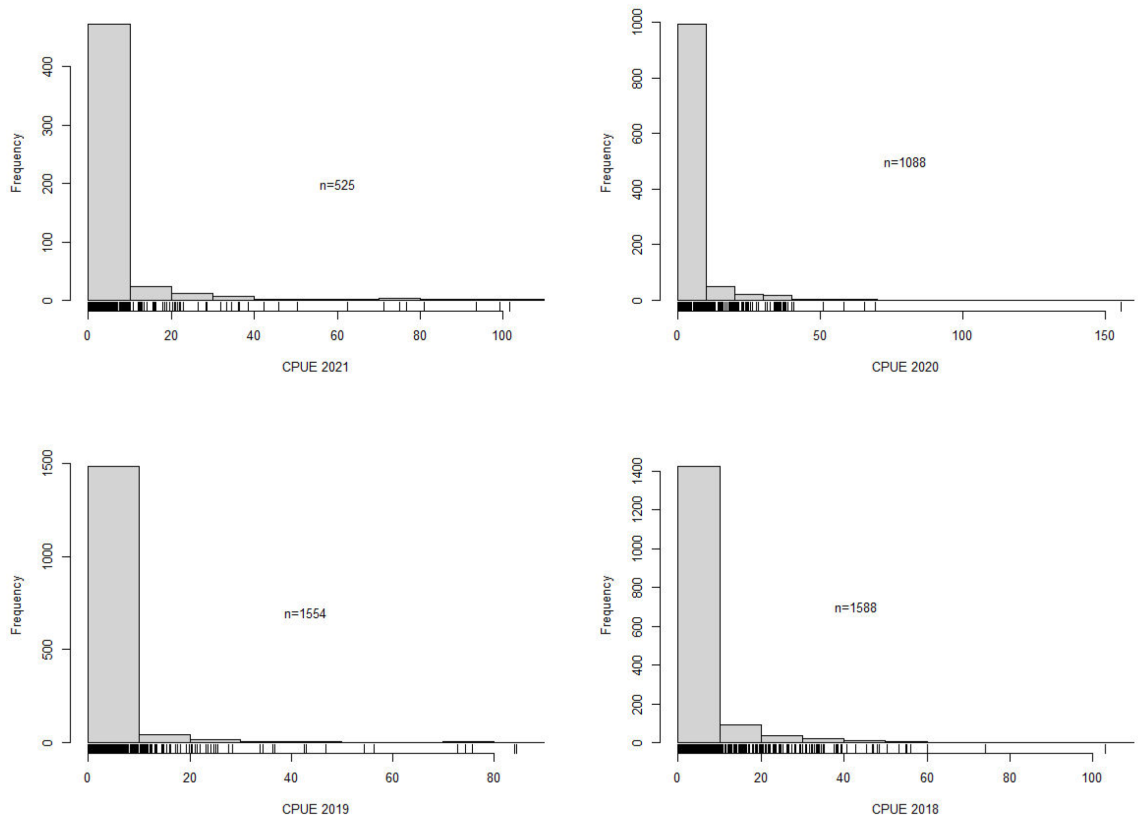


Figura 30. Distribución de merluza de cola CPUE con tamaño de muestra para los años 2021, 2020, 2019 y 2018.

En cuanto a la estandarización de la CPUE para 2002-2021, ajustamos los modelos originales (Tabla 9) propuesto por Payá (2022). Los modelos 4 a 6 tuvieron el AIC más bajo, una comparación de los modelos con el AIC más pequeño se encuentra a continuación, todos los modelos muestran la misma tendencia.

Tabla 9. Modelos originales utilizados para la estandarización de la CPUE merluza de cola (2002-2021).

#	Modelo	AIC
1	$\log(Catch) = Year + Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	174635.4
2	$\log(Catch) = Year + Month + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	170991.6
3	$\log(Catch) = Year + Caladero + Month + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	167524.5
4	$\log(Catch) = Year + Caladero + Month{:}Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	162723.7
5	$\log(Catch) = Year + Caladero + Month + Month{:}Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	162723.7
6	$\log(Catch) = Year + Month{:}Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	162723.7

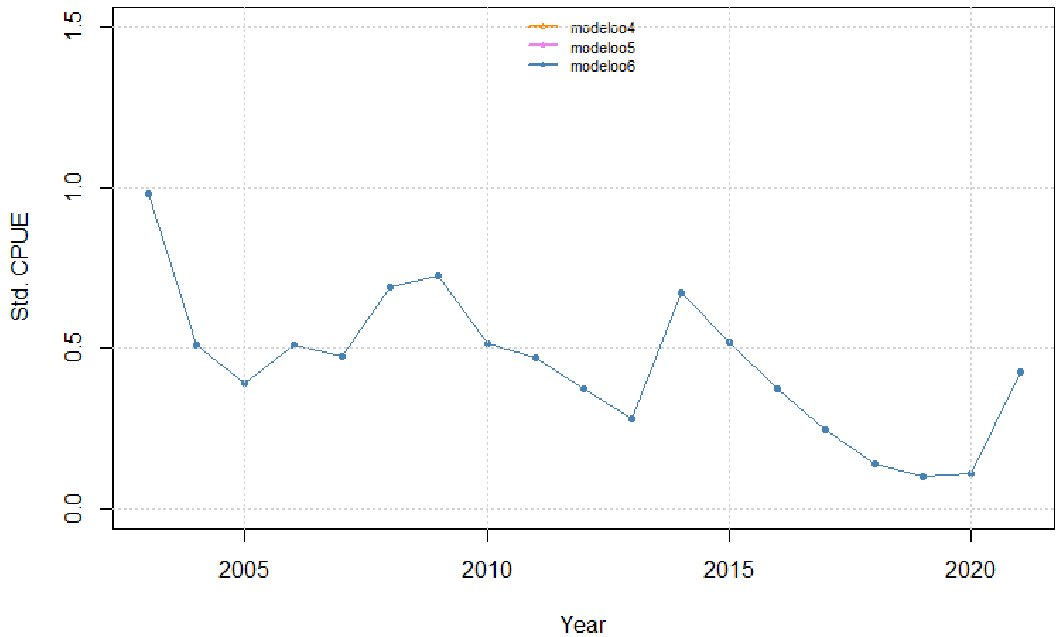


Figura 31. Comparación de los modelos originales con el AIC más pequeño.

En el siguiente paso se utilizó el mismo modelo completo con todos los predictores y las interacciones de primer nivel definidas para el primer período. El AIC para el modelo completo fue 159107.7. El proceso de selección del modelo se muestra a continuación (Tabla 10). El proceso descartó todas las interacciones de zona y todos los predictores excepto el mes (valor p = 0,0189). El modelo mínimo adecuado (AIC = 159076.9) es:

$log(catch) = \beta_0 + \beta_1 Year + \beta_2 Month +$ *Mes:Latitud + Buque:Latitud +*$\beta_3\beta_4$

β_5*Buque:Mes + +*$\beta_6 Caladero: Latitude + \beta_7 Caladero: Month\beta_8 Caladero: Vessel +$

β_9*Mes + Desplazamiento (log(esfuerzo))+ε.*

Tabla 10. Proceso de selección de modelos para la estandarización de la CPUE Merluza de cola para 2002-2021.

Predictor	Valor p	Resultado
latitud:zona	misma desviación	Soltar
mes:zona	misma desviación	Soltar
mes:latitud	2.00E-16	mantener
buque:zona	misma desviación	Soltar
buque:latitud	1.31E-08	mantener
buque:mes	2.20E-16	mantener
Caladero:Zona	misma desviación	Soltar
Caladero:Latitud	1.43E-15	mantener
Caladero:Mes	2.20E-16	mantener
Caladero:Buque	2.20E-16	mantener
zona	misma desviación	Soltar
mes	0.018989	mantener
embarcación	misma desviación	Soltar
Caladero	misma desviación	Soltar

A continuación, se muestran las estimaciones de los parámetros y sus errores estándar (Tabla 11). Luego, se presenta una comparación entre el mejor modelo original y el modelo mínimo adecuado (Figura 32). Finalmente, se muestra la serie CPUE con su incertidumbre (Figura 33). El ANOVA sugiere que el modelo explica el 47,2 % de la desviación. La interacción Caladero:embarcación es el predictor que explica la mayor desviación (17,8%) y el factor año es el segundo con 13,0 %, seguido de mes:caladero y mes con 6,3 %. El resto de los predictores explican menos del 3% (Tabla 12). Aunque el modelo explica menos del 50% de la desviación, el factor año es uno de los dos factores que explican la mayor parte de la desviación.

Tabla 11. Estimaciones y error estándar para cada nivel del factor año, utilizado para estimar la serie estandarizada de CPUE.

	Estimar	Error estándar	Valor t	Pr(>|t|)
(Intercepción)	9.77081	37.44088	0.261	0.79412
2003	-0.02764	0.05196	-0.532	0.594741
2004	-0.624	0.047639	-13.099	< 2.00E-16
2005	-0.82176	0.050277	-16.345	< 2.00E-16
2006	-0.58292	0.051205	-11.384	< 2.00E-16
2007	-0.5723	0.053346	-10.728	< 2.00E-16
2008	-0.21517	0.052791	-4.076	4.59E-05
2009	-0.13181	0.052766	-2.498	0.012497
2010	-0.49308	0.052886	-9.323	< 2.00E-16
2011	-0.58475	0.054245	-10.78	< 2.00E-16
2012	-0.82443	0.056387	-14.621	< 2.00E-16
2013	-1.03124	0.119025	-8.664	< 2.00E-16
2014	-0.24845	0.061103	-4.066	4.79E-05
2015	-0.49076	0.058627	-8.371	< 2.00E-16
2016	-0.80301	0.058602	-13.703	< 2.00E-16
2017	-1.16824	0.059986	-19.475	< 2.00E-16
2018	-1.60051	0.06043	-26.485	< 2.00E-16
2019	-1.97306	0.061797	-31.928	< 2.00E-16
2020	-1.82291	0.068405	-26.649	< 2.00E-16
2021	-0.43825	0.085409	-5.131	2.89E-07

Tabla 12. ANOVA para el modelo mínimo adecuado.

	Df	Desviación	Resnum. DF	Resnum. Dev	% dev
NULO			42908	188705	
año	19	24570	42889	164135	13.0
MES	11	11856	42878	152279	6.3
latitud	1	597	42877	151682	0.3
Caladero:buque	165	33544	42712	118138	17.8
mes:Caladero	132	11947	42580	106192	6.3
latitud:Caladero	13	829	42567	105362	0.4
mes:buque	217	4796	42350	100566	2.5
latitud:buque	21	246	42329	100320	0.1
mes:latitud	11	744	42318	99576	0.4
				Total	47.2

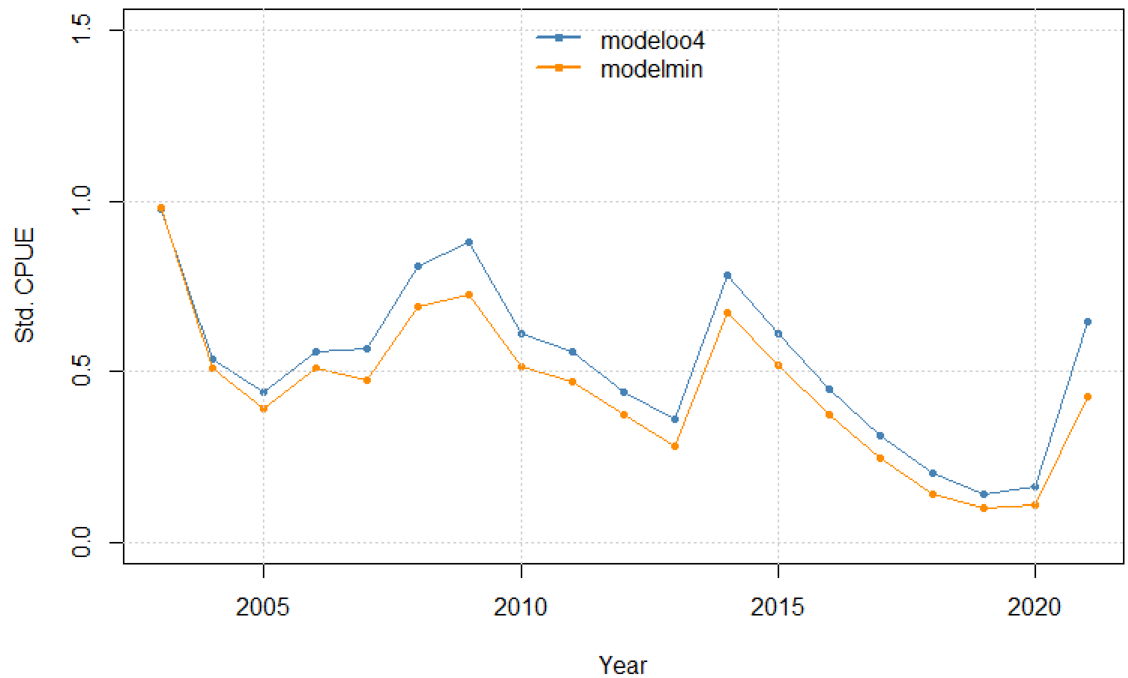


Figura 32. **Comparación de la serie CPUE entre el mejor modelo original (modelo4) y el modelo mínimo adecuado (modelmin).**

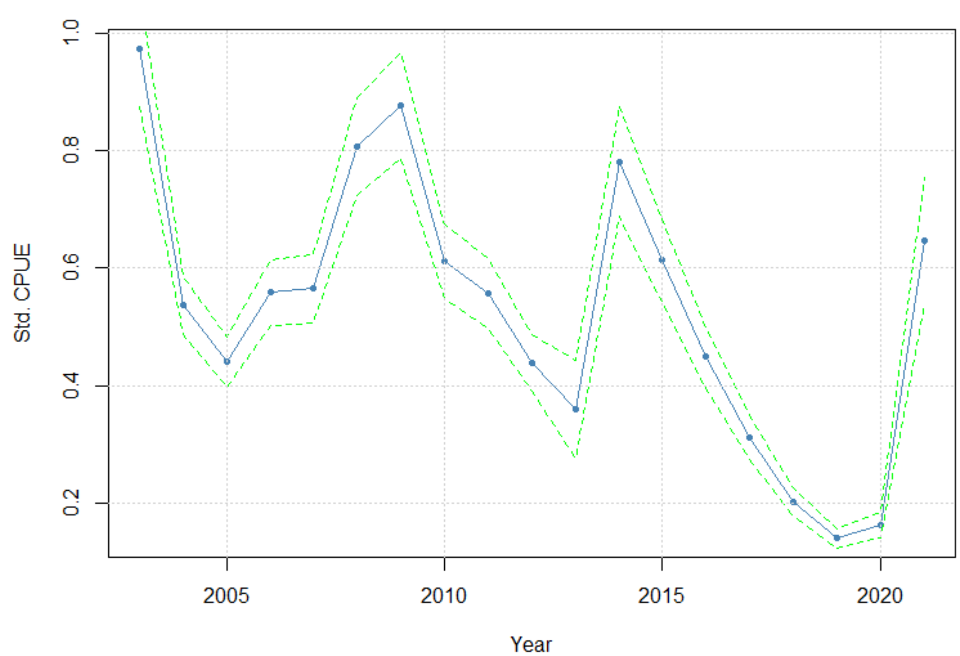


Figura 33. **La serie Merluza de cola CPUE y su incertidumbre extraída del modelo mínimo adecuado.**

El último paso fue sumar las interacciones del año como efectos aleatorios al modelo mínimo adecuado con la siguiente instrucción:

model1 <- lmer(log(CCola) ~ año + mes + latitud + Caladero:buque + Caladero:mes + Caladero:latitud + mes:buque + latitud:buque + mes:latitud + (1|año:mes) + (1|año:Caladero) + (1|año:buque) + (1|año:latitud) + offset(log(ha)), data = data1)

La función lmer forma parte del paquete nlme (Non-Linear Mixed-Effects), diseñado para ajustar y analizar modelos no lineales de efectos mixtos en R. En cuanto a los resultados, el AIC para este modelo fue de 153116.7, siendo el valor más pequeño cuando se compara con el mejor modelo original y el modelo mínimo adecuado (Tabla 13). Las estimaciones de los parámetros y los errores estándar se encuentran a continuación (Tabla 14). Luego, se muestra una comparación entre la serie CPUE (Figura 34). Las series del mejor modelo original y el modelo mínimo adecuado siguieron una tendencia similar; sin embargo, el modelo con efectos aleatorios mostró una tendencia diferente. Hay un aumento para el año 2017 y para los años 2019-2021, no detectado en las dos primeras series. En general, los valores del modelo con efectos aleatorios son mayores que los valores de las otras series. Para la serie CPUE y su incertidumbre (Figura 35), se muestra que esta aumentó notablemente; por lo tanto, aunque el AIC más pequeño correspondió al modelo con efectos aleatorios, por aumento en la incertidumbre, se recomienda utilizar la serie CPUE extraída del modelo mínimo adecuado.

Tabla 13. Comparación AIC para los modelos desarrollados para Merluza de cola de 2002 a 2021.

Modelo	**AIC**
Original	162723.7
Modelo mínimo adecuado	159076.9
Modelo mínimo adecuado con efectos aleatorios	153116.7

Tabla 14. Estimaciones de parámetros y errores estándar para los niveles del factor Año del modelo con efectos aleatorios.

	Estimar	Error estándar	Valor t
(Intercepción)	4.99E+01	3.68E+01	1.354
Año 2003	-3.66E-01	4.07E-01	-0.898
2004	-6.21E-01	3.94E-01	-1.574
2005	-8.94E-01	3.95E-01	-2.262
2006	-5.91E-01	3.97E-01	-1.488
2007	-4.09E-01	4.05E-01	-1.01
2008	-2.91E-01	4.11E-01	-0.709
2009	-5.86E-02	4.08E-01	-0.144
2010	-3.50E-01	4.10E-01	-0.854
2011	-3.77E-01	4.12E-01	-0.915
2012	-6.37E-01	4.24E-01	-1.504
2013	-8.73E-01	4.65E-01	-1.877
2014	-2.23E-01	4.24E-01	-0.526
2015	-7.44E-01	4.23E-01	-1.757
2016	-8.71E-01	4.21E-01	-2.068
2017	-5.86E-01	4.21E-01	-1.391
2018	-1.17E+00	4.37E-01	-2.679
2019	-1.46E+00	4.33E-01	-3.375
2020	-7.08E-01	4.52E-01	-1.565
2021	-7.32E-01	4.77E-01	-1.536

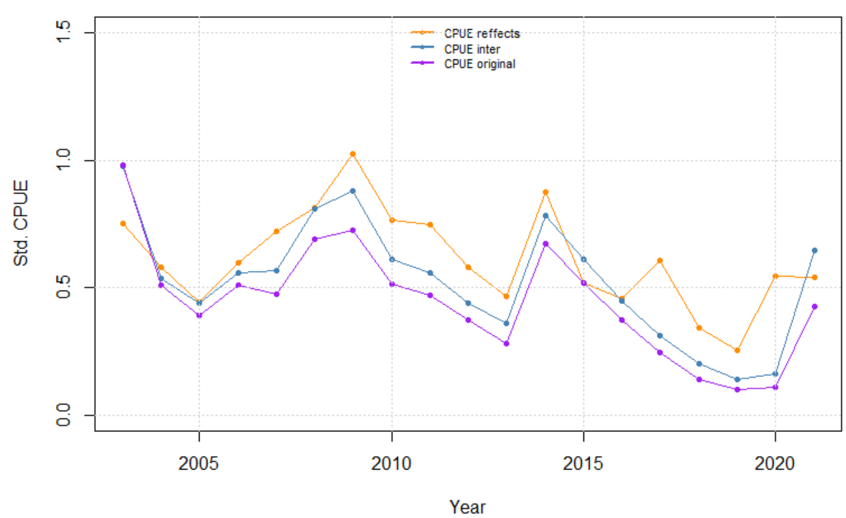


Figura 34. Comparación de la serie CPUE estimada con el mejor modelo original (CPUE original), modelo mínimo adecuado y el modelo mínimo adecuado con efectos aleatorios.

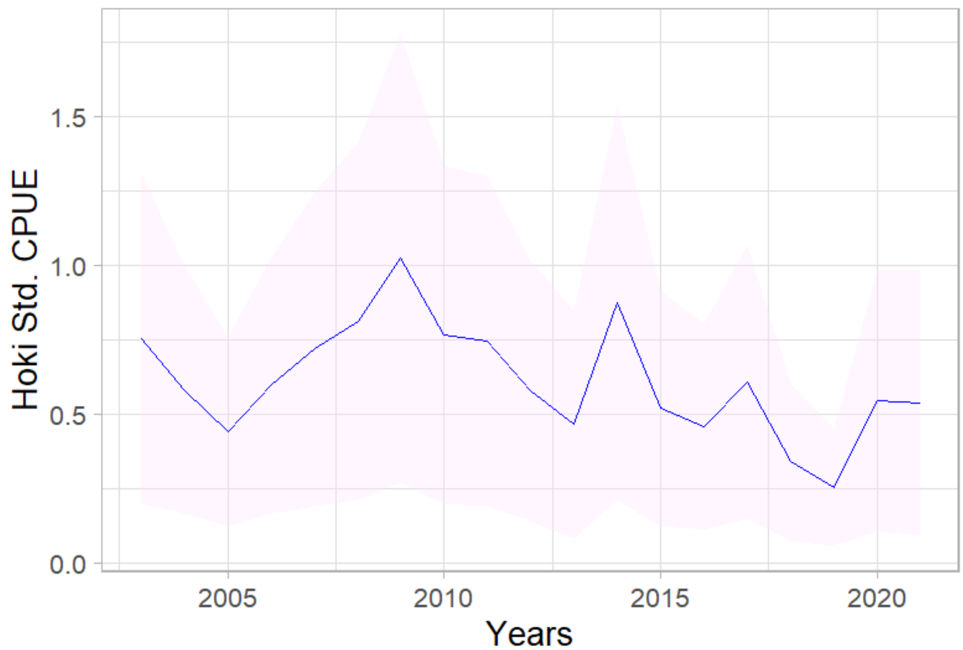


Figura 35. La serie Merluza de cola CPUE y su incertidumbre extraída del modelo mínimo adecuado con efectos aleatorios.

Otro modelo utilizado por Payá incluye un error binomial y un enlace logit:

Bglmin<-glm(cbind(Positivos,Negativos)~año + Mes + Cala + Buque + Mes:Cala, binomio familiar(link=logit), data=Binodata)

Incluimos las interacciones que faltan:

Bglmin<-glm(cbind(Positivos,Negativos)~año + Mes + Cala + Buque + Mes:Cala + Mes:Buque + Cala:Buque, binomio familiar(link=logit), data=Binodata,control=glm.control(maxit = 1000))

El modelo no convergió y notamos que cualquier modelo que contuviera las interacciones del buque no convergió. Así, el mejor modelo coincide con el modelo utilizado por Payá.

3. Congrio dorado (Genipterus blacodes)

3.1 Antecedentes

3.1.1 Biología

El congrio dorado (*Genipterus blacodes*), es una especie demersal-bentónica que se encuentra en el hemisferio sur en la costa de Nueva Zelanda, la costa sur de Australia y América del Sur desde Chile hasta Argentina (Nielsen *et al.,* 1999; Pequeño, 1989) y Brasil en el Atlántico Sudoccidental (Hureau, 1991). En Chile se distribuye desde Coquimbo hasta el límite sur con Argentina (Paredes y Bravo, 2005). Se puede encontrar en aguas que van desde los 22 hasta los 1000 metros de profundidad (Stevenson, 2004), generalmente entre 300 y 550 m (Kailola *et al.,* 1993)**.** Es una especie de crecimiento lento con una esperanza de vida de hasta 30 años (Annala, 1994), además es una especie sedentaria con adultos que viven enterrados en fondos blandos (Ward *et al.,* 2001).

El congrio se alimenta de peces pequeños, crustáceos y cefalópodos. Su dieta se caracteriza por el predominio de especies demersales y bentónicas, destacándose el bacalao criollo (*Salilota australis*), la merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) (Renzi, 1986), el camarón de nylon chileno (*Heterocarpus reedi*) y el peje rata (*Coelorinchus fasciatus*) (Bahamonde y Zavala, 1981).

El desove ocurre en Chile de agosto a diciembre, ocurriendo principalmente y con mayor intensidad en la zona norte de la Pesquería Demersal Austral (Aguayo *et al.,* 2001). Otros autores sugieren que el principal desove ocurre en la primavera (Baker *et al.,* 2014) en mar abierto, vías navegables interiores y en todo su rango de distribución (Flores *et al.,* 2020). En Chile se han realizado varias estimaciones de la duración de la madurez; Chong (1993) reportó madurez a la longitud de 90 cm de longitud total, mientras que Aguayo *et al.* (2001) y Paredes y Bravo (2005) reportaron 82 cm de longitud total. Se han realizado estudios de crecimiento en Nueva Zelanda (Horn, 1993), Australia (Withell y Wankowoski, 1989) y Chile (Chong y Aguayo, 1990; Wiff *et al.,* 2007). Estos estudios suguieren un crecimiento diferenciado entre sexos y áreas, con un crecimiento más rápido en las hembras.

Algunos estudios se han centrado en probar la existencia de más de una población en ciertas regiones; por ejemplo, en Nueva Zelanda, a través de técnicas de aloenzima (Smith y Francis, 1982), morfometría (Colman, 1985) y estructuras de tamaño (Horn, 1993), se ha determinado la existencia de al menos tres stocks. En Chile, Chong (1993) utilizó morfometría de otolitos, sus resultados indican que, si bien no existen diferencias estadísticas para las áreas de la Pesquería Demersal del Sur, se demuestra la existencia de grupos locales entre estas áreas. Sobre la base de los estudios realizados por Wiff *et al.* (2007) que sugieren que existen diferencias en los parámetros del ciclo de vida y la dinámica de la pesca para el área de la pesquería demersal austral septentrional (41°28.6'S-47°00S) y la PDA meridional (47°00'S y 57°00'S), la pesquería comenzó a modelarse y manejarse como dos poblaciones diferentes en 2006.

3.1.2 Pesca

Hay varios períodos de manejo en la pesquería de congrio dorado. La actividad pesquera se inició en la zona sur en 1974 con la promulgación del Decreto Ley 500, que permitió a las embarcaciones de bandera extranjera faenar en aguas bajo jurisdicción nacional al sur del paralelo 37°S. Este marco legal favoreció el crecimiento del esfuerzo pesquero entre 1975 y 1979 en la zona sur de Chile (Zuleta 1979, Correa 1985); sin embargo, el congrio dorado fue capturado principalmente como captura incidental (Zuleta, 1979). La siguiente fase fue la constitución de las empresas pesqueras bajo el D.L. 600/74 (MINECOM), también conocido como el "Estatuto de la Inversión Extranjera", bajo este nuevo marco legal, la inversión extranjera en el sector pesquero y las empresas que operan con buques factoría fueron autorizadas a través de un contrato entre el Estado de Chile y el inversionista extranjero (Capurro, 1979). La creación de estas sociedades pesqueras nacionales que operaban buques factoría marcó el inicio de la pesquería demersal austral (PDA). Hasta 1983, la PDA operaba únicamente con arrastreros factoría entre las latitudes 43° y 57° S, con la pesca de merluza común, merluza austral, cojinoba (*Seriolella sp*) y jurel chileno. El congrio dorado fue una especie regular en la composición de las capturas (Aguayo *et al.,* 1986). El siguiente hito en el manejo de la pesquería de la PDA, fue la introducción de nuevos aparejos de pesca en 1984, conocidos localmente como "espinel" (Figura 36), desarrollando una nueva pesquería de pequeña escala que opera en el mar interior de Chiloé y se enfoca en la merluza austral (Aguayo et al., 1991). Ese mismo año, los arrastreros de hielo comenzaron a faenar en el mar exterior. Debido a las preferencias del mercado por la merluza del sur, el congrio dorado y las cojinobas, es evidente que hubo una focalización específica para estas especies (Aguayo *et al.,* 1986). Posteriormente, entre 1986 y 1987, las flotas de hielo y factoría con espinel dirigida a la merluza austral y el congrio dorado operaron en aguas exteriores (Aguayo *et al.,* 1991; Aguayo *et al.,* 1993). El aumento del esfuerzo pesquero entre 1987 y 1990, dio lugar a la sobrepesca tanto de la merluza del sur y congrio dorado; en 1990, estas poblaciones ya mostraban una evidente y sostenida disminución de la abundancia en los caladeros del mar exterior (Aguayo *et al.,* 1991; Aguayo *et al.,* 1992). En los años siguientes, varios cambios en los productos pesqueros produjeron varios cambios en la selección de especies. A principios de los años 90, se desarrolló una pesquería de merluza del sur debido a la demanda en los mercados americano y europeo (FAO, 1999). Para reducir la presión pesquera sobre la merluza austral y congrio dorado, los administradores pesqueros incentivaron el desarrollo de la pesquería de bacalao. Entre 1999 y 2006, se desarrolló la pesquería chilena de aguas profundas dirigida a Orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) (Céspedes *et al.,* 2003, Tascheri *et al.,* 2002); esta actividad en aguas profundas disminuyó el esfuerzo pesquero de los arrastreros de hielo con gran potencia pesquera que se habría ejercido sobre la Pesquería Demersal Austral.

El desarrollo del PDA es complejo, debido a su naturaleza multi-especie y a los patrones cambiantes de la distribución espacial del esfuerzo pesquero, determinados por cambios notables a lo largo del tiempo asociados con el inicio y posterior declive de diferentes pesquerías desarrolladas en diferentes recursos objetivo. Algunas pesquerías que involucran diferentes tácticas de pesca, como la merluza de cola, bacalao, orange roughy y la pesquería de alfonsino, no interactúan con la pesquería de congrio dorado, pero han contribuido indirectamente a las fluctuaciones en el esfuerzo pesquero (Pelletier y Ferraris, 2000). Otras pesquerías, como la pesquería de merluza del sur, interactúan regularmente con la pesquería de congrio dorado, lo que contribuye a su mortalidad por pesca.

La evaluación de las poblaciones de congrio dorado presenta algunos desafíos. Por ejemplo, sólo en el período comprendido entre 1986 y 1990, la pesquería se centró específicamente en congrio dorado. En los años siguientes, el congrio dorado fue capturado como pesca incidental o especie objetivo secundaria. Este escenario, combinado con el carácter multiespecífico de la PDA, y el cierre de la flota industrial a los caladeros de congrio dorado, actualmente reservados para la pesca artesanal, contribuye a la complejidad de la gestión de este recurso. Debido a la dificultad para establecer el esfuerzo de pesca, dirigido a su captura para estimar los indicadores de abundancia relativa utilizados en los métodos de evaluación de poblaciones.

Los resultados de las evaluaciones actuales de las poblaciones de cuatro escenarios sugieren que la población está sobreexplotada y que sólo hay sobrepesca para el modelo base. Debido a las dificultades discutidas en la estimación del índice relativo de abundancia (CPUE), estos resultados deben ser evaluados en detalle. Durante la reunión en Valparaíso, surgieron algunos temas que serán discutidos en detalle en los siguientes apartados.

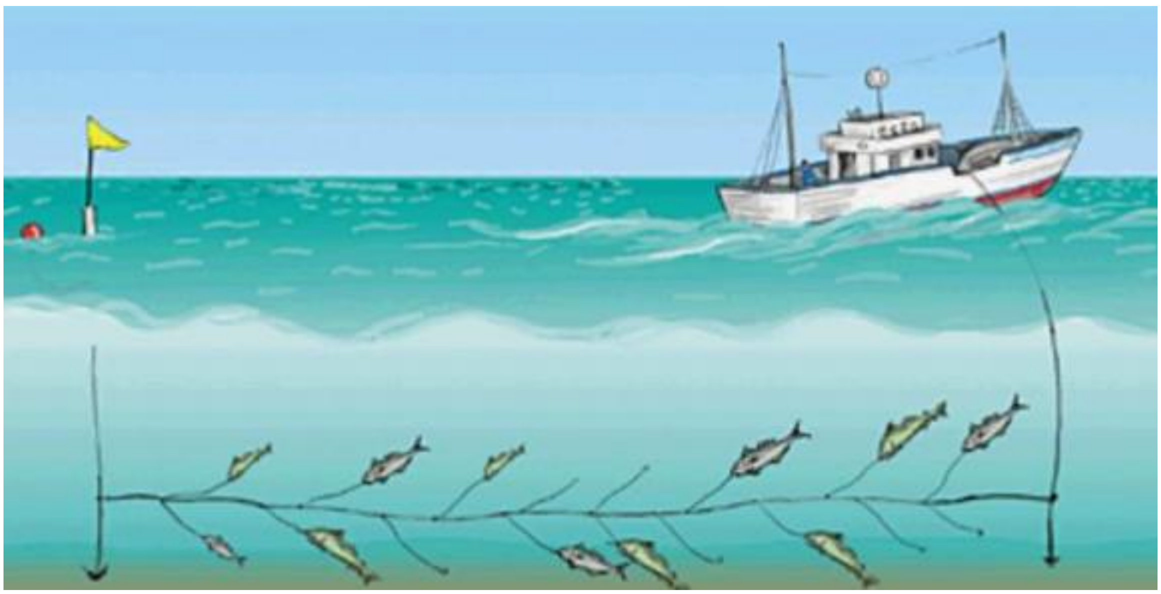


Figura 36. Artes de pesca, conocidas localmente como "espinel", utilizadas en la pesquería demersal austral en el sur de Chile.

3.1.3 Administración

En 1992 la pesquería fue declarada plenamente explotada, lo que permitió a la administración fijar cuotas anuales de captura (Decreto Supremo 354/1993). Hasta 2005, la pesquería se administraba como una sola población con una cuota anual dividida entre las zonas norte y sur. En general, la cuota asignada a la zona Norte fue históricamente mayor que la cuota para la zona Sur. Sobre la base de los datos del ciclo de vida y la demografía de las especies (Wiff *et al.,* 2011), desde 2006, la pesquería se gestiona como dos poblaciones separadas.

Actualmente, la pesquería del Sur está dividida en dos zonas administrativas o unidades pesqueras. La Unidad de Pesca del Norte (UPN) de 41°28.6′ a 47°00′ S. Lat. y hasta 60 MN, y la Unidad de Pesca del Sur (UPS) desde 47°00′ S. Lat. hasta el extremo sur 57°00′ S. lat. y hasta 80 MN (Ley 19.713).

3.2 Implementación de un modelo de evaluación para el stock nacional de congrio dorado.

3.2.1 Modelo

Consulte la sección 2.2.1 para obtener más detalles.

3.2.2 Función objetivo

Consulte la sección 2.2.2 para obtener más detalles.

3.2.3 Diagnóstico

Consulte la sección 2.2.3 para obtener más detalles.

3.2.4 Datos de la Unidad de Pesca del Norte (UPN)

La información disponible (Tascheri, 2022) para la evaluación de la población de congrio dorado para el período 1987-2021 incluye únicamente información de la pesquería (Tabla 15):

Tabla 15. Información disponible para la evaluación de poblaciones de congrio dorado en la Unidad de Pesca del Norte.

Espinel fijo (aguas interiores)	espinel industrial	Arrastreros industriales
Composición de tallas 1998,1999, 2001, 2003 - 2004.	Composición de tallas 1989 - 1991, 1996 -1997, 1999 – 2000.	Composición por edades 1982, 1983, 1985, 1988 - 2021.
Composición por edades 1999-2021.	Composición por edades 1998, 2002, 2004 - 2021	Peso medio a los años 1982, 1983, 1985, 1988 - 2021.
Peso medio entre 1999 y 2021.	Peso medio entre 1998 y 2021.	Cuadernos de pesca 1979 – 2021.
Captura 1982-2021	Bitácoras de pesca (IFOP) 1987 - 2021.	Captura 1978 - 2021.
	Captura 1987-2021	
	Factor de descartes	

Las composiciones de tallas se obtienen a través de muestreos rutinarios realizados por el proyecto de monitoreo de pesquerías demersales del sur. Las composiciones por edades de las capturas utilizadas en la evaluación de poblaciones, se obtienen de la base de datos mantenida por la sección de edad y crecimiento del IFOP. Las capturas (Figura 37) comprenden únicamente los desembarques registrados por el Servicio Nacional de Pesca y Acuacultura. Además de los datos mencionados, también se dispone de un índice de abundancia relativa.

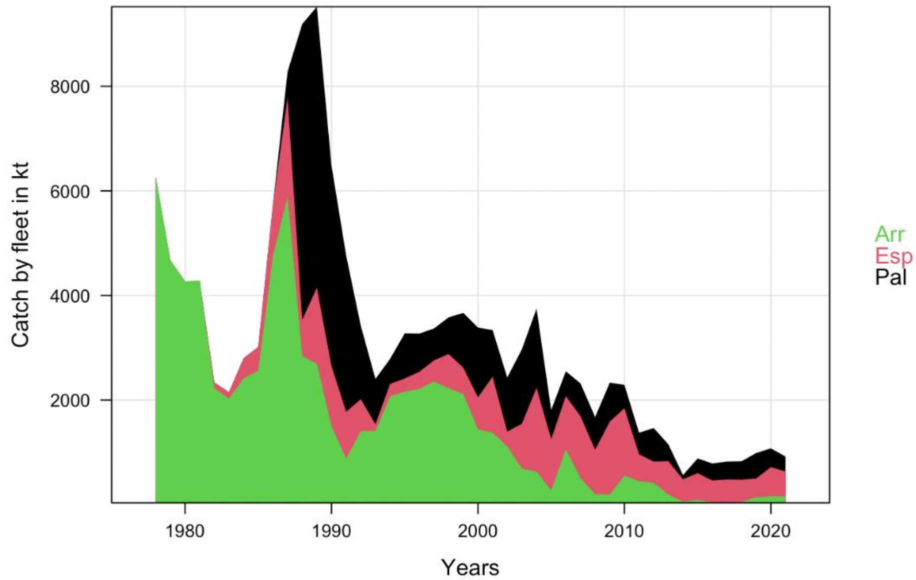


Figura 37. Capturas totales de congrio por flota en la Unidad de Pesca del Norte, arrastrero, espinel fijo, espinel Pal.

3.2.5 Resultados de la Unidad de Pesca del Norte (UPN)

El modelo adoptado utiliza los datos de entrada (véase la sección anterior 3.2.4) del modelo desarrollado por Tascheri (2022). El modelo adoptado se amplió con algunas especificaciones alternativas que se muestran a continuación (Tabla 16). Estas alternativas se centran en supuestos para diferentes parámetros y supuestos, por ejemplo, utilizados de diferentes series de CPUE, selectividad constante o variable, pendiente constante o estimada, etc.

A continuación, se muestran los modelos (1.01 y 1.02) que se ajustan a CPUE (Figura 38, Figura 39). El modelo 1.02 utiliza una CPUE del proceso de selección de modelos sin los datos de 2014, debido al pequeño tamaño de la muestra. Luego, se presenta el modelo ajustado a la composición por edades por pesquería (Figura 40). Posteriormente, se muestran los ajustes del modelo (1.01) a la edad media por pesquería y crucero (Figura 41, Figura 42). Los valores de verosimilitud de los modelos explorados se encuentran a continuación (Tabla 17). El modelo con menor probabilidad es el modelo 1.03, que utiliza la nueva serie CPUE y con la selectividad de la pesquería de arrastre desplazada para permitir cambios en edades más avanzadas. En general, cuatro componentes contribuyen con una cantidad significativa de la probabilidad total, la composición por edades de la pesquería, la selectividad de la pesquería, la CPUE y la composición por edades de los arrastreros industriales. Debido a la gran cantidad de resultados, solo mostramos resultados parciales para algunas variantes del modelo, los resultados de otros modelos se encuentran en los documentos: JanReport_Congrio dorado.html, JanReport_Congrio dorado2.html y JanReport_Congrio dorado_Dia2.html.

Tabla 16. Descripción de las especificaciones alternativas para el modelo adoptado para el congrio dorado en la Unidad de Pesca del Norte.

Modelo	**Descripción**
congrio doradoN_1.00	Basado en la opción de modelo "más nuevo" presentada en la revisión (índice palangre CPUE estandarizado w / PC)
congrio doradoN_1.01	Como 1.00 pero con diferentes series de CPUE (como se usa en el modelo "base")
congrio doradoN_1.02	Como 1.01 pero con la serie CPUE desarrollada por el panel de revisión.
congrio doradoN_1.03	Como 1.02 pero con selectividad en la pesca de arrastre desplazada para permitir cambios en edades más avanzadas.
congrio doradoN_1.04	Como 1.03 pero con más edades en el SRR y pendiente estimada con anterior, sigmaR=0.6

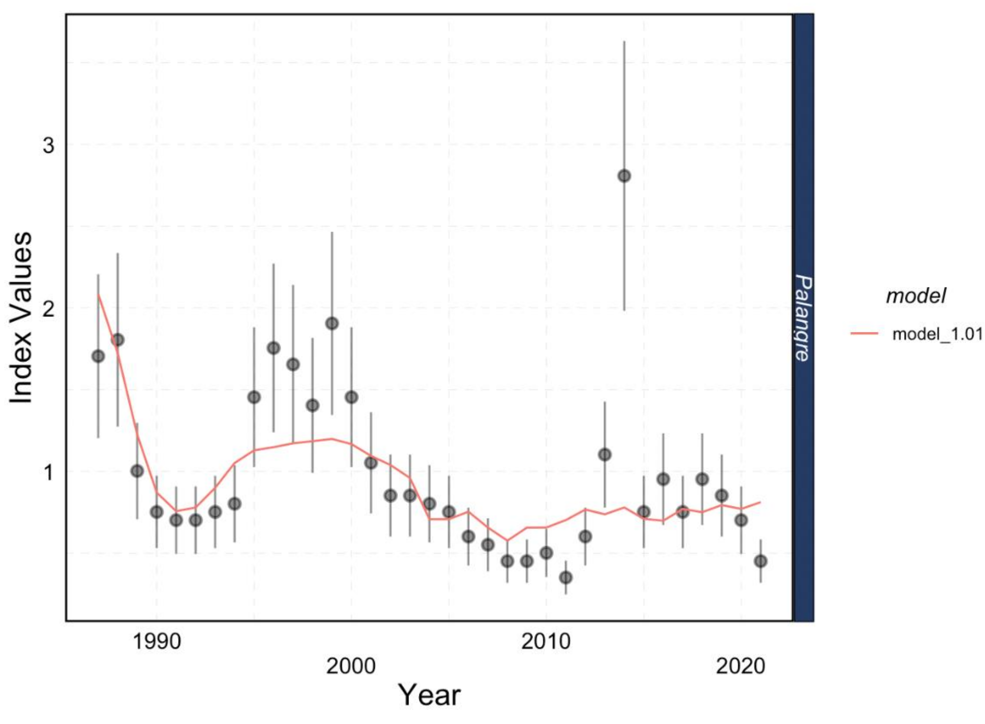


Figura 38. El modelo (1.01) se ajusta a los datos de la CPUE para el congrio en la Unidad de Pesca del Norte.

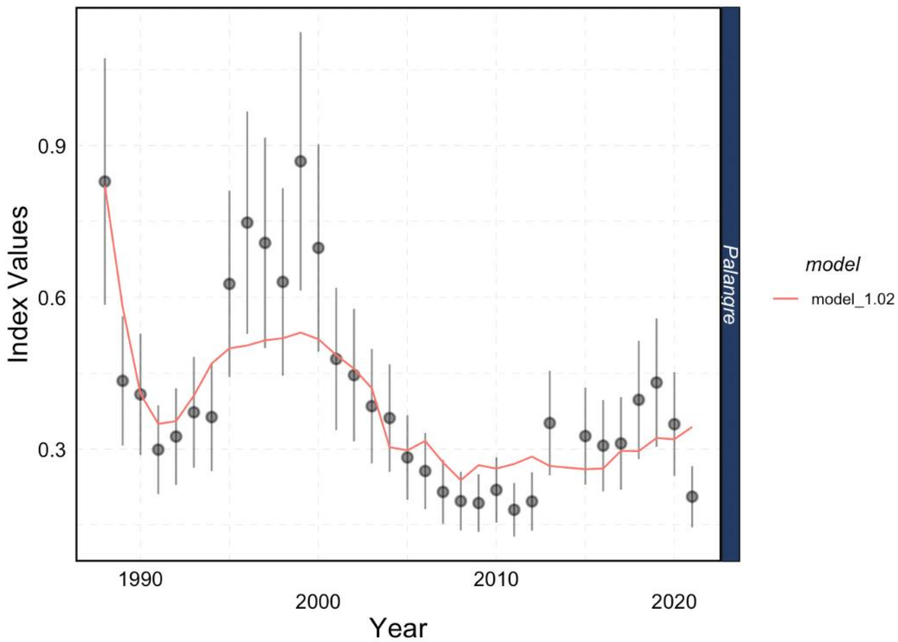


Figura 39. El modelo (1.02) se ajusta a los datos de la CPUE para el congrio en la Unidad de Pesca del Norte.

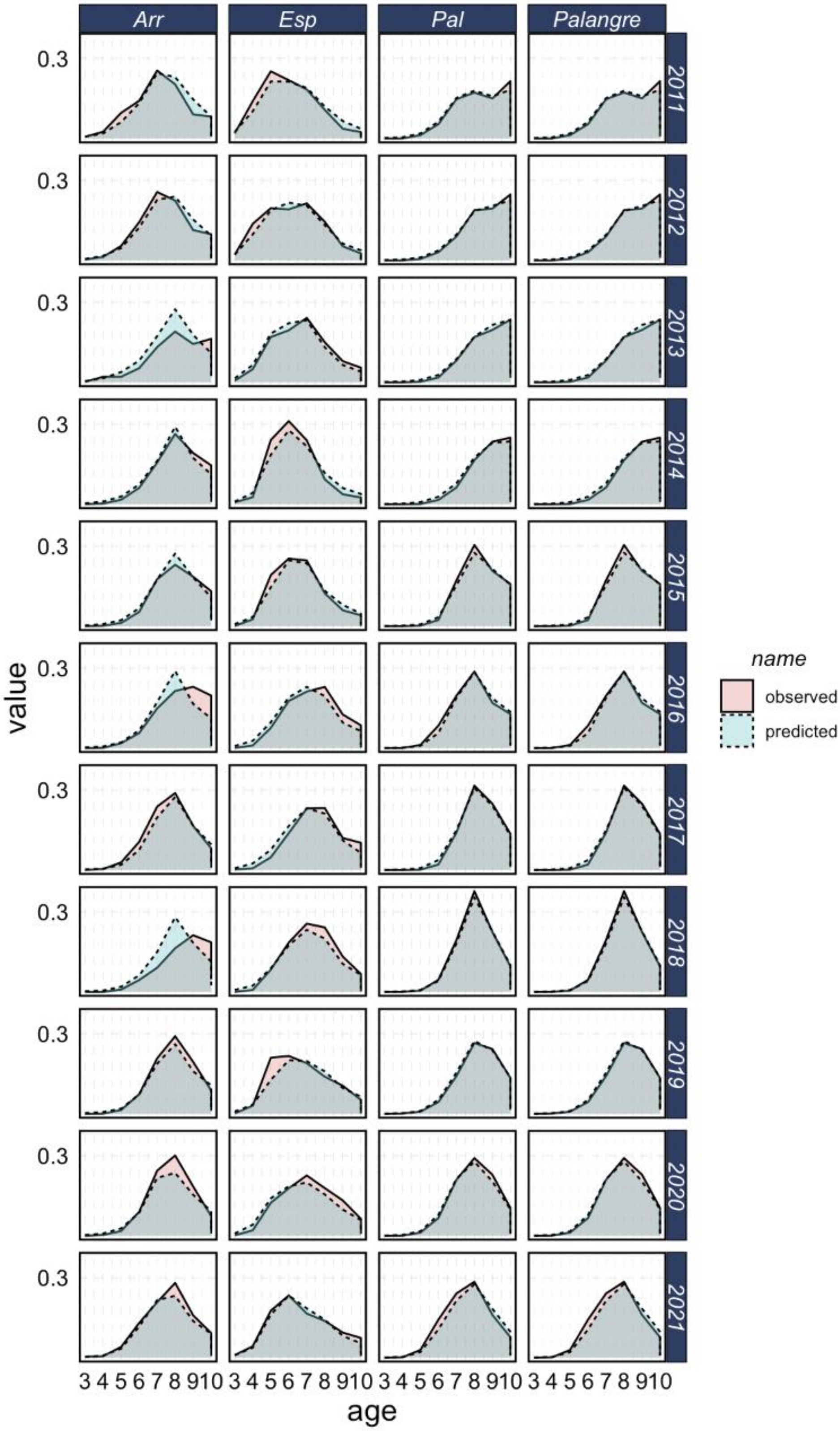


Figura 40. **Proporciones observadas y predichas a la edad a partir del modelo 1.02 para el congrio dorado en la Unidad de Pesca del Norte.**

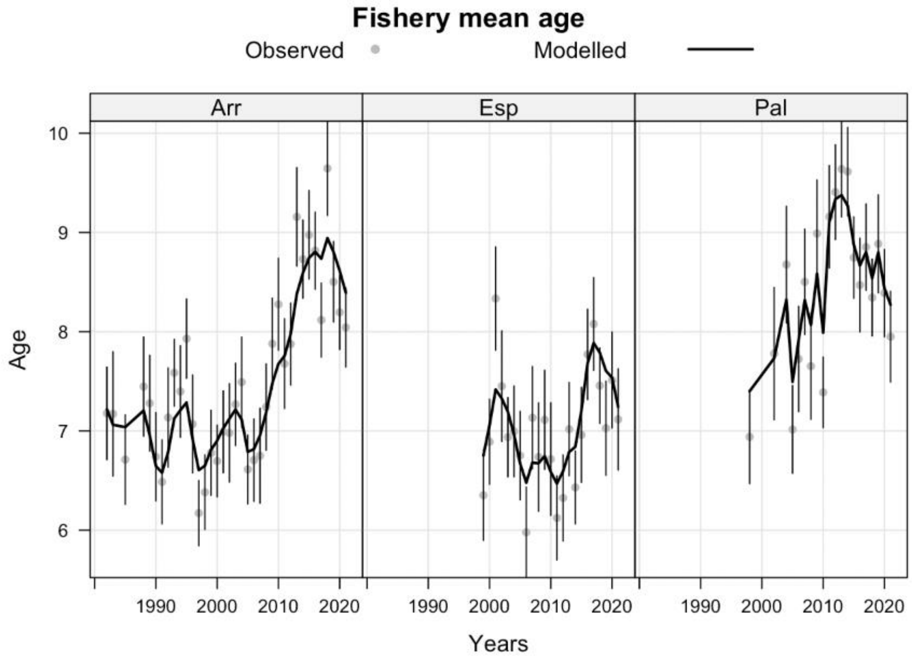


Figura 41. El modelo (1.01) se ajusta a la edad media por pesquería de congrio dorado en la Unidad de Pesca del Norte.

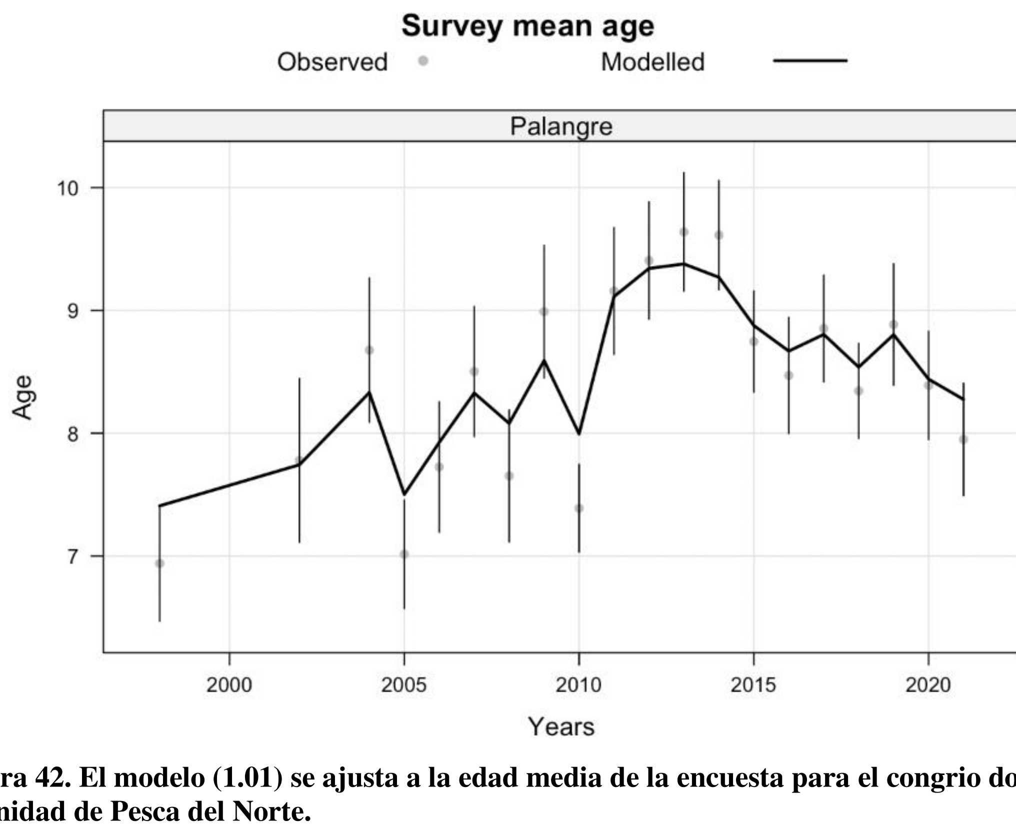


Figura 42. El modelo (1.01) se ajusta a la edad media de la encuesta para el congrio dorado en la Unidad de Pesca del Norte.

Tabla 17. Valores de verosimilitud para diferentes configuraciones de modelos de congrio dorado, descripción de los modelos en Tabla 16.

	model_1.00	model_1.01	model_1.02	model_1.03
catch_like	2.20	3.02	1.93	1.67
age_like_fsh	186.03	198.06	184.86	176.54
length_like_fsh	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_fsh	89.46	90.30	90.32	85.62
ind_like	50.18	64.53	33.24	32.37
age_like_ind	23.47	24.50	22.44	21.09
length_like_ind	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_ind	2.60	2.72	2.46	2.26
rec_like	-3.55	-1.35	-4.02	-3.06
fpen	0.00	0.00	0.00	0.00
post_priors_indq	0.00	0.00	0.00	0.00
post_priors	0.00	0.00	0.00	0.00
residual	0.02	0.02	0.02	0.01
total	350.43	381.82	331.25	316.51

Los resultados del modelo 1.03 sugieren que la mortalidad anual por pesca ha estado por encima del FMRS durante la mayor parte del período analizado (Figura 43, arriba a la derecha), con un notable descenso desde 2014, tendencias que se reflejan en los desembarques (Figura 43, abajo a la derecha). La biomasa reproductora presentó una tendencia decreciente con valores superiores al proxy MRS hasta 2005; después de ese año, la biomasa se situó por debajo del proxy del MRS (Figura 43, arriba a la izquierda). Los mayores valores de reclutamiento corresponden a los años 80; desde mediados de los años 90 hasta 2016, el reclutamiento disminuyó, pero se recuperó en los últimos años del período, aunque se aprecia una incertidumbre en las últimas estimaciones (Figura 43, abajo a la izquierda). La mayoría de las variantes del modelo concuerdan con estos resultados, excepto el modelo 1.04, que situó la biomasa reproductora por debajo del proxy del MRS durante un período más largo (Figura 44). Cabe destacar que el modelo 1.04, estima la pendiente con una prior. Estos resultados también se reflejan en los diagramas de Kobe que determinan el estado de la población; siendo los resultados son consistentes para los modelos mostrados (Figura 45). La tendencia temporal del reclutamiento, la biomasa reproductora y la biomasa total y su incertidumbre para las diferentes configuraciones del modelo (Tabla 16), se muestra a continuación (Figura 46).

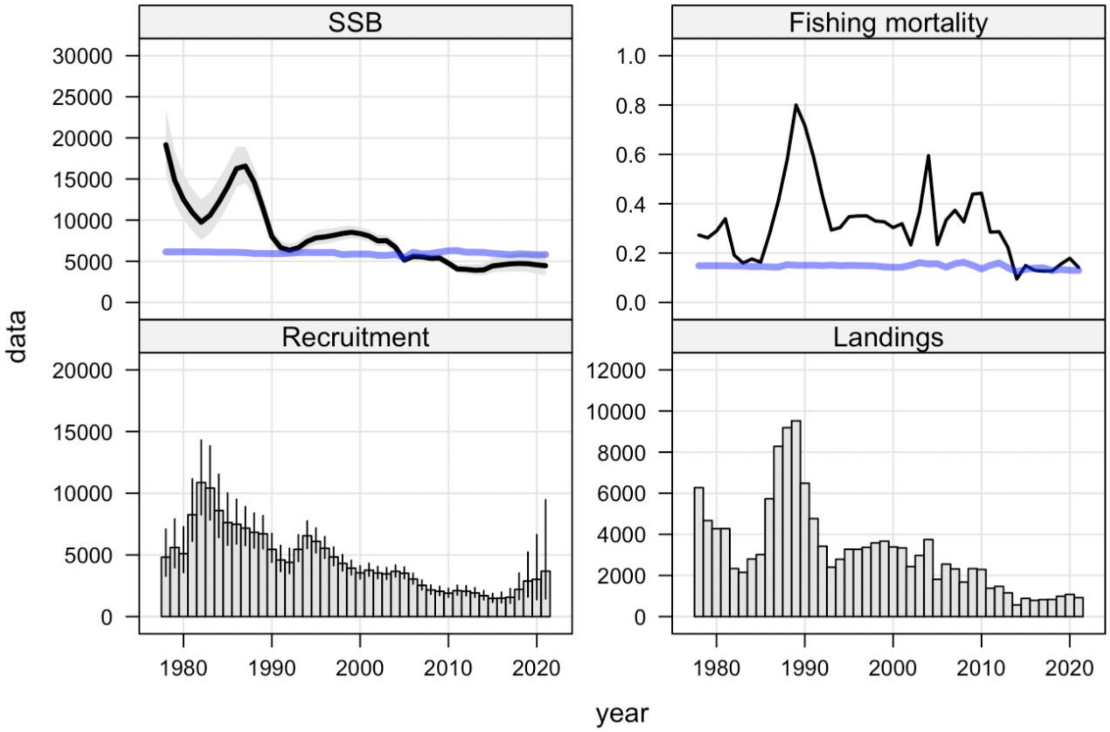


Figura 43. **Tendencia temporal (modelo 1.03) de la biomasa estimada de desove (arriba a la izquierda), mortalidad estimada por pesca (arriba a la derecha), reclutamiento estimado (abajo a la izquierda) y tendencia temporal de los desembarques observados (abajo a la derecha) para el congrio en la Unidad de Pesca del Norte.**

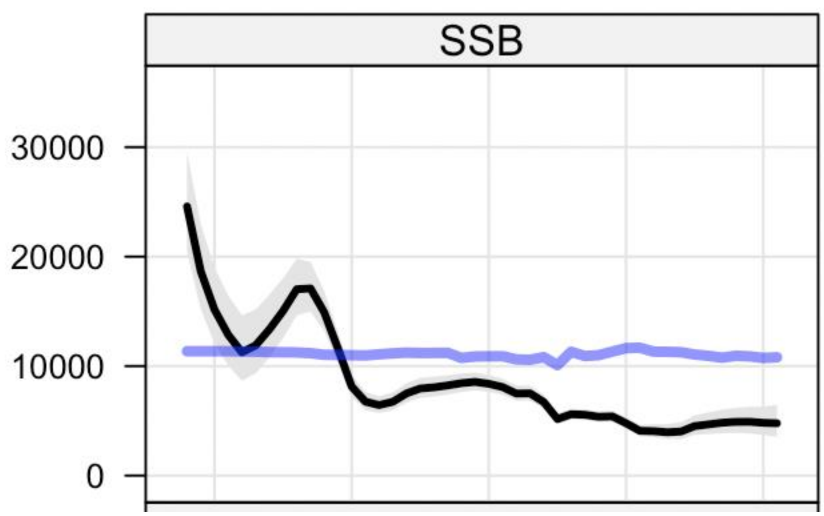


Figura 44. **Tendencia temporal de la biomasa de desove de congrio en la Unidad Pesquera del Norte, estimada con el modelo 1.04.**

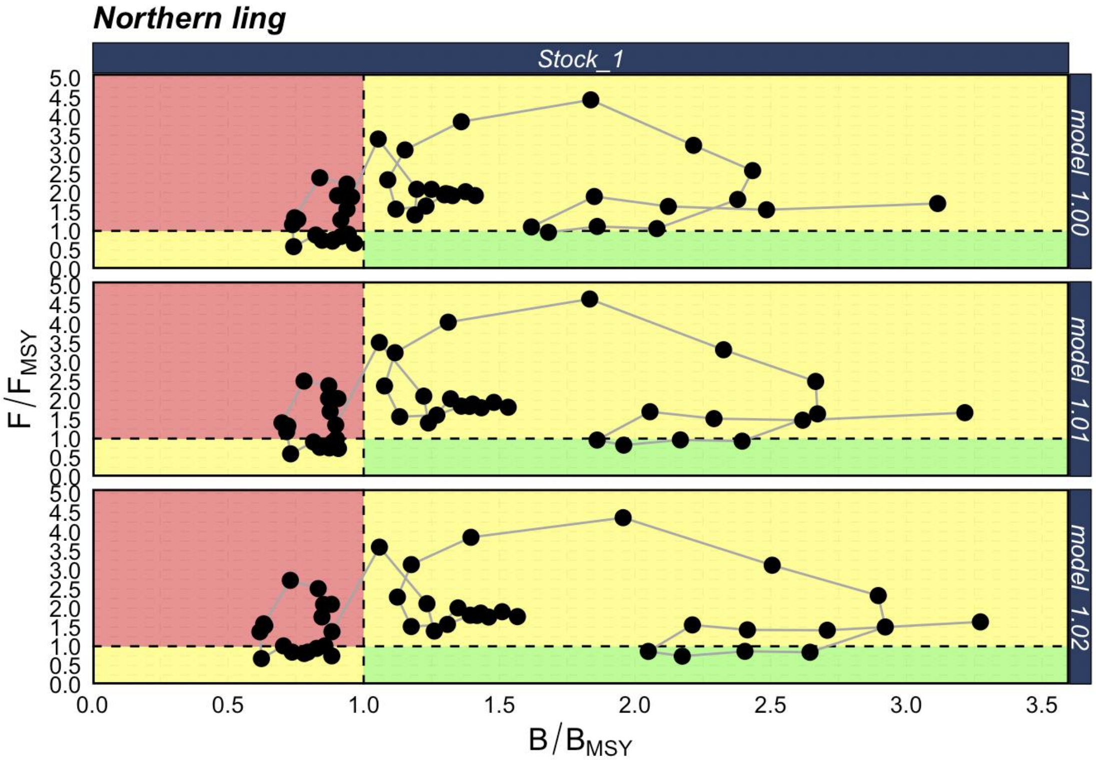


Figura 45. Diagramas de Kobe para diferentes hipótesis de reclutamiento de poblaciones de congrio dorado en la Unidad de Pesca del Norte, véase (Tabla 16) para la descripción del modelo

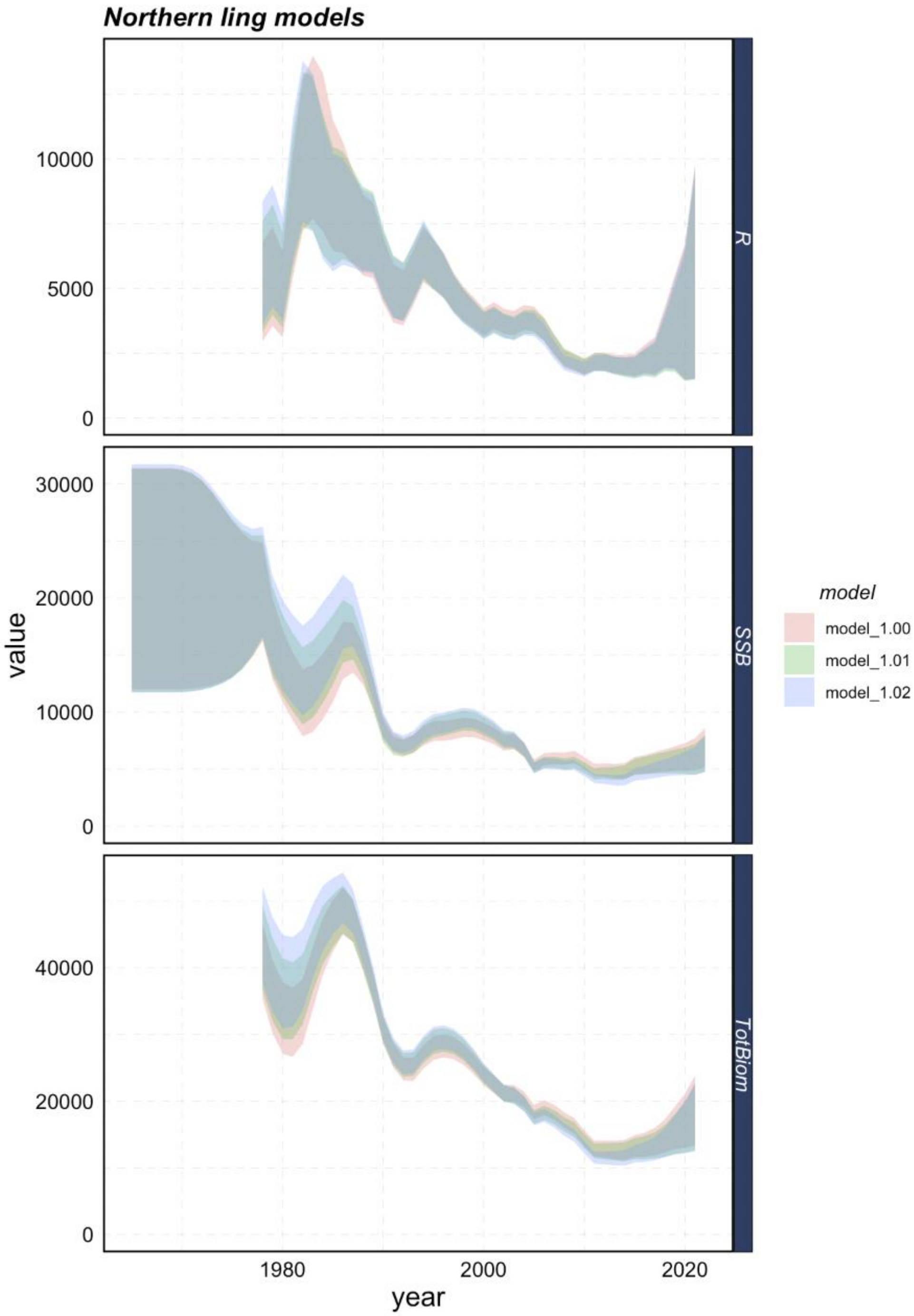


Figura 46. Tendencia temporal de reclutamiento (arriba), biomasa de desove (centro) y biomasa total (abajo) para tres configuraciones de modelos para congrio en la Unidad de Pesca del Norte.

En cuanto a las proyecciones de poblaciones, estas se muestran como resultado del modelo 1.01 para la Unidad de Pesca del Norte (Figura 47). El mayor aumento de la biomasa reproductora correspondió al TAC de 2021, mientras que el más bajo coincidió con el FMRS.

Se encuentran resultados similares con el resto de los modelos, excepto el modelo 1.04, donde la dinámica tiende a equilibrarse más lentamente (Figura 48). La tabla de riesgos para el modelo 1.00 se muestra como ejemplo en (Tabla 18). A corto plazo, dos niveles de mortalidad por pesca (multiplicadores 1 y .75) dan un P(Bt > BMRS) superior al 50%. A mediano y largo plazo, todos los niveles de mortalidad por pesca dan un P(Bt > BMRS) superior al 50%.

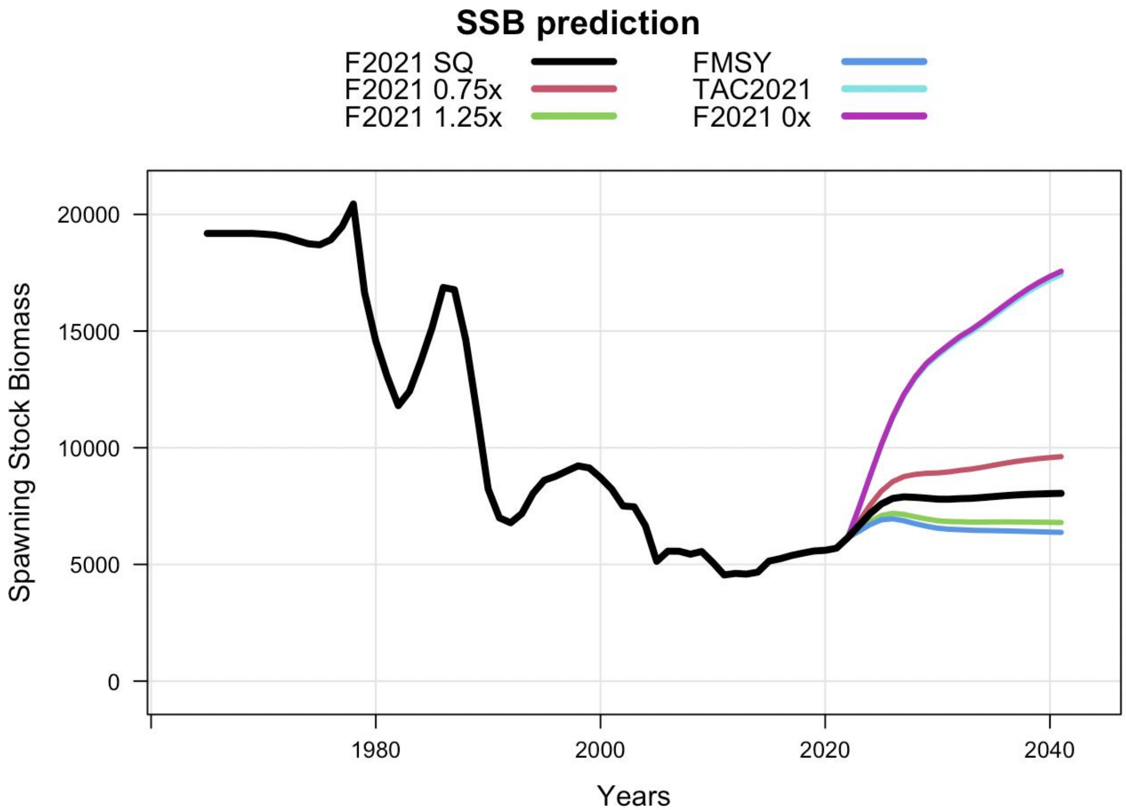


Figura 47. Proyecciones de poblaciones para diferentes tasas de mortalidad por pesca futuras supuestas para el congrio dorado en la Unidad de Pesca del Norte, modelo 1.01.

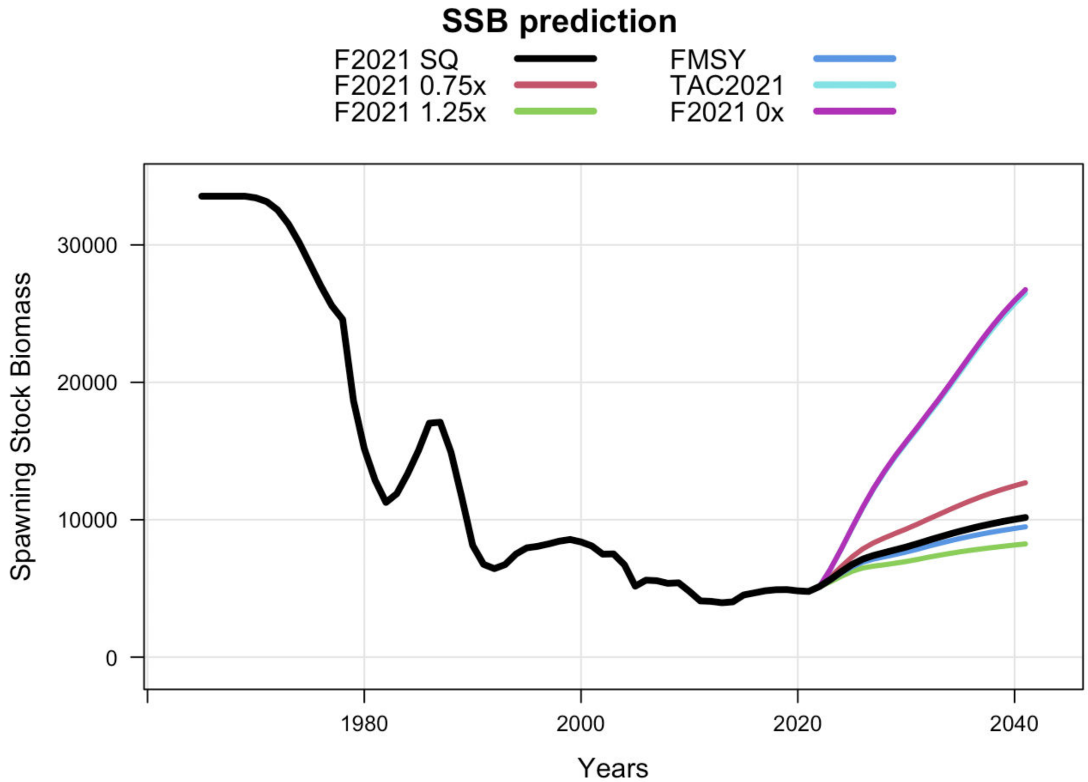


Figura 48. Proyecciones de poblaciones para diferentes tasas de mortalidad por pesca futuras supuestas para el congrio dorado en la Unidad de Pesca del Norte, modelo 1.04.

Tabla 18. Riesgos estimados de las poblaciones para la biomasa reproductora y las capturas para el Modelo 1.02 de congrio en la Unidad de Pesca del Norte.

Multiplicador de F2021	B2023	P(B2023)>BMRS, %	B2027	P(B2027)>BMRS, %	B2031	P(B2031)>BMRS, %
0	6859	75	12004	99	13939	99
FRMS	5981	47	6726	67	6267	55
.75	6280	58	8187	85	8121	80
1	6100	51	7270	74	6934	65
1.25	5926	45	6491	59	5988	49

3.2.6 Datos de la Unidad de Pesca del Sur (UPS)

El modelo adoptado utiliza los mismos datos que Tascheri (2022) e incluye:

Flota industrial - espinel	Flota industrial - arrastrero
Composición por tallas 1989 -1992, 1995-1996; 2000, 2002	Composición por edades 1982-1983, 1985, 1988-1997,1999-2002, 2005-2021
Composición por edades 1998-1999, 2003-2021.	Peso medio a los años 1982-1983, 1985, 1988-1997, 1999-2002, 2005-2021.
Peso medio a la edad 1989-1992; 1995-1996; 2000, 2002	Captura 1978-2021
Bitácora (IFOP) 1987 - 2021.	
Captura 1978-2021	

Las composiciones de tallas de las capturas de palangre y espinel, se obtienen a través de muestreos rutinarios realizados por el proyecto de monitoreo de pesquerías australes. Los observadores científicos a bordo realizan el muestreo industrial, mientras que las muestras artesanales se toman en los principales centros de desembarque. Las composiciones por edades de las capturas utilizadas en la evaluación de poblaciones se obtienen de la base de datos mantenida por la sección de edad y crecimiento del IFOP (Tascheri, 2022). Las capturas utilizadas en la evaluación del stock se han recopilado a partir del control y registro del desembarque realizado por Sernapesca (Servicio Nacional de Pesca y Acuacultura). De acuerdo con el Programa de Investigación de Captura Incidental y descarte, el factor de descarte para esta pesquería es igual a 1.01 (Bernal *et al.,* 2021). Debido a que no existe un índice absoluto de abundancia, la evaluación de las poblaciones se basa únicamente en una CPUE estandarizada.

3.2.7 Resultados de la Unidad Pesquera del Sur (UPS)

El modelo adoptado para la Unidad de Pesca del Sur utiliza los mismos datos de entrada (véase la sección 3.2.6 anterior) que el modelo utilizado en evaluaciones anteriores (Tascheri, 2022). El modelo adoptado presenta dos especificaciones alternativas que se muestran en (Tabla 19). La principal diferencia entre los modelos adoptados es el uso de diferentes índices de abundancia relativa.

El modelo se ajusta a los índices de abundancia relativa que se muestran a continuación (Figura 49, Figura 50). A continuación, se muestra el modelo de ajuste a la media de la pesquería a la edad (Figura 51). Luego, es presentado el ajuste del modelo a la composición por edades (Figura 52). Los valores de verosimilitud de las alternativas del modelo se muestran en Tabla 20. El modelo con la menor probabilidad es 1,00. En general, la composición por edades, la selectividad y la CPUE son los componentes de probabilidad que más contribuyen a la probabilidad total. Se pueden encontrar más resultados en los documentos: JanReport_Congrio dorado.html, JanReport_Congrio dorado2.html y JanReport_Congrio dorado_Dia2.html.

Tabla 19. Descripción de las especificaciones alternativas para el modelo adoptado para la congrio dorado en la Unidad Pesquera del Sur.

Modelo	**Descripción**
congrio doradoS_1.00	Datos de congrio del sur, 2 pesquerías, un índice (CPUE de palangre)
congrio doradoS_1.01	Como en congrio doradoS_1.00, pero con la serie CPUE desarrollada por el panel de revisión.

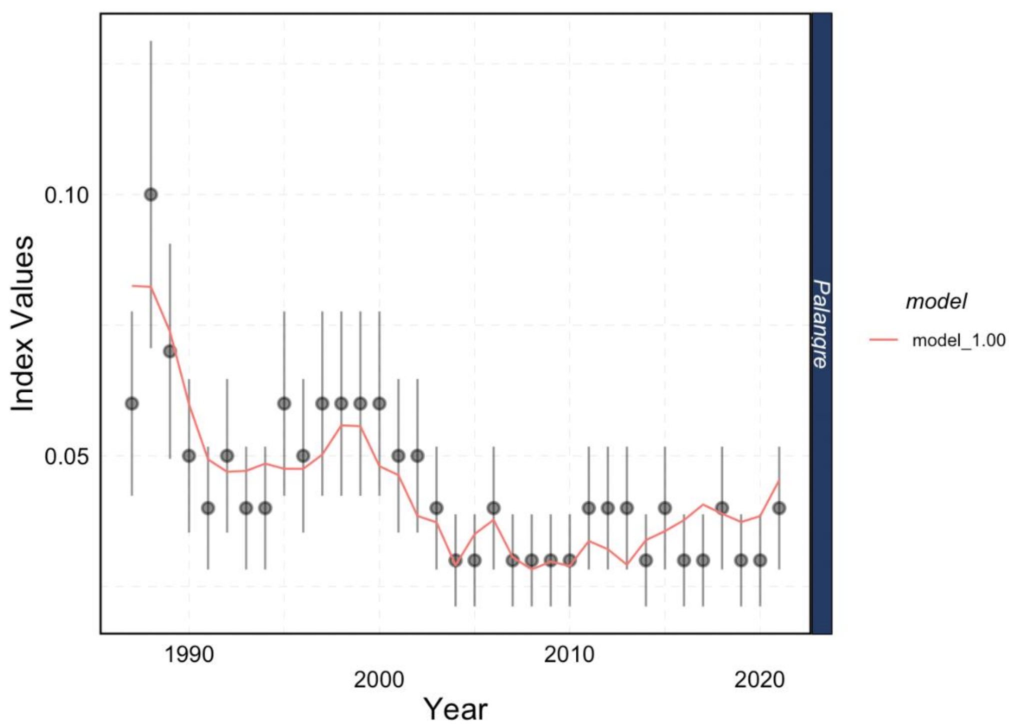


Figura 49. Modelo (1.00) ajustado a los datos de la CPUE de la Unidad de Pesca del Sur.

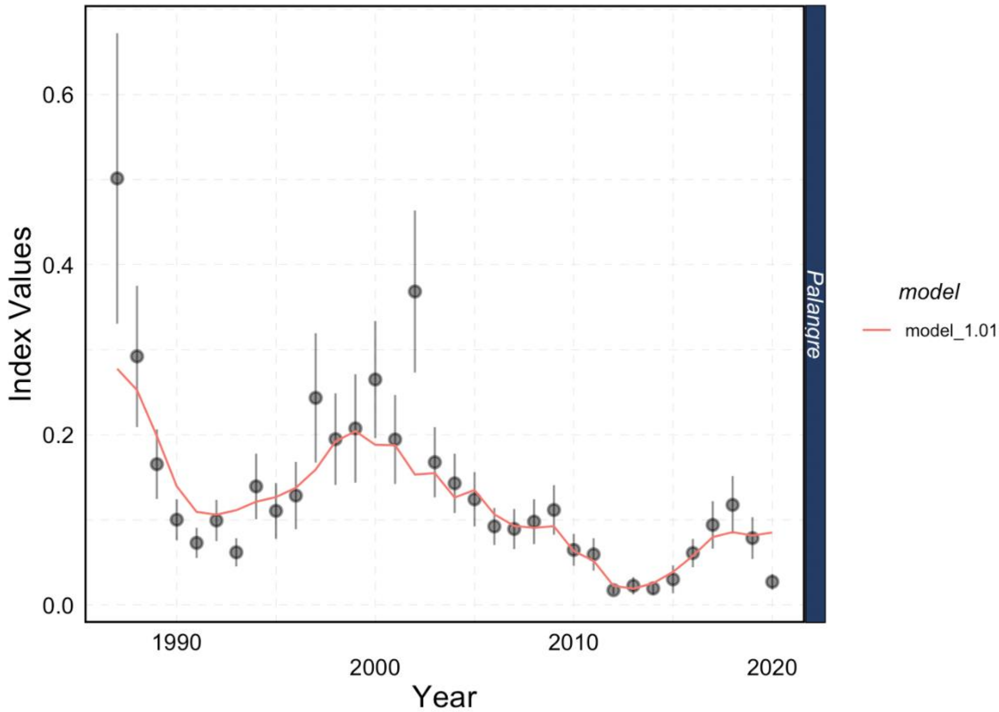


Figura 50. Modelo (1.01) ajustado a los datos de CPUE de la Unidad de Pesca del Sur.

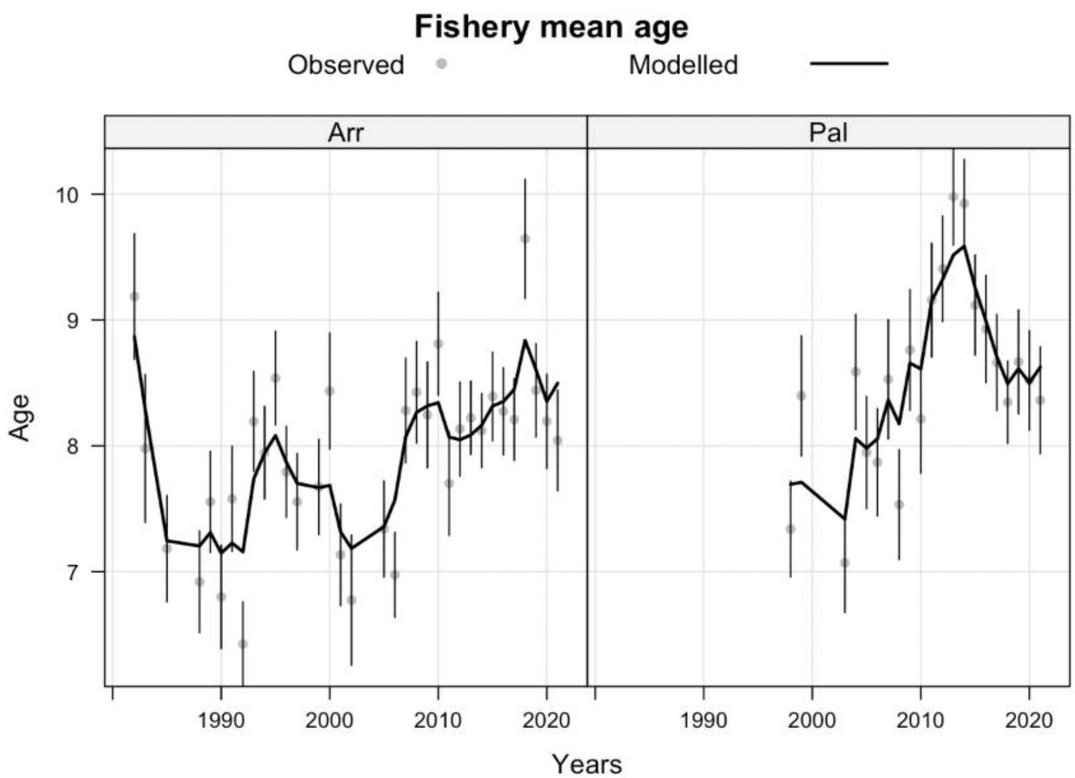


Figura 51. Modelo (1.01) ajustado a la edad media pesquera para la Unidad Pesquera del Sur; Arrastrero, palangre.

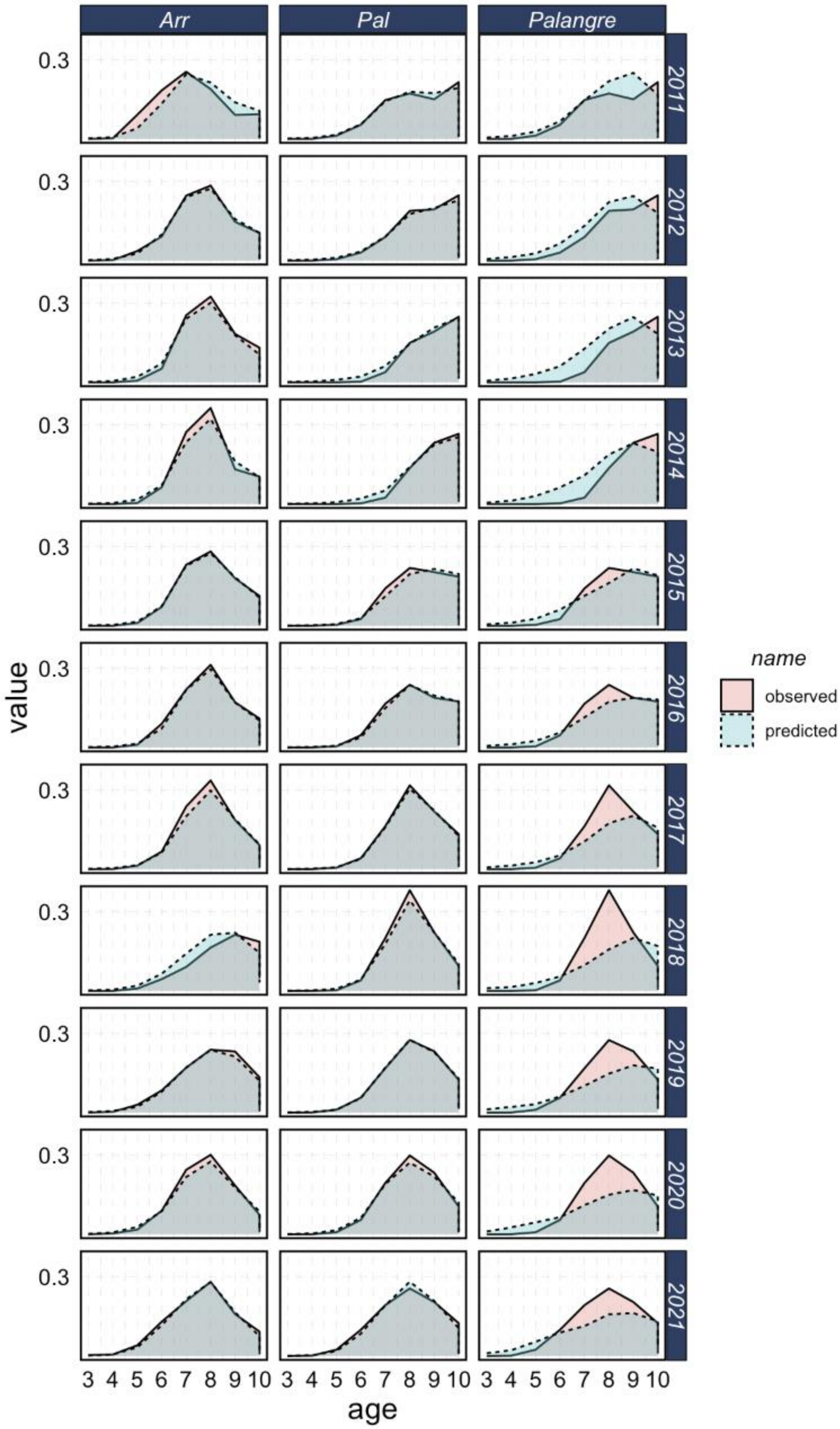


Figura 52. Proporciones observadas y pronosticadas en la edad para la Unidad Pesquera del Sur.

Tabla 20. Valores de verosimilitud para dos configuraciones de modelos de congrio dorado, descripción de los modelos (Tabla 19).

	model_1.00	model_1.01
catch_like	1.40	2.95
age_like_fsh	115.36	118.02
length_like_fsh	0.00	0.00
sel_like_fsh	63.39	65.42
ind_like	25.23	115.28
age_like_ind	3.11	60.55
length_like_ind	0.00	0.00
sel_like_ind	3.07	4.39
rec_like	8.86	8.32
fpen	0.00	0.00
post_priors_indq	0.00	0.00
post_priors	0.00	0.00
residual	0.02	0.04
total	220.44	374.98

Los resultados del modelo (1.00) sugieren que la mortalidad anual por pesca ha estado por encima del FMRS desde principios de los años 80 hasta 2013 (Figura 53, arriba a la derecha); sin embargo, en los últimos años, la mortalidad por pesca ha disminuido significativamente por debajo del FMRS. Esta tendencia también se observa en los desembarques (Figura 53, abajo a la derecha). Durante la década de los 80 el reclutamiento fue alto, se encontraron valores más bajos de 2008 a 2016. Durante los últimos años se ha recuperado el reclutamiento , pero con una elevada incertidumbre (Figura 53, abajo a la izquierda). La biomasa reproductora ha estado por debajo del proxy MRS desde mediados de los años 90 hasta 2021, aunque se observa un aumento en los últimos años (Figura 53, arriba a la izquierda). Los resultados del modelo 1.01, concuerdan con los resultados anteriores; sin embargo, existen algunas diferencias. Por ejemplo, la magnitud de la mortalidad anual por pesca es mayor, mientras que el reclutamiento es menor. Aunque existen algunas diferencias para la biomasa reproductora estimada a partir de ambos modelos, la tendencia creciente en los últimos años es similar, acercándose al proxy del MRS. Estos resultados se reflejan directamente en los diagramas de Kobe para ambos modelos (1.00 y 1.01) como se ve a continuación (Figura 54). Los diagramas de Kobe para dos diferentes versiones del modelo adaptado, ver descripción en (Tabla 16) La tendencia temporal del reclutamiento, la biomasa reproductora y la biomasa total y su incertidumbre para dos configuraciones modelo (Tabla 16), se muestra en (Figura 55).

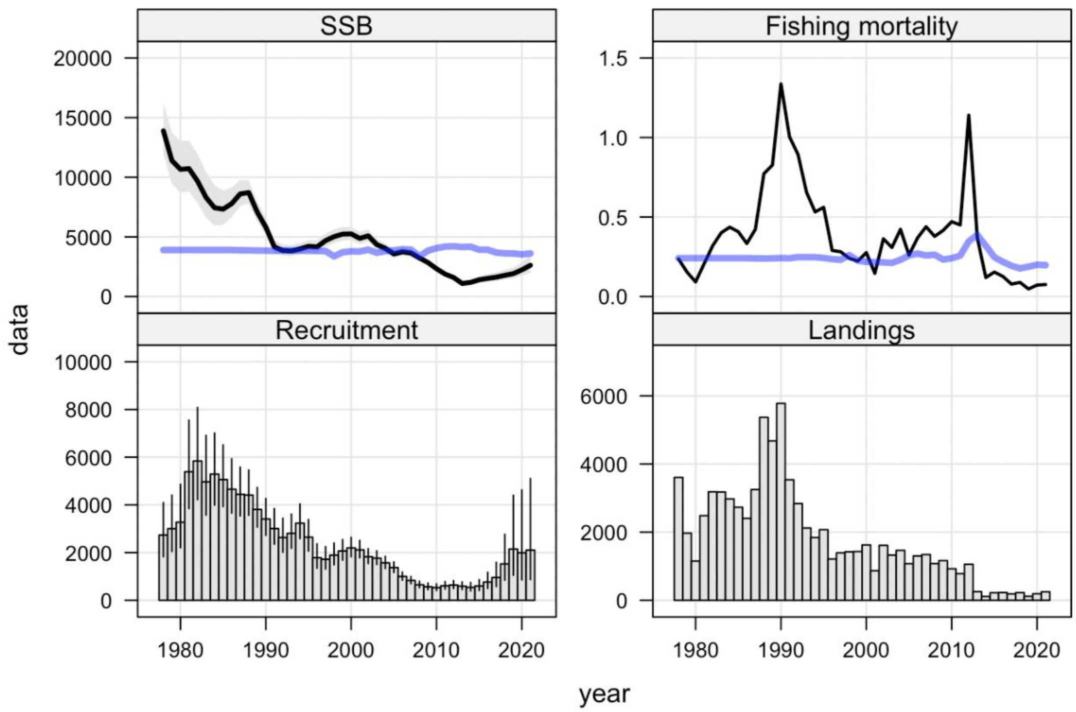


Figura 53. Tendencia temporal (modelo 1.00) de la biomasa de desove estimada (arriba a la izquierda), mortalidad estimada por pesca (arriba a la derecha), reclutamiento estimado (abajo a la izquierda) y tendencia temporal de los desembarques observados (abajo a la derecha) para el congrio en la Unidad de Pesca del Sur.

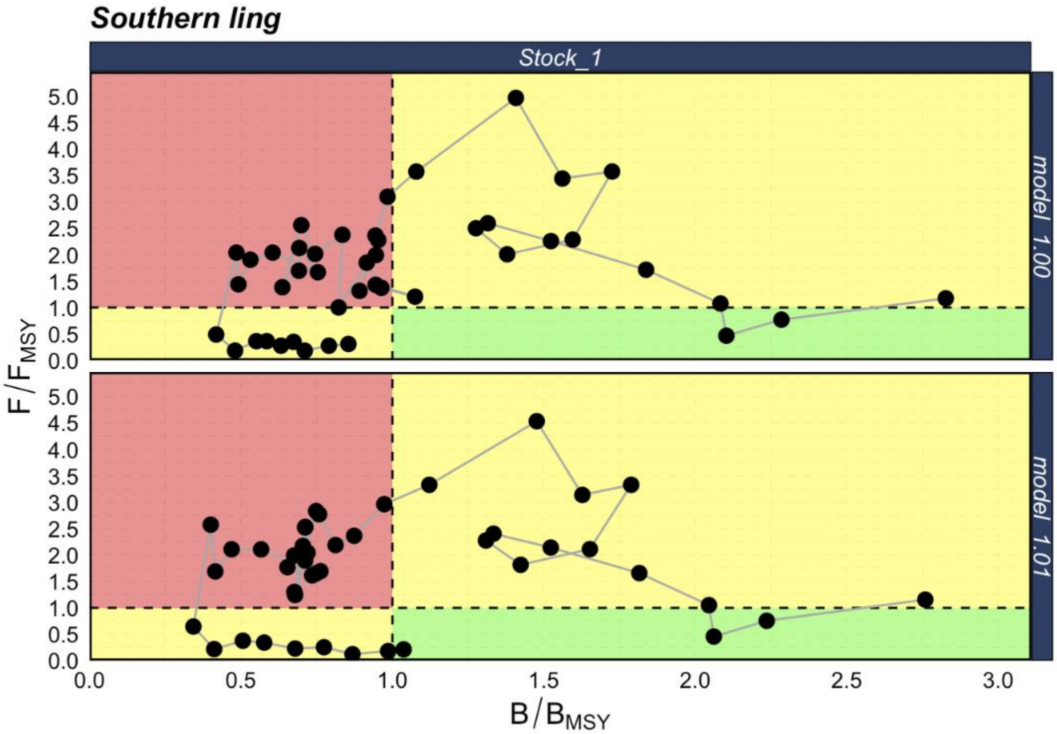


Figura 54. Gráficos de Kobe para dos versiones diferentes del modelo adoptado, consulte su descripción en (Tabla 16).

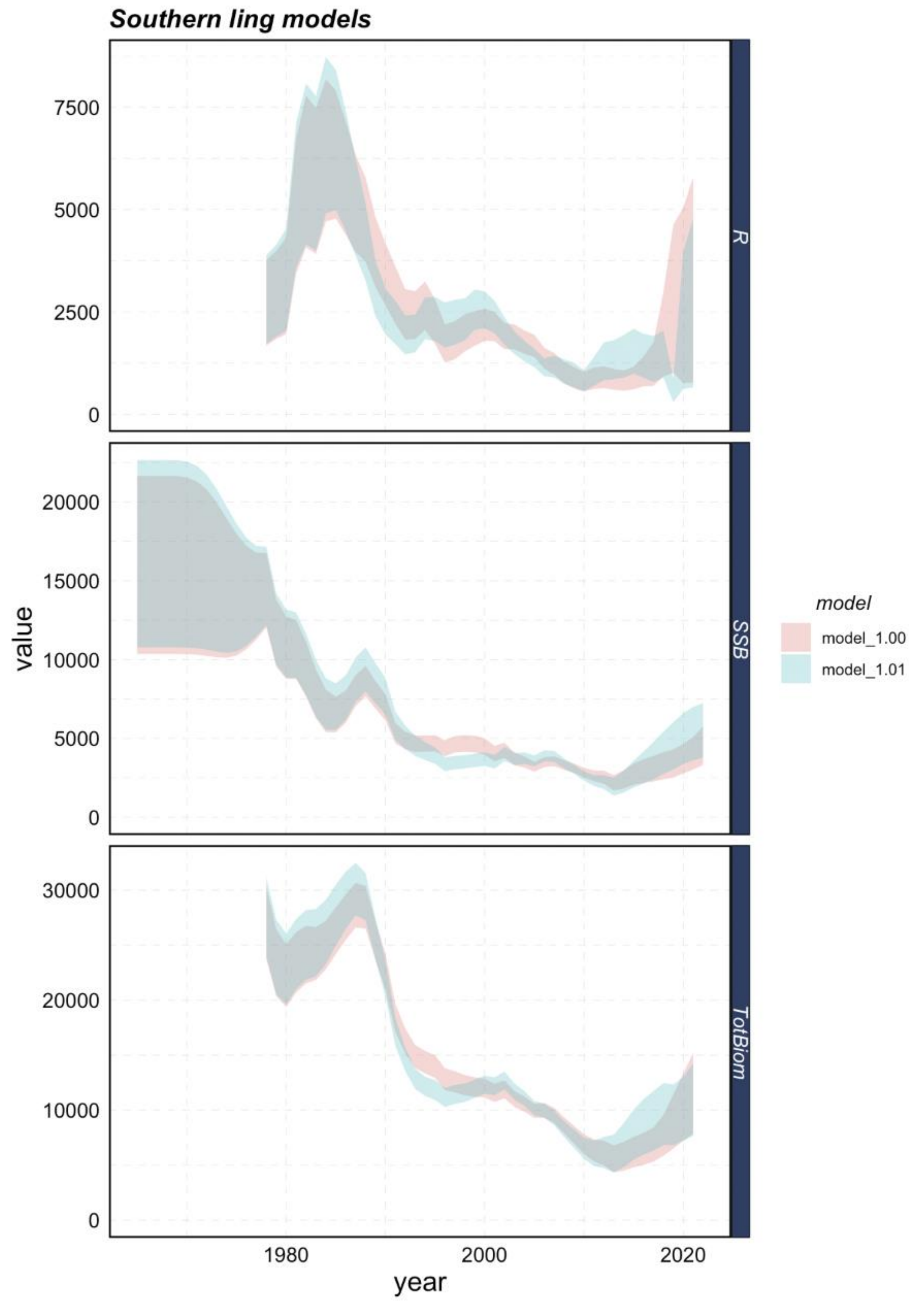


Figura 55. **Parcelas de reclutamiento (arriba), biomasa reproductora (centro) y biomasa toatl para las diferentes configuraciones del modelo de congrio dorado para la Unidad Pesquera del Sur.**

3.2.8 Comparación con evaluaciones anteriores de congrio dorado

En la evaluación previa de las poblaciones se utilizaron dos modelos, cuya descripción se muestra a continuación (Tabla 21).

Tabla 21. Modelos utilizados en la evaluación de las existencias de congrio dorado.

Modelos utilizados
Caso 1: Modelo base para la evaluación de poblaciones (Contreras, 2021; Tascheri, 2022) adecuado a los datos de captura de las flotas de arrastre y palangre, a los datos de composición de tallas de las capturas con palangre, a los datos de composición por edades de las capturas de arrastre y palangre, y a un índice de abundancia relativa estimado con datos de captura y esfuerzo de la pesquería de palangre utilizando el procedimiento CFT (Clasificación de tácticas de pesca; Winker *et al.,* 2013).
Caso 2: Modelo de evaluación alternativo adecuado a los datos de captura de las flotas de arrastre y palangre, a los datos de composición por edades de las capturas de arrastre y palangre, y a un índice de abundancia relativa estimado con los datos de captura y esfuerzo de la pesquería de palangre utilizando el procedimiento DPC (Componentes principales directos; Winker *et al.,* 2013).

Para una descripción del modelo adoptado, véanse las secciones 2.2.1, 2.2.2 y 2.2.3. La descripción de los modelos 1.00, 1.01 y 1.02 utilizados para la Unidad de Pesca del Norte se encuentra en Tabla 16, mientras que la descripción de los modelos 1.00 y 1.01 de la Unidad de Pesca del Sur se encuentra enTabla 19. A continuación, se muestra la comparación de las estimaciones de la biomasa reproductora entre los modelos anteriores y las diferentes versiones del modelo adoptado para la Unidad de Pesca del Norte (Figura 56) y la Unidad Pesquera del Sur (Figura 57). Para la Unidad de Pesca del Norte, la variación entre los modelos utilizados en la evaluación (Tascheri, 2022), es significativa en comparación con la variación de las diferentes versiones del modelo adoptado. Sin embargo, todos los modelos tienen una tendencia similar en los últimos años (Figura 56). Cabe destacar que las estimaciones del modelo base son generalmente inferiores a las estimaciones de las alternativas del modelo adoptado. Existe una mejor concordancia entre los modelos de la Unidad Sur.

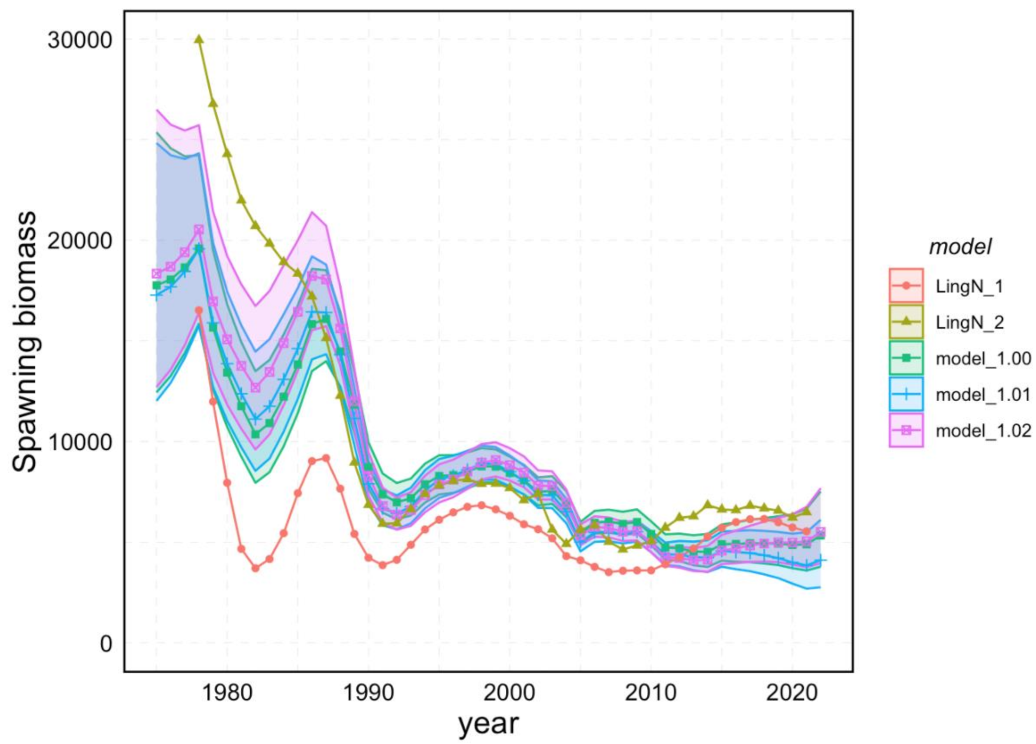


Figura 56. Comparación de la biomasa reproductora a partir de tres alternativas modelo adoptadas con evaluaciones previas de Tascheri (2022) para la Unidad de Pesca del Norte.

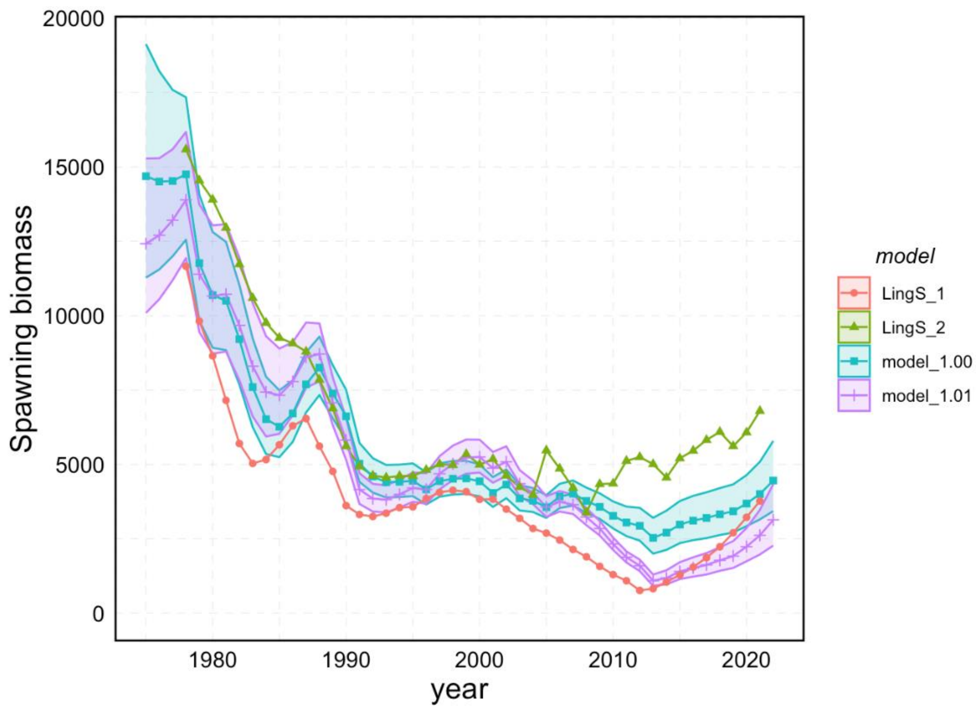


Figura 57. Comparación de la biomasa reproductora a partir de dos alternativas modelo adoptadas a evaluaciones previas de Tascheri (2022) para la Unidad Pesquera del Sur.

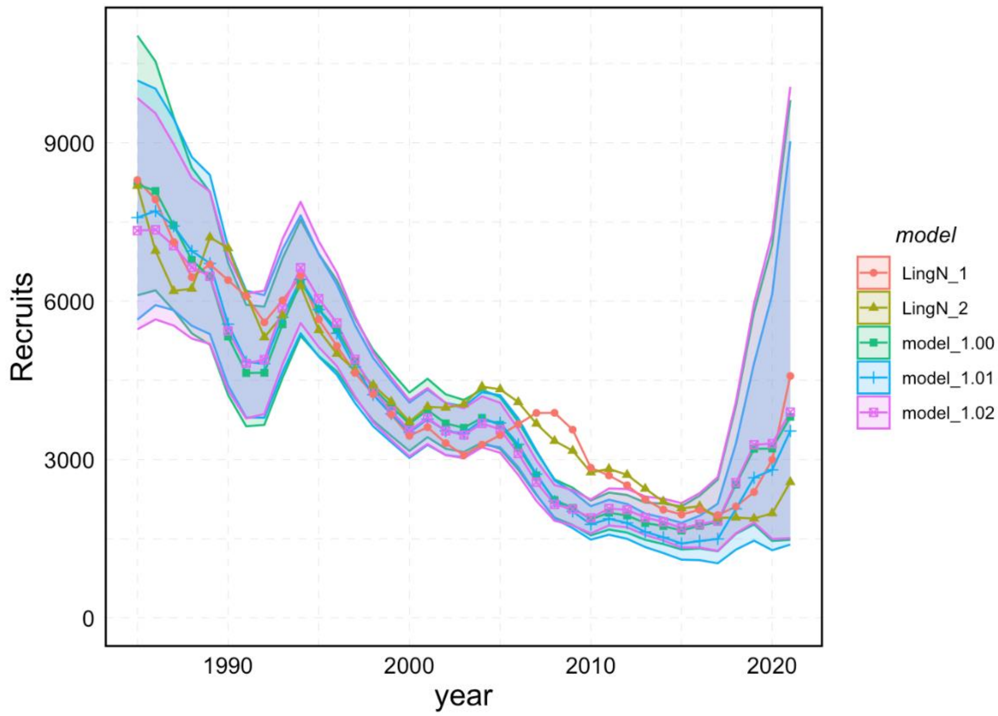


Figura 58. Comparación del reclutamiento de tres alternativas de modelos adoptados con evaluaciones previas de Tascheri (2022) para la Unidad de Pesca del Norte.

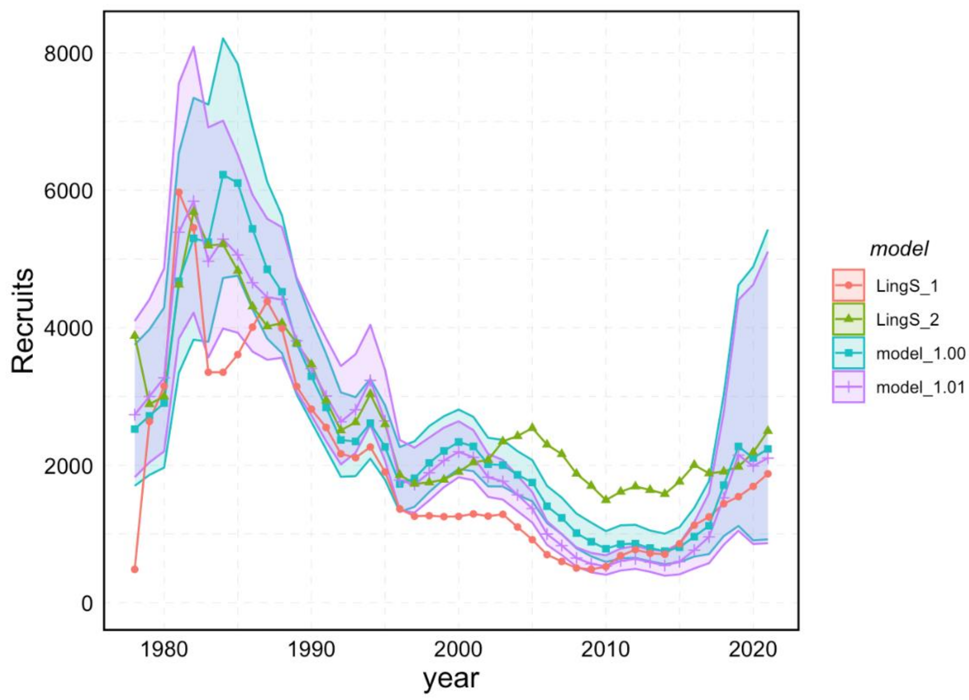


Figura 59. Comparación del reclutamiento de dos alternativas de modelos adoptados a evaluaciones previas de Tascheri (2022) para la Unidad de Pesca del Sur.

3.2.9 Modelo de áreas combinadas.

El modelo combinado utiliza datos de entrada (Figura 60, Figura 61) a partir de los modelos desarrollados por Tascheri (2022) para la UPN y la UPS. El modelo combinado se amplió con algunas especificaciones alternativas que se muestran en Tabla 22. Estas alternativas se centran en supuestos para diferentes parámetros (por ejemplo, selectividad fija y flexible) y la forma en que se trató la captura (desagregada y agregada).

El modelo se ajusta a los índices de abundancia relativa de los modelos 1.00 y 1.03 que se muestran a continuación (Figura 62 , Figura 63). El resto de ajustes para los modelos 1.01 y 1.02, se pueden ver en el documento JanReport_Congrio dorado_Dia2.html. Luego, se muestra el ajuste del modelo (1.03) a la composición por edades (Figura 64). Otros modelos se pueden encontrar en JanReport_Congrio dorado_Dia2.html. Los valores de verosimilitud para todas las variantes del modelo (Tabla 22), se puede ver a continuación (Tabla 23). El modelo con menor probabilidad logarítmica es el modelo 1.03, los componentes de verosimilitud que más contribuyen a la verosimilitud total son la composición por edades, la selectividad y el índice relativo de abundancia. Más resultados se encuentran en el documento JanReport_Congrio dorado_Dia2.html.

Tabla 22. Descripción de las especificaciones alternativas para el modelo combinado de congrio dorado.

Modelo	Descripción
congrio doradoC_1.00	Existencias combinadas (flota desagregada)
congrio doradoC_1.01	Existencias combinadas (flota agregada, a partir de Renzo (hasta 2022))
congrio doradoC_1.02	como congrio doradoC_1.01 pero con selectividad de palangre (palangre) aplicada al índice
congrio doradoC_1.03	como congrio doradoC_1.02 pero con mayor flexibilidad en las selectividades

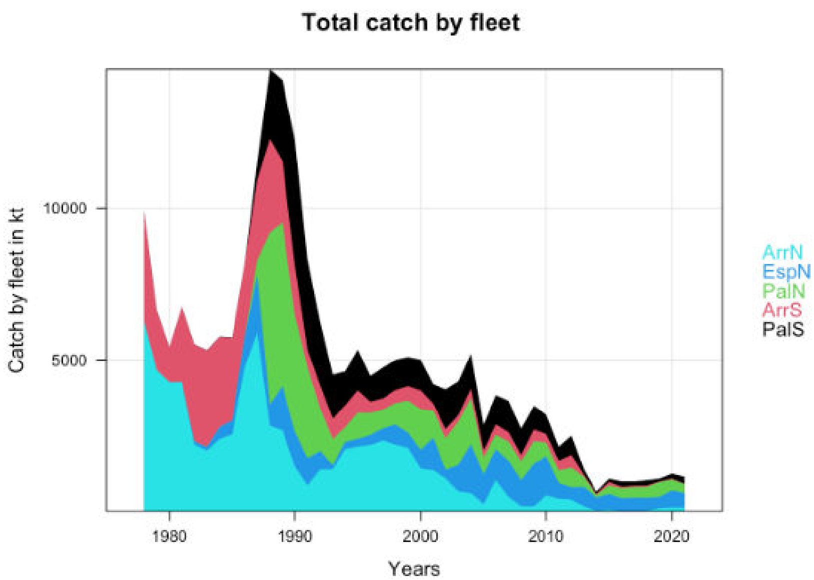


Figura 60. Datos de capturas para el modelo combinado (flota desagregada) para el congrio dorado; NFU de arrastre ArrN, NFU de palangre fijo EspN, NFU de palangre PalN, SFU de arrastre ArrS y SFU de palangre PalS.

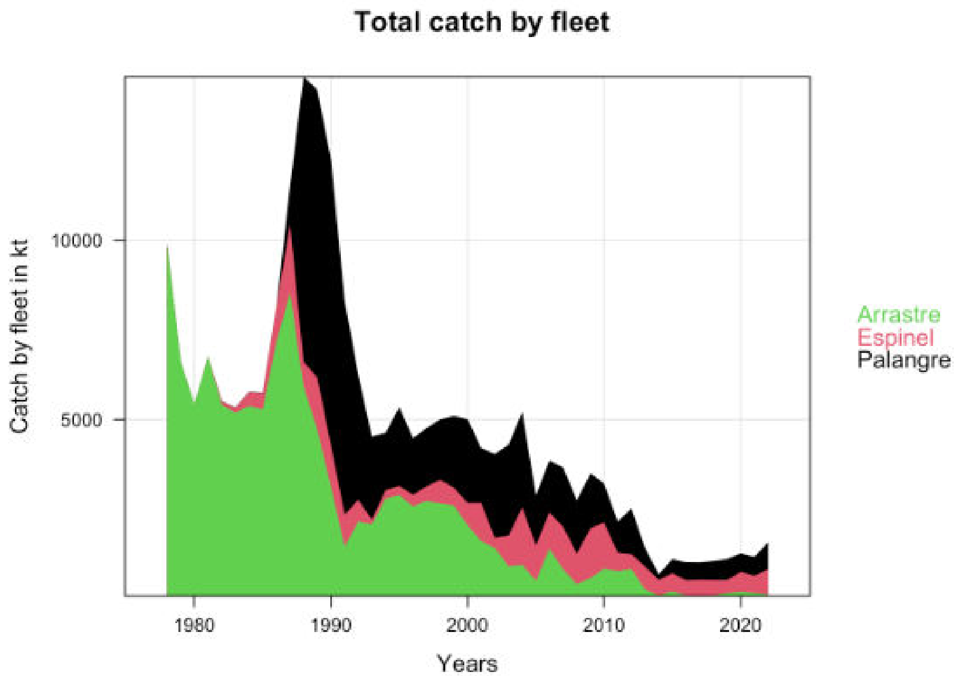


Figura 61. Datos de capturas para el modelo combinado (flota agregada) para el congrio dorado; Arrastre-arrastre-arrastre, Espinel-palangre fijo, Palangre-palangre.

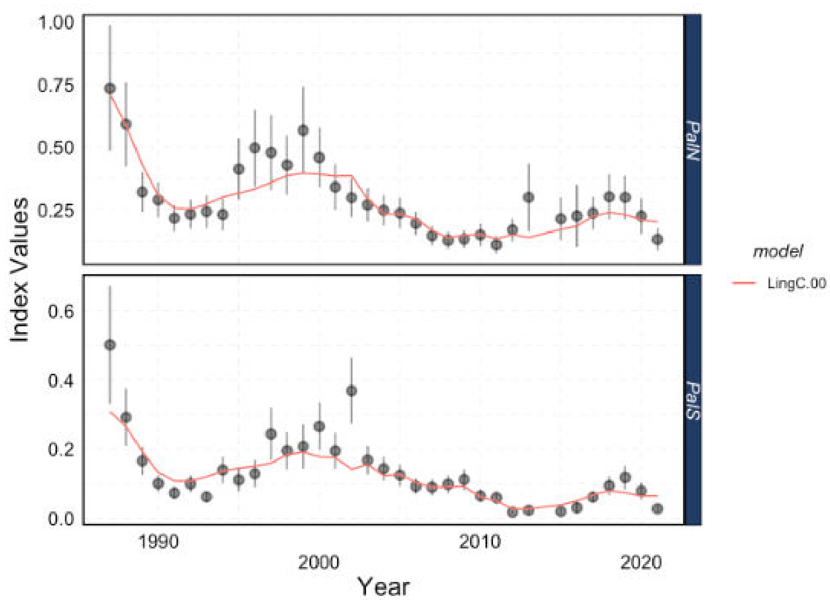


Figura 62. El modelo (1.00) se ajusta a las series CPUE del norte y del sur para Congrio dorado.

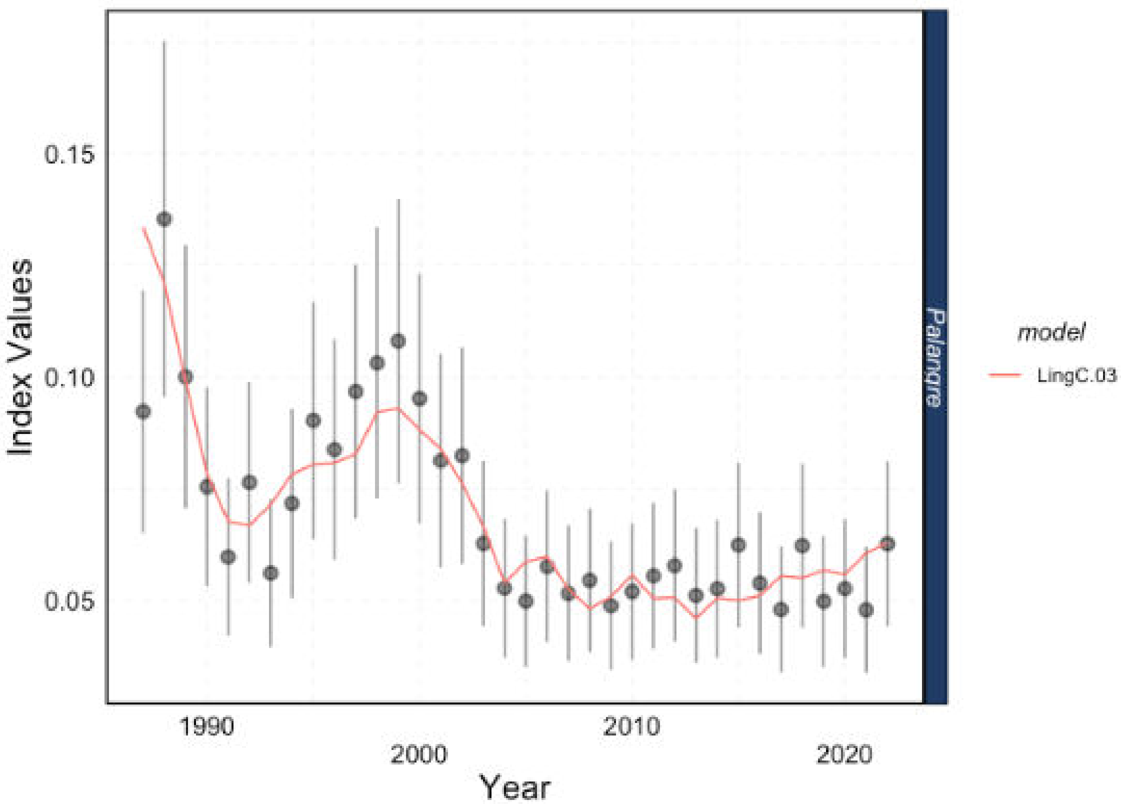


Figura 63. El modelo (1.03) se ajusta a la serie CPUE para Congrio dorado.

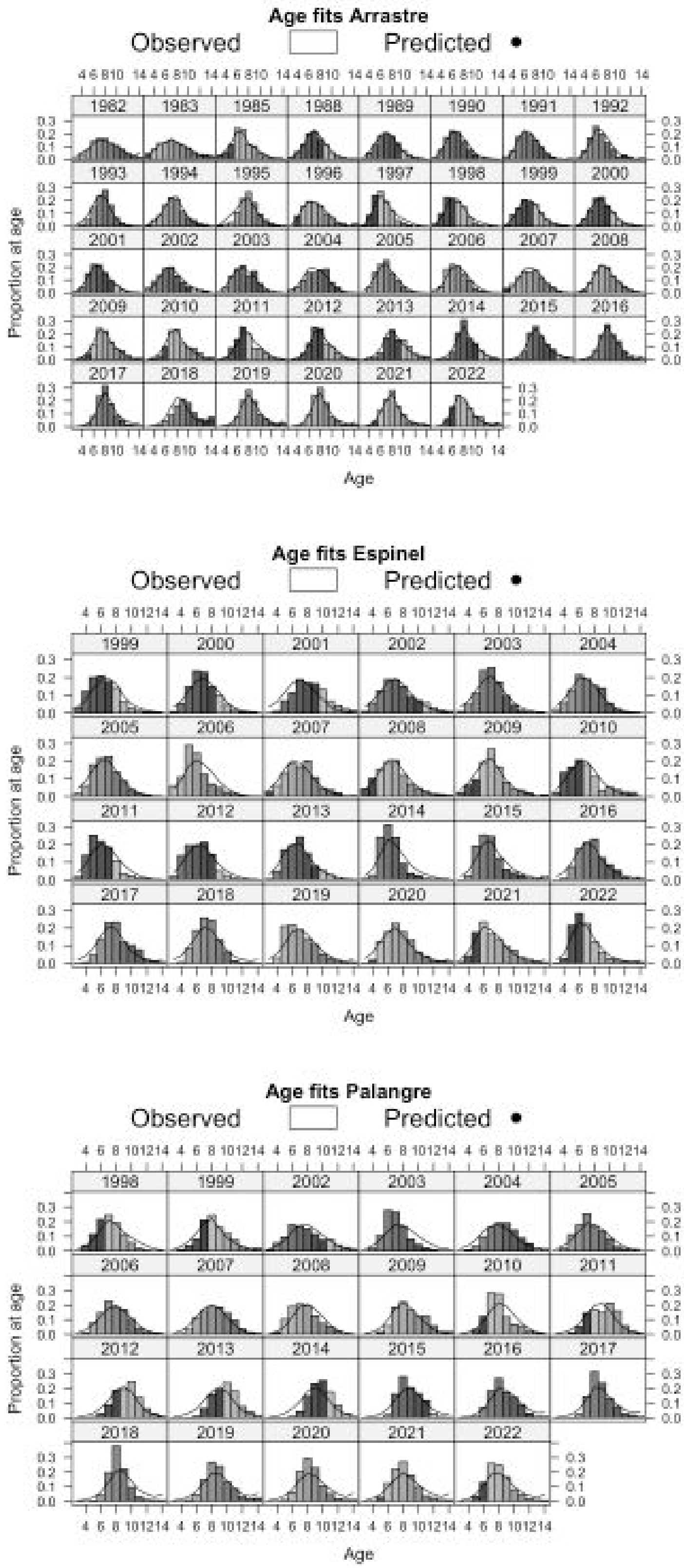


Figura 64. Modelo (1.03) ajustado a los datos de composición por edad para el congrio dorado, arrastre-arrastre (arriba). Palangre fijo de Espinel (centro), Palangre-espinel (abajo).

Tabla 23. Valores de verosimilitud para diferentes configuraciones de modelos de congrio dorado, véase Tabla 22 para obtener más información sobre el modelo.

	Congrio doradoC1.00	**Congrio doradoC1.01**	**Congrio doradoC1.02**	**Congrio doradoC1.03**
catch_like	6.66	0.59	0.49	0.28
age_like_fsh	342.75	198.16	192.25	107.10
length_like_fsh	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_fsh	152.69	108.49	107.21	58.78
ind_like	130.73	28.13	17.31	13.38
age_like_ind	1.27	0.45	0.18	0.15
length_like_ind	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_ind	4.90	0.00	0.00	0.00
rec_like	0.51	-16.11	-7.99	-10.33
FPEN	0.01	0.01	0.01	0.01
post_priors_indq	0.00	0.22	0.18	0.19
post_priors	0.00	0.00	0.00	0.00
residual	0.04	0.01	0.01	0.02
total	639.56	319.94	309.65	169.57

Los resultados del modelo 1.03 sugieren escenarios similares a los obtenidos con modelos separados (Figura 43, Figura 53, Figura 65), una mortalidad anual por pesca superior al F_{MRS} durante la mayor parte del período, y una baja mortalidad por pesca (cercana al F_{MRS}) durante los últimos años, que ha producido bajas capturas. En cuanto a la biomasa reproductora, se observa una tendencia al alza en los últimos años acercándose al SSB_{MRS} y una tendencia decreciente al reclutamiento, pero una tendencia creciente en los últimos años con una incertidumbre significativa (Figura 65). Estos resultados también se reflejan en los diagramas de Kobe que determinan el estado de la población; los resultados son consistentes para los modelos mostrados (Figura 66), lo que sugiere que B está por debajo del B_{MRS} y que no hay sobrepesca ($F < F_{MRS}$). A continuación, se muestra la tendencia temporal del reclutamiento, la biomasa reproductora y la biomasa total (Figura 67).

En cuanto a las proyecciones de stock, los resultados del modelo 1.03 se encuentran a continuación (Figura 68). Para la biomasa reproductora, con los niveles de pesca F2022 1.25, así la biomasa reproductora se mantuvo en el mismo nivel en la biomasa a corto plazo. Por otro lado, el multiplicador F2022 SQ, F2022 0.75 y F_{MRS} resultaron en un ligero aumento. Las proyecciones del modelo 1.02 son similares, pero las proyecciones con otros modelos difieren (consulte el documento JanReportCongrio dorado_Dia2.htlm).

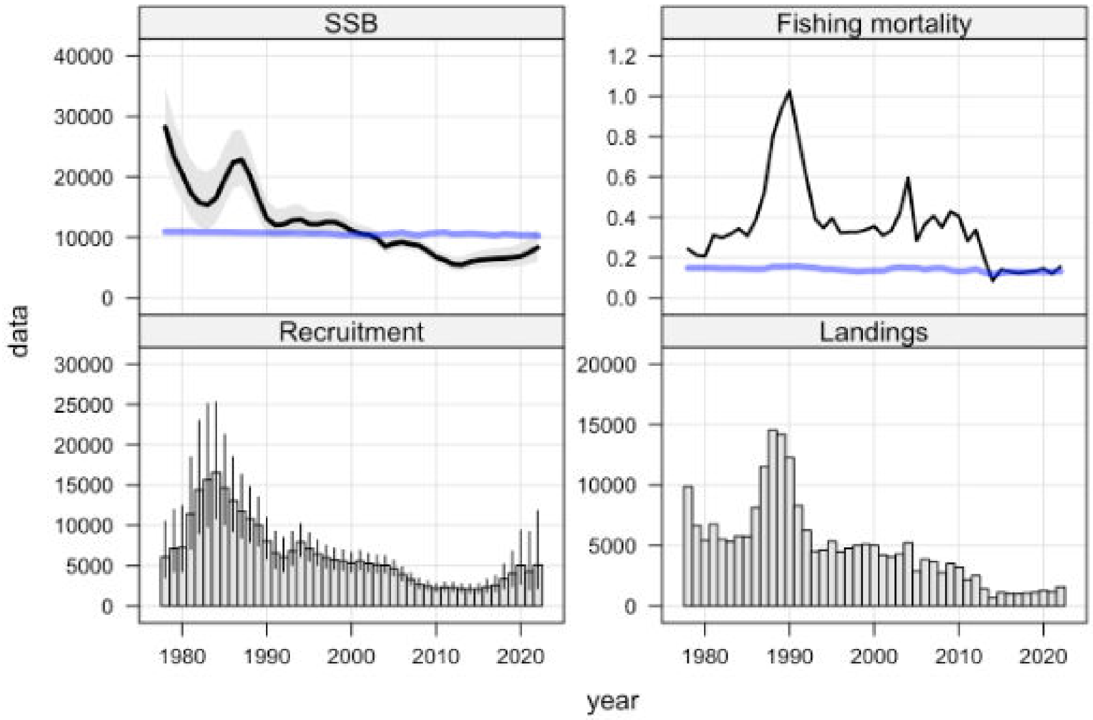


Figura 65. **Tendencia temporal (modelo combinado 1.03) de la biomasa de desove estimada (arriba a la izquierda), mortalidad estimada por pesca (arriba a la derecha), reclutamiento estimado (abajo a la izquierda) y tendencia temporal de los desembarques observados (abajo a la derecha) para el congrio dorado.**

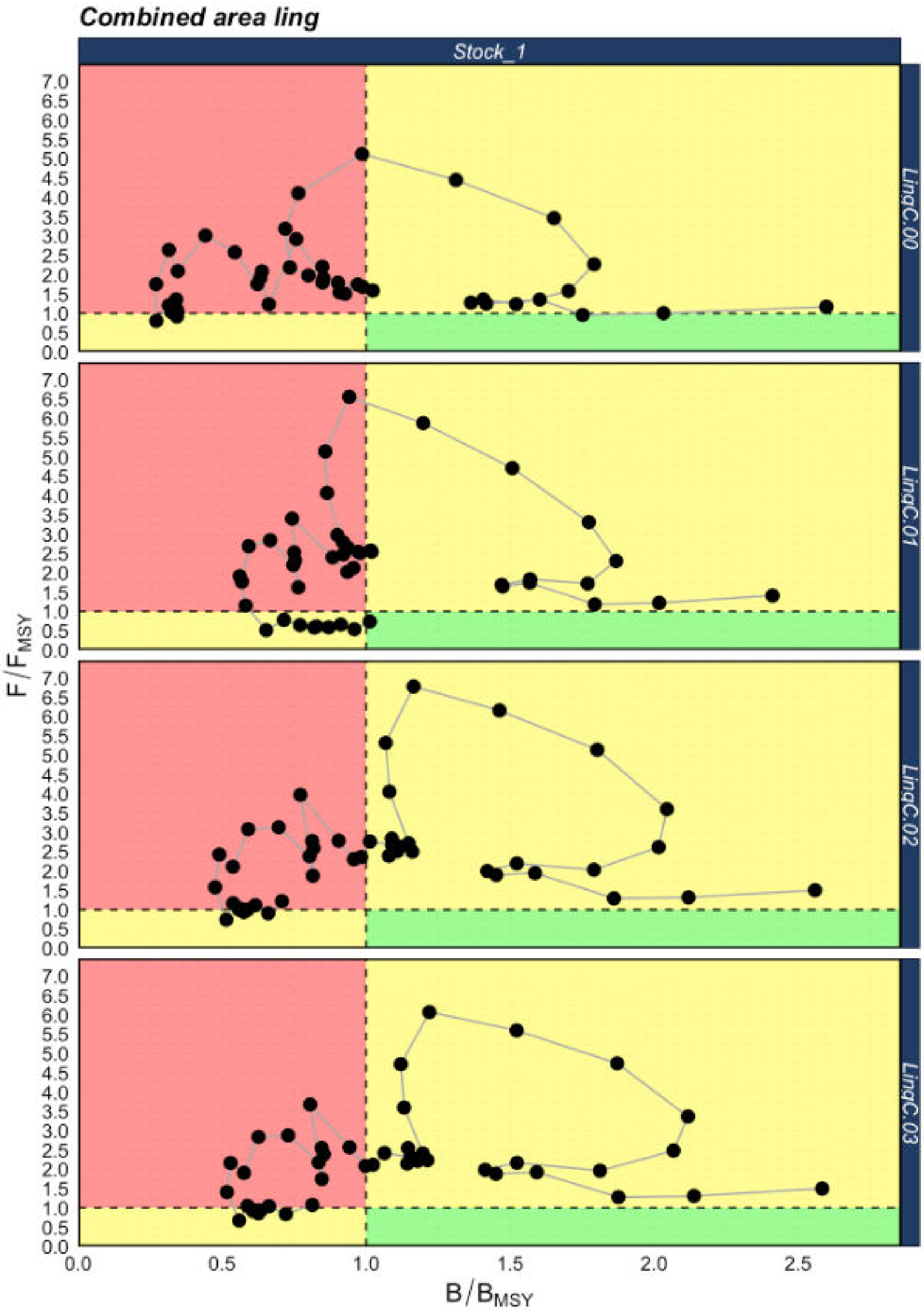


Figura 66. Gráficos de Kobe para diferentes variaciones del modelo combinado para congrio dorado, los detalles del modelo están en Tabla 22.

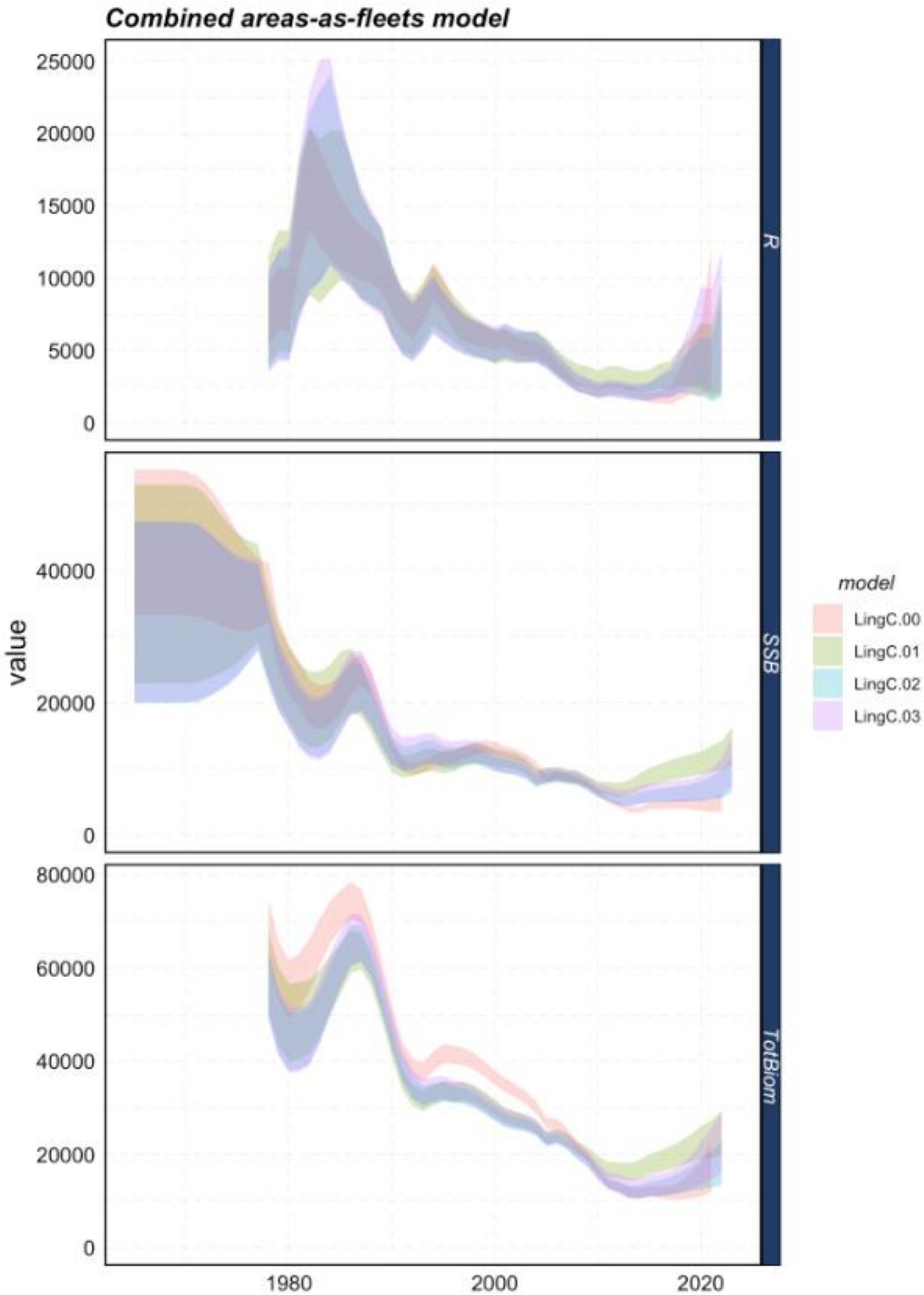


Figura 67. **Tendencia temporal de reclutamiento (arriba), biomasa de desove (centro) y biomasa total (abajo) para diferentes variaciones del modelo combinado para Congrio dorado, ver detalles del modelo en Tabla 22.**

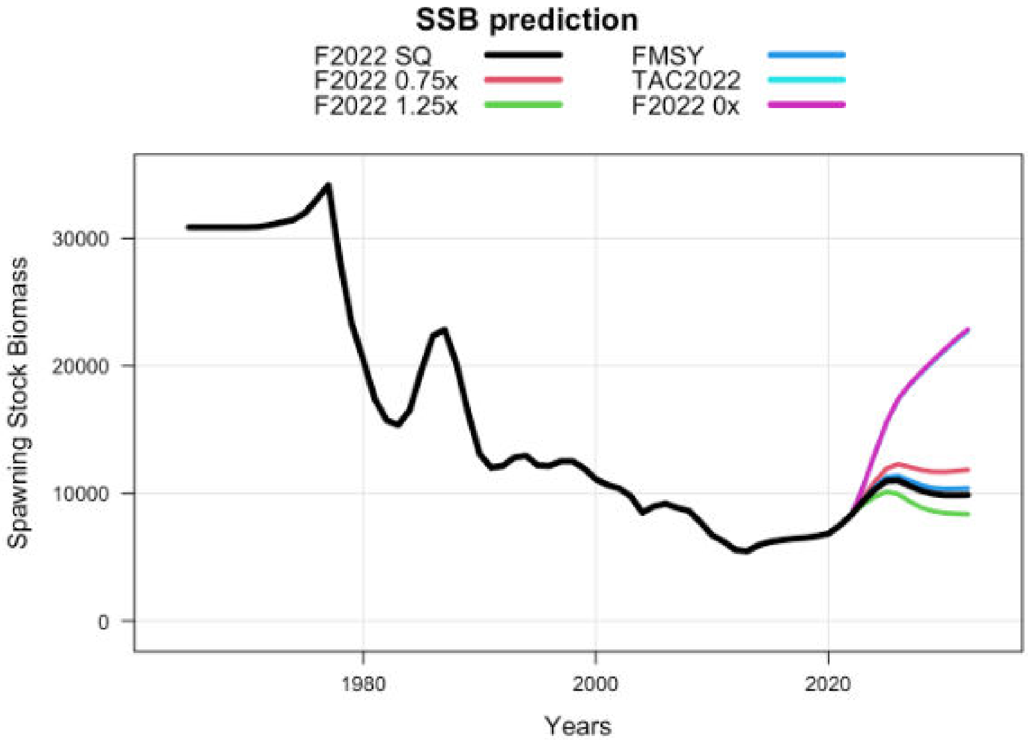


Figura 68. Proyecciones de poblaciones para diferentes tasas supuestas de mortalidad por pesca futura de congrio dorado (modelo Congrio doradoC1.03)

3.3 Revisión de la estandarización de los índices de abundancia de las pesquerías

Los revisores analizaron los índices de CPUE para congrio dorado para una posible mejora del proceso de estandarización basado en la definición de un modelo completo que incluya predictores adicionales e interacciones de primer nivel y un método de modelo de selección parsimoniosa para obtener el modelo mínimo adecuado para la CPUE estandarizada. En el Anexo 2 encontrará más detalles.

El congrio dorado en Chile se maneja como dos poblaciones separadas, la Unidad de Pesca del Norte y la Unidad de Pesca del Sur; por lo tanto, se desarrollaron dos series de CPUE separadas. En los siguientes apartados, analizaremos el proceso para obtener la serie CPUE mencionada.

3.3.1 Unidad de Pesca del Norte

Durante el primer taller en marzo de 2023, se presentó la serie CPUE para la Unidad de Pesca del Norte. Durante el taller se formularon dos observaciones en relación con la serie CPUE. El primero se refería al alto valor para 2014, y el segundo a la posibilidad de utilizar un proceso de selección de modelos para el modelo lineal generalizado. Respecto del primer punto, realizamos un análisis exploratorio sencillo para los datos resultantes del proceso de filtrado realizado por Tascheri (2022). Cuando analizamos la tendencia temporal de las distribuciones de CPUE sin procesar, encontramos que el valor de 2014 fue mayor que los valores de CPUE anteriores y posteriores; la CPUE de 2014 presentó baja variabilidad (Figura 69). La tendencia temporal de la distribución de las capturas sugiere un valor alto para 2014, comparable con los valores del inicio de la pesquería (Figura 70). Por otro lado, el esfuerzo pesquero en 2014 fue comparable a los valores de 2013 y 2015. Este aumento de las capturas es responsable del aumento de la CPUE. Para evaluar la validez del valor de CPUE de 2014, exploramos el tamaño de la muestra para cada año y descubrimos que el valor de 2014 depende de sólo de cuatro puntos de datos provenientes del mismo buque. Este bajo tamaño muestral es el origen de la pequeña variabilidad de la CPUE para 2014 y sugiere un posible sesgo para este punto. Recomendamos excluir 2014 de la estimación de la serie estandarizada de CPUE. Otro año con un tamaño muestral pequeño es 2016, donde el esfuerzo pesquero y la captura aumentaron, sin producir ningún problema en la serie CPUE. En general, el tamaño de la muestra para los datos fue bajo en comparación con el tamaño de la muestra de merluza de cola (Tabla 24). Por lo tanto, es recomendable analizar en detalle el proceso de filtrado para encontrar las causas de los bajos tamaños muestrales.

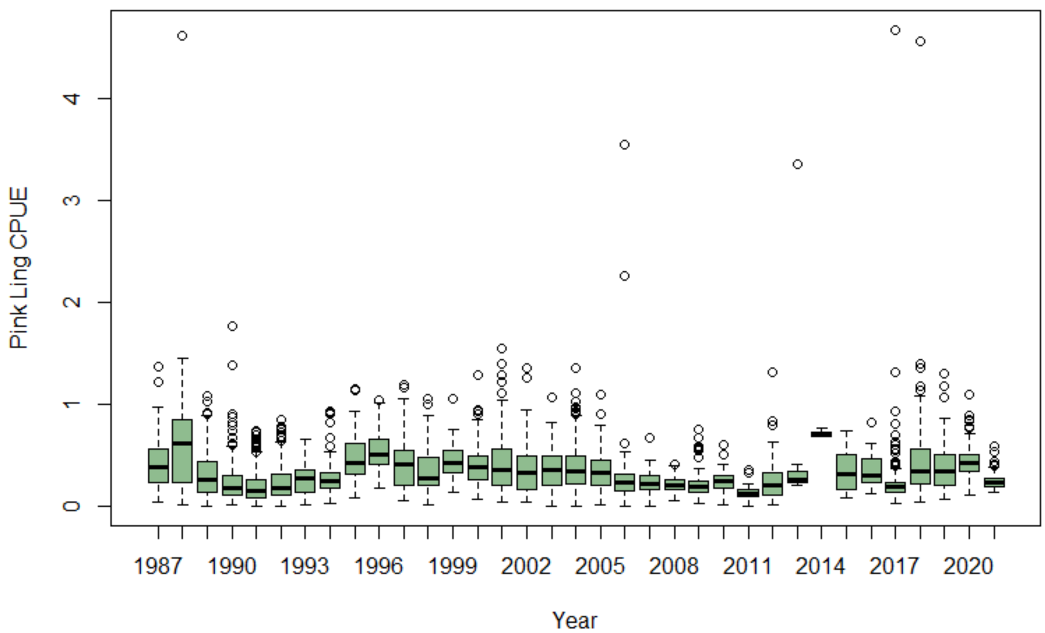


Figura 69. Tendencia temporal de las distribuciones de CPUE sin procesar desde 1987 hasta 2021.

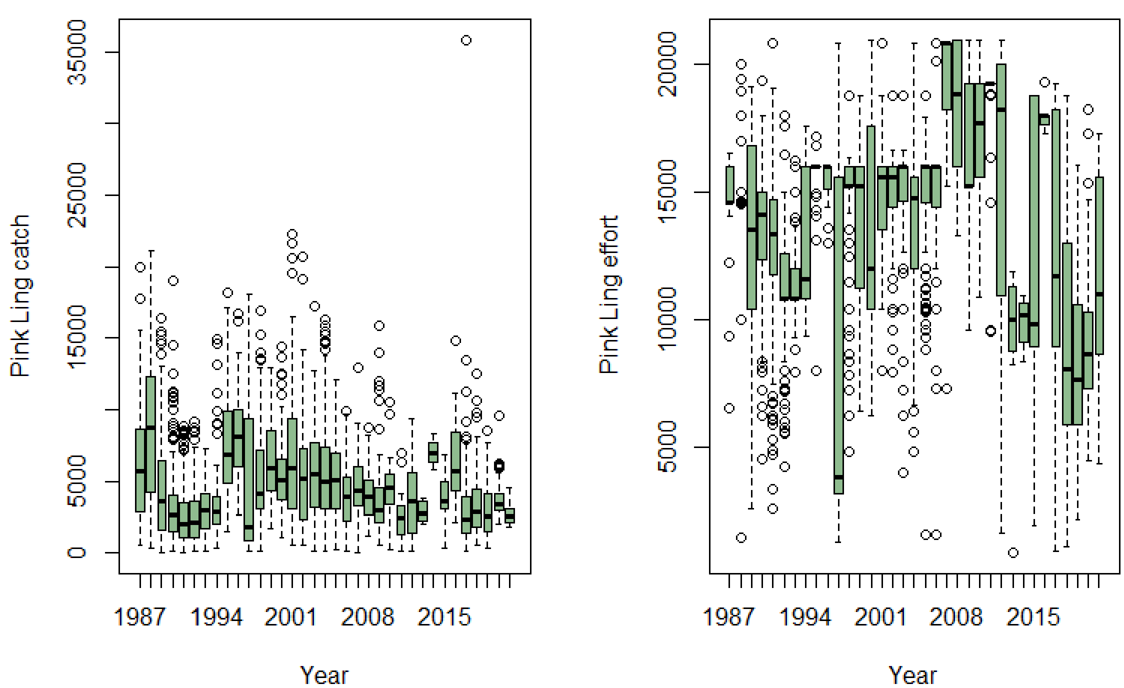


Figura 70. Evolución temporal de las distribuciones de capturas y esfuerzo pesquero en la Unidad Pesquera del Norte.

Tabla 24. Tamaño de la muestra para cada año con los datos utilizados para calcular la serie de CPUE sin procesar.

Año	Tamaño de la muestra	Año	Tamaño de la muestra
1987	39	2005	130
1988	173	2006	144
1989	511	2007	84
1990	346	2008	77
1991	477	2009	122
1992	363	2010	47
1993	123	2011	35
1994	73	2012	199
1995	49	2013	21
1996	39	2014	4
1997	74	2015	17
1998	101	2016	7
1999	50	2017	127
2000	147	2018	175
2001	76	2019	125
2002	125	2020	143
2003	185	2021	58
2004	239		

En cuanto a la estandarización de la CPUE, se utilizó el archivo datospal.csv (4705 observaciones) y el modelo original propuesto por Tascheri (2022):

$$CPUE = \beta_0 + \beta_1 year + \beta_2 month + \beta_3 vessel + \beta_4 latitude + \beta_5 longitud + \varepsilon$$

Donde, año, mes y buque son predictores categóricos y latitud y longitud son predictores continuos. Se asumió una distribución gamma para los errores con un enlace de registro. El AIC para este modelo fue de -4434.62. A continuación se muestra la serie CPUE con su incertidumbre (Figura 71).

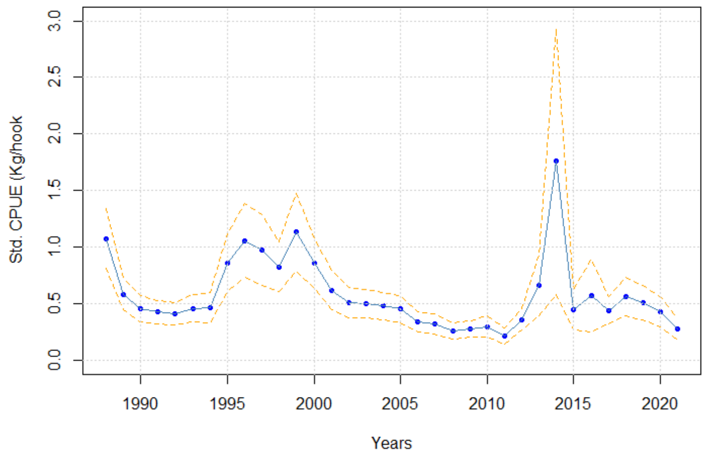


Figura 71. La serie CPUE de congrio dorado y su incertidumbre extraída del modelo original propuesto por Tascheri (2022).

Desarrollamos un segundo modelo, en este segundo enfoque, agregamos las interacciones de primer nivel para construir el modelo completo:

$$CPUE = \beta_0 + \beta_1 year + \beta_2 month + \beta_3 vessel + \beta_4 latitude + \beta_5 longitud + \beta_6 month{:}\, vessel + \beta_7 month{:}\, latitud + \beta_8 month{:}\, longitud + \beta_9 vessel{:}\, latitud + \beta_{10} vessel{:}\, longitud + \beta_{11} latitud{:}\, longitud + \varepsilon$$

donde el año, el mes y el buque son predictores categóricos. Se asumió una distribución gamma para los errores con un enlace de registro. Cabe destacar que no incluimos los datos de 2014. Este modelo se implementó con el siguiente código R:

glm_1 <- glm(cpueCongrio~año + mes + nvessel + latitud + longitud + mes:nvessel + mes:latitud + mes:longitud + nvessel:latitud + nvessel:longitud + latitud:longitud, familia = Gamma(link="log"), data=datos.pal)

El proceso de selección del modelo se resume en (Tabla 25), se eliminaron todos los predictores y una interacción (latitud:longitud). Seis interacciones y el año factor se mantuvieron en el modelo mínimo adecuado:

$$CPUE = \beta_0 + \beta_1 year + \beta_2 month{:}\, vessel + \beta_3 month{:}\, latitud + \beta_4 month{:}\, longitud + \beta_5 vessel{:}\, latitud + \beta_6 vessel{:}\, longitud + \varepsilon$$

El AIC para el modelo mínimo adecuado fue de -4839.3, menor que el modelo original (AIC=-4434.6). Cuando incluimos los datos de 2014 en el modelo mínimo adecuado, el AIC

(-4839,3) aumentó ligeramente. Posteriormente, se muestran las estimaciones de los parámetros y sus errores estándar (Tabla 26). Luego, se presenta una comparación de la CPUE de la serie original contra la serie CPUE del modelo mínimo adecuado (Figura 72). Encontramos algunos pequeños cambios en la tendencia de la CPUE, desde el modelo mínimo adecuado en comparación con el modelo original. También nos dimos cuenta de que estimar la CPUE sin los datos de 2014 equivale a estimar la CPUE con todos los datos y luego borrar los datos de la CPUE de 2014. Además, se muestra la serie CPUE de congrio dorado y su incertidumbre para la Unidad de Pesca del Norte, extraída con el modelo mínimo adecuado con errores gamma (Figura 73).

Tabla 25. Proceso de selección de modelos para la estandarización de la CPUE merluza de cola.

Predictor	Valor p	Resultado
Latitud:Longitud	0.6066	Soltar
nvessel:Longitud	< 2.2e-16	mantener
nvessel:latitud	4.20E-14	mantener
month:longitud	0.0491	mantener
Mes:latitud	1.29E-10	mantener
Mes:Nvessel	< 2.2e-16	mantener
longitud	misma desviación	Soltar
latitud	misma desviación	Soltar
nvessel	misma desviación	Soltar
mes	misma desviación	Soltar

Tabla 26. Estimaciones de parámetros y errores estándar para los niveles del año predictor para el modelo mínimo adecuado sin los datos de 2014.

	Estimar	Error estándar	Valor t	Pr(>|t|)	
(Intercepción)	-4.05E+00	1.42E+01	-0.285	0.775673	
Año1988	-2.17E-01	1.34E-01	-1.622	0.104848	
1989	-8.27E-01	1.36E-01	-6.081	1.29E-09	
1990	-9.30E-01	1.40E-01	-6.656	3.16E-11	
1991	-1.22E+00	1.37E-01	-8.9	< 2.00E-16	
1992	-1.15E+00	1.39E-01	-8.271	< 2.00E-16	
1993	-1.10E+00	1.49E-01	-7.398	1.65E-13	
1994	-1.16E+00	1.51E-01	-7.656	2.34E-14	
1995	-5.77E-01	1.60E-01	-3.602	0.00032	
1996	-3.91E-01	1.72E-01	-2.279	0.022723	*
1997	-4.29E-01	1.71E-01	-2.504	0.012305	*
1998	-5.39E-01	1.53E-01	-3.53	0.000421	
1999	-2.59E-01	1.72E-01	-1.506	0.132115	
2000	-4.71E-01	1.48E-01	-3.192	0.001423	**
2001	-7.67E-01	1.53E-01	-5.022	5.31E-07	
2002	-9.00E-01	1.47E-01	-6.127	9.73E-10	
2003	-1.00E+00	1.41E-01	-7.106	1.39E-12	
2004	-1.08E+00	1.39E-01	-7.768	9.91E-15	
2005	-1.13E+00	1.46E-01	-7.753	1.12E-14	
2006	-1.32E+00	1.45E-01	-9.108	< 2.00E-16	
2007	-1.61E+00	1.50E-01	-10.674	< 2.00E-16	
2008	-1.74E+00	1.53E-01	-11.392	< 2.00E-16	
2009	-1.70E+00	1.44E-01	-11.856	< 2.00E-16	
2010	-1.59E+00	1.63E-01	-9.717	< 2.00E-16	
2011	-1.89E+00	1.79E-01	-10.516	< 2.00E-16	
2012	-1.46E+00	1.48E-01	-9.848	< 2.00E-16	
2013	-8.96E-01	2.49E-01	-3.603	0.000317	
2015	-1.23E+00	2.18E-01	-5.626	1.96E-08	
2016	-1.18E+00	3.00E-01	-3.933	8.54E-05	
2017	-1.13E+00	1.55E-01	-7.296	3.50E-13	
2018	-8.88E-01	1.67E-01	-5.313	1.13E-07	
2019	-8.97E-01	1.63E-01	-5.513	3.73E-08	
2020	-1.18E+00	1.75E-01	-6.729	1.94E-11	
2021	-1.71E+00	1.89E-01	-9.056	< 2.00E-16	

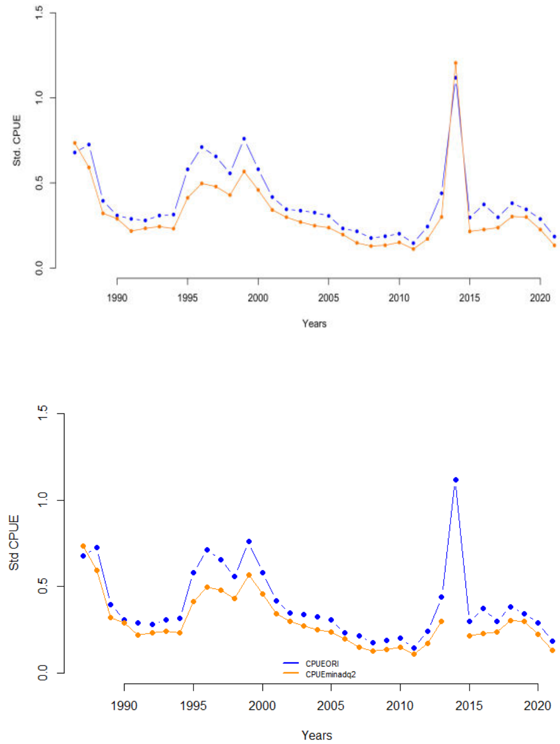


Figura 72. Comparación de la CPUE original y la CPUE del modelo mínimo adecuado con los datos de 2014 (a) y sin los datos de 2014 (b).

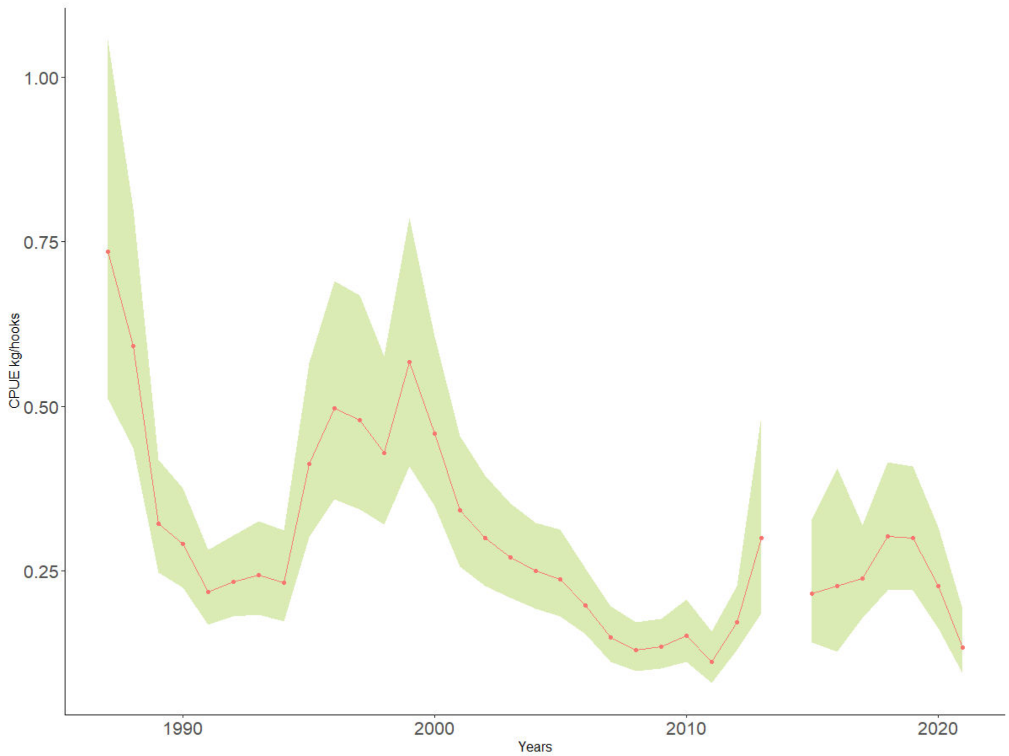


Figura 73. La serie CPUE y su incertidumbre estimada con el modelo mínimo adecuado sin los datos de 2014 y los errores gamma.

En un tercer enfoque, también se utilizó la metodología propuesta por Payá (2022), utilizando el logaritmo de la captura como variable de respuesta, el esfuerzo pesquero como compensación, los errores normales distribuidos y la identidad como enlace. Definimos el modelo completo como:

$$\begin{aligned} log(catch) = {} & \beta_1 year + \beta_2 month + \beta_3 vessel + \beta_4 latitude + \beta_5 longitud \\ & + \beta_6 month{:}\,vessel + \beta_7 month{:}\,latitud + \beta_8 month{:}\,longitud \\ & + \beta_9 vessel{:}\,latitud + \beta_{10} vessel{:}\,longitud + \beta_{11} latitud{:}\,longitud \\ & + offset(effort) + \varepsilon \end{aligned}$$

Implementamos este modelo con el siguiente código R:

```
Modelo1 <- GLM(log(Congrio)~año+mes+nvessel+latitud+longitud+mes:nvessel+
        mes:latitud+mes:longitud+nbuque:latitud+nvessel:longitud+
        latitud:longitud+desplazamiento(log(esfuerzo)),familia = gaussiano,
      data=subset(datos.pal,datos.pal$year!=2014))
```

El proceso de selección del modelo lo presentamos en (Tabla 27). Una vez más, se descartó la interacción latitud:longitud y los predictores, y el modelo mínimo adecuado final incluyó las interacciones restantes (Tabla 27):

$$log(catch) = \beta_0 + \beta_1 year + +\beta_2 month{:}\,vessel + \beta_3 month{:}\,latitud + \beta_4 month{:}\,longitud + \beta_5 vessel{:}\,latitud + \beta_6 vessel{:}\,longitud + offset(effort) + \varepsilon$$

Implementamos este modelo con código R de la siguiente manera:

```
modelmin2 <- glm(log(congrio)~year + month:nvessel + month:latitud + month:longitud +
             nvessel:latitud + nvessel:longitud + offset(log(effort)), family = gaussian,
             data=subset(datos.pal,datos.pal$year!=2014))
```

El AIC para este modelo era 9126.8. A diferencia del modelo original que incluía los predictores, el modelo mínimo adecuado contiene sólo interacciones. Luego, se muestra una comparación entre la serie CPUE derivada del modelo mínimo adecuado con errores normales y gamma distribuidos (Figura 74). Existen ligeras diferencias en la tendencia temporal de ambas series de CPUE. Los valores de CPUE del modelo con errores normales son mayores que las estimaciones del modelo con errores gamma. La serie CPUE y su error estándar se muestran a continuación (Figura 75).

Tabla 27. Resultados del proceso del modelo para el modelo completo (log(catch) como variable de respuesta, errores normales y esfuerzo como desplazamiento).

Predictor	**Valor p**	**resultado**
latitud:longitud	0.8025	Soltar
nvessel:longitud	5.792E-06 ***	Guardar
nvessel:latitud	4.78E-07 ***	Guardar
month:longitud	2.594E-05 ***	Guardar
Mes:latitud	6.442E-06 ***	guardar
Mes:Nvessel	< 2.2e-16 ***	Guardar
Longitud	misma desviación	Soltar
Latitud	misma desviación	Soltar
nvessel	misma desviación	Soltar
mes	misma desviación	Soltar

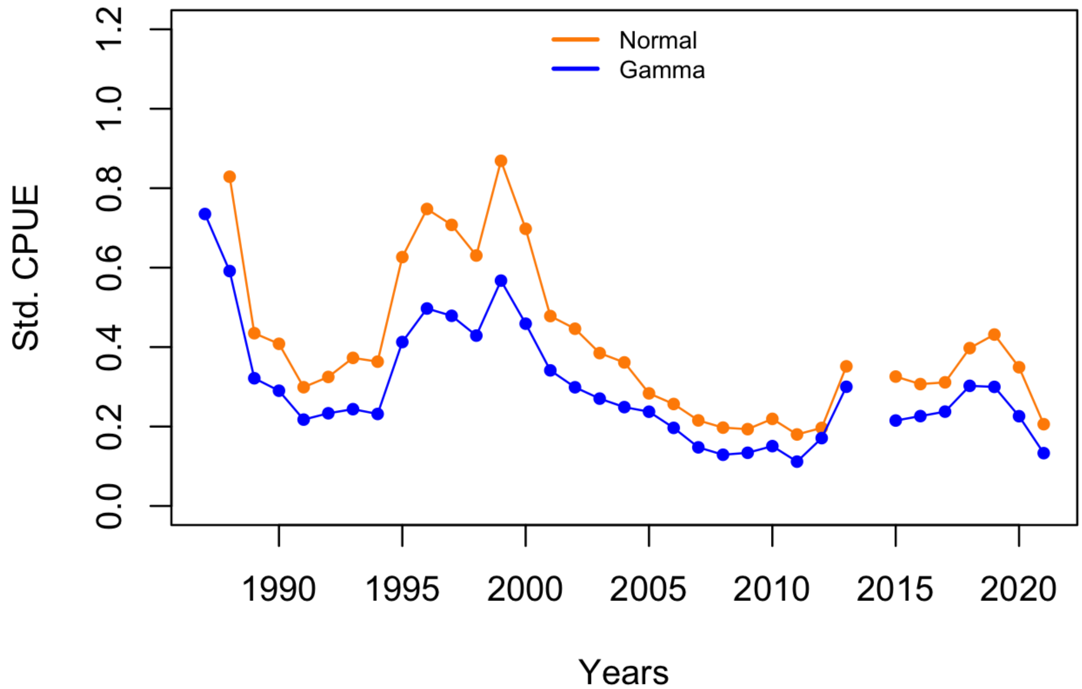


Figura 74. Comparación de los modelos mínimos adecuados con errores gamma y normales.

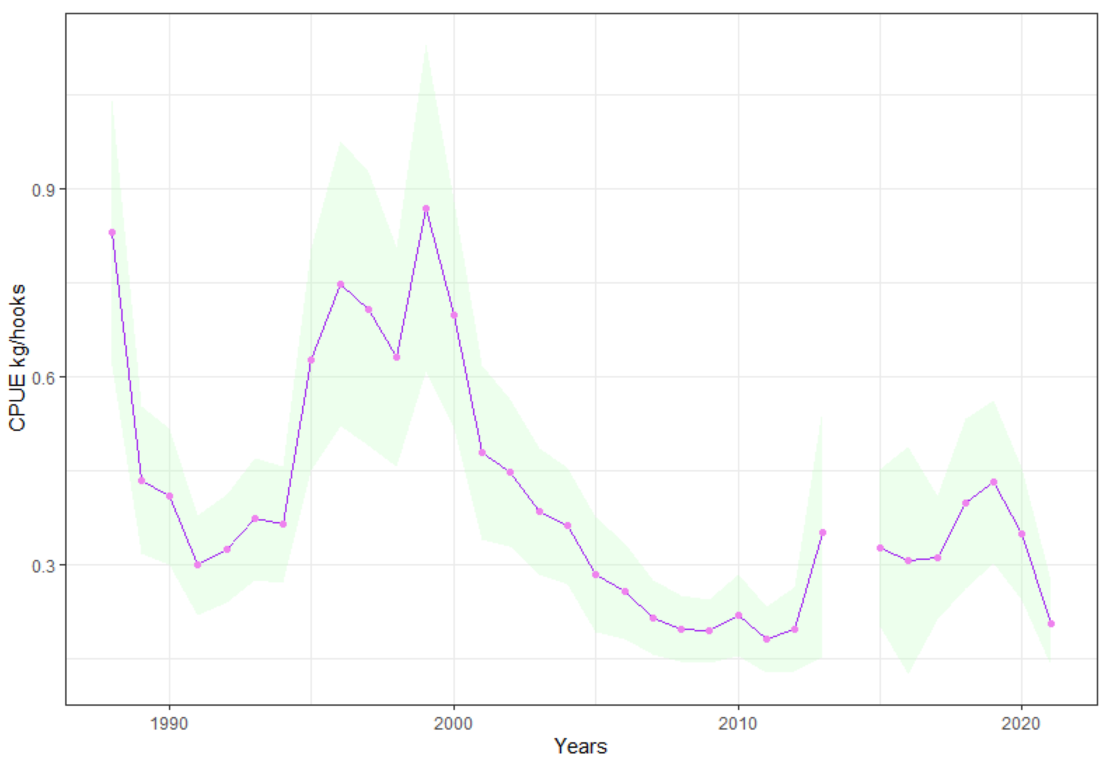


Figura 75. La serie CPUE de Congrio dorado y su incertidumbre extraída del modelo mínimo adecuado con errores normales.

El siguiente paso consistió en añadir efectos aleatorios al modelo mínimo adecuado con errores normales. Todos los predictores del modelo mínimo adecuado se incluyeron como efectos fijos, y se incluyeron las interacciones del año como efectos aleatorios (esfuerzo pesquero como compensación) utilizando el siguiente código R (sin datos de 2014):

```
model1r <- lmer(log(congrio)~year + month:nvessel + month:latitud +month:longitud +
        nvessel:latitud + nvessel:longitud + (1|año:mes) + (1|año:nvessel) +
        (1|año:latitud) + (1|año:longitud) + offset(log(esfuerzo)),
        data=subset(datos.pal,datos.pal$year!=2014))
```

El AIC para este modelo fue de 8725.6, menor que el AIC del modelo mínimo adecuado sin efectos aleatorios, pero en general, el modelo mínimo adecuado con errores gamma es el que tiene el AIC más pequeño (Tabla 28). Luego, se presenta una comparación entre los tres modelos (Figura 76). En general, los valores más pequeños de CPUE corresponden al modelo mínimo adecuado con errores gamma. Finalmente, se presenta la serie CPUE de congrio dorado y su incertidumbre extraída del modelo mínimo adecuado con efectos aleatorios y error normal (Figura 77). Al igual que en los casos anteriores, la adición de efectos aleatorios aumenta la incertidumbre de la serie CPUE. Por lo tanto, se recomienda utilizar la serie CPUE extraída del modelo mínimo adecuado sin efectos aleatorios. Otro enfoque potencial sería agregar una interacción de un año a la vez y evaluar el impacto en la incertidumbre, el AIC y la cantidad de la desviación explicada por el modelo y cada variable de los efectos fijos.

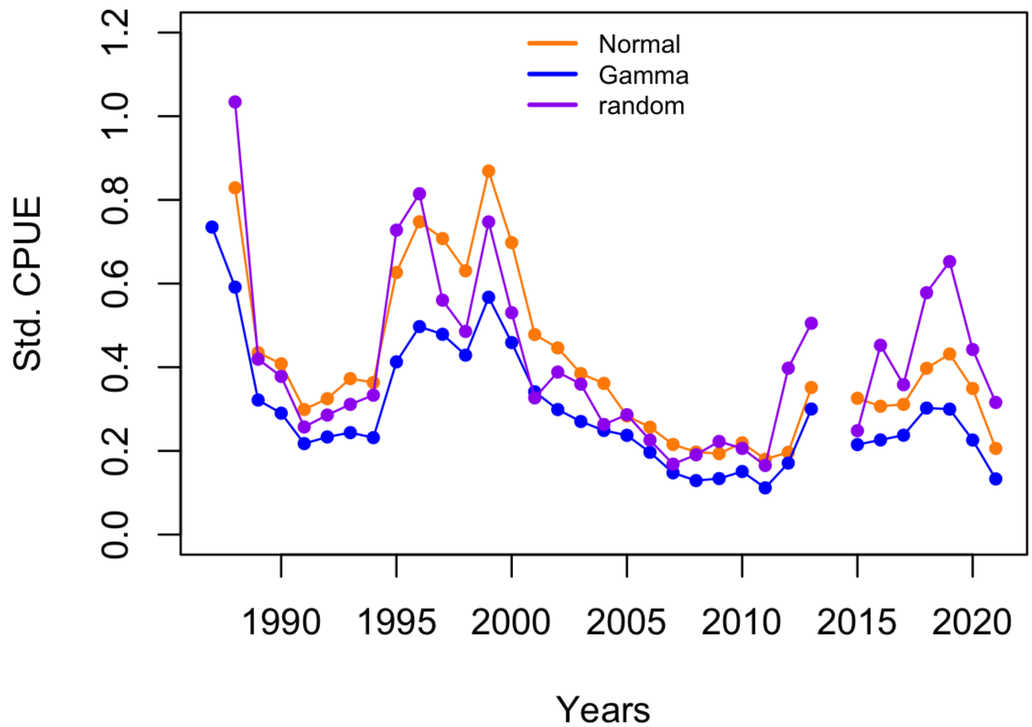


Figura 76. La comparación de tres series de CPUE resultó de un modelo mínimo adecuado con errores normales (Normal), un modelo mínimo adecuado con errores gamma (Gamma) y un modelo mínimo adecuado con errores normales y efectos aleatorios (aleatorio).

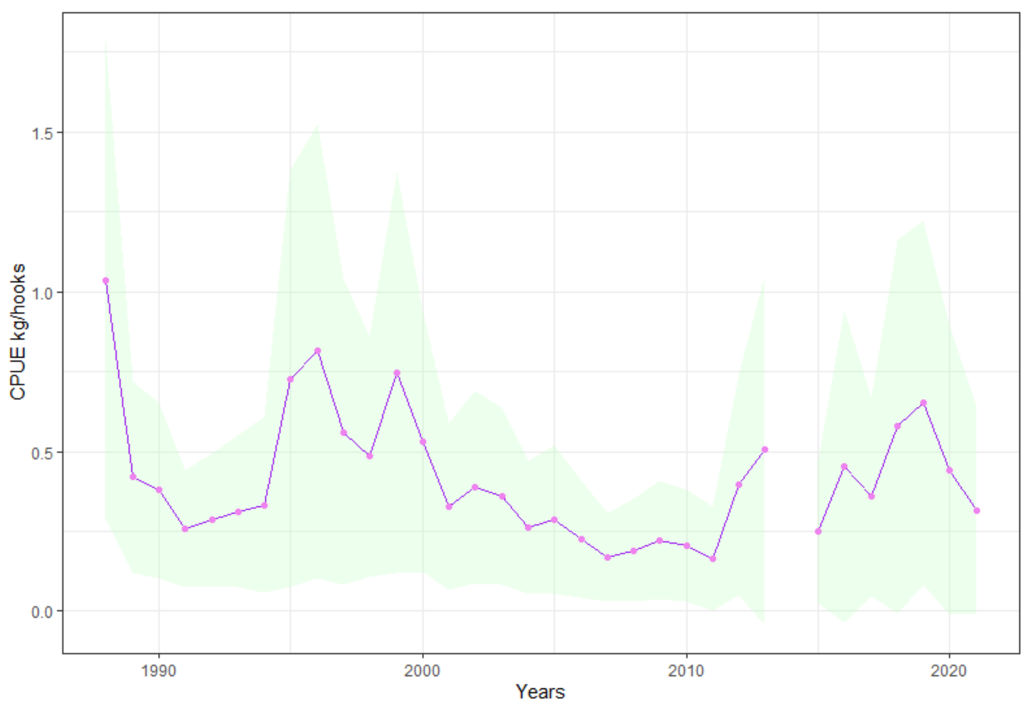


Figura 77. La serie CPUE de Congrio dorado se extrajo del modelo mínimo adecuado con efectos aleatorios y errores normales.

Tabla 28. Comparación del criterio de información de Akaike para los modelos analizados.

Modelo	AIC
Modelo original	-4434.615
Min. Adeq. Modelo con errores gamma	-4839.274
Min. Adeq. Modelo con error normal (con datos de 2014)	9131.92
Min. Adeq. Modelo con error normal (sin datos de 2014)	9126.759
Min. Adeq. Modelo con error normal y efectos aleatorios (sin datos de 2014)	8725.612

3.3.2 Unidad Pesquera Austral

Durante el primer taller en marzo de 2023, los investigadores de IFOP presentaron la serie congrio dorado CPUE para la Unidad Pesquera del Sur (Figura 78). La serie CPUE presenta una tendencia común, a excepción del último punto (2021). Ahora como se aprecia en (Figura 78), la serie CPUE presenta una tendencia a la baja de 2018 a 2020, pero aumenta significativamente en 2021. Se recomienda encontrar el origen de un cambio tan abrupto en la tendencia de la CPUE porque la evaluación de las existencias, el estado de las acciones y las proyecciones dependen en gran medida de la serie de CPUE; por lo tanto, es necesario garantizar la mejor calidad para los datos de la serie CPUE.

Se realizó un análisis exploratorio. La tendencia temporal de las distribuciones de los datos de la CPUE sugiere que la mediana de la CPUE en 2021, es comparable a la mediana de la CPUE de los primeros años de la serie y contradice la tendencia de los últimos años (Figura 79). Además, la tendencia temporal de las distribuciones de las capturas de congrio sugiere un valor inusualmente alto para la mediana en 2021 en comparación con toda la serie (Figura 80); la diferencia es de unos tres órdenes de magnitud. Por otro lado, la evolución temporal del esfuerzo pesquero sugiere que la mediana en 2021, es comparable a la mediana de años anteriores (Figura 80). Una tabla de la captura media de congrio dorado por año muestra que la captura media en 2021 es de 5.627.958 t, mientras que en el año anterior fue de 700 t (Tabla 29). Este hecho indica un error potencial para la captura en el último año, produciendo un valor alto para la CPUE en 2021.

Como se mencionó, la evaluación de stock de congrio dorado se basa en gran medida en la serie CPUE. En particular, los últimos años de las estimación de biomasa (o biomasa reproductora) son convenientes para determinar el estado de la población. Por lo tanto, este error podría producir un sesgo significativo. Las proyecciones de reclutamiento, también se basan en la estimación de la abundancia del último año; por lo tanto, la situación futura de la población podría estar sesgada, afectando a la aplicación de la norma de control de capturas y a la gestión de este recurso pesquero. En este momento, la nueva evaluación de stock ha finalizado y conlleva este error. Recomendamos excluir los datos de 2021 en la serie estandarizada CPUE como solución a corto plazo. También recomendamos una revisión detallada de los datos brutos (cuadernos de bitácora) y el proceso de filtrado para encontrar el origen de este error.

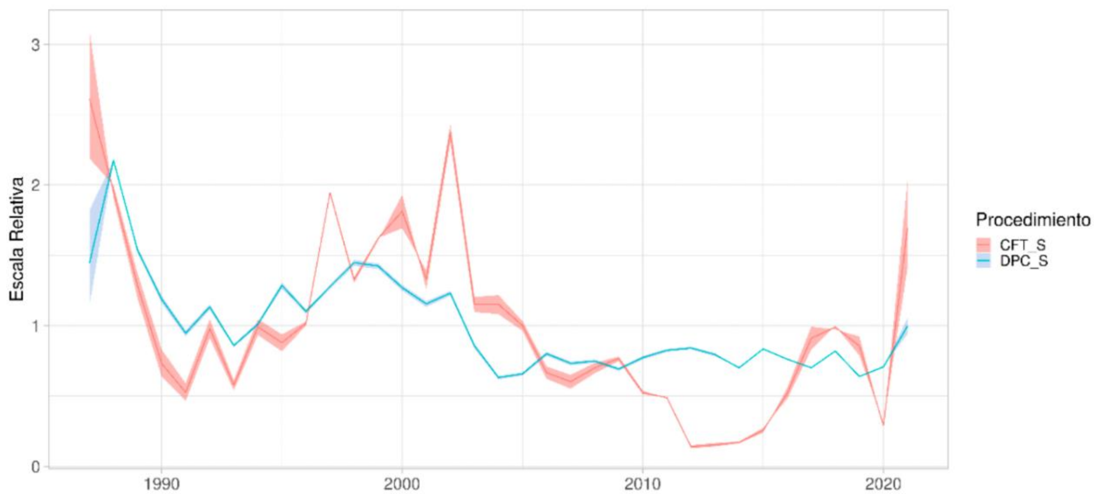


Figura 78. Serie CPUE para el congrio en la Unidad de Pesca del Sur (reproducida de Tascheri, 2022)

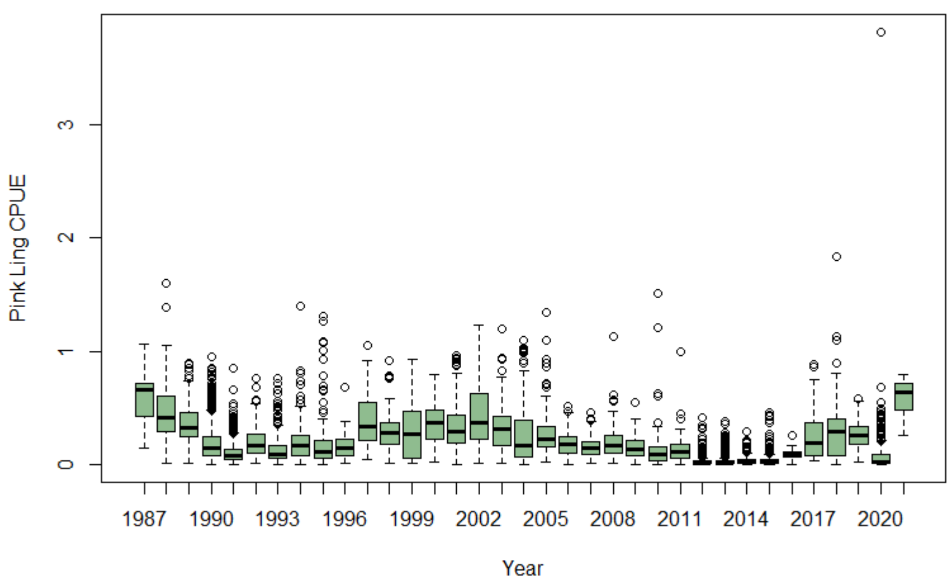


Figura 79. Tendencia temporal de la distribución de los datos de CPUE para congrio dorado en la Unidad de Pesca del Sur.

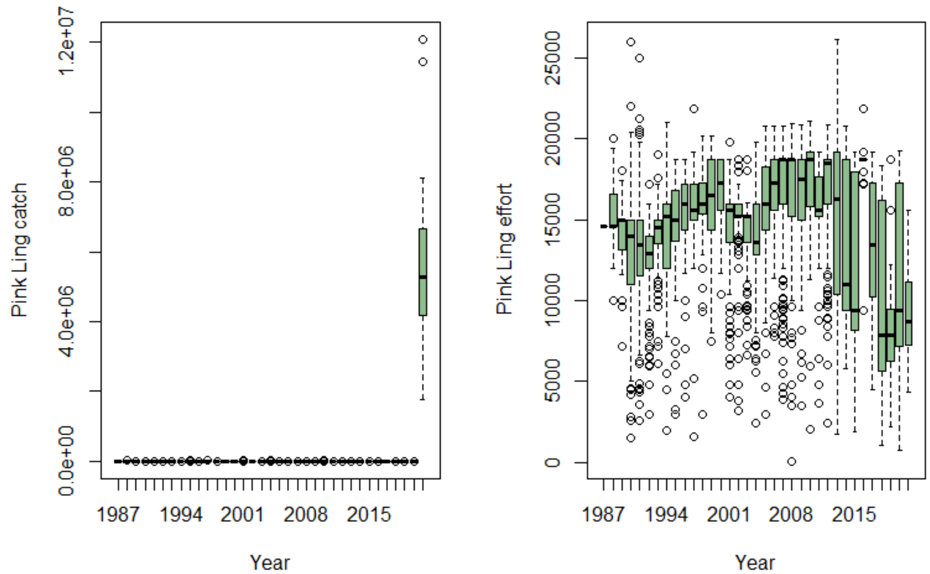


Figura 80. Tendencia temporal de las distribuciones de los datos de captura (panel izquierdo) y de las distribuciones del esfuerzo pesquero (panel derecho) para el congrio en la Unidad de Pesca del Sur.

Tabla 29. Promedio de capturas de congrio por año en la Unidad Pesquera del Sur.

Año	Captura	Año	captura
1987	8719	2005	4264
1988	7434	2006	3066
1989	5168	2007	2620
1990	2371	2008	2913
1991	1402	2009	2434
1992	2533	2010	2216
1993	1957	2011	1984
1994	2839	2012	496
1995	2509	2013	474
1996	2481	2014	576
1997	6142	2015	447
1998	4751	2016	1623
1999	4788	2017	3813
2000	6570	2018	2367
2001	5112	2019	2039
2002	6554	2020	700
2003	4581	2021	5627
2004	3812		

Con respecto a la estandarización de la CPUE, se utilizó el archivo DatosPals.csv como datos de entrada (7131 observaciones) del proceso de filtrado. Reproducimos el enfoque adoptado por Tascheri (2022), como se muestra a continuación (Figura 81).

Para incluir un proceso de selección de modelos, en una primera aproximación añadimos algunas interacciones al modelo original para construir el modelo completo:

$$CPUE = \beta_0 + \beta_1 year + \beta_2 month + \beta_3 vessel + \beta_4 latitude + \beta_5 longitud \\ + \beta_6 month{:}\ vessel + \beta_7 month{:}\ latitud + \beta_8 month{:}\ longitud \\ + \beta_9 vessel{:}\ latitud + \beta_{10} vessel{:}\ longitud \\ + \beta_{11} latitud{:}\ longitud + \varepsilon$$

donde el año, el mes y el buque son predictores categóricos, y la latitud y la longitud son predictores continuos. Se asumió que los errores tenían una distribución gamma y que la función de enlace era log. Este modelo se implementó en R con el siguiente código:

```
datos1 <- subset(datos,datos$year!=2021)
glm_1 <- glm(cpueCongrio~año + mes + nvessel + latitud + longitud + mes:nvessel +
        mes:latitud + mes:longitud + nvessel:latitud + nvessel:longitud +
        latitud:longitud, familia = Gamma(link="log"), data=datos1)
```

Utilizamos el archivo DatosPalS.csv (7.131 observaciones) como entrada original, pero excluimos los datos de 2021, por lo que el tamaño de la muestra disminuyó a 7.107 observaciones. Luego, se muestra el resumen del proceso de selección de modelos (Tabla 30). El modelo mínimo adecuado incluyó sólo el factor categórico año y algunas interacciones:

Implementamos el modelo anterior con el siguiente código R:

```
minadq_2 <- glm(cpueCongrio ~ año + mes:nvessel + mes:latitud + mes:longitud +
          nvessel:latitud + nvessel:longitud , family = Gamma(link="log"), data=datos1)
```

Las estimaciones de los parámetros y su error estándar se encuentran a continuación (Tabla 31). Posteriormente, se muestra una comparación de la serie CPUE (Figura 82). Como se muestra, las series CPUE del modelo mínimo adecuado (con y sin datos de 2021) tienen tendencias similares, ligeramente diferentes de las series CPUE obtenidas con el modelo original. En cuanto al AIC, el modelo mínimo adecuado sin los datos de 2021 tuvo el AIC más bajo (Tabla 32). Finalmente, se presenta la serie CPUE y su incertidumbre extraída del modelo mínimo adecuado sin los datos de 2021.

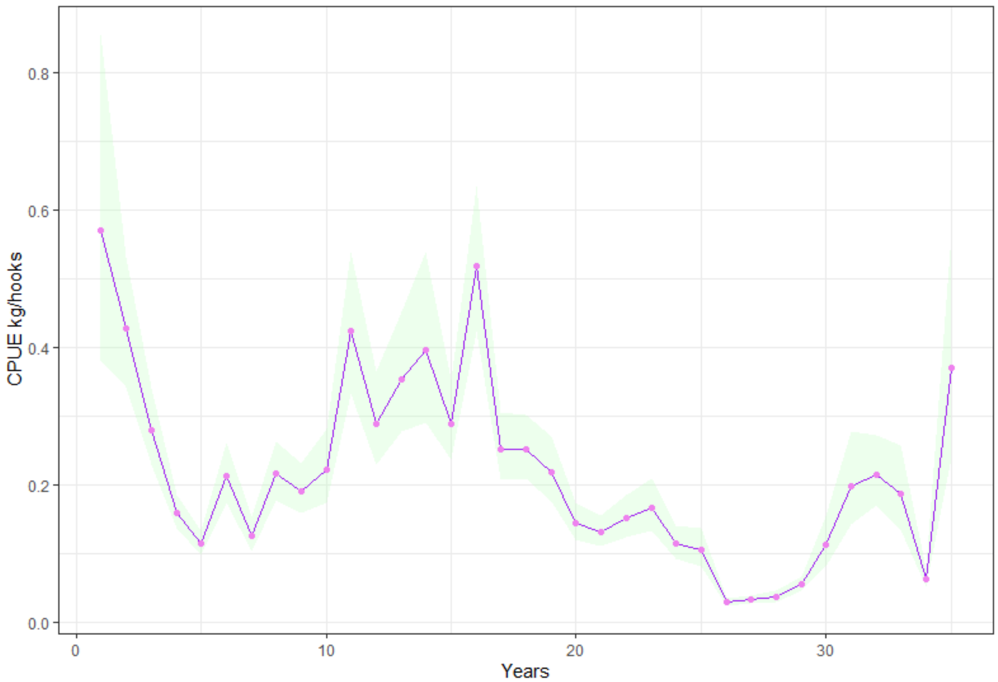


Figura 81. CPUE a partir del modelo original (Tascheri, 2022).

Tabla 30. Resultados del proceso de selección de modelos para la estandarización de CPUE para el congrio dorado en la Unidad Pesquera Sur.

Predictor	**Valor p**	Resultado
Latitud:longitud	0.5781	Soltar
nvessel:longitud	< 2.2e-16	mantener
nvessel:latitud	2.028E-14	mantener
month:longitud	0.0408	mantener
Mes:latitud	3.567E-11	mantener
Mes:Nvessel	< 2.2e-16	mantener
longitud	La misma desviación	Soltar
latitud	La misma desviación	Soltar
nvessel	La misma desviación	Soltar
mes	La misma desviación	Soltar

Tabla 31. Estimaciones de parámetros y su error estándar para los niveles del año factor en el modelo mínimo adecuado para la estandarización de la CPUE para el congrio dorado en la Unidad Pesquera del Sur.

	Estimar	Error estándar	Valor t	Pr(>|t|)	
(Intercepción)	2.81E+01	6.75E+00	4.154	3.31E-05	
Año1988	-5.40E-01	2.19E-01	-2.462	0.013843	*
1989	-1.11E+00	2.14E-01	-5.187	2.21E-07	
1990	-1.61E+00	2.05E-01	-7.877	3.90E-15	
1991	-1.93E+00	2.09E-01	-9.234	< 2.00E-16	
1992	-1.62E+00	2.23E-01	-7.271	3.99E-13	
1993	-2.09E+00	2.21E-01	-9.49	< 2.00E-16	
1994	-1.28E+00	2.15E-01	-5.971	2.48E-09	
1995	-1.51E+00	2.15E-01	-7.03	2.28E-12	
1996	-1.36E+00	2.30E-01	-5.922	3.33E-09	
1997	-7.23E-01	2.27E-01	-3.187	0.001443	**
1998	-9.45E-01	2.21E-01	-4.275	1.94E-05	
1999	-8.82E-01	2.28E-01	-3.872	0.000109	
2000	-6.38E-01	2.41E-01	-2.642	0.00825	**
2001	-9.47E-01	2.16E-01	-4.378	1.21E-05	
2002	-3.08E-01	2.22E-01	-1.391	0.164415	
2003	-1.10E+00	2.14E-01	-5.122	3.10E-07	
2004	-1.26E+00	2.12E-01	-5.924	3.31E-09	
2005	-1.40E+00	2.18E-01	-6.406	1.60E-10	
2006	-1.69E+00	2.11E-01	-8.025	1.19E-15	
2007	-1.73E+00	2.10E-01	-8.208	2.67E-16	
2008	-1.63E+00	2.14E-01	-7.633	2.62E-14	
2009	-1.50E+00	2.28E-01	-6.587	4.85E-11	
2010	-2.05E+00	2.24E-01	-9.144	< 2.00E-16	
2011	-2.13E+00	2.42E-01	-8.832	< 2.00E-16	
2012	-3.37E+00	2.12E-01	-15.872	< 2.00E-16	
2013	-3.10E+00	2.12E-01	-14.628	< 2.00E-16	
2014	-3.26E+00	2.22E-01	-14.661	< 2.00E-16	
2015	-2.81E+00	2.16E-01	-13.052	< 2.00E-16	
2016	-2.11E+00	2.45E-01	-8.588	< 2.00E-16	
2017	-1.67E+00	2.48E-01	-6.741	1.71E-11	
2018	-1.45E+00	2.27E-01	-6.381	1.87E-10	
2019	-1.85E+00	2.50E-01	-7.424	1.28E-13	
2020	-2.92E+00	2.16E-01	-13.501	< 2.00E-16	

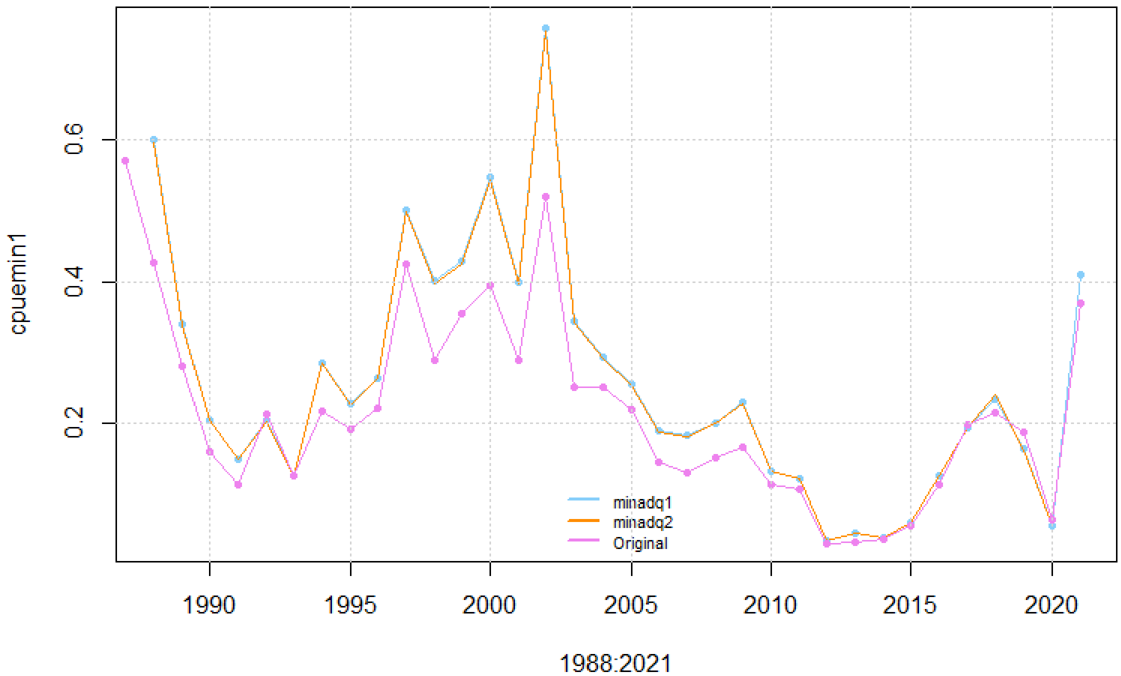


Figura 82. Comparación de la serie CPUE a partir del modelo mínimo adecuado (con datos de 2021, minadq1 y sin datos de 2021, minadq2) con el modelo original utilizado por Tascheri (2022).

Tabla 32. Resultados del AIC para los modelos utilizados para la estandarización de la CPUE de Congrio dorado en la Unidad Pesquera Sur.

Modelo	**AIC**
Texto original en	-15096.1
Min. Adqt. Mod. con datos de 2021	-16295.9
Min. Adqt. Mod. sin datos de 2021	-16320.7

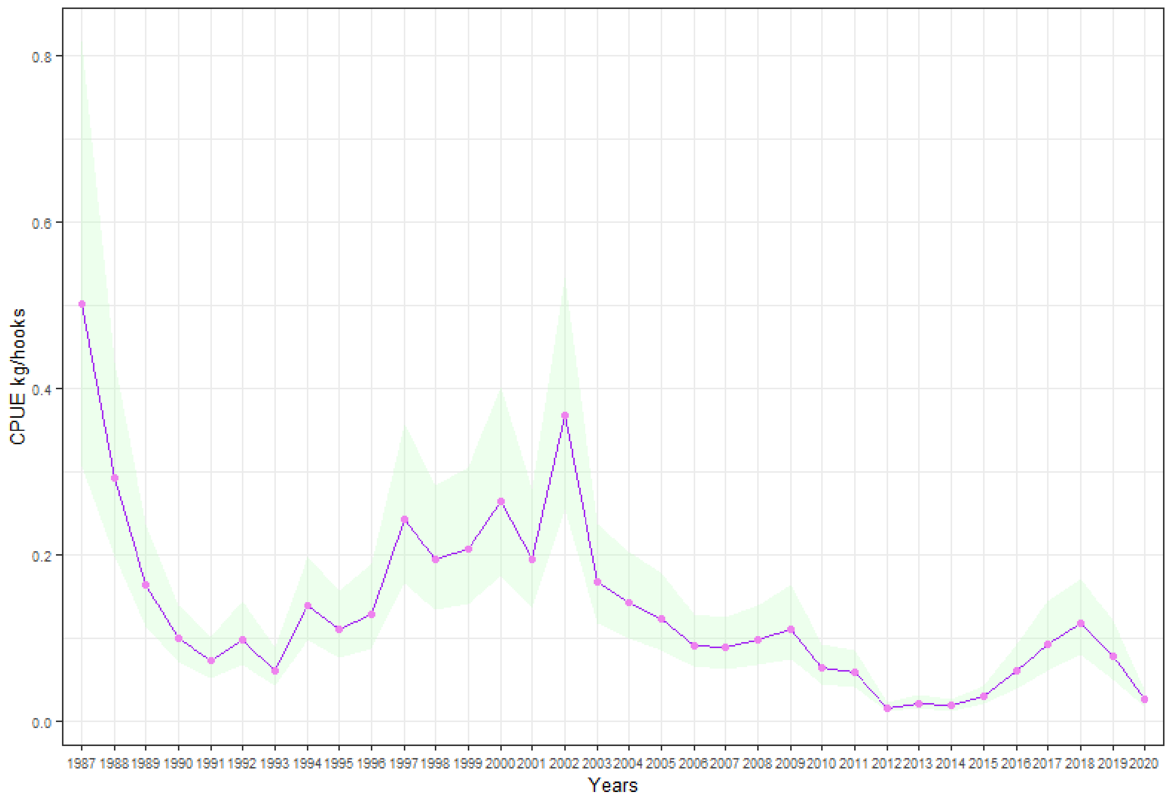


Figura 83. Serie CPUE de Congrio dorado extraída del modelo mínimo adecuado sin datos de 2021.

En cuanto al segundo enfoque para la estandarización de la CPUE de congrio dorado, se utilizó el siguiente modelo (sin datos de 2021) que incluye interacciones (excepto interacciones de año), utiliza el logaritmo de la captura como variable de respuesta, un enlace normal y el esfuerzo pesquero como compensación:

$$\begin{aligned} log(catch) = {} & \beta_1 year + \beta_2 month + \beta_3 vessel + \beta_4 latitude + \beta_5 longitud \\ & + \beta_6 month{:}\, vessel + \beta_7 month{:}\, latitud + \beta_8 month{:}\, longitud \\ & + \beta_9 vessel{:}\, latitud + \beta_{10} vessel{:}\, longitud + \beta_{11} latitud{:}\, longitud \\ & + offset(effort) + \varepsilon \end{aligned}$$

La última ecuación se implementó en R de la siguiente manera:

Modelo1 <- glm(log(congrio)~año + mes + nbuque + latitud + longitud + mes:nbuque + mes:latitud + mes:longitud + nvessel:latitud + nvessel:longitud + latitud:longitud + desplazamiento(log(esfuerzo)), familia = gaussiano,datos=datos1)

El resumen del proceso de selección del modelo se puede ver en (Tabla 33). Una vez más, el modelo mínimo adecuado incluía solo las interacciones. Luego, se presenta el modelo mínimo adecuado y su implementación:

tronco *(captura)*$= \beta_1 year + \beta_2 month\!: vessel + \beta_3 month\!: latitud + \beta_4 month\!: longitud + \beta_5 vessel\!: latitud + \beta_6 vessel\!: longitud + offset(effort) + \varepsilon$

```
minadq_3 <- glm(log(congrio)~año + mes:nbuque + mes:latitud + mes:longitud +
            nvessel:latitud + nvessel:longitud + offset(log(esfuerzo)),
           familia = gaussiano, datos = datos1)
```

Luego, se muestran las estimaciones de los parámetros y los errores estándar (Tabla 34). Todas las estimaciones de los parámetros fueron significativas. La comparación de la serie CPUE de las opciones analizadas se presenta en (Figura 84). Las tres series tienen tendencias temporales similares. Sin embargo, las tres series de CPUE presentan diferencias más amplias entre 1988 y 2009. De 2010 a 2020, los valores de las tres series de CPUE están más cerca (Figura 84). La serie CPUE de congrio dorado y la incertidumbre extraída del modelo mínimo adecuado con log(captura) y esfuerzo pesquero como desplazamiento se aprecia en (Figura 85).

Tabla 33. Selección del proceso del modelo para el modelo con log(captura) como variable de respuesta y esfuerzo pesquero como compensación.

Predictor	**Valor p**	**Resultado**
Latitud:longitud	0.07452	Soltar
nvessel:longitud	< 2.2e-16	mantener
nvessel:latitud	< 2.2e-16	mantener
month:longitud	0.0002212	mantener
Mes:latitud	3.246E-16	mantener
Mes:Nvessel	< 2.2e-16	mantener
longitud	La misma desviación	Soltar
latitud	La misma desviación	Soltar
nvessel	La misma desviación	Soltar
mes	La misma desviación	Soltar

Tabla 34. Estimaciones de parámetros y sus errores estándar para los niveles del factor año utilizados para estimar la serie estandarizada de CPUE para el congrio dorado en la Unidad de Pesca del Sur.

	Estimar	Std. Err.	Valor t	Pr(>|t|)	
(Intercepción)	3.46E+01	6.62E+00	5.219	1.85E-07	
Año1988	-5.22E-01	2.15E-01	-2.429	0.015174	*
1989	-9.64E-01	2.10E-01	-4.6	4.30E-06	
1990	-1.62E+00	2.00E-01	-8.064	8.67E-16	
1991	-1.95E+00	2.05E-01	-9.51	< 2.00E-16	
1992	-1.51E+00	2.18E-01	-6.908	5.39E-12	
1993	-2.07E+00	2.16E-01	-9.563	< 2.00E-16	
1994	-1.47E+00	2.10E-01	-6.969	3.50E-12	
1995	-1.76E+00	2.11E-01	-8.357	< 2.00E-16	
1996	-1.47E+00	2.25E-01	-6.519	7.62E-11	
1997	-6.78E-01	2.22E-01	-3.05	0.002299	**
1998	-9.19E-01	2.17E-01	-4.243	2.24E-05	
1999	-1.01E+00	2.23E-01	-4.506	6.71E-06	
2000	-6.32E-01	2.37E-01	-2.67	0.007597	**
2001	-9.37E-01	2.12E-01	-4.42	1.00E-05	
2002	-4.58E-01	2.17E-01	-2.108	0.035067	*
2003	-1.17E+00	2.10E-01	-5.563	2.75E-08	
2004	-1.45E+00	2.08E-01	-6.979	3.27E-12	
2005	-1.35E+00	2.14E-01	-6.312	2.93E-10	
2006	-1.73E+00	2.07E-01	-8.359	< 2.00E-16	
2007	-1.72E+00	2.06E-01	-8.346	< 2.00E-16	
2008	-1.71E+00	2.10E-01	-8.129	5.14E-16	
2009	-1.73E+00	2.24E-01	-7.729	1.25E-14	
2010	-2.23E+00	2.20E-01	-10.166	< 2.00E-16	
2011	-2.09E+00	2.37E-01	-8.818	< 2.00E-16	
2012	-3.76E+00	2.08E-01	-18.079	< 2.00E-16	
2013	-3.49E+00	2.08E-01	-16.779	< 2.00E-16	
2014	-3.71E+00	2.18E-01	-17.043	< 2.00E-16	
2015	-3.10E+00	2.11E-01	-14.661	< 2.00E-16	
2016	-2.19E+00	2.40E-01	-9.126	< 2.00E-16	
2017	-1.85E+00	2.43E-01	-7.597	3.45E-14	
2018	-1.69E+00	2.23E-01	-7.574	4.11E-14	
2019	-2.14E+00	2.45E-01	-8.742	< 2.00E-16	
2020	-3.11E+00	2.12E-01	-14.683	< 2.00E-16	

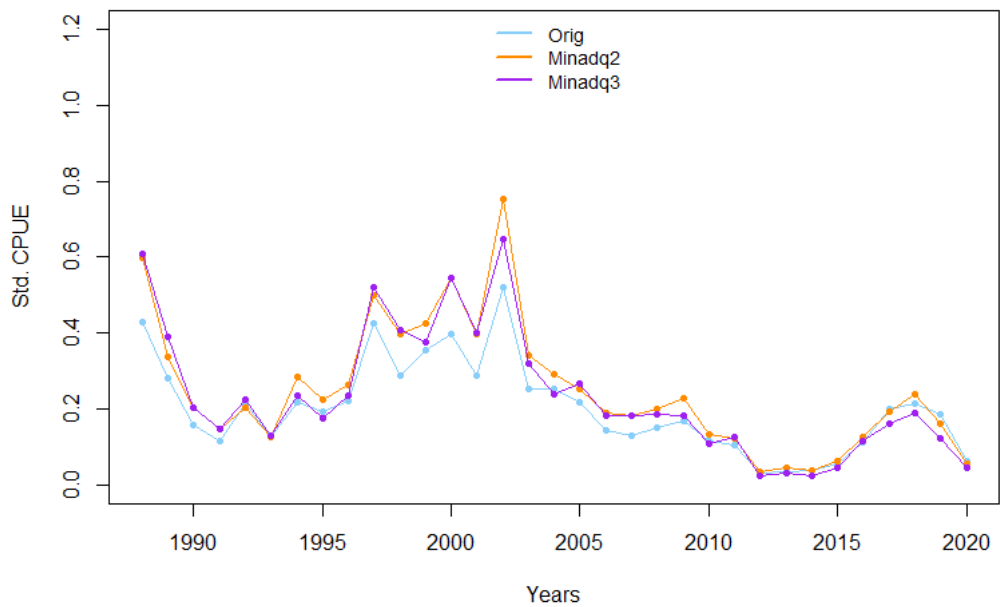


Figura 84. Comparación de tres series de CPUE para congrio dorado en la Unidad de Pesca del Sur. Modelo original propuesto por Tascheri (2022), Minadq2-modelo mínimo adecuado con errores gamma y enlace logarítmico, Minadq3-modelo mínimo adecuado con log(captura) como variable de respuesta, esfuerzo pesquero como compensación, errores normales y vínculo de identidad.

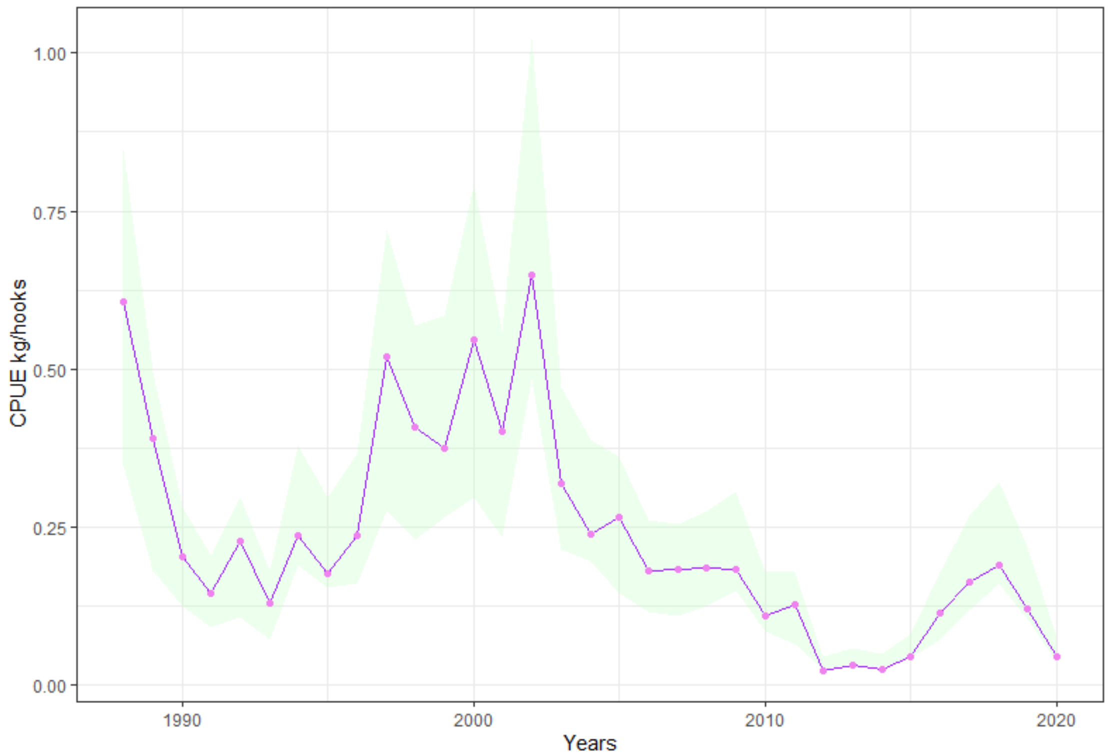


Figura 85. La serie CPUE de congrio dorado y su incertidumbre extraída del modelo mínimo adecuado con log(capturas) como variable de respuesta y esfuerzo pesquero como compensación.

El último enfoque consistió en construir un modelo completo que contuviera todas las interacciones y el año del factor como efectos fijos. Por otro lado, el modelo incluyó las interacciones del año como efectos aleatorios. Este modelo se implementó en R con la función *lmer* del paquete *lme4* de la siguiente manera:

Model1R <- lmer(log(congrio)~año + mes:nvessel + mes:latitud +
mes:longitud + nvessel:latitud + nvessel:longitud + (1|año:mes) +
(1|año:nbuque) + (1|año:latitud) + (1|año:longitud) +
offset(log(esfuerzo)), data=datos1)

Las estimaciones de los parámetros y sus errores estándar se ven en (Tabla 35). Luego, se muestra una comparación de todos los modelos analizados (Figura 86). La serie CPUE derivada del modelo con efectos aleatorios presenta mayor variabilidad y valores de CPUE. Con respecto al AIC, para los dos modelos con errores gamma, el modelo mínimo adecuado tiene el AIC más pequeño (Tabla 36). Para los modelos que utilizan errores normales, el modelo con efectos aleatorios tiene el AIC más pequeño. En general, el modelo mínimo adecuado con errores gamma es el que tiene el AIC más pequeño (Tabla 36). Finalmente, se muestra la serie CPUE y su incertidumbre (Figura 87).

Tabla 35. Estimaciones de parámetros y sus errores estándar a partir del modelo con efectos aleatorios utilizado para calcular la serie estandarizada de CPUE para el congrio dorado en la Unidad de Pesca del Sur.

	Estimar	Error estándar	Valor t
(Intercepción)	4.07E+01	6.80E+00	5.985
Año1988	-1.97E-01	5.93E-01	-0.331
1989	-4.62E-01	5.74E-01	-0.806
1990	-1.16E+00	5.43E-01	-2.132
1991	-1.52E+00	5.43E-01	-2.8
1992	-1.13E+00	5.65E-01	-2.008
1993	-1.63E+00	5.60E-01	-2.92
1994	-1.21E+00	5.67E-01	-2.132
1995	-1.41E+00	5.63E-01	-2.503
1996	-1.06E+00	5.76E-01	-1.839
1997	-4.89E-01	6.05E-01	-0.808
1998	-7.34E-01	5.83E-01	-1.258
1999	-5.64E-01	5.89E-01	-0.957
2000	-3.06E-01	6.03E-01	-0.507
2001	-1.10E+00	5.77E-01	-1.908
2002	2.80E-02	5.87E-01	0.048
2003	-9.16E-01	5.81E-01	-1.577
2004	-1.35E+00	5.70E-01	-2.358
2005	-1.05E+00	5.91E-01	-1.767
2006	-1.41E+00	5.70E-01	-2.47
2007	-1.49E+00	5.70E-01	-2.621
2008	-1.59E+00	5.76E-01	-2.759
2009	-1.62E+00	5.91E-01	-2.738
2010	-1.91E+00	5.83E-01	-3.272
2011	-1.77E+00	6.07E-01	-2.918
2012	-3.56E+00	5.86E-01	-6.068
2013	-2.81E+00	5.89E-01	-4.769
2014	-3.48E+00	6.42E-01	-5.416
2015	-2.78E+00	6.33E-01	-4.39
2016	-2.03E+00	6.82E-01	-2.982
2017	-1.70E+00	6.35E-01	-2.683
2018	-2.41E+00	6.42E-01	-3.755
2019	-1.57E+00	6.48E-01	-2.419
2020	-2.69E+00	6.25E-01	-4.298

Tabla 36. Comparación del criterio de información Akaike para los modelos analizados para estandarizar la serie CPUE de Congrio dorado para la Unidad Pesquera Sur.

Modelo	AIC
original	-15096.1
Min. Adqt. Errores gamma del modelo	-16320.7
min. Adqt. Modelar errores normales	17851.11
min. Adqt. Modelar errores normales con efectos aleatorios	16758.73

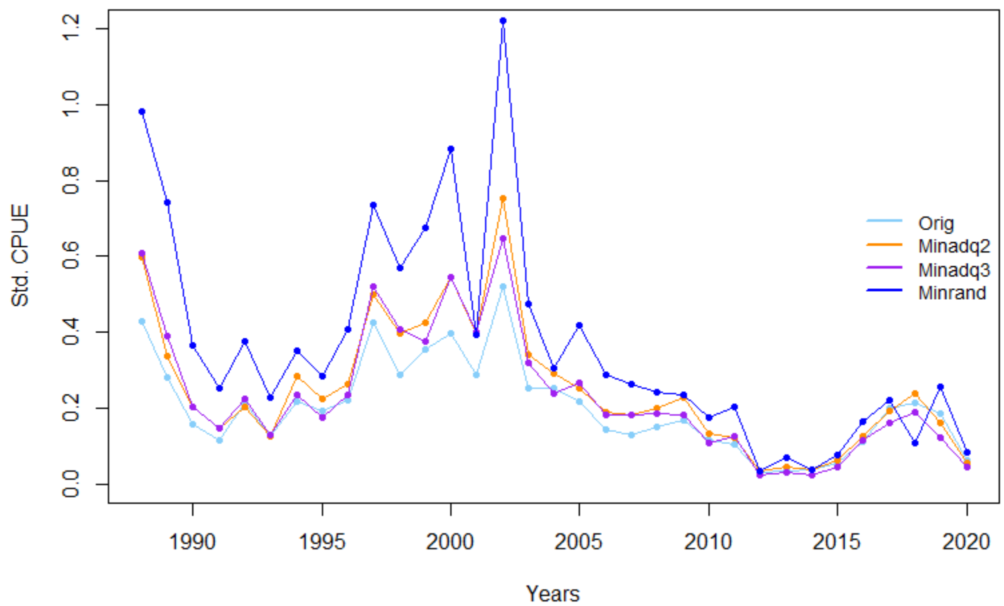


Figura 86. Comparación de las cuatro series de CPUE desarrolladas para el congrio dorado en la Unidad Pesquera del Sur en Chile.

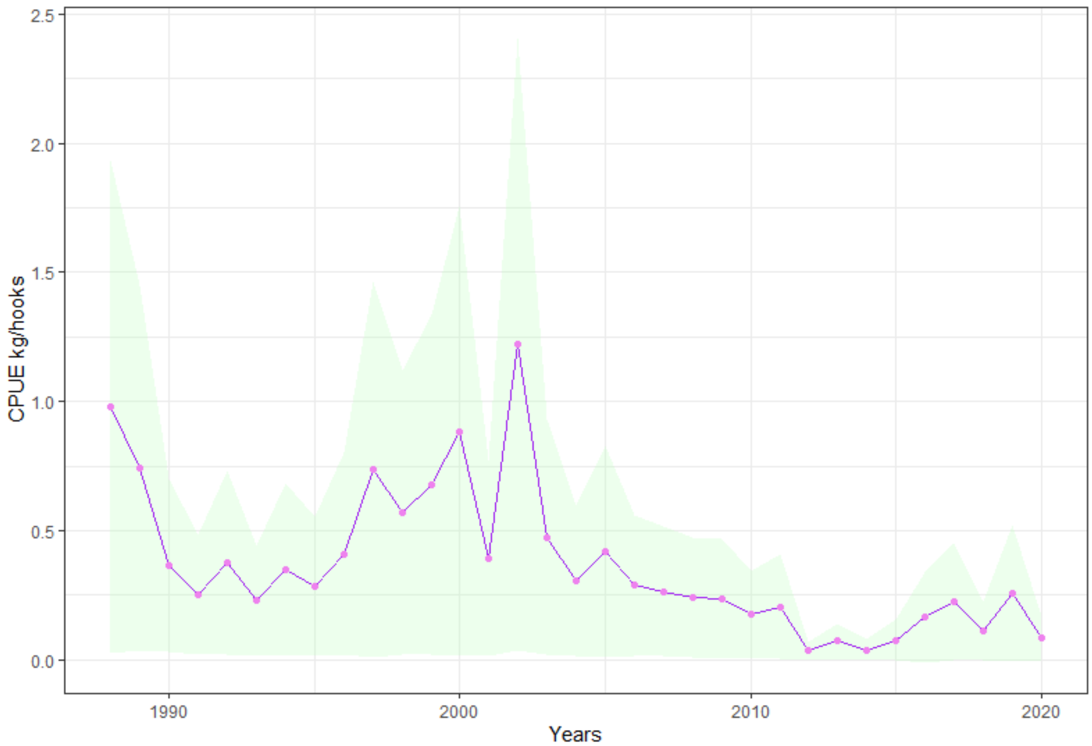


Figura 87. La serie CPUE de Congrio dorado y su incertidumbre extraída con el modelo mínimo adecuado con efectos aleatorios.

4. Comentarios sobre la estructura del documento de evaluación

Para una evaluación completa, proporcionamos nuevamente el Anexo 2 (ver en Informe de Avance 1, Gatica *et al.,* 2023 o reporte experto versión inglés) donde podrían incluirse elementos (según se considere relevante para el comité científico). En el caso de las actualizaciones de la evaluación, debe estar disponible la evaluación completa y los cambios en los datos y los componentes de asesoramiento podrían destacarse con una ilustración clara de los efectos de la nueva información o de la (ligera) modificación de las hipótesis o las configuraciones de los modelos.

5. Referencias Reporte

Las referencias son las mismas incluidas en reporte experto versión Inglés original (en sección 10.6).

7.4.3 Reporte Dr. Cristian canales

ACTA

2da REUNION DE REVISION DE LA EVALUACION DE STOCK DE MERLUZA DE COLA Y CONGRIO DORADO (FIPA 2022-12)

Hotel Diego de Almagro, Valparaíso, 9 – 12 enero, 2024

Por Dr. Cristian Canales R – Presidente/moderador

La presente acta representa un resumen de los aspectos más relevantes tratados durante el 2do taller de revisión de la evaluación de stock de merluza de cola y congrio dorado. En términos generales se abordaron modelos alternativos para el análisis de CPUE seguido de la exploración de distintos escenarios de evaluación de stock para cada recurso. El desarrollo de la reunión consideró la presentación por parte de los investigadores independientes extranjeros; Dr. Jim Ianelli (NOAA-USA) y Dr. Jesús Jurado-Molina (México), seguido de la discusión de los diferentes tópicos expuestos. Al inicio de cada sesión diaria, el presidente realizó un resumen del día anterior con los aspectos más relevantes discutidos. Se consideraron pausas de café de 20 minutos (a las 11.10 y 16.00) y la pausa de almuerzo se llevó a cabo entre las 13.00 y 14.30 hrs.

1. Agenda general

HORARIO GENERAL 09.00 – 18-00

MARTES 9: Merluza de cola

Mañana: Consideraciones al modelo de evaluación y los datos.

Tarde: Análisis de modelos, datos y escenarios alternativos de evaluación.

MIERCOLES 10: Merluza de Cola

Mañana: Mejoras al modelo de evaluación y datos. Modelos alternativos. Selección de caso base.

Tarde: Diagnóstico de la población.

JUEVES 11 – VIERNES 12:

Idem para Congrio dorado

<u>Horario específico</u>

9.00-9.30. Arreglos administrativos, resumen del día anterior

9.30-11.00. Desarrollo de temas

11.00 – 11.15 Pausa de café

11.15-13.00 Desarrollo de temas

13.00 – 14.30 Pausa almuerzo libre

14.30-16.00 Desarrollo de temas

16.00 – 16.15 Pausa de café

16.15 – 18.00 Desarrollo de temas

2. Merluza de cola

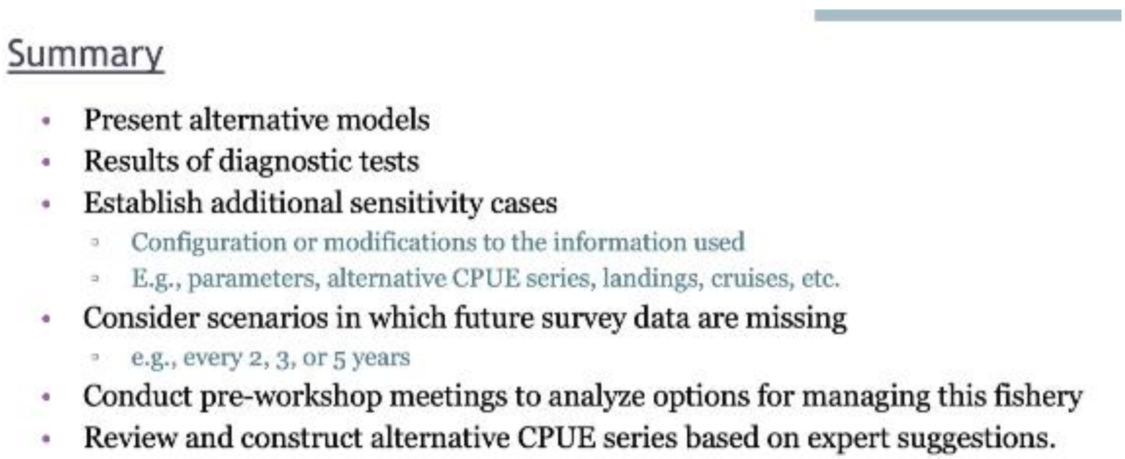
El Dr. Jim Ianelli presenta los alcances de la evaluación de merluza de cola. Da a conocer requerimientos para la elaboración de tres modelos:

Datos de Argentina

Argentina y Chile

Argentina y CPUE de Chile

Se comenta que si las series de captura que no han sido reportadas no son consideradas en el análisis.



Model	Description
1.00	Fixed acoustic survey q at 0.75, constant acoustic selectivity, steepness 0.65, Beverton holt estimated from SRR since 2000
1.01	As 1.00 but with steepness estimated with mean 0.65, CV=0.2
1.02	As 1.01 but with acoustic survey q estimated with prior mean at 0.75, CV=0.2
1.03	As 1.02 but with added flexibility to acoustic survey
1.04	As 1.03 but with SRR Estimated over 35 years (since 1986)
1.05	As 1.04 but with Ricker SRR
1.06	As 1.05 but with update time series of CPUE by review panel
2.05	As 1.05 but developed using **only Argentine** assessment data (ages 1-11 instead of 1-14)
3.05	As 1.05 but developed using Argentine fishery data added to model 1.05
3.06	As 3.05 but developed using Argentine **survey and fishery** data added to model 1.05
3.07	As 3.06 but with CPUE series developed by the review panel

2.1.Estandarización de la CPUE

- Período 1979-1996.

- El Dr. Jurado-Molina, indica que el modelo empleado considera solo interacciones de 1er nivel. Solo se consideran efectos fijos. Se aplicaron criterios de selección de los predictores en los modelos en base a la contribución marginal en la devianza. Se destaca que los efectos espaciales resultaron no ser significativos. La CPUE del modelo final no discrepa del modelo de IFOP. Posteriormente, se consideran las interacciones como efectos aleatorios que si bien disminuye la devianza incrementa el intervalo de confianza.

- Período 2002-2021

- Destaca en la serie un aumento inusual de la CPUE el año 2021, luego de una disminución sostenida de la CPUE. Este incremento se asociaría al incremento de las capturas el año 2021. Comenta que sólo se basa en 525 lances lo cual es la mitad de los lances de los realizados el año anterior. Se aplicaron diversos modelos y las tendencias y variaciones son similares al reportado por IFOP. Se descarta el modelo de efectos aleatorios debido a la gran banda de incertidumbre.

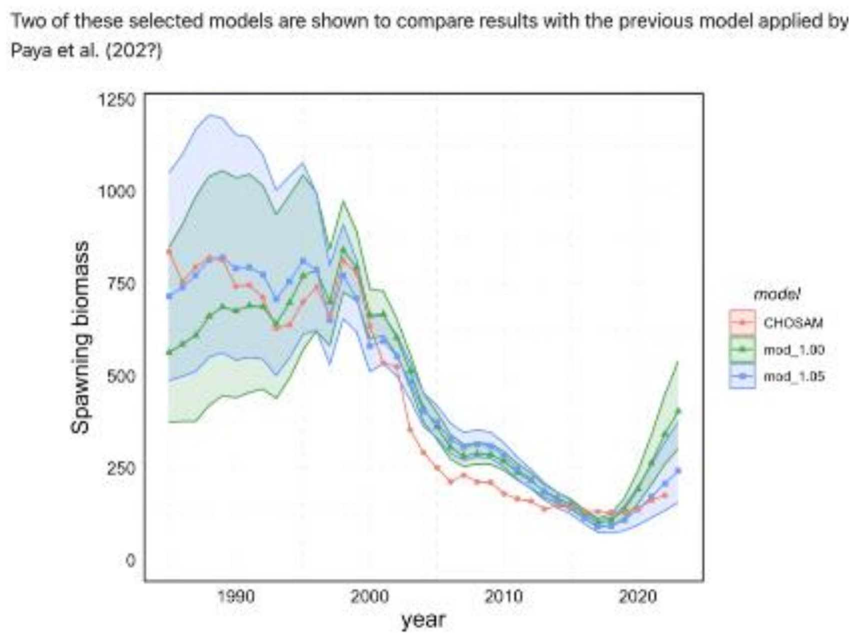
  Se comenta que el aumento de la CPUE el año 2021, no se explicaría necesariamente en el aumento de la abundancia sino a efectos de concentración/capturabilidad. Se argumenta que el aumento de la CPUE podría deberse al incremento espacial del rendimiento en la zona de Magallanes. Se comenta del efecto que podría tener la veda establecida en agosto del 2014 en la zona de desove, así como el cese de operación de buques antes del término de la temporada de pesca. Se comenta del alto nivel de selectividad/concentración de las operaciones de pesca, así como, restricción de acceso en caladeros específicos (e.g. Taitao y Diego Ramírez). El aumento de la CPUE del 2014 puede deberse a múltiples factores.

2.2. Biomasa acústica

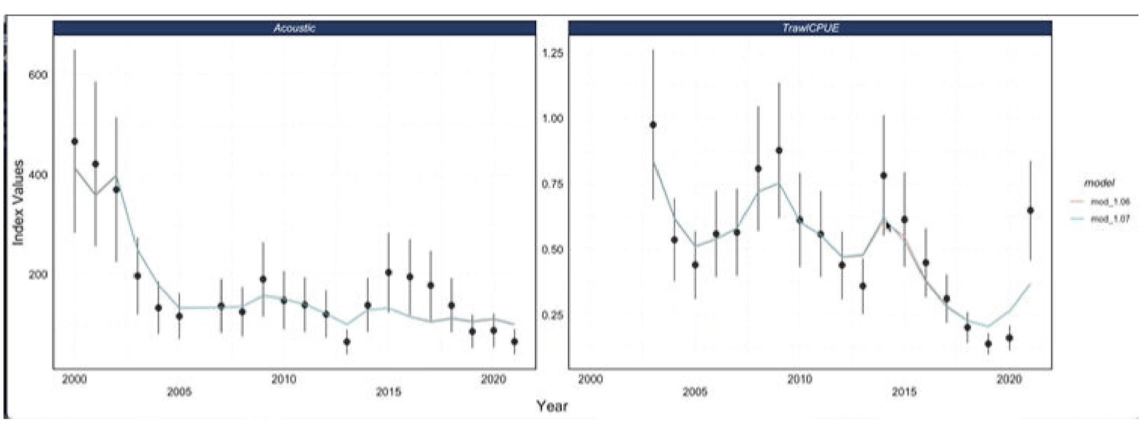
Se comenta y discute sobre los criterios empleados para diferenciar la fracción adulta de la biomasa acústica total. La fracción adulta considera ojivas de madurez anuales.

2.3.Modelo de evaluación

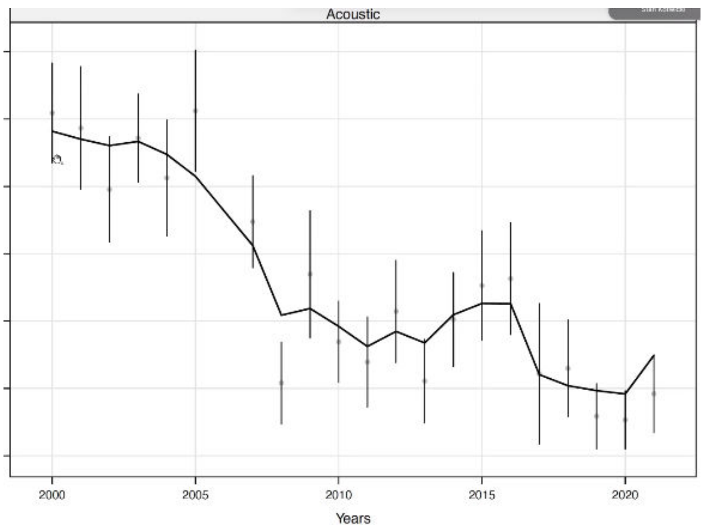
- Se analizan distintos escenarios de evaluación en base a un modelo estructuralmente distinto y se compara con el modelo CHOSAM empleado por IFOP



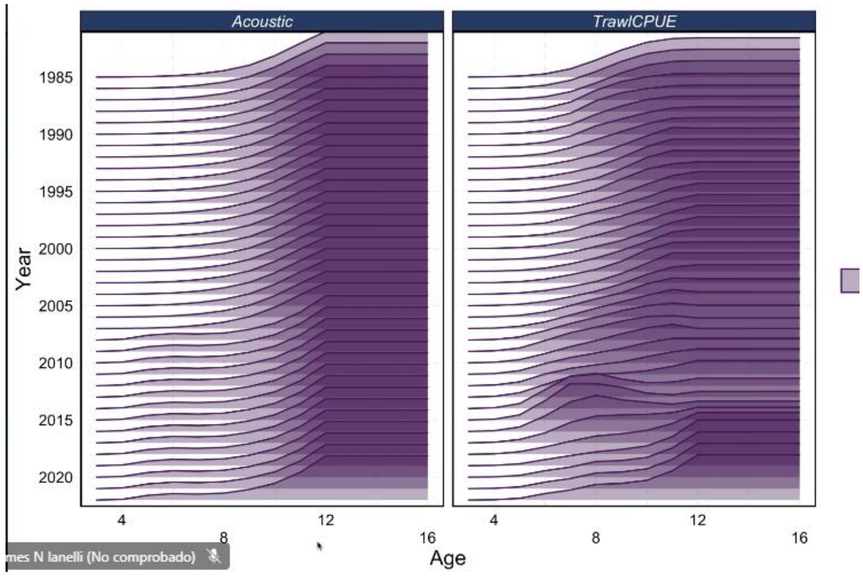
- Dr. Jim Ianelli muestra el sitio github creado para mantener los modelos de manera accesible. El modelo propuesto es el mismo al empleado en SPRFMO para el jurel (modelo JJM). Destaca un ejemplo de ajuste de modelos a la serie de datos de abundancia relativa



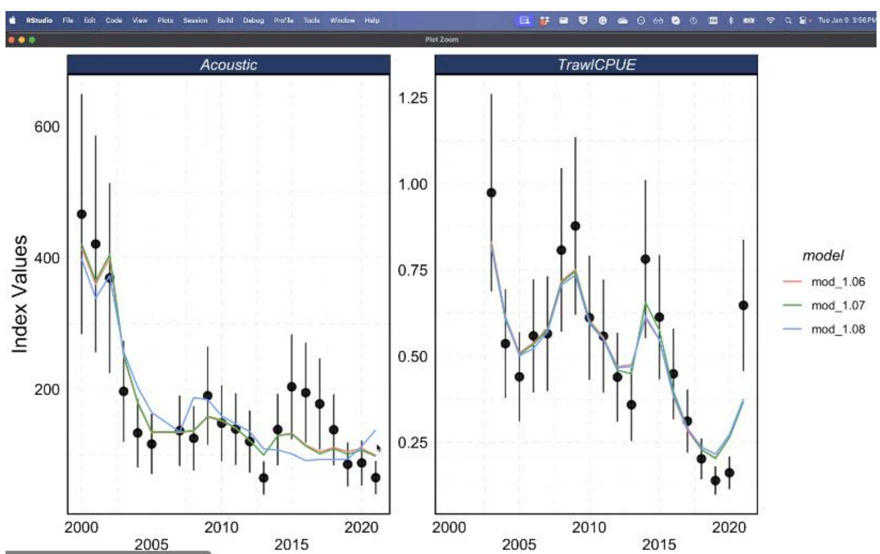
- Destaca de cambios en capturabilidad en la CPUE del año 2014 y las variaciones de la biomasa acústica para los años más recientes de los cruceros acústicos. La aproximación mostrada considera una única ojiva de madurez como selectividad. Se comenta sobre algunas evidencias que podrían incidir en que la curva de selectividad de la acústica no sea logística sino tipo domo, dada la distribución heterogénea de tamaños que presenta del recurso, así como, su temporabilidad, aspecto que debe ser investigado en profundidad.



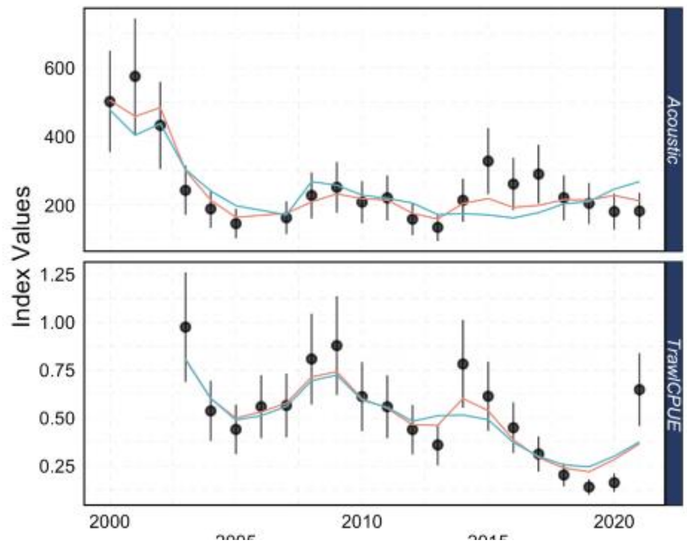
- El modelo representa de forma apropiada los datos de edad promedio de los cruceros acústicos. Se discute sobre la consistencia de la biomasa desovante acústica y la composición de edades. Mas de eso se argumenta que el tratamiento de datos del crucero en la forma de un indicador no refleja el dato original y puede estar sujeta a errores. Se realiza ajustes al modelo de estimación en base a los datos de acústica sin aplicar criterios de ojiva madurez (modelo 8). Se evaluará el desempeño de las dos fuentes de datos actualizada hasta el año 2021. Se consideran diferentes bloques de selectividad para la data acústica.



Ajuste a la fracción adulta y CPUE



Ajuste a la biomasa acústica y CPUE



- Se muestran ejemplos de ajustes de diversos modelos. Independientemente de la variabilidad entre modelos, las señales de la biomasa se resumen en una tendencia a la disminución seguido de una probable recuperación. El análisis retrospectivo indica la tendencia a la sobreestimación del modelo. Se ilustran algunos ejemplos de diagnósticos y como la relación stock-recluta puede determinar la condición del recurso. Uno de los elementos relevantes, es la influencia que tiene en el valor de B_0 y de las mejores recomendaciones para su estimación.

2.4.Comentarios CHOSAM vs JJM

- Se comenta que el modelo a emplear debe ser suficientemente flexible y fácil de usar para el tratamiento de datos. Del mismo modo debe facilitar el tratamiento de la incertidumbre y evaluación de hipótesis alternativas de comprensión de los datos y de los procesos. Se recomendó implementar la evaluación en base al modelo JJM

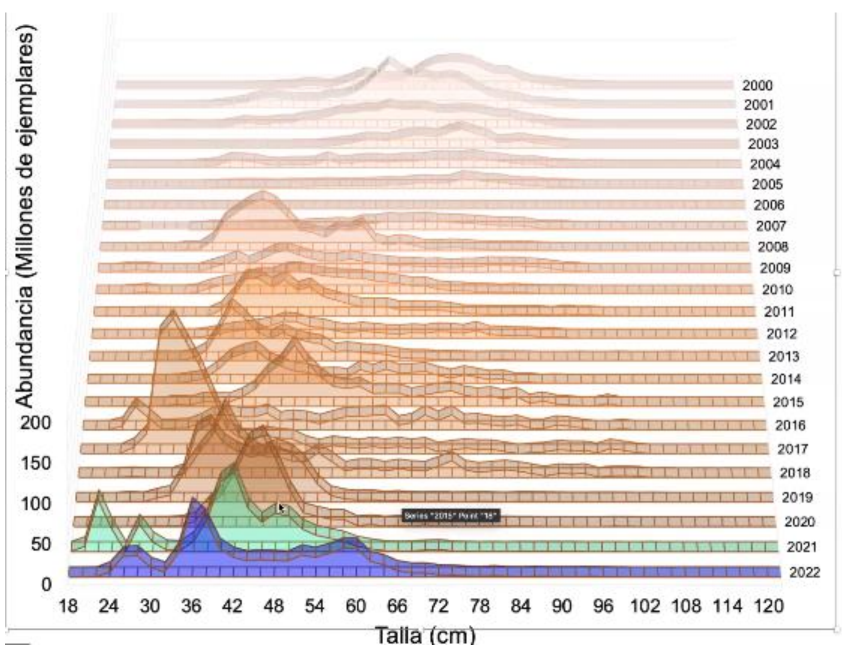
2.5.Ajuste de modelos

- Se discute de la influencia que tiene la heterogeneidad espacial la talla promedio de las capturas. Se recomienda documentar/revisar como se tratan los datos de composiciones de edades/tallas antes de su uso en el modelo de evaluación.

- Se discute sobre la incertidumbre en los niveles de desembarques de la pesquería de cerco y como esto afectaría el diagnóstico del recurso. Se complementa las aseveraciones que es poco probable tal nivel de error dado que en los años 90s había "carrera olímpica" por lo cual el subreporte no era de interés (Capitán com pers).

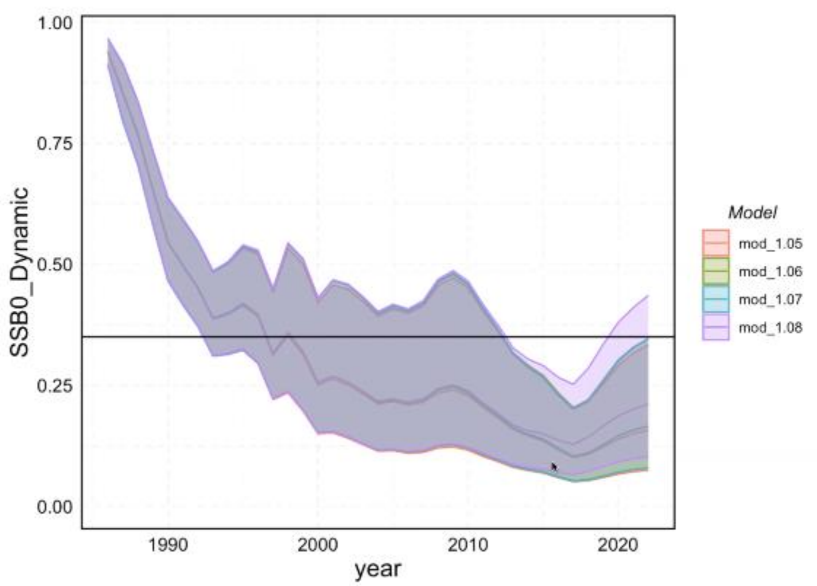
2.6.Datos de acústica

- Los datos de composiciones de tallas de acústica muestra el paso de clases anuales los años más recientes. Los estimados de biomasa no parecen reflejar esta situación y por ello la falta de mejor ajuste del modelo a los datos.



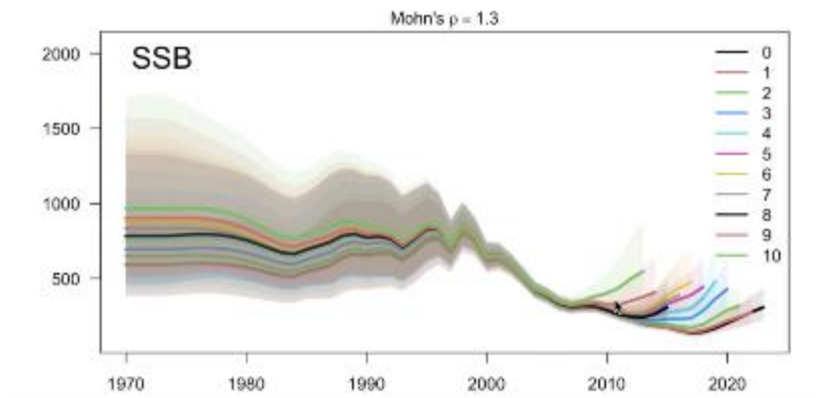
2.7. Uso de PBR dinámicos y sus consecuencias.

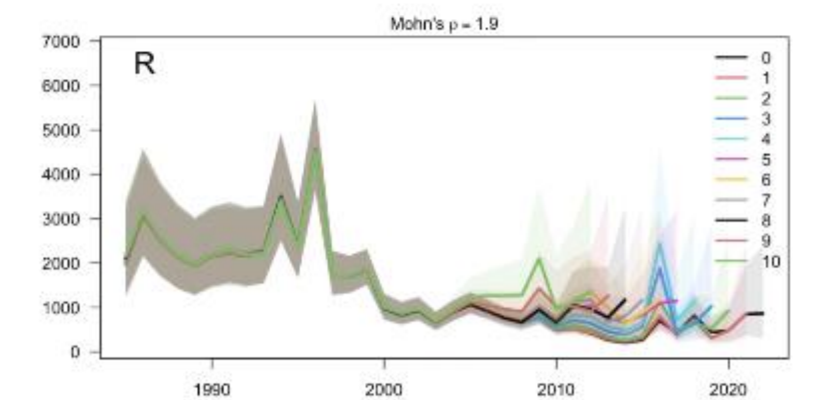
- Se destacan tendencia a la diminución y estado poblacional que podría estar por debajo del objetivo de manejo, dependiendo del escenario de productividad analizado. Se sugiere considerar el período más reciente para la estimación de la biomasa virginal dinámica. El ingreso de reclutamientos más importantes los últimos años deberían generar la recuperación poblacional. El status debe ser establecido con la serie histórica mientras que las proyecciones deberían considerar un escenario más conservador (e.g. período más reciente).

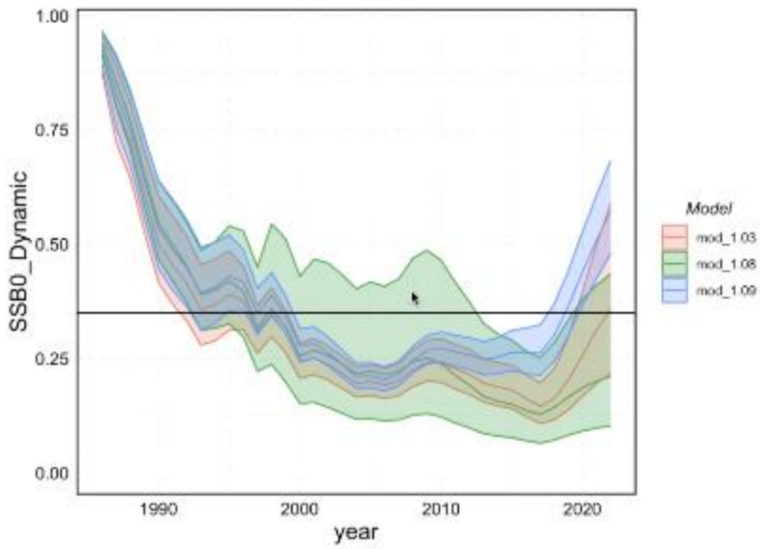


2.8. Modelo base.

- El modelo base considera la nueva serie de CPUE, el uso de bloques de capturabilidad y selectividad de la CPUE, bloques de selectividad en los cruceros acústicos. Se sugiere tomar el escenario más conservativo de la relación S/R (m1.09) en términos de proyectar los futuros reclutamientos. El modelo base considera las composiciones de edades y biomasa totales del crucero acústico. Se destaca del modelo un gran patrón retrospectivo y se sugiere incluir análisis adicionales de la selectividad de la flota, particularmente en los años más recientes. Otro aspecto que puede afectar a este patrón es el hecho de considerar una CPUE común para dos pesquerías. Se sugiere explorar este aspecto con CPUE para las dos flotas por separado. En general, el modelo no puede predecir la tendencia a la baja de la biomasa acústica aun cuando se excluya la serie de CPUE.







2.9.Diagnóstico basado en SPR dinámico (B0)

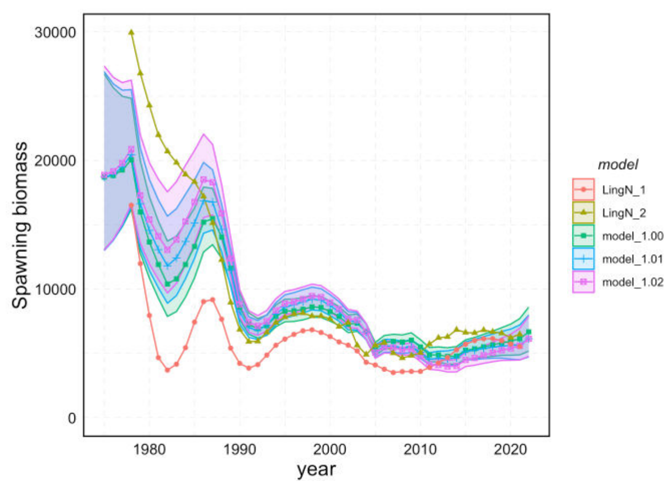
- Es un indicador factible y sencillo de estimar, comprensible, además de incluir los cambios en productividad a través de los años.

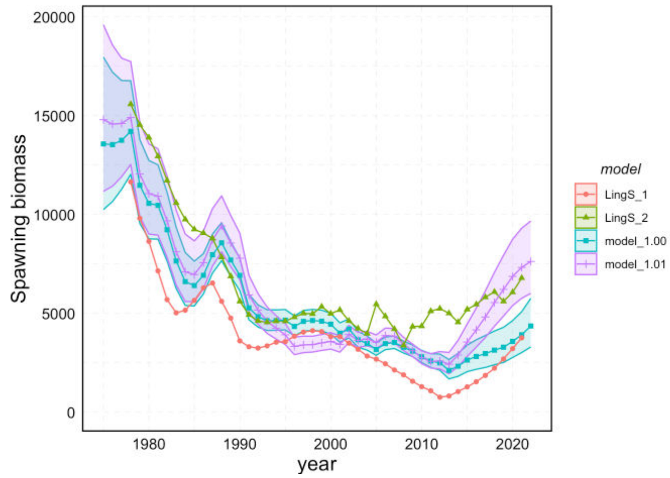
3. Congrio dorado

- El Dr. Jim Ianelli da a conocer los alcances y requerimientos para la implementación de modelos de evaluación de congrio dorado. Comenta sobre los escenarios que serán analizados. Compara el desempeño general del modelo de evaluación empleado por IFOP y los escenarios inicialmente propuestos.

2022.

Model	Description
lingN_1.00	Patterned off of the "newer" model option presented at the review (palangre CPUE index standardized w/ PC)
lingN_1.01	As 0.00 but with different CPUE series (as used in "base" model)
lingN_1.02	As 0.00 but with CPUE series developed by review panel.
lingS_1.00	Southern ling data, 2 fisheries, one index (CPUE of longline)
lingS_1.01	As in lingS_1.00, but with CPUE series developed by review panel.





3.1.Estandarización de la CPUE

- Zona norte

  - Se analizan los datos de CPUE con el fin de determinar un índice de abundancia apropiado. Se destaca el efecto del 2014 y de muy baja representatividad estadística y debería ser excluido del análisis. Se explica que esta situación se debe a los criterios de selección de datos previos a su análisis. Se modela la CPUE considerando interacciones de 1er orden como efectos aleatorios. El año, mes y buque son considerados efectos fijos. El resultado del GLM (enlace gama), indica que solo el efecto año y las interacciones relacionadas al mes fueron principalmente seleccionadas. Los resultados resultan ser muy similares a los inicialmente empleados.

  - Un segundo modelo consideró un modelo del log(captura) considerando como offset el esfuerzo de pesca. El modelo fue con enlace normal. El modelo generó altos niveles de error que hace desestimarlos.

- Zona Sur

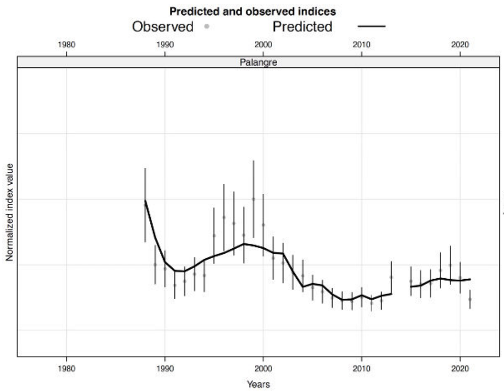
  - De manera similar, se analizan los datos de CPUE con el fin de determinar un índice de abundancia para el área. Se destaca el efecto del 2021 de un muy alto valor que debe ser verificado. Los resultados obtenidos son similares a los obtenidos por IFOP.

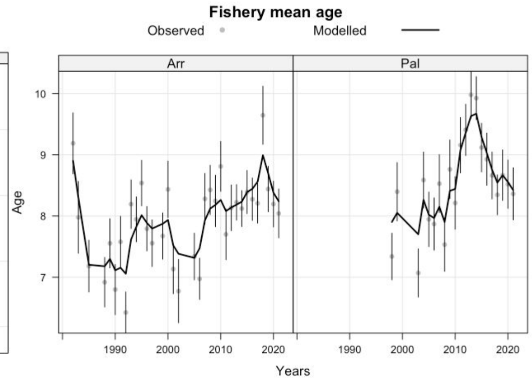
  - Se discute sobre la rigurosidad necesaria al tratamiento de los datos antes de su análisis. Estos análisis están basados en la pesquería de palangre cuya principal interacción es la pesquería de merluza del sur. Por ende, el tratamiento no está exento de subjetividad y sus posibles impactos como índices de abundancia.

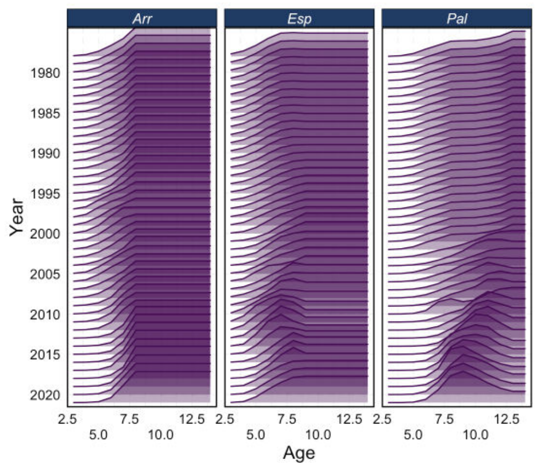
3.2.Modelos de evaluación

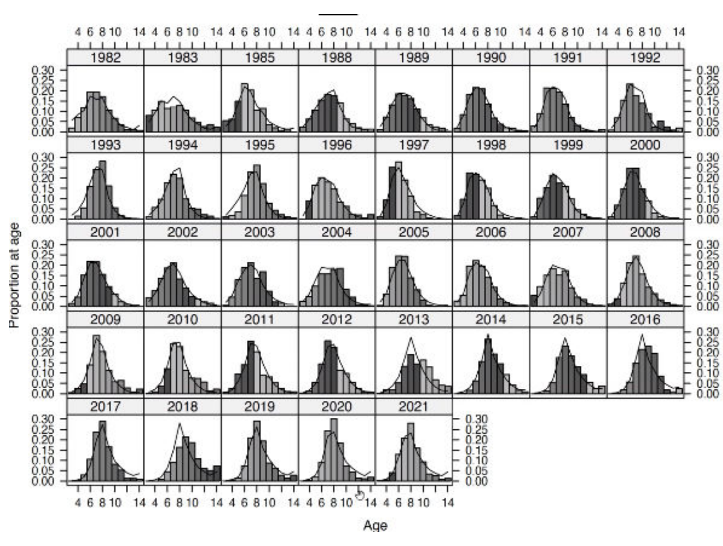
- Se presentan los detalles y datos del modelo empleado. Se discute sobre el efecto del peso medio y posibles impactos en la evaluación. Particularmente escenarios en los cuales los pesos promedios son considerados constantes versus escenarios de pesos promedios variables. Se recomienda desarrollar un modelo de proyección de pesos promedios para fines de estimación de la cuota. Se recomienda considerar/controlar como variaciones del 10% del peso medio para la misma edad entre años.

- Se presenta el ajuste del modelo de las composiciones de edades de las capturas, índices y capturas. En términos generales el modelo reproduce la información empleada y esto se debe en gran parte, a la flexibilidad de los patrones de selectividad variables por años y edades. Al respecto, se discute sobre la ventaja/desventaja incluir demasiados cambios en selectividad. La cantidad de cambios en bloques de selectividad debería estar ligada a la bondad de ajuste del modelo a los índices de abundancia.



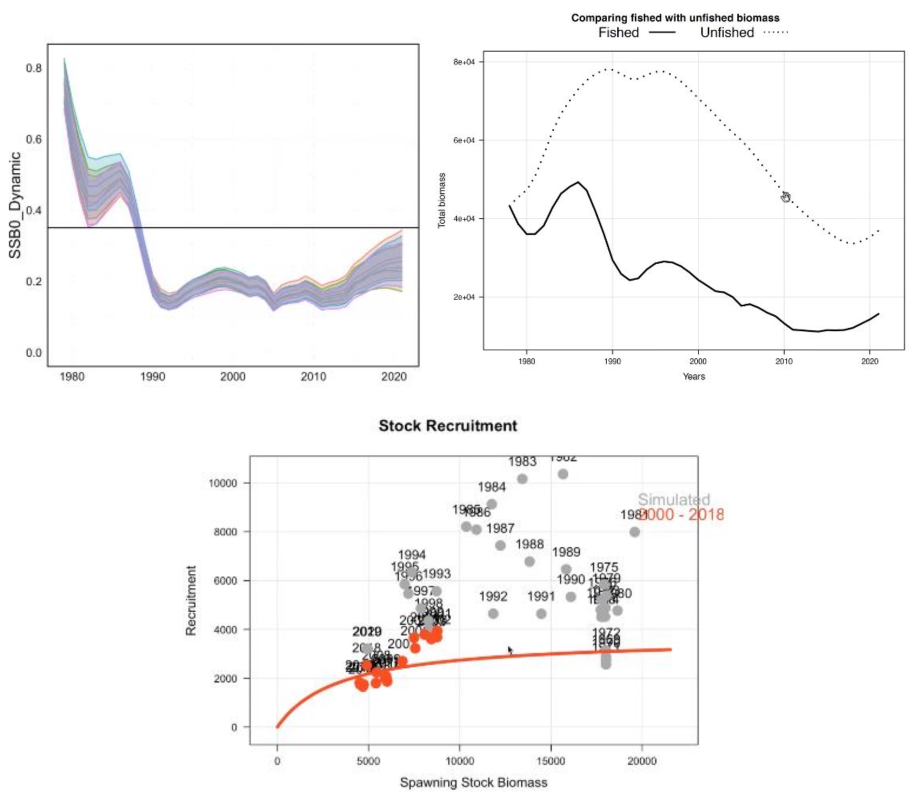






3.3.Status

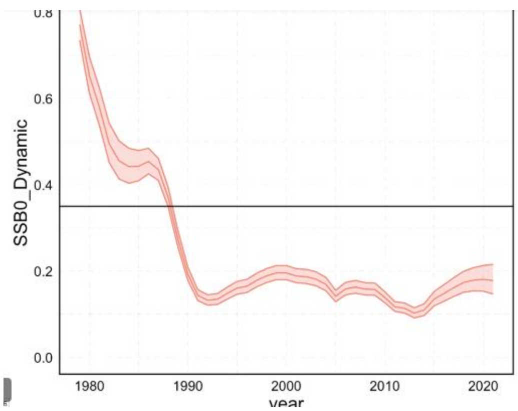
- Se muestra el efecto del status en base a B0 dinámico, el cual es propuesto para fines de diagnóstico. Se discute sobre la ventajas y desventajas del enfoque clásico de B0 de largo plazo. Se argumenta de las ventajas de B0 dinámico en base a que este puede recoger los cambios de régimen/escala en los reclutamientos, y se independiza del efecto de la relación stock recluta (período de años) considerada tradicionalmente en la estimación de B0 de largo plazo.

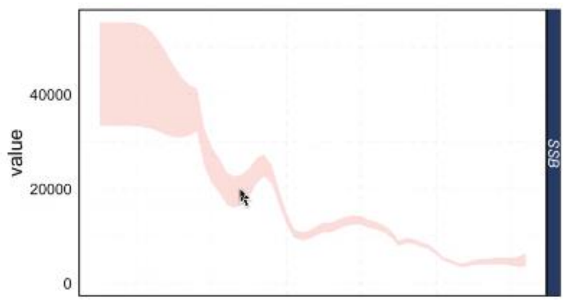


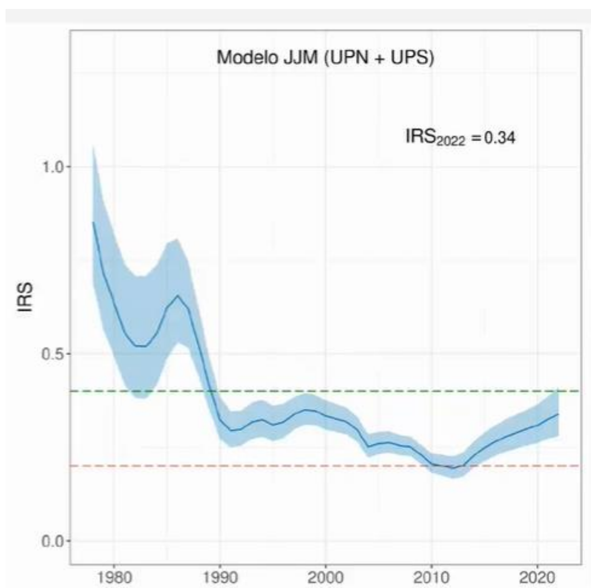
3.4.Modelo de un único stock

- Se discute la idea de implementar un modelo común para ambas zonas, pero con datos explícitamente de diferentes de flotas de norte y sur. Se discute si los argumentos son sustanciales para separar estas dos unidades. Se comenta de las implicancias para el manejo pesquero basado en dos unidades de stock. Se ilustra el ejemplo de Alaska en la cual hay varias unidades administrativas bajo la misma unidad poblacional.

- Los resultados muestran una reducción de la biomasa desovante similar a la estimada por Tascheri com. pers. (grafico color azul) con un modelo de datos combinados. Sin embargo, esta última presenta niveles de reducción poblacional ligeramente mayores. Las diferencias pueden estar relacionadas a los tamaños de muestra como a las series de CPUE estimadas por el panel de expertos. Los resultados parecen estar muy influenciados por la información de la zona norte caracterizada por un estado de sobreexplotación desde los 90s.



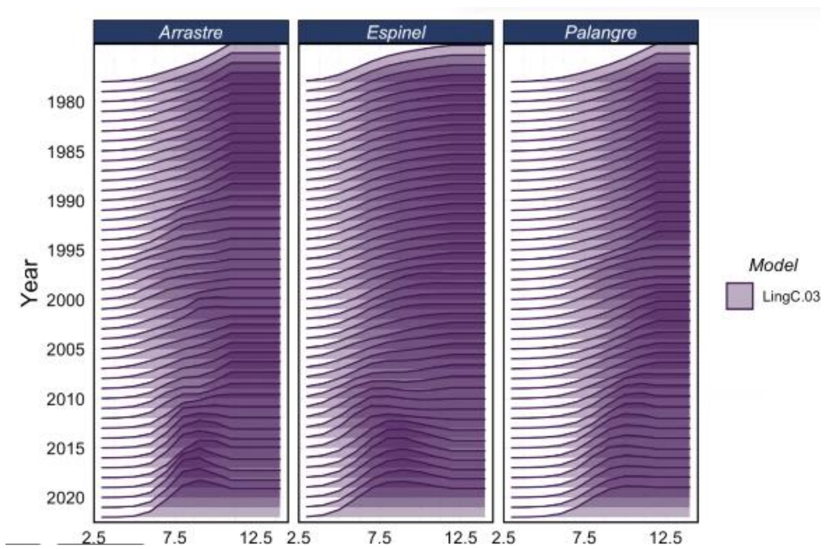




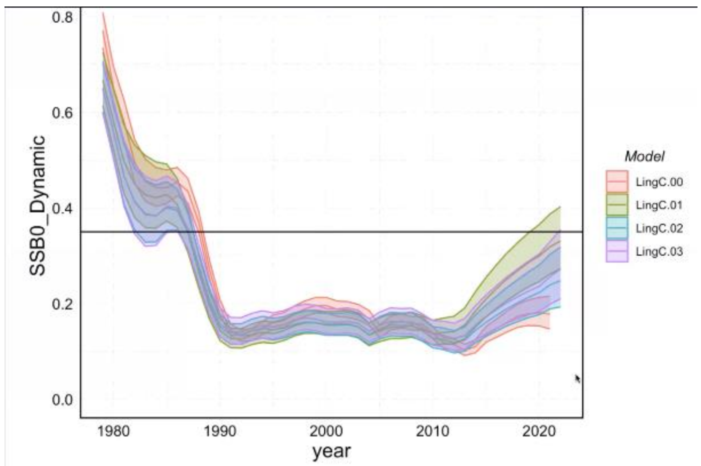
3.5.Extensiones al análisis del modelo único

- Se compara el desempeño de las dos aproximaciones de evaluar un único stock: flotas combinadas (C00) o flotas separadas. Se consideran todos los índices de abundancia disponibles. Los escenarios consideran esencialmente variaciones en la selectividad. Los resultados muestran en general reducción de la verosimilitud de la composición de edades y de los índices de abundancia (mejor ajuste del modelo a los datos).

Model	Description
lingC_1.00	Combined stocks (fleet disaggregated)
lingC_1.01	Combined stocks (fleet aggregated, as from Renzo (through 2022))
lingC_1.02	as lingC_1.01 but with palangre selectivity applied to index
lingC_1.03	as lingC_1.02 but with added flexibility in selectivities

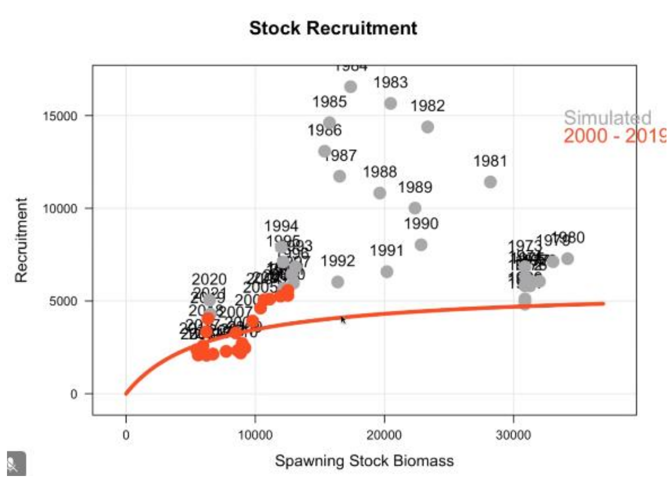


	LingC.00	LingC.01	LingC.02	LingC.03
catch_like	6.66	0.59	0.49	0.28
age_like_fsh	342.75	198.16	192.25	107.10
length_like_fsh	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_fsh	152.69	108.49	107.21	58.78
ind_like	130.73	28.13	17.31	13.38
age_like_ind	1.27	0.45	0.18	0.15
length_like_ind	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_ind	4.90	0.00	0.00	0.00



- Se discute sobre el período de reclutamiento (relación S/R) que se debería considerar para el diagnóstico de los años más recientes y sus perspectivas. Se recomienda ser conservativo en base al período más reciente. Es probable que estas consideraciones puedan determinar el desempeño de patrones retrospectivos (e.g merluza de cola). El diagrama de Kobe muestra distintos escenarios dependiendo del valor de B0 elegido.

- Se discute sobre el vector de peso promedio a emplear para la estimación de la biomasa y PBR. No existe una única opción, pero se recomienda consistencia en ambos casos. Este vector puede corresponder al promedio histórico o teórico (e.g. modelo de crecimiento).



3.6.Recomendaciones para el escenario base

- Se dan los antecedentes respecto del trabajo realizado en el CCT de la elección del modelo base. Se discute como incluir la incertidumbre entre modelos en la decisión de recomendación. Una opción es probar diferentes opciones en términos de la aproximación MSE. En términos generales se indica que es una elección entre el analista y el CCT. Algunos elementos del desempeño en verosimilitud y parsimonia, por ejemplo, deberían ser tomados en cuenta.

Luego de una ronda de debate general, la reunión termina el viernes 12 de enero a las 13.00

7.4.4 Reporte Taller Agencia Ejecutora Nacional

Reporte ejecutivo de 2 Taller para mejora experta de evaluación de stock de merluza de cola y congrio dorado (FIPA 2022-12)

Fecha: 9-12 enero de 2024
Lugar: Hotel Diego de Almagro, Valparaíso.

Resumen:

El presente reporte ejecutivo da cuenta de las principales actividades realizadas en el marco del Taller 2 de mejoramiento del proyecto de revisión de las evaluaciones de stock de merluza de cola y congrio dorado. Este taller se enfoca en el trabajo realizado por los expertos internacionales independientemente, Dr. Jim Ianelli y Dr. Jesús Jurado-Molina, y el experto independiente nacional Dr. Cristian Canales. En este sentido, los expertos presentan en una jornada de 4 días las mejoras que ellos proponen para los recursos merluza de cola y congrio dorado, el formato de trabajo sigue una agenda específica desarrollada previamente en acuerdo con la SSPA y los expertos, donde por medio de plataformas modernas de análisis, se presentan análisis que incluyen evaluaciones de stock y diferentes escenarios, a la vez de análisis diagnóstico y de revisión de los procesos de estandarización. Esta documentación, se encuentra detallada en una plataforma preparada en un repositorio github. El taller por lo tanto, tiene un formato de workshop siendo los mismos expertos quienes realizan una presentación dinámica en formato taller con demostraciones interactivas de los métodos de análisis, destacando el uso del modelo “jjm” modificado para los recursos merluza de cola y congrio dorado.

Sitio Taller 2 “mejoramiento”

El siguiente link, permite acceso al sitio del taller donde se puede ver en detalle la agenda, y acceder a los documentos utilizados y las presentaciones del taller 1 y 2 del presente informe. La sección “documentos y presentaciones”, contiene el material utilizado por los expertos en el desarrollo del taller donde archivos dinámicos linkeados a github, permiten ver los modelos empleados, configuraciones y otros.

Link taller 2

https://sites.google.com/view/proyecto-fipa-2022-12-workshop/inicio

Link taller 1

https://sites.google.com/view/proyecto-fipa-2022-12/inicio

Día 1 y 2 (recurso merluza de cola)

Acorde a formato de taller los días 9 y 10 de enero se realizado el taller para el recurso merluza de cola, donde el Dr. Jim Ianelli, comenzó su presentación con el establecimiento de construcción de diferentes modelos alternativos, sobre la base de información de Chile, y otro modelo que incorpora información del Atlántico. La configuración de estos modelos es presentada en forma dinámica el site señalado previamente.

Resumen de contenidos del taller por experto

- Modelos alternativos.
- Análisis Diagnóstico.
- Análisis de sensitividad: soportado en nuevas configuraciones o modificaciones a la información utilizada, así como, a series alternativas de CPUE, desembarques y cruceros.
- Escenarios con ausencia de información de cruceros.
- Revisión de opciones de manejo en la pesquería.

- Revisión de construcción de series alternativas de rendimientos (CPUE).

Estandarización de la CPUE (Dr. Jesús Jurado-Molina)

- La serie analizada cubre el período 1979-1996, las interacciones en esta serie son de primer nivel y con efecto fijo. Son aplicados criterios de selección de los predictores basado en la contribución de devianza del modelo.
- La cpue re-analizada no se diferencia de la originalmente modelada en los análisis de IFOP.
- Interacciones con efectos aleatorios, producen una disminución en la devianza e incremento del IA.
- En el período 2002-2021, se aprecia un incremento particular el año 2021. Este año se soporta en 525 lances, siendo bajo en consideración con años previos.
- Se aplican diferentes modelos y las tendencias son similares a las reportadas por IFOP. - El modelo con efectos aleatorios es descartado.
- Una posible explicación de las series estaría la veda de desove establecida el 2014, y el cierre de operaciones antes del término de la temporadas de pesca anual.

Biomasa acústica

- Se decide utilizar casos utilizando las estimaciones de biomasa y abundancia adulta, directamente producidas por el grupo de acústica, diferenciando estos modelos con aquellos utilizados por los evaluadores en la recomendación que re-estiman la abundancia y biomasa adulta incluyendo una ojiba de madurez construida con información de Chile y Argentina.

Modelo de evaluación

- El modelo objeto de la revisión CHOSAM, es contrastado con varios modelos implementados por los expertos y configuraciones (ver reporte experto para detalles), donde las diferencias vienen dadas por el uso o no de información del Atlántico, así como, para el uso de diferentes series de rendimientos y de estimaciones de abundancia hidro-acústica original sin modificación versus la tratada en CHOSAM que aplica un modelamiento con ojiva de madurez re-construida (Paya et al., 2023).
- Análisis de cambios en capturabilidad de la CPUE el año 2014 y en variaciones de la biomasa acústica de años recientes.
- La aproximación mostrada considera un único vector de madurez.
- La representación de edades promedio en cruceros es apropiada.

- Se debe chequear consistencia en biomasa desovante acústica y composiciones representadas. Un tratamiento de datos del crucero en la forma de un indicador no refleja el dato original y puede generar errores.
- Se presentan ajustes al modelo de estimación en base a datos de acústica sin aplicar criterios de ojiva madurez.
- Son explorados bloques de selectividad para la data proveniente de cruceros acústicos.
- Son presentados ajustes de diversos modelos, independientemente de la variabilidad entre modelos.
- El análisis retrospectivo muestra tendencia de sobreestimación.
- Diagnóstico basado en relación stock-recluta que determinan cambios en la la condición del recurso basado en la estimación de Bo

Comparativa CHOSAM versus JJM

- Se destaca la necesidad de utilizar una plataforma flexible para el tratamiento de datos.
- Facilitar el tratamiento de incertidumbre y evaluación de hipótesis alternativas para datos y procesos.
- Se recomienda implementar la evaluación en base al modelo JJM.

Ajuste de modelos implementados

- Es recomendado documentar y revisar el tratamiento de los datos de composiciones de edades y tamaños previo a su uso en la evaluación de stock.
- Hay incertidumbre en los niveles de desembarques de la pesquería de cerco y como esto afecta al diagnóstico.

Datos de acústica

- La de composiciones de tamaños de los cruceros de acústica muestran el paso de clases anuales.
- Las estimaciones de biomasa no reflejan esta condición y evidencia fallas de ajuste del modelo a los datos.

Aproximación Puntos Biológicos de referencia

- Tendencias a la diminución en la condición se relacionan con el escenario de productividad determinado por configuración de períodos para establecimiento de relación SR.
- La consideración de períodos recientes para estimación de la biomasa virginal dinámica debe ser incluida.

- Las determinaciones de estatus deben basarse en la serie histórica, mientras que las proyecciones en periodos recientes.

Modelo base

- El modelo utiliza la nueva serie de CPUE, uso de bloques para la capturabilidad en la CPUE, y bloques de selectividad en los cruceros acústicos.
- El modelo base considera composiciones de edades y biomasa totales del crucero acústico.
- Los problemas observados en los patrones retrospectivos, requieren continuar análisis y considerar este patrón en la determinación del status.
- Hay una posible problemática al utilizar una CPUE común para dos pesquerías.
- El modelo mantiene problemas para ajustar la baja de las biomasas acústicas.

Día 3 y 4 (recurso congrio dorado)

Los días 11 y 12 de enero se desarrolla el taller correspondiente a congrio dorado, comenzando con los alcances percibidos por el Dr. Ianelli y Dr. Jesús Jurado-Molina, donde se incluyen escenarios analizados comparados con el modelo utilizado por IFOP.

Estandarización de la CPUE (Dr. Jesús Jurado-Molina)

Zona norte

- El análisis de los datos de CPUE, indica que el año 2014 posee baja representatividad estadística, siendo excluido del análisis.
-La modelación de la CPUE, evalúa interacciones de primer orden como efectos aleatorios.
- El resultado del GLM, indica que solo el efecto año y las interacciones relacionadas al mes fueron principalmente seleccionadas.
- Un segundo modelo consideró un modelo del log(captura) considerando como offset el esfuerzo de pesca.

Zona Sur

- El efecto del año 2021 en la serie es alto, y requiere revisión mayor.
- Se identifican problemáticas de rigurosidad en el tratamiento de la información previo al análisis.
- Los análisis se basan en la pesquería de palangre cuya principal interacción es la pesquería de merluza del sur.

Modelos de evaluación de stock de congrio

- Es analizado el efecto del peso medio en la evaluación, específicamente en utilizar pesos medios constantes versus variables.
- El modelo reproduce la información facilitado por la flexibilidad de los patrones de selectividad.

Status

- Es analizado en efecto en el status en base a B0 dinámico, propuesto para fines de diagnóstico.
- El PBR dinámico puede recoger los cambios de régimen/escala en los reclutamientos, independizándose de la relación stock recluta.

Modelo con stock único

- El modelo de stock único debe ser implementado para ambas zonas considerando diferentes flotas operando (i.e. flota norte y sur), ya que se considera que los elementos que soportan unidades poblacionales segregados no son robustos a un enfoque de modelación para determinación del estatus.
- Es posibles la existencia de varias unidades administrativas basada en un único stock (i.e. pesquería de Alaska).

- Los resultados en la evaluación de stock presentan fuerte influencia por la explotación de la zona norte (sobre-explotación de los años 90).
- Es realizado un análisis comparativo en el desempeño de la aproximación de evaluar un único stock: flotas combinadas versus flotas separadas.
- El resultado es una reducción en la verosimilitud de las composiciones de edades y los índices de abundancia (mejor ajuste del modelo a los datos).
- La aproximación basada en relación SR, para el diagnóstico debe basarse en los años más recientes y sus perspectivas.

8 Conclusiones

El proyecto FIPA 2022-12 "Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola" en sus etapas de revisión y mejoramiento de las evaluaciones de stock, genero resultados que permiten establecer la necesidad de modificaciones en la aproximación metodológica aplicada a las evaluaciones de merluza de cola y congrio dorado. Por la naturaleza del proyecto, las conclusiones son una transcripción resumida de las observaciones y resultados generados por los expertos que se traducen en dos informes de avance específicos por taller 1 y 2, y una plataforma de modelación actualizada para modelar bajo diferentes hipótesis y configuraciones los recursos merluza de cola y congrio dorado.

En relación con la implementación de los modelos para ambos recursos, los expertos recomiendan utilizar una plataforma flexible de modelación, que permita evaluar diferentes hipótesis de forma simple, esto es ejemplificado con la implementación del varias configuraciones de modelos utilizando "JJM", donde el uso de diferentes datos es sencillo de realizar sin mayores modificaciones por personas capacitadas en modelos de evaluación y herramientas de análisis modernas (i.e. algoritmos, Rpackage y otros). En esta línea, el concepto que transmiten es el uso de modelos estandarizados y utilizados ampliamente que han sido objeto de revisión en variadas aplicaciones como son por ejemplo stock synthesis, amak, JJM entre otros, evitando modelos específicos por recursos, dependiente de la codificación realizadas por el evaluador del recurso.

Con respecto a la información, se indica la necesidad de revisar de forma mas profunda y detallada la información previa a su utilización en los modelos de evaluación de stock, y disponer de ellas de forma fácil y documentada, a la vez de generar herramientas de procesamiento rápido para transformar o visualizar la información (i.e. algoritmos y aplicaciones con visualizadores de procesos). Esto aplica por ejemplo a la información de desembarques, generación de estructuras de tamaños y edades, así como, su interpretación para configurar apropiadamente el modelos y sus componentes de varianza en los modelos, tanto para merluza de cola como para congrio dorado. En la misma línea, se refieren al trabajo de tratamiento de la información utilizada en la estandarización de tasas de captura y el efecto de tratamientos y selección de variables contra series nominales, especialmente para comprender el efecto que tiene la incorporación de determinadas variables o filtros sobre las series nominales.

En relación con el modelo en actual uso para merluza de cola, señalan la necesidad de utilizar una versión de mortalidad por continua y no una versión discreta, y trabajar un enfoque de modelo más tradicional en la evaluación del efecto de la mortalidad por pesca. Adicionalmente, suguieren incrementar la exploración de variaciones en la flexibilidad en los patrones de selectividad versus constante o por bloques y aplicar diferentes hipótesis respecto a la capturabilidad del crucero, evaluando sus efectos en las variables estimadas y desempeño del modelo. En aspectos de diagnósticos, indican que estos deben ser mayores y que existe espacio para desarrollar de forma más amplia diferentes diagnósticos al modelo y sus diferentes implementaciones.

En merluza de cola, los resultados dan cuenta del importante efecto al utilizar la serie de composiciones por edades total y desovantes del crucero acústico y las estimaciones de abundancia desovante, sin tratamiento previo a su utilización en el modelo. Por ello se sugiere utilizar la información en su forma original provista por la metodología acústica, sin realizar una nueva estimación de biomasa desovante y su composicion por edad.

De forma integral, señalan que las diferentes aproximaciones deben ser analizadas presentando el efecto de diferentes hipótesis, mostrando el efecto de estas y el uso de diferentes datos en la evaluación. En relación con los puntos de referencia se indica que es aconsejable utilizar proxies que nos se soporten en hipótesis de relaciones stock-recluta (funciones teóricas), en cambio sugieren PBR dinámicos u otros proxies. En relación con las proyecciones, indican que se deben usar series recientes de reclutamiento, mientras que para establecer el estatus señalan se utilize las series completas disponibles, es decir, la serie completa de modelamiento del stock.

Para el congrio dorado, se indica por parte de los expertos que no existen elementos que sustenten fuertemente la modelación de unidades poblacionales segregadas, y que sería posible modelar como una sola unidad poblacional, pero con diferenciación por zonas entre flotas (i.e. flota norte y sur). En el congrio el índice de abundancia (cpue), tiene alta importancia por no disponer de información de cruceros, la revisión del modelamiento y datos de los rendimientos y proceso de selección de variables da cuenta de problemas con los datos, aconsejándose necesidades de rigurosidad en los datos utilizados previo el proceso de estandarización. En relación con las proyecciones y de forma equivalente, se sugiere el uso de períodos recientes, mientras que la totalidad del período para las estimaciones de biomasa, y también incluir PBR dinámicos.

En relación con el manejo, se indica que la implementación de reglas de control debe ir en sintonia con la condición del stock, siendo necesario de desencadenen acciones de manejo con respecto a la situación del stock. Por ejemplo, señalan lo importante de establecer condiciones criticas de biomasa donde se realice una reducción de las capturas. En relación al modelo base para la toma de decisión, señalan se deben presentar los modelos y realizar análisis comparativos de las consecuencias del uso de datos e hipotesis, para establecer el modelo más realista sobre la cual se toma la decisión de manejo.

9 Referencias

FAO, **1997**. Informe de la Séptima Reunión del Grupo de Trabajo sobre Recursos Pesqueros. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 20–23 de mayo de 1997. FAO Informe de Pesca. No. 561. Santiago, Chile. 1997. 17p.

Gatica, C., A. Sepúlveda., C. Canales., N. Alegría, M. Arteaga., S. Núñez., L. Cisterna., S. Vásquez. **2023**. Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola. **Informe de Avance 1**. Proyecto FIPA 2022-12, 327 p.

Gatica, C., A. Sepúlveda., C. Canales., N. Alegría, M. Arteaga., S. Núñez., L. Cisterna., S. Vásquez. **2024**. Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola. **Informe de Avance 2**. Proyecto FIPA 2022-12, 325 p.

Gatica, C., A. Sepúlveda., C. Canales., N. Alegría, M. Arteaga., S. Núñez., L. Cisterna., S. Vásquez. **2024**. Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola. **Informe Prefinal**. Proyecto FIPA 2022-12, 408 p.

10 Anexos

10.1 Actas reuniones y minutas

10.1.1 Acta 1 reunión de coordinación inicial

PROYECTO FIPA 2022-12

“Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola”

ANTECEDENTES REUNIÓN

Fecha: 13/10/2022

Hora: 11.00-12.30

Proyecto: FIPA 2022-12 ”Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola”

Asistentes: Sr. Rafael Hernández (FIPA), Sr. Jorge Farías (Subsecretaría de Pesca), Sr. Cristian Canales (PUCV), Sr. Claudio Gatica (INPESCA), Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA) y Sr. Sergio Núñez (INPESCA).

Lugar Reunión: Formato telemático e híbrido vía plataforma ZOOM.

TEMARIO DE LA REUNIÓN

a) Presentación y contexto inicial del FIPA (Director FIPA)

b) Presentación del proyecto FIPA 2022-12 (Jefe de Proyecto)

c) Desarrollo de acuerdos y revisión de Términos Técnicos de Referencia.

MATERIAL DE APOYO A REUNION

Como material de apoyo a la reunión, se compartió:

i) Oferta Técnica (OT)

ii) Presentación formato PPT

iii) declaración de trabajo expertos internacionales (idioma Inglés acorde a TTR y OT).

PRESENTACIONES

Presentación FIPA (Sr. Rafael Hernández)

El director del FIPA, junto con dar la bienvenida a los participantes, destaca la importancia del presente proyecto por la trascendencia que tienen las evaluaciones de recursos para el manejo de diferentes pesquerías nacionales, y donde los procedimientos de revisión experta de estas evaluaciones cumplen un rol fundamental para alcanzar un estándar científico de calidad para la toma de decisión. Además, resalta que se deberían seguir desarrollando revisiones para diferentes recursos y que la revisión para merluza de cola y congrio presenta un alto interés para la administración y usuarios del sistema.

Presentación Inpesca (Jefe proyecto, Sr. Claudio Gatica M)

El Sr. Claudio Gatica presenta los objetivos generales y específicos relacionados con el proyecto FIPA 2022-12, orientado a una revisión y mejoramiento de las evaluaciones de congrio dorado y merluza de cola. Se revisan los hitos principales del proyecto relacionado con el tipo de revisión a desarrollar y que se refiere al modelo conceptual y de evaluación sobre la base de información disponible y resultados. Asimismo, se presenta el equipo de trabajo y la función hacia el proyecto de cada uno de sus integrantes, así como de los expertos internacionales y el experto nacional.

En la presentación, además de la coordinación inicial de fechas, se clarifica la necesidad de determinar sobre que informe y modelo será realizada la evaluación, los suministros y formatos necesarios de implementación de modelos, datos e informes, para efectuar la revisión y suministrar contenidos específicos de forma oportuna a los expertos internacionales. Otro aspecto es la coordinación con la Subsecretaría de Pesca, cuyo representante técnico para los fines del proyecto es el Sr. Jorge Farías. En el transcurso de la presentación se realizan consultas, acuerdos y sugerencias que se detallan a continuación.

RESUMEN INDICACIONES Y RECOMENDACIONES

Fechas del proyecto:

El proyecto FIPA 2022-16, se inicia administrativamente el 26 de septiembre de 2022. En consecuencia y acorde a TTR el primer taller de revisión debiese efectuarse al mes 5 de inicio. Luego, considerando que esta fecha (26 febrero 2023) presenta dificultades para coordinación producto de ser un período de vacaciones en diferentes entidades y disponibilidad de personal que debiese participar del Taller de revisión 1 (modalidad presencial), se acuerda buscar una fecha durante marzo en consulta con los expertos internacionales debido a las agendas de estos. Se acuerda indagar una fecha apropiada para el primer taller (Taller de Revisión) durante la segunda o tercera semana de marzo de 2023, previa consulta a los expertos revisores internacionales (Drs. Jim Ianelli y Jesús Jurado-Molina, así como el experto nacional Dr. Cristián Canales).

Locación y formato:

Se acuerda que el Primer Taller (taller de revisión) tendrá modalidad presencial y se efectuará en la ciudad de Viña del Mar. Se propone el Hotel Pullman (ex Hotel San Martín), por la calidad de sus instalaciones, entorno seguro y buen desempeño en talleres desarrollados con anterioridad para diferentes proyectos. El Segundo Taller (taller de mejoramiento) tendrá una modalidad híbrida (presencial/telemática), soportada esencialmente en plataforma de zoom para facilitar las tareas de traducción simultánea de ambos talleres. Se acuerda la proposición de realizar este taller en junio de 2023. Los equipos de trabajo podrán conectarse en grupos o bien de forma individual en el desarrollo del segundo taller de mejoramiento.

Idioma de taller:

Se establece que para un mejor entendimiento y en sintonía con los TTR, el taller de desarrolle esencialmente en inglés en lo referido a la presentación y discusión técnica de la implementación y resultados de las evaluaciones de stock y con la asistencia de traducción simultánea soportada de una traductora Interprete con experiencia en materias pesqueras, quien ya ha desarrollado variadas asistencias en diversos proyectos en el ámbito de pesquerías chilenas e internacionales.

Documentos base de evaluación:

Se determina que las evaluaciones a revisar tanto en su implementación (datos y códigos) como en los resultados (informes), sean aquellas utilizadas para asesorar la tarea del Comité Científico Técnico en octubre de 2022; esto es, el informe de avance de las evaluaciones para merluza de cola y congrio del año 2022. Por lo tanto, será esta configuración y sus resultados la que será la evaluada, requiriéndose la colaboración del Instituto de Fomento Pesquero y sus investigadores para compartir vía Subsecretaría de Pesca los Informes correspondientes en versiones Word editables para fines de traducción que corresponda, el modelo implementado base del informe y casos a través de códigos utilizados en formato de la evaluación (*i e*. archivos tpl, dat, control) y todo aquel elemento necesario para correr los modelos asociados al informe respectivo. Adicionalmente, se solicitará información referentes al monitoreo a partir del cual se construye el archivo de entrada al modelo y toda información necesaria como claves talla edad y base de datos de entrada en el análisis del índice de abundancia (estandarización CPUE), si alguno de estos índices se utilizó en el modelo revisado (*i e*. congrio). Esta última información adquiere importancia debido a que en otras revisiones los expertos han hecho consultas con respecto a la forma de análisis de índices de abundancia, generación de composiciones por edad y matrices de error en lectura de edad.

Reuniones de coordinación iniciales de partida del proyecto

En relación con la primera etapa del proyecto (puesta en marcha), se determinó efectuar un mínimo de 3 reuniones iniciales; a saber:

Reunión inicial coordinación FIPA-SSP-Agencia Nacional

Esta reunión es aquella destinada a la coordinación inicial entre la agencia, el FIPA y la SSP, estableciéndose los alcances de los TTR y fechas de hitos claves. Además, se establecerá el tipo de revisión y el material base a ser utilizado.

Reunión coordinación SSP-IFOP

Destinada a transmitir desde la SSP al IFOP, los alcances del proyecto, fechas de hitos relevantes y facilitar la entrega de material para la revisión en forma oportuna. Adicionalmente, se podrá requerir la cooperación activa de los Investigadores de IFOP para participar en los talleres de revisión y mejoramiento, y su disponibilidad para consultas que puedan originarse desde los expertos independientes, la agencia nacional y la SSP.

Reunión coordinación y trabajo SSP-IFOP-Agencia Nacional

Con el objetivo se atender consultas de IFOP y permitir el traspaso de datos y modelos para los fines de revisión. Así, como dar cuenta de la metodología base del proyecto y fechas hitos de actividades. Esta actividad tendrá un carácter presencial de parte de la agencia.

Tareas principales del proyecto

La naturaleza y experiencia de diferentes revisiones, y las características de las bases técnicas determinan que prácticamente la totalidad de las tareas principales del proyecto se concentren en los primeros meses con especial concentración en el período previo a los talleres, el desarrollo de los mismos y el trabajo posterior donde los expertos en su conocimiento e independencia determinan sus recomendaciones y/o correcciones a las evaluaciones. En consecuencia, al mes 10 (entrega 2do informe de avance), ya se habrán desarrollado los 2 talleres, entrega de informes de expertos, y participación de los mismos.

Difusión

Por solicitud del FIPA se establece que exista una fuerte difusión para tener talleres lo más amplio posibles en sus aspectos técnicos, y que la difusión de resultados se haga también extensiva a los comités de manejo y sus representantes. En materias de difusión se solicita que se desarrollen videos–capsulas con el principal contenido de las revisiones y actividades. En este contexto, el Instituto de Investigación Pesquera se compromete en apoyar esta tarea y preparar material para difusión en formato de videos.

10.1.2 Acta 2 Reunión de coordinación Agencia/SSP/FIPA/IFOP

ACTA REUNIÓN DE COORDINACIÓN Agencia/SSP/FIPA/IFOP

PROYECTO FIPA 2022-12

“Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola”

ANTECEDENTES REUNIÓN
Fecha: 9/11/2022
Hora: 15.00

Proyecto: FIPA 2022-12 ”Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola”

Asistentes: Sres: Rafael Hernández (FIPA), Jorge Farías (Subsecretaría de Pesca), Claudio Gatica (INPESCA), Aquiles Sepúlveda (INPESCA), Francisco Contreras (IFOP), Patricio Gálvez(IFOP), Ignacio Payá, Renzo Tascheri (IFOP),Cristian Vargas (IFOP), Renato Céspedes (IFOP), Edison (IFOP), Darío Rivas (Subsecretaría de Pesca).
Lugar Reunión: Hotel Diego de Almagro, Valparaíso.

Objetivo de la reunión

El objetivo de la reunión fue dar a conocer a los profesionales del Instituto de Fomento Pesquero, el objetivo general y específicos del proyecto. En este marco, transmitir los principales hitos del proyecto referidos al desarrollo de dos talleres de trabajo, el primero referido a un Taller de revisión (T1), y un segundo taller de Mejoramiento de las evaluaciones de stock de los recursos merluza de cola y congrio dorado (T2), clarificar las características generales de estos talleres, fechas de realización y requerimiento de participación y colaboración acorde a TTR, para el logro de objetivos planteados.
Como material de apoyo a la reunión, se realizó una PPT que fue remitida posterior a la reunión el Sr. Francisco Contreras (Jefe (I) departamento de evaluación de recursos) y al Sr. Jorge Farias (SSP).
i) Presentación Agencia Nacional (Sr. Claudio Gatica Molina)

El Sr. Claudio Gatica presenta los objetivos generales y específicos relacionados con el proyecto FIPA 2022-12, orientado a una revisión y mejoramiento de las evaluaciones de congrio dorado y merluza de cola. Se revisan los hitos principales del proyecto relacionado con el tipo de revisión a desarrollar y que se refiere al modelo conceptual y de evaluación de stock sobre la base de información disponible y resultados. Asimismo, se presenta el equipo de trabajo y la función hacia el proyecto de cada uno de sus integrantes, así como, de los expertos internacionales y el experto nacional.

En la presentación, además de la coordinación inicial de fechas, se clarifica la necesidad de determinar sobre que informe y modelo será realizada la evaluación, los suministros y formatos necesarios de implementación de modelos, datos e informes, para efectuar la revisión y suministrar contenidos específicos de forma oportuna a los expertos internacionales. Otro aspecto es la coordinación con la Subsecretaría de Pesca y el Instituto de Fomento Pesquero, cuyo representante para tareas de coordinación (i.e. traspaso de informes e información), corresponderá al Sr. Francisco Contreras. Una vez finalizada la PPT se da espacio para consultas y sugerencias por parte de investigadores del IFOP y representantes de la administración.

Expertos Internacionales y nacional

Para las tareas de experto, se dispone de los expertos internacionales, Dr. Jesús Jurado-Molina y Dr. James Ianelli, el experto nacional es el Dr. Cristian Canales (PUCV, entidad subcontratada).

Agenda

Se presentó la agenda establecida, que se tiene preparada para los fines del proyecto, con el objeto de informar oportunamente los tiempos a dedicar, y permitir las coordinaciones en cada institución participante. En esta agenda, a partir de T2, se indica que la fecha propuesta en junio será confirmada posteriormente, una vez que se terminen los hitos previos y se pueda establecer con los expertos e instituciones la disponibilidad de tiempos para dichas actividades

Taller	contenido	Fecha
T1	Taller 1 revisión	20-24 marzo 2023
IA1	Informe Avance 1	24-may-23
T2	Taller 2 mejoramiento	19-23 junio 2023
IA2	Informe Avance 2	23-ago-23
IP	Informe Pre-final	23-nov-23
IF	Informe Final	23-ene-24

Programa Taller

Agenda

Se presentó la agenda general para el Taller 1 (T1), con el objeto de establecer que el tipo de revisión para este proyecto, dado sus TTR tiene un marcado objetivo hacia la revisión del modelo de evaluación de stock para los recursos congrio dorado y merluza de cola.

Day 1

Welcome & Introductions

General presentation of the review process

Life history and spatial considerations of the stock and fishery

Day 2

Monitoring program; information for the assessment

Day 3

Stock Assessment review: Model structure.

Stock Assessment : Setting.

Day 4

Stock Assessment review: Stock status.

Day 5

Harvest strategies

Stock diagnostic

Formato de Taller de revisión y mejoramiento para tareas de colaboración y presentación de modelos

Se solicita la participación de investigadores de IFOP, para participar en taller y presentar contenidos en su especialidad acorde a la agenda propuesta.

Se dispondrá de traducción simultánea para aquellos investigadores que lo requiera.
Las presentaciones deben idealmente ser presentadas en inglés (power point u otro), para una mejor comprensión de detalles por parte de expertos.
El taller presencial será desarrollado en salones de hotel Pullman Viña del Mar (ex San Martín) o alternativamente en Hotel Marina del Rey.
La agenda definitiva, será presentada y con el debido tiempo de antelación con los representantes de cada institución para coordinación final previa a talleres 1 y 2.

Documentos e información base para el proceso de revisión FIPA 2022-12

Documentos:
Informe de CTP para la asesoría efectuada el año 2022, con recomendación cuota para el 2023 y modelo asociado al informe tanto en archivos de datos de entrada y los correspondientes al modelo y su configuración (*.tpl, dat, ctl, etc), con el objeto que los expertos pueden reproducir los resultados presentados en informe(s) respectivo(s).
Informe de revisiones por pares desarrolladas al recurso como parte del programa de mejoramiento.
Congrio (C. Francis, 2015)
M. cola (Quinn,T. & S. Cox, 2011; Stewart, I & D. Hanselman, 2012)
Información:
Datos y parámetros de entrada que se utilizaron en las evaluaciones de stock para el cálculo de cuota.
Bases de datos de los programas de seguimiento;
Información de estructuras de tallas expandidas a la captura y claves talla-edad.
Información y base datos cruceros acústico (i.e. merluza de cola).
Información utilizada para última estandarización de rendimientos incluida en evaluación de stock (informe, data entrada y algoritmo estandarización).

RESUMEN INDICACIONES Y RECOMENDACIONES

Locación y formato:
Se acuerda que el Primer Taller (taller de revisión) tendrá modalidad presencial y se efectuará en la ciudad de Viña del Mar. Se propone el Hotel Pullman (ex Hotel San Martín), por la

calidad de sus instalaciones, entorno seguro y buen desempeño en talleres desarrollados con anterioridad para diferentes proyectos. El Segundo Taller (taller de mejoramiento) tendrá una modalidad híbrida (presencial/telemática), soportada esencialmente en plataforma de zoom para facilitar las tareas de traducción simultánea de ambos talleres. Se acuerda la proposición de realizar este taller en junio de 2023. Los equipos de trabajo podrán conectarse en grupos o bien de forma individual en el desarrollo del segundo taller de mejoramiento.

Idioma de taller:

Se establece que para un mejor entendimiento y en sintonía con los TTR, el taller de desarrolle esencialmente en inglés en lo referido a la presentación y discusión técnica de la implementación y resultados de las evaluaciones de stock y con la asistencia de traducción simultánea soportada de una traductora Interprete con experiencia en materias pesqueras, quien ya ha desarrollado variadas asistencias en diversos proyectos en el ámbito de pesquerías chilenas e internacionales.

Documentos base de evaluación:

Se determina que las evaluaciones a revisar tanto en su implementación (datos y códigos) como en los resultados (informes), sean aquellas utilizadas para asesorar la tarea del Comité Científico Técnico en octubre del 2022, esto es, el informe de las evaluaciones para merluza de cola y congrio desarrollada y presentada el 2022 que incluye la recomendación de cuota para el 2023. Por lo tanto, será esta configuración y sus resultados la que será la evaluada, requiriéndose la colaboración del Instituto de Fomento Pesquero y sus investigadores para compartir vía Subsecretaría de Pesca los Informes correspondientes en versiones Word editables para fines de traducción que corresponda, el modelo implementado base del informe y casos a través de códigos utilizados en formato de la evaluación (*i e*. archivos tpl, dat, control) y todo aquel elemento necesario para correr los modelos asociados al informe respectivo. Adicionalmente, se solicitará información referentes al monitoreo a partir del cual se construye el archivo de entrada al modelo y toda información necesaria como claves talla edad y base de datos de entrada en el análisis del índice de abundancia (estandarización CPUE), si alguno de estos índices se utilizó en el modelo revisado (*ie*. congrio). Esta última información adquiere importancia debido a que en otras revisiones los expertos han hecho consultas con respecto a la forma de análisis de índices de abundancia, generación de composiciones por edad y matrices de error en lectura de edad.

En relación con los documentos base de revisión, se estableció con la Subsecretaría de Pesca y el FIPA, aprovechar el conocimiento del español por parte del experto Jesús Jurado- Molina y del Dr. James Ianelli, a quienes se les consulto si requerían una traducción completa de los informes de evaluación de stock señalados. Sobre el particular, indica que no requieren los documentos traducidos, y en caso de necesitar traducción lo indicaran oportunamente previo al Taller 1 (marzo 2023). Esta posibilidad, permite a su vez incluir actividades necesarias no incluidas en la oferta técnica como es mayores esfuerzos en tareas de difusión del proyecto a través de la realización de videos capsulas entre otros.

Respuesta de IFOP a las tareas de apoyo al proyecto de revisión

El Ifop a través de su equipo profesional, señala un ánimo y compromiso de colaboración y participación en las tareas requeridas, cumplimento con lo expresado en el proyecto formulado por la Agencia Nacional en concordancia con los TTR. Sobre los tiempos, solicitan se informen con debida antelación fechas y programas de los talleres 1, y posteriormente 2, para fines de coordinación. Sobre los canales para el traspaso de informes y datos. Se establece como canal entre la Subsecretaría de pesca y el IFOP, a los profesionales Sr. Jorge Farías y el Sr. Francisco Contreras. En particular, para el Taller 1 (revisión) se indica por parte de IFOP que los informes de cuota y modelos (códigos, archivos de datos y control) se encuentran disponibles, y serán traspasados a las SSP para el trabajo por parte de la agencia, siendo canalizados hacia los expertos internacionales en las tareas de preparación del Taller 1.

Consideraciones al proceso de asesoría contractual anual de IFOP y la SSP, en las evaluaciones de stock y recomendaciones de cuota para el 2023.

El Ifop manifiesta su preocupación por los tiempos destinados al trabajo del Taller 2 (benchmarck), ya que coincide con compromisos de informes y análisis para la asesoría anual. En este sentido, los representantes de la Subsecretaria de Pesca, Sr. Jorge Farías y Sr. Dario Rivas, señalan que se darán todas las facilidades para que los investigadores puedan participar en el taller 2, modificando fechas de entregas de informes u otro con el fin de desarrollar y apoyar de la mejor forma posible las tareas del presente proyecto. Además, se indica que los resultados del estudio FIPA 2022-12, no debiesen ser considerados en el proceso de manejo del año 2023, y recomendación para el 2024. De tal forma que la asesoría avance de forma independiente al trabajo que se desarrolla en el marco del proyecto de revisión.

Sobre la confidencialidad de informes, contenidos y datos.

En el marco del proyecto, tanto los modelos como la información serán resguardados en un contexto de confidencialidad en el uso de la información. Lo misma característica, ha sido expresada en las declaraciones de trabajo de los expertos internacionales.

Requerimiento de la Subsecretaria de Pesca previo a hitos de revisión.

Desarrollar un encuentro previo al comienzo del Taller 1, para plantear su visión de requerimiento para la asesoría, en la búsqueda del desarrollo de un plan de mejoras basada en opinión experta que responda a los objetivos del manejo.

Consideraciones para el desarrollo de los Talleres 1 y 2.

En las conversaciones de trabajo, se expresa por parte de investigadores de IFOP, que la modalidad de trabajo dividido en grupos mañana y tarde por recursos, ha resultado confusa en pasadas revisiones, recibiendo recomendaciones por parte de los expertos de desarrollar el trabajo por recurso. En el caso del actual proyecto, por tratarse de la revisión de dos recursos merluza de cola y congrio dorado (norte y sur), se recibe la sugerencia con el objeto de modificar el trabajo en un esquema por bloques, destinando 2 días y medio por recurso. La agenda específica, será preparada y revisada por la agencia nacional para luego definir con la SSP e informar oportunamente a la entidad revisada (IFOP).

10.1.3 Acta 3 Reunión modificación fechas y formato de Taller 2 "Benchmark"

ACTA REUNIÓN SOLICITUD DE MODIFICACION EN FECHA Y FORMATO TALLER 2 (Benchmark)
PROYECTO FIPA 2022-12

"Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola"

ANTECEDENTES REUNIÓN
Fecha: 14/11/2022
Hora: 11.00

Proyecto: FIPA 2022-12 "Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola"

Asistentes: Sres: Rafael Hernández (FIPA), Jorge Farías (Subsecretaría de Pesca), Claudio Gatica (INPESCA), Aquiles Sepúlveda (INPESCA), Cristian Canales (PUCV).

Formato de la Reunión: Remoto.
Objetivo de la reunión

El objetivo de la reunión es evaluar una modificación en la fecha de desarrollo ejecución del taller 2, trasladándolo del mes de junio a noviembre de 2023. Adicionalmente, se considera modificar su formato telemático (considerado en la oferta técnica y económica del proyecto) a uno presencial de características equivalentes al Taller 1.
Material para reunión
Se expusieron dos presentaciones. En la primera de ellas, Aquiles Sepúlveda da cuenta de las características de un benchmark sobre la base de la experiencias del ICES. Luego, Claudio Gatica (Jefe de Proyecto) presenta las consecuencias administrativas asociadas con un cambio de fechas y formato presencial, enfocadas en cambios en las fechas de informes y nuevos costos por ítems equivalentes a Taller 1, esto es: Viaje expertos, traslado

investigadores, arriendo salones, alojamientos, servicio de traducción simultánea entre otros. Se adjunta recalendarización sugerida (ver Anexo).

Temas discutidos

Sobre el Taller de Mejoramiento (benchmark)

En relación con el Taller Benchmark, se destaca la importancia de disponer de la información base utilizada en preparar la información de entrada al modelo de evaluación de stock. Esto favorece la transparencia del proceso de revisión tanto en datos como en el modelo de evaluación. Además, esto permite una adecuada coordinación entre grupos que aportan en la generación de datos e información con quienes ocupan esta información. De este modo, se hace relevante que la unidad revisada colabore de forma activa para el éxito del proceso. Adicionalmente, se destaca que el proceso de revisión es independiente al proceso de asesoría anual, siendo los avances y resultados utilizados en próximas asesorías, y donde futuros benchmark deben ser realizados idealmente con frecuencia de 3 a 5 años con el objeto de poder realizar los cambios y mejoras.

Sobre materias administrativas

Se hace ver por parte de la agencia responsable del proyecto que un cambio del Taller 2 hacia noviembre y en formato presencial, implica necesariamente una modificación de los costos del proyecto, por lo tanto, sería necesario cuantificar estos costos y de ser requerida esta modalidad de trabajo por parte del equipo sectorial, el Director Ejecutivo del FIPA señala que es factible realizar cambios de hasta un 30% adicional del monto de este proyecto, siempre y cuando la unidad sectorial así lo vea necesario y lo requiera. Dicha solicitud debe ser aprobada por el Consejo del FIPA. En todo caso, se observa que ambas instancias requerirán una modificación del contrato suscrito y renovación de boleta de garantía. También, se observa que es importante y de hacerse estos cambios, se considere organizar el requerimiento de fondos de este proyecto sin que se vea afectado el presupuesto respectivo del año 2023.

Disponibilidad de expertos

La consulta de modificación en Taller 2, implica una nueva consulta a los expertos internacionales, Dr. Jim Ianelli y Dr. Jesús Jurado-Molina, con el objeto de conocer su disponibilidad de tiempo para poder participar presencialmente en este Taller en noviembre en Chile.

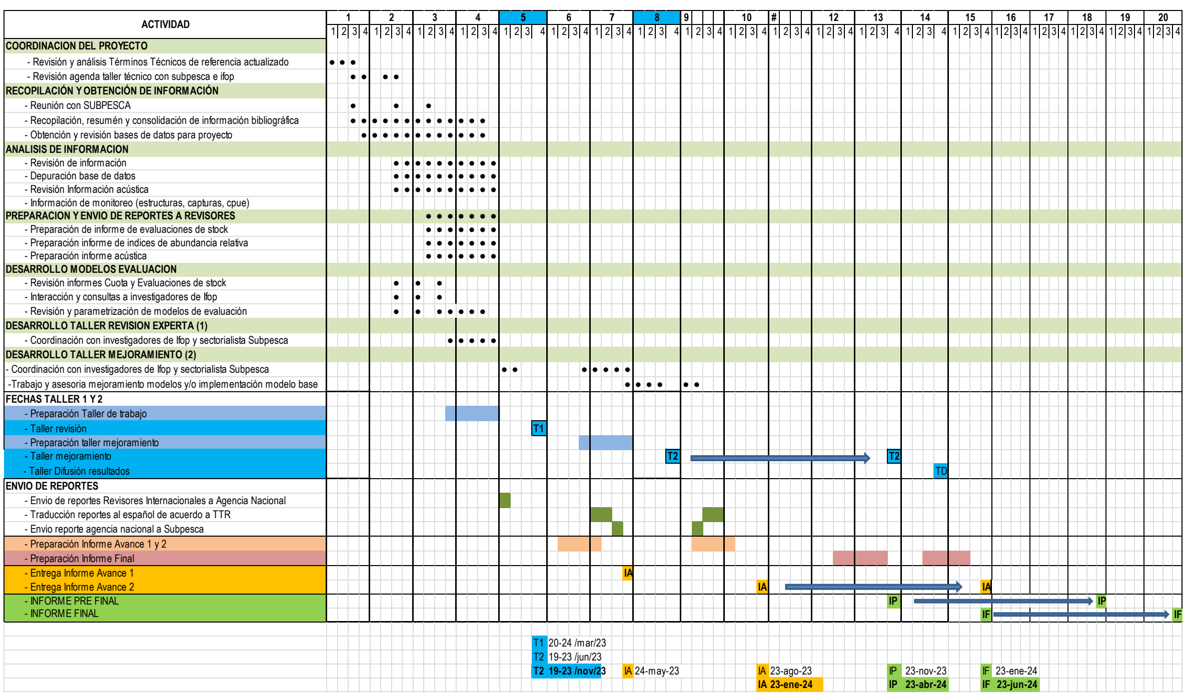
Acuerdos de la reunión

Por parte de la agencia, se compromete como primera actividad realizar una consulta inmediata a los expertos con el objeto de conocer su disponibilidad de tiempo para participar de este Taller 2 de forma presencial en noviembre de 2023. Una vez conocida esta situación, se continuará con evaluación de costos de los cambios en el proyecto para coordinar con SSPA y FIPA una posible modificación al contrato del mencionado proyecto, y realizar los cambios que correspondan en un nuevo anexo de OT.

Una consecuencia de un posible traslado del Taller 2, hacia el mes de noviembre implica modificaciones en las fechas de entrega de los informes de avance 2, pre-final y final. Así como del desarrollo del taller de difusión previo a la entrega del informe Final. En la sección de anexo se incluye una Carta Gantt con modificaciones, incluidas nuevas fechas de informes (Tabla 1 y 2).

Anexo

Tabla 1. Carta Gantt modificada en caso de trasladar taller 2 de junio a noviembre de 2022.



Taller 2. Detalle de principales hitos del proyecto entre Oferta Técnica en desarrollo y modificaciones en caso de cambio de taller 2 (*).

Taller	contenido	fecha	Fecha modificada
T1	Taller 1 revisión	20-24 marzo 2023	20-24 marzo 2023
IA1	Informe Avance 1	24 mayo 2023	24 mayo 2023
T2	Taller 2 mejoramiento	19-23 junio 2023	*19-23 noviembre 2023
IA2	Informe Avance 2	23 agosto 2023	*23 enero 2023
IP	Informe Pre-final	23 noviembre 2023	*23 abril 2024
IF	Informe Final	23 enero 2023	*23 junio 2024

10.1.4 Acta 4 Diseño de trabajo de Taller 2 "Benchmark"

ACTA REUNIÓN DISEÑO DE TRABAJO TALLER 2 (Benchmark) PROYECTO FIPA 2022-12

"Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola"

ANTECEDENTES REUNIÓN

Fecha: 13/6/2023
Hora: 15.30

Proyecto: FIPA 2022-12 "Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola"

Asistentes: Jorge Farías (Subsecretaría de Pesca), Claudio Gatica (INPESCA), Aquiles Sepúlveda (INPESCA), Danilo de la Rosa (Subsecretaria de Pesca), Dario Rivas (Subsecretaria de Pesca), Sergio Nuñez (INPESCA).

Formato de la Reunión: Remoto.
Objetivo de la reunión

El objetivo de la reunión es revisar los términos de referencia para el diseño del trabajo del Taller 2 “Mejoramiento Evaluaciones de stock de merluza de cola y congrio dorado” sobre la base de los resultados del Taller 1.

Material para reunión

Se apoyo la reunión con una presentación preparada por la agencia. Los contenidos de la presentación fueron:

- Objetivos del proyecto específicos del taller 2
- Resultados de primera etapa que determinan las tareas principales para taller 2
- Agenda del proyecto (talleres e informes)
- Formato y diseño de taller (fechas, agenda, características etc).

Temas desarrollados

Revisión objetivos del proyecto con énfasis en alcances para taller 2

Se revisaron los objetivos del proyecto, en especial lo referido a los alcances para el taller 2 de mejoramiento. Dado los resultados del talle 1, que indicaron modificaciones de fondo en la estructura de los modelos, determinando la necesidad de implementar un modelo base candidato para merluza de cola y congrio dorado.

Esquema taller 2

El taller 2, se realizará en modalidad presencial acorde a solicitud de la Subsecretaria de Pesca con fin de desarrollar el trabajo en óptimas condiciones por ello los expertos internacionales, Dr. Jim Ianelli y Dr. Jesús Jurado-Molina, deberán desarrollar tareas presenciales en el taller 2, a desarrollarse la segunda semana de enero de 2024.

De forma equivalente a taller 1, la agencia proporcionará el apoyo logístico y servicios para este taller, lo que implica arriendo de sede, pasajes, servicio de streaming, preparación de taller y otros.

Resultados técnicos obtenidos taller 1

Mcola:

- Implementar modelo que abarque información de aguas de Argentina como Chile.
- En proyecciones utilizar relación S-R para ver efecto de la pesca.
- Proyecciones en corto plazo.
- Evitar uso captura estacional en supuesto del modelo (ecuación de Pope).
- Revisar la estandarización por diferencias en altas tasas en coincidencia con bajos desembarques (inusual).

Congrio dorado:

- Modelo sin separación por unidades poblacionales.
- Problemas de estandarización en las series
- Diagnóstico de modelo con limitaciones.
- Desempeño del modelo deficiente en términos de ajuste.

Logros y etapas concretadas del proyecto

- Alta presencia y participación
- Disponibilidad de traducción simultánea
- Acceso a streaming para participar de reunión
- Participación de investigadores del Atlántico
- Posibilidad de interacción y acceso a evaluación de mcola en el Atlántico.
- Informe consolidado de expertos
- Informe de avance 1 entregado
- Solicitud de incremento en presupuesto gestionado y recepcionado.

Características taller 2

El taller 2 de mejoramiento, requiere un desarrollo esencialmente técnico, ya que se debe avanzar en establecer uno o varios modelos base candidatos sobre la base de los resultados del taller 1, consolidados en el informe de expertos internacionales, y el informe de avance 1 del proyecto (enviado 24/5/2023). Dada la naturaleza del trabajo, se establece que el trabajo en estos modelos base por parte de los expertos con apoyo en la agencia, deberá estar desarrollado previamente al taller, donde esencialmente se presentaran los modelos base, y los análisis diagnósticos de estos junto a descripción detallada de sus características.

- Lugar, ciudad de Valparaíso
- 4 días (2 días efectivos por recurso)
- Participantes invitación con énfasis en aspectos técnicos
- Servicio de streaming.
- Diseño agenda enfocada a revisión de modelo base y ensayos de escenarios para determinar un estatus basado en modelo base candidato.
- Formato de taller técnico, revisión de implementación y supuestos modelados.
- Capacitación (a consultar o demostración).

Acuerdos para taller 2

En relación a la sede, este se desarrollará en la ciudad de Valparaíso, y se ha solicitado incremento de presupuesto para poder ser realizado en modalidad presencial. El taller tendrá una característica esencialmente técnica, y se buscará que los participantes sean cercanos y con interés en aspectos técnicos de modelación, manejo y conocimiento de la pesquería. Se dispondrá de servicio streaming, y se preparará una pauta de trabajo con las principales necesidades de la administración y el proyecto, para consolidar el trabajo previo de los expertos y agencia para el taller, de tal forma de disponer del material y modelos para el trabajo (Doc_lineamientoT2.doc).

Agenda del proyecto

actividad	Fecha
Taller 1- revisión	20-24 marzo 2023
Taller 2- mejoramiento	2da semana enero 2024

Informe avance 1	24/05/2023
Informe avance 2	12/03/2024
Pre informe Final	12/06/2024
Informe Final	12/08/2024

10.1.5 Minuta M1Reunión Expertos con Jefe proyecto FIPA 2017-46

“ANTECEDENTES DE HISTORIA DE VIDA Y PESQUERIA DE CONGRIO DORADO ”

Fecha: jueves 2 de marzo de 2023

Hora: 14.30

Formato: telemático vía Teams

PARTICIPANTES:

- Dario Rivas (Subsecretaria de Pesca)
- Danilo de la Rosa (Subsecretaria de Pesca)
- Sergio Núñez (INPESCA
- Aquiles Sepulveda (INPESCA)
- Claudio Gatica (INPESCA)
- Cristian Canales (INPESCA)
- Jim Ianelli (experto internacional)
- Jesús Jurado molina (experto internacional)

Objetivo de la reunión

El principal objetivo de la reunión es transmitir a los expertos internacionales aspectos biológicos y pesqueros de la pesquería de congrio dorado, por parte de uno de los investigadores nacionales con alta experiencia en la pesquería. Es así como se organizó una charla en acuerdo con los profesionales a cargo del proyecto de la Subsecretaria de Pesca, para los expertos internacionales en el contexto de suministrar conocimiento a los expertos tanto en material de revisión, como en la transmisión de conocimiento por parte de investigadores independientes con experiencia en la pesquería.

Desarrollo de la reunión

La reunión se inicia con la presentación por parte del Jefe de Proyecto. Sr. Claudio Gatica que da cuenta de los objetivos y la presentación del Investigador que dicta la charla el Dr. Rodrigo Wiff, investigador asociado del centro CAPES-UC. El profesional es uno de los investigadores con mayor número de investigaciones recientes en congrio, además de haber conducido el último proyecto en la pesquería del congrio dorado FIPA 2017-47.

Principales contenidos

- El primer bloque de presentación de refiere a la opinión con respecto al tipo de investigación que se ha desarrollado en congrio, la cual puede ser identificada en dos grandes ramas. Una orientada a conocer y determinar las unidades de stock existente y otra referida a la generación e interpretación de índices de abundancia. En esta línea adquiere importancia la revisión de las tácticas de pesca asociadas en la determinación de la CPUE. Además, se revisan aspectos de índices de abundancia basados en cruceros en la pesquería artesanal junto a otros atributos biológicos.
- En relación con el proyecto 2017-47, se resalta por parte del Dr. Wiff que fue posible levantar información de terreno y evaluar hipótesis relativas a diferenciación entre zonas de atributos poblacionales y tácticas de pesca en la generación de índices de abundancia.
- En la presentación se destaca el bajo porcentaje de proyectos realizados históricamente en la pesquería de congrio dorado, donde el mayor número de proyectos se verifican en pesquerías de pequeños pelágicos y jurel entre otros.
- La pesquería de congrio comienza esencialmente en los años 70 con barcos arrastreros, en los 80 se incorpora palangre en aguas abiertas y aguas interiores en los años 90. Luego, la primera división en unidades de stock se desarrolla en el 2005, a través de un analisis de tamaños y pesos., con una diferenciación en la zona del 47°S que también se asocia con una barrera física. La división del 47 tiene su origen en una separación administrativa, donde se genera una barrera natural. En este sentido, en análisis de la historia de vida a través del crecimiento muestra diferencias importantes entre norte y sur del 47, donde en el norte los peces son de menor tamaño y alcanzas una talla asintótica menor comparada con la zona sur y al mismo tiempo crecen más rápido, dándose una base para separar la evaluación de stock en dos unidades.
- Diferencias de madurez entre unidades norte y sur, es otra componente desarrollada y utilizada para la implementación de modelos de evaluación de stock norte y sur, madurando los ejemplares del norte antes y más rápidos que aquellos de la zona sur, esto basado en estudios macróscopicos. Estos estudios se prolongan a un estándar

basado en estado microscópicos para complementar y validar los resultados encontrados por el enfoque macroscópico. Es así como en el Proyecto FIPA 2017-46 se colectan muestras para estudios de madurez en 3 distintas zonas, tanto dentro como fuera de los canales demostrándose una madurez a mayores tallas en la zona sur en un sentido latitudinal., mientras que en zonas equivalente latitudinalmente pero diferenciadas en ejemplares de canales y fiordos versus mar exterior, no se identificaron diferencias en la madurez.

- Sobre la base de los antecedentes presentados, a juicio del investigador existen diferencias a nivel de mortalidad, crecimiento y madurez entre ejemplares de la zona norte y sur para congrio dorado.
- Análisis recientes basados en modelación de contorno de otolitos muestra diferencias entre la forma del otolito en diferentes regiones, se aplica modelación de Fourier para reconstruir la forma de la señal.
- Los índices de abundancia tienen una complejidad en determinar la pesca objetivo, aplicándose filtros basados en criterio experto y métodos de clasificación y/o agrupación., como metiers para separar unidades de esfuerzo. Una alternativa fue generar un procedimiento estándar basado en análisis de componente principales, y la identificación de cluster para identificar pesca objetivo y separar series de capturas y esfuerzo para análisis posteriores.
- El congrio se identifica como una de las especies con menor grado de resilencia para la pesquería en la zona sur de Chile, y presenta una baja fecundidad, comparado por ejemplo con merluza del sur que presenta una alta fecundidad. En esta misma línea estudios del valor de stepness para congrio muestran que es una de las especies con menor valor de stepness. Se da cuenta que el IFOP, mantiene una colecta histórica de otolitos de congrio, que sólo han sido utilizados para estudios de generación de claves talla-edad.
- En relación con el sector artesanal, la disponibilidad de índices de abundancia basados en cpue es fragmentada, siendo complejo la construcción de series históricos por esta característica de la información.
- Por parte de los expertos, se consulta si la clasificación o desarrollo de la evaluación por unidades norte y sur, presenta algunas dificultades o limitaciones. En Dr. Wiff señala que mayormente la información proviene del sector norte, y en determinados años se recibe más información del área sur, generándose desbalances y complejidades para estimar e interpretar las series de abundancia, en especial si se modela como sólo una unidad. En particular, aproximadamente el 80% de la información de claves talla-edad proviene del área norte.
- En opinión del experto Dr. Wiff, se presenta la posibilidad de coexistencia de varias unidades de stock que como mínimo debiesen ser integradas en dos unidades. Es así como en determinadas zonas, se darían unidades de stock locales.

10.1.6 Minuta M2 Reunión expertos y Subsecretaria de Pesca

MINUTA:

“OBJETIVO DE MANEJO EN CORTO Y MEDIANO PLAZO ”

Fecha: jueves 9 de marzo de 2023

Hora: 14.30

Formato: telemático vía Teams

PARTICIPANTES:

Dario Rivas (Subsecretaria de Pesca)

Danilo de la Rosa (Subsecretaria de Pesca)

Sergio Núñez (INPESCA

Aquiles Sepulveda (INPESCA)

Claudio Gatica (INPESCA)

Jim Ianelli (experto internacional)

Jesús Jurado molina (experto internacional)

Aurora Guerrero (Subsecretaria de Pesca)

Objetivo de la reunión

Generar una instancia de conversación entre el staff de expertos internacionales y los encargados de la administración de los recursos congrio dorado y merluza de cola en el área de la PDA.

Desarrollo de la reunión

Luego de una breve presentación de los participantes y el objetivo de la reunión, se realiza la presentación por parte de los administradores de la importancia que tiene el proceso de asesoría y el proyecto de revisión para los fines de manejo.

Principales contenidos

El Sr. Dario Rivas comenta de parte de la pesquería de merluza de cola, el problema que existe con respecto al estatus del recurso merluza de cola. En especial se destacan algunas consideraciones considerando que se esta en diseño de un plan de manejo para el recurso. En este sentido, se requiere conocer las consecuencias de la conexión con el atlántico, generando problemática para la definición del stock y los procedimientos de manejo. Luego, se manifiesta que los indicadores provenientes de la pesquería y cruceros, muestra tendencias positivas mientras que el resultado de la evaluación va en un sentido opuesto. Por lo tanto, se tienen fuertes aprehensiones con respecto a la asesoría y conocer el estado real de la población de merluza de cola. En este contexto, se tiene gran interés por los resultados de el actual proceso de revisión para conocer los efectos y consecuencias para el manejo. Al mismo tiempo, de consultar si la información proveniente del monitoreo puede dar señales de la condición del estatus.

El Sr. Danilo de la Rosa., destaca la importancia de diseñar un plan de manejo local y saber el estado actual de la evaluación de stock basado en pasadas revisiones. En palabras de Sra. Aurora guerrero una pieza de incertidumbre importante es la definición de unidades de stock y la forma que se administra la pesquería. Al mismo tiempo la pesquería presenta un grado de estacionalidad y la existencia de flotas industrial y artesanal.

Un aspecto de complejidad es la distribución de la pesquería que genera información incompleta, donde es común que la captura se realice en diferentes caladeros, generándose discontinuidad temporal en algunos caladeros.

En relación con los indicadores se ve una estructura de tamaño que no se corresponde con lo que percibe el sector. Un aspecto es que la cuota se agota muy rápido, siendo rendimientos altos y una estructura amplia con una expresión de agotamiento en el establecimiento del estatus.

Hay datos que no son utilizados en la evaluación de stock, específicamente del sector sur por sus problemas de discontinuidad. En la actualidad el recurso se encuentra en estado de sobre-explotación. En general se ven inconsistencias entre la información, la calificación del estatus y los niveles de recomendaciones de cuotas.

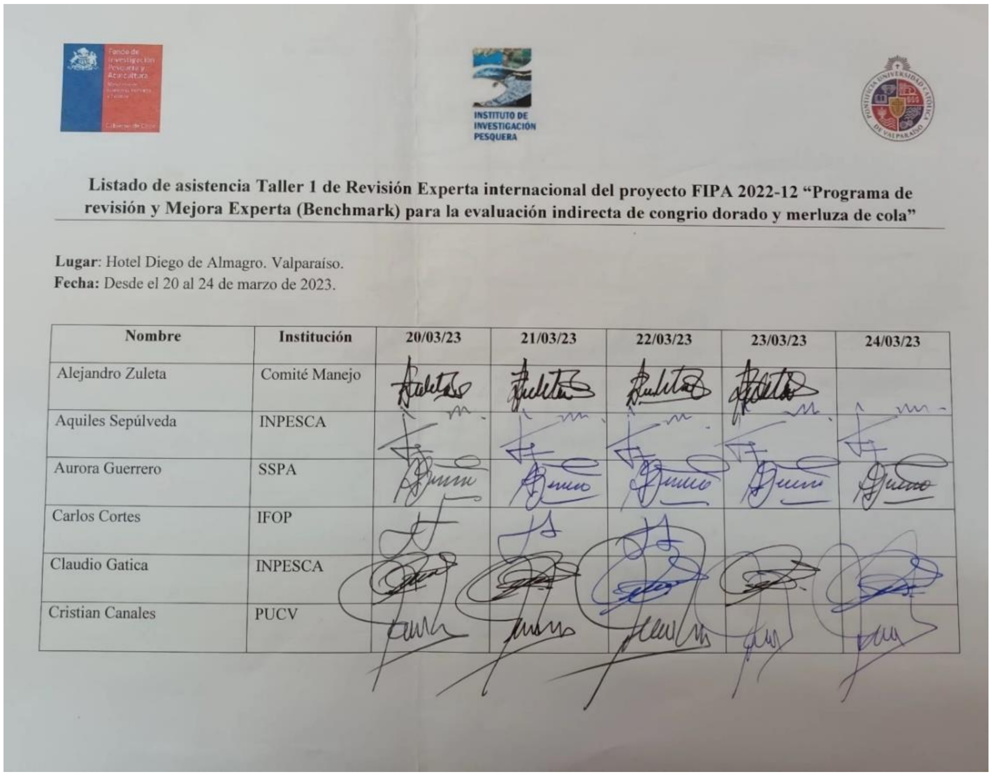
Un punto que se señala es la posibilidad de realizar evaluaciones locales en espacios de distribución más reducidos, pero que de momento no ha sido desarrollado.

En un contexto histórico, es poco comprensible que la condición actual del recurso merluza de cola, sea agotado a niveles del 10% de reducción en Bo., en este sentido se plantea que las cuotas generen restricción en posibilidades de mayores capturas. Por lo tanto, existiría una posibilidad de población sub-explotada.

Por parte del Dr. Jesús Jurado-Molina, se plantea la posibilidad de conocer el error asociado entre el valor de cuota (CTP) y la captura efectivamente realizada. Por ejemplo, aun cuando se ha visto un aumento de la cuota los últimos años, la captura informada por el sector artesanal muestra baja variación frente a este incremento.

10.2 Listado de participantes Taller 1 “Revisión evaluaciones de stock congrio dorado y merluza de cola”

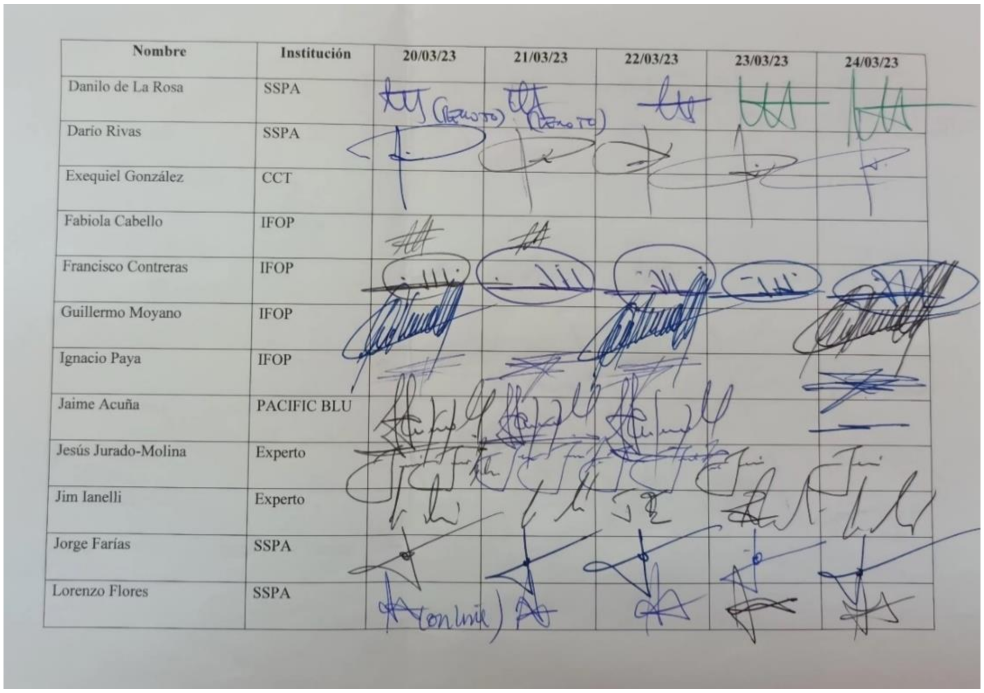
Se adjunta imagen de listado de participación en taller de forma presencial.



Listado de asistencia Taller 1 de Revisión Experta internacional del proyecto FIPA 2022-12 “Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola”

Lugar: Hotel Diego de Almagro. Valparaíso.
Fecha: Desde el 20 al 24 de marzo de 2023.

Nombre	Institución	20/03/23	21/03/23	22/03/23	23/03/23	24/03/23
Alejandro Zuleta	Comité Manejo					
Aquiles Sepúlveda	INPESCA					
Aurora Guerrero	SSPA					
Carlos Cortes	IFOP					
Claudio Gatica	INPESCA					
Cristian Canales	PUCV					



Nombre	Institución	20/03/23	21/03/23	22/03/23	23/03/23	24/03/23
Danilo de La Rosa	SSPA					
Darío Rivas	SSPA					
Exequiel González	CCT					
Fabiola Cabello	IFOP					
Francisco Contreras	IFOP					
Guillermo Moyano	IFOP					
Ignacio Paya	IFOP					
Jaime Acuña	PACIFIC BLU					
Jesús Jurado-Molina	Experto					
Jim Ianelli	Experto					
Jorge Farías	SSPA					
Lorenzo Flores	SSPA					

Nombre	Institución	20/03/23	21/03/23	22/03/23	23/03/23	24/03/23
Marcos Arteaga	INPESCA					
Marcos Troncoso	SSPA					
María Fernanda Mercado	SSPA					
Mariano Villa	FRIOSUR					
Nazareth Sánchez	PUCV					
Patricio Gálvez	CCT					
Pedro Rubilar	CEPES					
Rafael Hernández	SSPA					
Renato Céspedes	CCT					
Renzo Tascheri	IFOP					
Valeria Carvajal	Comité Manejo					

Nombre	Institución	20/03/23	21/03/23	22/03/23	23/03/23	24/03/23
Sarah Hopf G.	CEPES					
Patricia Ruiz O.	CEPES	P. Ruiz	P. Ruiz	P. Ruiz	P. Ruiz	P. Ruiz
Nicolás Adasme	IFOP					
José Zenteno	IFOP					
Sergio Lillo	IFOP					
Danilo De La Rosa	SUBPESCA	(REMOTO)	(REMOTO)			
Edison Garcés S	IFOP					

10.3 Listado de participantes Taller 2 "Mejoramiento evaluaciones de stock congrio dorado y merluza de cola"

NOMBRE	INSTITUCION	Ambos recursos	Congrio dorado	merluza de cola	Total general
Anabela Zavatteri	INIDEP			1	1
Analía Giussi	INIDEP			1	1
Aurora Guerrero Correa	SSPA	1			1
Claudio Gatica	INPESCA	1			1
Claudio Bernal	IFOP			1	1
Francisco Contreras	IFOP	1			1
Guillermo Moyano	IFOP	1			1
Jaime Acuña Jara	Capitán de Pesca			1	1
Jim Ianelli	NOAA	1			1
Jorge Farias	SSPA	1			1
Lorenzo Flores V	SSPA	1			1
Luis Adasme	IFOP	1			1
Marcos Arteaga	INPESCA	1			1
Marcos Troncoso	SSPA	1			1
María Ángela Barbieri	FIPA		1		1
Nazareth Sánchez	PUCV	1			1
Patricia Ruiz O	CEPES	1			1
Patricio Gálvez	IFOP	1			1
Pedro Rubilar	CEPES	1			1
Renato Céspedes	IFOP	1			1
Renzo Tascheri	IFOP		1		1
Rodrigo San Juan	IFOP	1			1
Ruben Alarcon	CIEP	1			1
Sarah Hopf	CEPES	1			1
Ignacio Paya	IFOP			1	1
Dario Rivas	SSPA	1			1
Total general		19	2	5	26

Listado de participación Taller 2 (9-12 enero 2024):

Listado de asistencia Taller 2

Proyecto FIPA 2022-12: "Programa de revisión y Mejora Experta (Benchmark) para la evaluación indirecta de congrio dorado y merluza de cola"

Lugar: Hotel Diego de Almagro. Valparaíso.
Fecha: Desde el 9 al 12 de enero de 2024.

Nombre	Institución	09/01/24	10/01/24	11/01/24	12/01/24
Aurora Guerrero					
Carlos Montenegro					
Claudio Gatica	Inpesca				
Claudio Bernal					
Cristian Canales	PUCV				
Francisco Contreras	Ifop				

Nombre	Institución	09/01/24	10/01/24	11/01/24	12/01/24
Guillermo Moyano					
James Ianelli	Alaska				
Jaime Acuña	Pacificbl.				
Jesús Jurado-Molina	Consultor Privado				
Jorge Farías	SSPA				
Lorenzo Flores	Subsecretaría de Pesca				
Luis Adasme	IFOP				
Marcos Troncoso					
Marcos Arteaga	INPESCA				
Patricio Gálvez	IFOP				
Patricia Ruiz	CIPES				
Pedro Rubilar	CEPES				

Nombre	Institución	09/01/24	10/01/24	11/01/24	12/01/24
Renato Céspedes	IFOP				
Renzo Tascheri	IFOP				
Sarah Hopf	CEPES				
NAZARETH SÁNCHEZ	PUCV				
DARIO RIVAS A	SSPA				
Ignacio Payá					
Dor Jiménez	IFOP				
RODRIGO SAN JUAN	IFOP				
Francisco Contreras	IFOP				
Claudio Barnal	IFOP				
M. Angela Barbieri	CT - FIPA				

Nombre	Institución	09/01/24	10/01/24	11/01/24	12/01/24
AQUILES SEPULVEDA	INPESCA				
Alejandro Zuleta	CEPES				
DANILO DELAROSA	SUBPESCA				
~~IGNACIO PAYA~~					

10.4 Documento 1. LINEAMIENTO DE ASPECTOS TECNICOS PARA DESARROLLO DE TALLER 2 “MEJORAMIENTO EVALUACION DE STOCK DE CONGRIO DORADO Y MERLUZA DE COLA

FECHA TALLER: 9-12 ENERO DE 2024

1) Aspectos técnicos específicos merluza de cola

- Implementar modelo de evaluación para el stock de aguas nacionales (requerido por la Administración Pesquera) y otro alternativo que abarque información de aguas de Argentina como Chile, para tener una percepción de la productividad global de toda esa área con relación a sus niveles de remoción actuales.
- En proyecciones utilizar relación S-R para ver efectos de la pesca.
- Proyecciones en corto plazo.
- Evitar uso captura estacional en supuesto del modelo (ecuación de Pope) y reemplazar por la ecuación de captura.
- La serie de captura debiera estar basada en observaciones o registros disponibles en publicaciones existentes. En períodos en que éstos no se dispongan, o se considere que no son confiables se sugiere evaluar la posibilidad de que el modelo realice estimación de capturas (i.e. periodos de incertidumbre).
- Revisar la estandarización por diferencias en altas tasas en coincidencia con bajos desembarques (inusuales), utilizando aproximación sugerida por expertos internacionales
- Revisar o evaluar el efecto de la diferencia entre:

  i) las series de estimados de biomasa total y desovante del crucero generado anualmente por el equipo hidroacústico de IFOP (basadas en las composiciones de tallas y pesos observada anualmente), y

  ii) la serie estimada por Payá (2022), calculada en base a una ojiva de madurez con mezcla de datos nacionales y del Atlántico que se aplica a toda la serie.

2) Aspectos técnicos específicos congrio dorado

• Implementar modelo de evaluación para el stock por unidad de pesquerías y otro donde se integre a la forma de una sola unidad.

• Utilizar series de cpue estandarizadas con la aproximación sugerida por expertos internacionales.

3) Marco general de trabajo para Taller 2 de mejoramiento

Objetivos:

Análisis de modelos base candidatos y pruebas de escenarios alternativos (*i. e.,* parámetros estimados/fijos, series de BT y BD del crucero, indicadores de abundancia relativa con intencionalidad informada, series alternativas de *cpue*, desembarques, entre otros) y determinar el/los mejor/es modelo/s base para informar el estatus, productividad y excedentes, y sustentar la aplicación de una regla de decisión para el stock nacional.

Formato Taller 2

1. Los expertos presentarán los modelos candidatos propuestos para las evaluaciones realizadas, sobre trabajo realizado previo al taller donde se presentarán resultados y serán aclarados aspectos técnicos y eventualmente serán realizados casos de estudio.
2. Revisión los resultados de pruebas diagnóstico para evaluar la robustez de estos modelos candidatos (i e. análisis retrospectivo, sesgo, etc.) empleando el índice de Mohn, entre otros. Los análisis principales deben estar realizados previos al desarrollo del taller.
3. Se establecerán, de ser necesarios, casos complementarios de sensibilidad de los modelos a cambios en la configuración de éstos o modificaciones en parte de la información utilizada (*i e*., parámetros, series alternativas de CPUE, de desembarques, de los cruceros, etc.).

Elementos relacionados con la dinámica poblacional y/o supuestos del modelo

1. Implementar evaluaciones que incluyan al menos la información disponible de la unidad de stock de aguas nacionales y, complementariamente, otra incluyendo información del Atlántico, con el propósito de explorar escenarios de una eventual productividad global basada en la hipótesis de conectividad entre el stock de Merluza de cola nacional en aguas del Pacífico y el stock del Atlántico.

2. El modelo conceptual recomendado debe contener la expresión de un modelo de evaluación aplicable para el manejo de Merluza de cola en aguas chilenas.

3. Considerar un escenario en el cual no se disponga de información de cruceros anuales en los próximos años, o posibles escenarios de cruceros con periodicidad supra-anual (*e. g.*, cada 2, 3 o 5 años). Para estos últimos casos, proponer ponderaciones a las fuentes de información de entrada a la evaluación (*e. g.,* indicadores pesqueros y de los cruceros, entre los principales), según futuras posibilidades.

4. Desarrollar reuniones de trabajo previas al desarrollo del taller 2, a fin analizar las opciones más útiles para la gestión de esta pesquería y los escenarios más plausibles con respecto a la información y el conocimiento disponible de este recurso, para fines de manejo, que permitan identificar los principales modelos candidatos para análisis durante el taller 2 (*e. g*., análisis de sensibilidad o incorporación de casos, entre otros).

5. Revisión y construcción de series de rendimiento (CPUE), alternativas a las existentes sobre la base de las sugerencias emitidas por los expertos y la posibilidad de descripción del método sugerido y ejemplos de aplicación.

5 (bis) Estimación de una serie de biomasas totales y desovantes basadas en la información de talla/peso y las ojivas de madurez que han sido estimadas anualmente por el equipo ejecutor de los cruceros hidroacústicos realizados por IFOP, hasta el año 2022 inclusive.

5 (ter) Determinar el *Tier* correspondiente a este recurso, considerando sus niveles de conocimiento, información disponible e incertidumbre, para recomendar el estándar del modelo evaluación de stock a aplicar a esta pesquería en aguas nacionales.

6. Modelo conjunto debe tener consideraciones sobre los niveles de remoción en aguas nacionales y argentinas e información de composición de las capturas e índices de abundancia relativa disponibles en ambas zonas jurisdiccionales, en el caso del modelo conjunto.

7. Establecer criterios alternativos frente a eventuales limitaciones a la suficiencia de los datos disponibles, dado el modelo conceptual actual en uso, considerando las restricciones para contar con registros sobre las remociones totales o frente a la imposibilidad de contar con datos futuros por algún período (*i. e.,* cruceros).

8. Revisión robustez del modelo a piezas de información faltantes.

9. Presentación modelo base con resultados referidos a niveles de abundancia, biomasa, estatus indicado por el modelo, niveles de cuotas recomendables.

10. Establecer un enfoque metodológico o de procedimiento para establecer el rango de años a ser utilizado para la estimación de parámetros poblacionales relevantes como aquellos de

la relación stock-recluta que determinan y tienen efectos en el estatus, PBR y determinación de cambios de régimen asociados a la productividad del stock.

11. Proponer un checklist especificando:

- Las investigaciones necesarias para elevar el conocimiento de la estructura y dinámica del stock de este recurso en aguas nacionales, y determinación de sus eventuales niveles de conectividad con el Atlántico,
- Los requerimientos para el levantamiento de información que permita mejorar el actual estándar (*Tier*) de esta evaluación (monitoreo de la pesquería, cruceros de evaluación de abundancia y biomasa, etc.),
- Las consideraciones por tener en cuenta en las sugerencias/recomendaciones de los expertos con respecto a los cruceros de evaluación directa del stock, tales como: metodología recomendada (*e. g.,* área barrida/volumen filtrado, u otro), frecuencia recomendada (anual, bianual, trianual, quinquenal, etc.), cobertura geográfica (toda el área de distribución del stock, solo el/las áreas de desove), entre otras,
- La determinación de PBRs y/o umbrales precautorios.

10.5 Documento Taller difusión FIPA 2022-12

Fecha: 26 julio 2024
Hora: 10.00 am
Formato de la Reunión: Remoto.
Participantes: lista adjuntada en anexo.

1.- Objetivo de la reunión

El objetivo de la reunión es entregar los resultados principales resumidos del proyecto FIPA 2022-12, soportado en el desarrollo de dos talleres. El primero de revisión y un segundo taller de mejoramiento. Dando a conocer los elementos de la revisión, hitos y material disponible producto del desarrollo del proyecto.

2.- Material para reunión

Se dispone de una presentación para los asistentes, además de un sitio del taller de difusión (https://sites.google.com/view/tallerdifusionfipa202212/inicio), con el detalle de la agenda del taller y la presentación del taller.

3.- Presentación (Claudio Gatica)

El investigador (Jefe de proyecto), describe los objetivos del proyecto, hitos (Taller 1 y 2), y material disponible como resultado del desarrollo del proyecto. En particular, se apoya del objetivo general del proyecto correspondiente a:

Objetivo general: Efectuar una revisión de pares y mejora experta de las evaluaciones indirectas de stock de los recursos congrio dorado y merluza de cola, desarrolladas por el

Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en el marco del proceso anual de asesoría científica para el proceso de toma de decisión, con el objeto de presentar al Comité Científico Técnico los aspectos necesarios para el procedimiento de manejo base mejorado que se usará en las recomendaciones de estatus y CBA (Captura Biológicamente Aceptable).
En relación a este objetivo, los principales elementos revisados fueron:

- Informe de evaluación con recomendación CBA 2022, para 2023 de merluza de cola y congrio dorado norte y sur.
- Modelo base y casos utilizados.
- Datos utilizados en modelo
- Indices de abundancia y métodos estandarización.
- Hipótesis de dinámica.
- Desempeño del modelo (ajustes, patrones, sensibilidad)

Se destaca en la presentación, que los resultados son producto de la opinión independiente de los expertos contratados, Dr. Jim Ianelli y Dr. Jesús Jurado-Molina. En consecuencia, las recomendaciones y opiniones son de carácter independiente, donde la agencia que desarrolla el proyecto, se limita a permitir el desarrollo del proyecto en aspectos logísticos acorde a términos de referencia.
En relación con los Hitos del proyecto, dado por el desarrollo de los talleres 1 y 2, ambos realizados de manera presencial. Se reitera, la existencia de sitios de estos talleres donde estan disponibles los insumos de documentos y presentaciones de los talleres, además de los informes de los expertos. En este aspecto, también esta disponible un documentos formato "dash board", con la totalidad de escenarios y casos analizados, siendo este material de configuración de modelos y datos útil para el trabajo de grupos específicos de IFOP, Comité de manejo y Comité Científico. De esta forma es posible ver los resultados y comparaciones entre modelos.
Sitio Taller 1: https://sites.google.com/view/proyecto-fipa-2022-12/inicio
Sitio Taller 2: https://sites.google.com/view/proyecto-fipa-2022-12-workshop/inicio
En particular, en el sitio 2 en la carpeta de "Participantes FIPA 2022-12", es posible acceder al material de proyecto (Figura 1), y la sección de reporte formato Dash-boar en la carpeta JanReports, con la totalidad de modelos y configuraciones, así como, resultados de esta implementación en modelo JJM, recomendado por los expertos por sus características y flexibilidad para exploración e implementación de diversas hipótesis y uso de información.

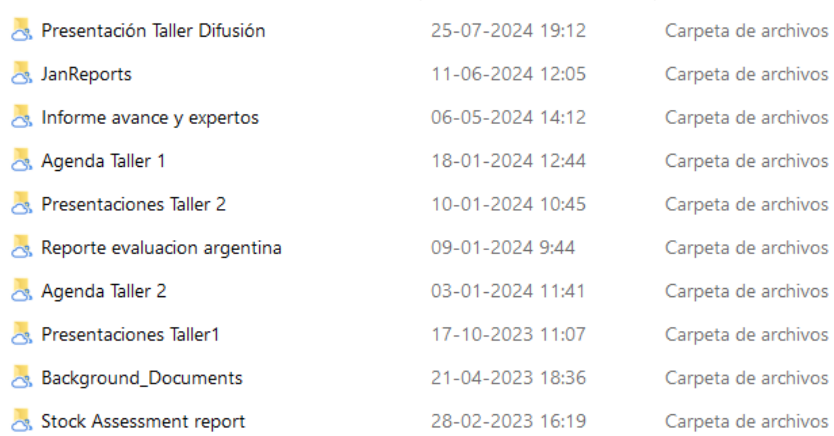


Figura 1. Contenido carpeta “Participantes FIPA 2022-12”, con información, documentos y modelos implementados en el proyecto.

Merluza de cola

En relación con la configuración de modelos, en el caso de cola se proponen 14 configuraciones de modelos diferentes implementados en JJM, sobre la base de información disponible de la revisión y nueva dado por mejoras en datos de cpue (estandarización por expertos) y uso de datos de biomasa acústica sin tratamiento, como recomendación de los expertos, donde indican la información acustica (estimaciones de biomasa y composiciones), no debiese ser procesada para generar un nuevo dato de biomasa desovante. Los otros aspectos se refieren a hipotesis de relación stock-recluta, capturabilidad del crucero, opciones para selectividad, selección de períodos para modelamiento de selectividad, selección de períodos para estimación de parámetros de relación S-R entre otros. El detalla de esta exploración de configuraciones, se detalla en Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de especificaciones alternativas del modelo adoptado para la merluza de cola chilena.

Modelo	Descripción
1.00	Levantamiento acústico fijo q en 0,75, selectividad acústica constante, pendiente 0,65, relación de Beverton estimado a partir de SRR desde 2000
1.01	Como 1.00 pero con pendiente estimada con media 0.65, CV=0.2
1.02	Como 1.01 pero con sondeo acústico q estimado con media previa en 0.75 y CV=0.2
1.03	Como 1.02 pero con mayor flexibilidad para el estudio acústico
1.04	Como 1.03 pero con SRR Estimado a lo largo de 35 años (desde 1986)
1.05	Como 1.04 pero con Ricker SRR
1.06	Como 1.05 pero con series temporales de actualización de CPUE por panel de revisión
1.07	Como 1.06 pero con la pausa de la capacidad de captura de la serie CPUE en 2015
1.08	Como 1.07 pero con una serie actualizada de datos de estudios acústicos (todas las edades)
1.09	Como 1.08 pero con una selectividad acústica más restrictiva
2.05	Como 1,05 pero desarrollado utilizando **sólo** datos de evaluación argentinos (edades 1-11 en lugar de 1-14)
3.05	Como 1.05 pero desarrollado utilizando datos de pesquerías argentinas agregados al modelo 1.05
3.06	Como 3.05 pero desarrollado utilizando datos de **cruceros y pesquerías** argentinas agregados al modelo 1.05
3.07	Como 3.06 pero con la serie CPUE desarrollada por el panel de revisión

Congrio dorado

En el caso del congrio dorado, la modelación presentada a la revisión es por unidades Norte y Sur. Los expertos, exploran en su propuesta diferentes configuraciones para las unidades modeladas, detallándose en las tablas 2, 3 y 4. En la tabla 4, se muestra la configuración resultantes de modelar el congrio sin separaciones entre unidades, siendo esta la principal recomendación de los expertos.

Tabla 2. Descripción de las especificaciones alternativas para el modelo adoptado para el congrio dorado en la Unidad de Pesca del Norte.

Modelo	**Descripción**
congrio doradoN_1.00	Basado en la opción de modelo "más nuevo" presentada en la revisión (índice palangre CPUE estandarizado w / PC)
congrio doradoN_1.01	Como 1.00 pero con diferentes series de CPUE (como se usa en el modelo "base")
congrio doradoN_1.02	Como 1.01 pero con la serie CPUE desarrollada por el panel de revisión.
congrio doradoN_1.03	Como 1.02 pero con selectividad en la pesca de arrastre desplazada para permitir cambios en edades más avanzadas.
congrio doradoN_1.04	Como 1.03 pero con más edades en el SRR y pendiente estimada con anterior, sigmaR=0.6

Tabla 3. Descripción de las especificaciones alternativas para el modelo adoptado para la congrio dorado en la Unidad Pesquera del Sur.

Modelo	**Descripción**
congrio doradoS_1.00	Datos de congrio del sur, 2 pesquerías, un índice (CPUE de palangre)
congrio doradoS_1.01	Como en congrio doradoS_1.00, pero con la serie CPUE desarrollada por el panel de revisión.

Tabla 4. Descripción de las especificaciones alternativas para el modelo combinado de congrio dorado.

Modelo	**Descripción**
congrio doradoC_1.00	Existencias combinadas (flota desagregada)
congrio doradoC_1.01	Existencias combinadas (flota agregada, a partir de Renzo (hasta 2022).
congrio doradoC_1.02	como congrio doradoC_1.01 pero con selectividad de palangre (palangre) aplicada al índice
congrio doradoC_1.03	como congrio doradoC_1.02 pero con mayor flexibilidad en las selectividades

4.- Conclusiones por recursos acorde a expertos.

MERLUZA DE COLA

- En merluza de cola, señalan la necesidad de utilizar una versión de mortalidad por continua, y trabajar un enfoque de modelo más tradicional en la evaluación del efecto de la mortalidad por pesca.
- Incrementar la exploración de variaciones en la flexibilidad en los patrones de selectividad versus constante o por bloques y aplicar diferentes hipótesis respecto a la capturabilidad del crucero, evaluando sus efectos en las variables estimadas y desempeño del modelo.

- Se sugiere utilizar la información en su forma original provista por la metodología acústica, sin realizar una nueva estimación de biomasa desovante y su composicion por edad.
- De forma integral, señalan que las diferentes aproximaciones deben ser analizadas presentando el efecto de diferentes hipótesis, mostrando el efecto de estas y el uso de diferentes datos en la evaluación.
- En relación con los puntos de referencia se indica que es aconsejable utilizar proxies que nos se soporten en hipótesis de relaciones stock-recluta (funciones teóricas), en cambio sugieren PBR dinámicos u otros proxies.
- En relación con las proyecciones, indican que se deben usar series recientes de reclutamiento, mientras que para establecer el estatus señalan se utilice las series completas disponibles, es decir, la serie completa de modelamiento del stock.

CONGRIO DORADO

- Para el congrio dorado, se indica por parte de los expertos que no existen elementos que sustenten fuertemente la modelación de unidades poblacionales segregadas, y que sería posible modelar como una sola unidad poblacional, pero con diferenciación por zonas entre flotas (i.e. flota norte y sur).
- En el congrio el índice de abundancia (cpue), tiene alta importancia por no disponer de información de cruceros, la revisión del modelamiento y datos de los rendimientos y proceso de selección de variables da cuenta de problemas con los datos, aconsejándose necesidades de rigurosidad en los datos utilizados previo el proceso de modelación.
- En relación con el manejo, se indica que la implementación de reglas de control debe ir en sintonía con la condición del stock, siendo necesario de desencadenen acciones de manejo con respecto a la situación del stock. Por ejemplo, señalan lo importante de establecer condiciones críticas de biomasa donde se realice una reducción de las capturas.
- En relación con el modelo base para la toma de decisión, señalan se deben presentar los modelos y realizar análisis comparativos de las consecuencias del uso de datos e hipótesis, para establecer el modelo más realista sobre la cual se toma la decisión de manejo.

5.- Consultas y recomendaciones al proceso de revisión y proyecto.

Una vez desarrollado la presentación, se realiza consultas amplias respecto al proyecto:

a) Plataforma de modelación y configuración de modelo.

Los participantes, consultan si por parte de los expertos hay alguna recomendación con respecto a mantener el actual modelo de en uso (i.e. CHASAM) o utilizar otro.

R. Los expertos recomienda utilizar un modelo en una versión continua para el modelamiento de la Mortalidad por pesca, y sin pasos de tiempos discretos como el actual modelo CHASAM que en vez de mortalidad por pesca, modela a la forma de tasa de explotación. Además, respecto a la plataforma indican que es aconsejable trasladarse a una plataforma de modelación estandarizada y validad, con mayores características de flexibilidad y señalan como ejemplo el uso de JJM (modelo utilizado en la ORP para modelar jurel) o Stock Synthesus, evitando el uso de modelos particular por recurso. Los participantes, señalan adicionalmente que las recomendaciones de flexibilicaciones estan incorporadas e implementas en JJM, siendo factible reproducir los análisis realizados por los expertos ejecutando los modelos implementados. En términos de reproducibilidad, para el caso del congrio de igual forma es posible visualizar y reproducir los resultados generados por los expertos.

b) Tendencia en las estimaciones.

En relación a la configuración del modelo, el experto nacional (Dr. Canales), señala que los expertos hacen una recomendación en términos de mator flexibilidad, indicando a su vez que las tendencias son equivalentes con efectos dados por la configuración seleccionada, y que estos sugerencias podrían ser implementadas con cambios al modelo revisado que estructuralmente es un modelo de mayor riguidez a exploración de opciones de configuración.

R. En relación a las salidas la tendencia es parecida, pero se verifican periodos con diferencias importantes que tienes especial consecuencia al momento de realizar proyecciones y estimaciones de CBA.

c) Estatus de merluza de cola

En la reunión se consulta cual es el estatus de la merluza en términos comparativos entre los resultados de CHASAM versus la implementación de JJM.

R. La condición no es expresada para un solo caso, ya que los modelos implementados por los expertos difieren en uso de información, hipótesis de dinámica, flexibilidad de la selectividad, coeficientes de capturabilidad y uso de biomasa acústica estimada, sin procesamiento posterior. Por lo tanto, no existe un solo caso y resultado, y se presenta una gama de posibilidades de implementación, dejando los expertos a los grupos nacionales la opción de decidir cual de las configuraciones parece más realista considerando los supuestos e información utilizada, de esta forma se dispone de información procesada y disponible para decidir criterios respecto al modelo con mayor credibilidad y aceptación. En forma particular, no existe un mandato al proyecto o a los expertos de establecer el estatus, sino de revisar el procedimiento en conjunto, para que los científicos decidan si se esta haciendo de buena forma la asesoria de condición del recurso.

d) Implementación de mejoras para el manejo del recurso

Por parte de los sectorialistas en relación con el manejo y el proceso de revisiones, se indica que una recomendación transversal en las recientes revisiones por pares, es hacia el uso de plataformas estandar (stock synthesis, JJM), con el objeto de evitar o minimizar errores de implementación. Además, señalan que la asesoria debe respetar las políticas y objetivos del manejo. Recomendando el uso de probabilidades con respecto al estado del recurso, como es la probabilidad de permanecer en un determinado estado bajo una política de explotación, siendo por ejemplo la política definidad a traves de reglas de control.

e) Comparación entre CHASAM y JJM

De parte de sectorialista de SSPA encargado de merluza de cola, se sugiere incluir una tabla comparativa entre CHASAM y JJM, para fines de mejor comprensión de las características de cada plataforma.

R. La consulta es interesante, pero por las características del proyecto donde el rol de la agencia es independiente a la revisión, el desarrollo de una tabla comparativa entre las cualidades u opciones en cada plataforma es un tema complejo, en especial por la amplia gama de posibilidades que tiene JJM. En particular CHASAM es un modelo específico desarrollado para la merluza de cola y esta implementado utilizando tasas de explotación, y tiempos discretros de efecto de la explotación en cada flota que opera. Adicionalmente, es un modelo estructuralmente rígido, donde la posibilidad de cambios para emular a JJM, implicaría nuevas codificaciones. Por su parte, el modelo JJM tiene incluidas multiples opciones, que lo hacen flexible frente a la exploración de hipótesis. En consecuencia, una tabla comparativa dependerá en su creación del objetivo específico que se busque y requiere de la participación de profesionales involucrados en esta modelos y no sólo de una expresión por parte de la agencia en su rol.

f) Difusión resultados hacia usuario

Por parte de Dr. Hugo Arancibia, señala que la discusión es muy técnica e implica que para los usuarios, sería complejo comprender las decisiones y formas de análizar el recurso. En particular, consulta con respecto al uso de indices y datos acústicos si son informativos, y finalmente si se revisaron en detalles parámetros de historia de vida y su efecto en la evaluación.

R. En relación a los indices los expertos recomienda incrementar la rigurosidad de el procesamiento de los datos y en el proceso de análisis para estandarizar la cpue, por parte de la acústica indican se evite modificar el dato acústico con post-procesamiento para determinar alguna fracción poblacional, sino que considerar el estimado de biomasa (o abundancia) y la composición etaria sin modificaciones hacia la evaluación de stock (modelamiento). La complejidad de los modelos, puede ser reducida con un trabajo por parte del CCT, donde por determine que datos e hipótesis son más realistas, ya que la amplitud de modelos permite evaluar la consecuencia del uso de determinados enfoques.

Con respecto a parámetros de historia de vida, hay indicaciones de que se requiere ampliar el diagnóstico de los modelos y análisis de sensibilidad referida a parámetros. En esta línea, se aconseja revisar y establecer en los CCT o grupos de trabajo, las bases de información y datos sobre los cuales se construye el modelo para la evaluación, determinando las hipótesis con mayor aceptación por la comunidad científica involucrada.

g) Estimación de biomasa acústica en el modelo

Por parte de sectorialista, se reitera la recomendación de los expertos de utilizar la información de estimación de biomasa y composiciones por edad, provistas por el equipo acústico que trabaja para la generación del estimado. En cosecuencia, post-procesamiento del estimado debe ser evitado, utilizándose el dato en forma original.

h) Implementación de recomendaciones

El sectorialista de las SSPA, indica que el trabajo desarrollado por los expertos es de alto nivel y se ha puesto a disposición una bateria de modelos e implementaciones, que amerita su uso en la asesoría, y es esperable que este material sea utilizado para los fines de análisis del recurso, ya que estan a disposición los códigos de los modelo implementados y resultados de estos análisis, siendo aconsejable se transmita a los Comités Científicos estos resultados y en lo posible de apliquen, destacando las diferencias comparativas entre el enfoque que se recomienda y el que ha sido objeto de la revisión.

La modelación en tiempo discreto versus la modelación continua, es una clara recomendación de como se distribuye la pesca en el año. Un elemento importante, es el trabajo de la capturabilidad ya que permitio un mejoramiento de la calidad de ajuste en las composiciones de edad y la verosimilitud del modelo.

En general, se indica que los modelos debiesen ser validados y que la ventaja de plataformas estandarizadas esta en la existencia de manuales, uso en diversas pesquerías, códigos abiertos. De tal forma que se gatilla en proceso de implementación de estas recomendaciones por parte de IFOP con las recomendaciones efectuadas, entendiendo la existencia de un proceso de adaptación y la posibilidad de uso de reglas. En consecuencia, se espera un plan de implementación de mejoras de tal forma, que el proceso de revisión sea vinculante.

Por parte de los usuarios, pensando en la cuota para el 2025 la recomendación de cuota debiese ser abordad por el Comité Científico a través de una regla interina, ya que CHASAM tendría limitaciones señaladas por medio de la revisión.

NOMBRE	INSTITUCION	ROL	correo
ALEJANDRO ZULETA	COMITÉ MANEJO	cepes	azuleta@cepes.cl
AQUILES SEPULVEDA	INPESCA	COORDINADOR	asepulveda@inpesca.cl
CARLOS BUSTAMANTE DIAZ	COMITÉ	CCT-RDAP	carlos.bustamante@uantof.cl
CARLOS VIAL	COMITÉ MANEJO	FrioSur	cvial@friosur.cl
CLAUDIO GATICA	INPESCA	COORDINADOR	cgatica@inpesca.cl
CRISTIAN CANALES	PUCV	EXPERTO	cristian.canales.r@gmail.com
DANILO DE LA ROSA	SSPA	SECTORIALISTA	ddelarosa@subpesca.cl
DARIO RIVAS	SSP	SECTORIALISTA	draburto@subpesca.cl
ENRIQUE GUTIERREZ	PESCA CHILE	PESCA CHILE	enrique.gutierrez@pescachile.cl
HUGO ARANCIBIA	UDEC	udec	harancib@udec.cl
JORGE FARIAS	SSP	SECTORIALISTA	jfarias@subpesca.cl
LILIAN CISTERNA	INPESCA	INVESTIGADOR	lcisterna@inpesca.cl
LORENZO FLORES	SSPA	SSPA	lflores@subpesca.cl
LUIS PICHOT	COMITÉ	CCT-RDAP	-
PATRICIA RUIZ	COMITÉ	CCT-RDAP	pruiz@cepes.cl
PATRICIO GALVEZ	COMITÉ	CCT-RDZSA	patricio.galvez@ifop.cl
RENATO CESPEDES	COMITÉ	CCT-RDAP	renato.cespedes@ifop.cl
RENZO TASCHERI	IFOP	INVESTIGADOR	renzo.tascheri@ifop.cl
RODRIGO SAN JUAN	IFOP	INVESTIGADOR	-
ROMINA PAILLAN	SSPA	SSPA	rpaillan@subpesca.cl
RUBEN ALARCON	COMITÉ	CCT-RDAP	ruben.alarcon.munoz@gmail.com
SARA HOPF	COMITÉ	CCT-RDZSA	shopf@cepes.cl
SERGIO NUÑEZ	INPESCA	COORDINADOR	snunez@inpesca.cl
VALERIA CARVAJAL	COMITÉ MANEJO	fipes	valeria.carvajal@fipes.cl

Tabla 1. Listado de participantes Taller de difusión FIPA 2022-12.

10.6 Reporte Expertos 1 y 2 versión Original (anexo adicional documento en Inglés)

Independent External Review of Chilean hoki (*Macruronus magellanicus*) and Ling (*Genipterus blacodes*) stock assessments of Southern Chile

Jim Ianelli

Jesus Jurado-Molina

Executive summary

The terms of reference and tasks of the review are shown in the Statement of Work (**Annex 1**). We found these to be different than the main topics shown in the documents. The main "assessment" documents revolved mainly about how to apply and judge an assessment for management purposes. For example, the noted sections of the Chilean hoki (Box 1) and Ling (Box 2) report showed:

Box 1. Translated version of section 3.1 of the main hoki report.

3.1 Reformulate the current evaluation and management procedure (specific objective 1)

Develop an evaluation and management procedure (MP) to regulate the fishing intensity exercised in its fisheries areas, according to the status of the resource in those areas, with the best data and information available, applying control rules in accordance with the conservation and management objectives recommended by the Management Plan and the considerations established by the Undersecretariat for that purpose.

I. Reformulate the current evaluation and management procedure to ensure the achievement of the objectives of conservation of the resource and management of its fishery, according to its status in the respective fisheries units, considering the strategies and decision rules recommended in the Management Plan and the considerations established by the Undersecretariat for this purpose.
II. Implement an assessment and management procedure relevant to the status of the resource in their fishing units, determining the status of the resource and recommending biologically acceptable catch (ABC) for those units.
III. Evaluate under uncertainty the probability of achieving the conservation and management objectives for the study areas, in accordance with the horizons and geographical scales considered in the management plan, considering the guidelines and guidelines established by the Undersecretariat for this purpose.
IV. Identify the relevant sources of uncertainty, associated with observation, model, process, estimation and implementation errors and analyze their impact on the results of the evaluation and recommendations for exploitation of the resource, by fishing unit.

Box 2. Translated version of the section 1 of the main Ling report.

1.1. General objective

Whitin the framework of the establishment of global and annual catch quotas, implement the current management procedure for the northern kingklip fishery, updating the status based on the established data and information and applying the corresponding catch control rule according to the management plan or that determined in its absence.

1.2 Specific objectives

- Detail and protocolize the current management procedure for the fishery.
- Implement the current management procedure, determining the status of the resource and the biologically acceptable catch (CBA).
- Evaluate under uncertainty the probability of reaching the management objectives in terms defined under the current management procedure.
- Detail and analyze the relevant sources of uncertainty associated with observation, model, process, estimation and implementation errors.

We conclude that the main issue with the current review and assessment process is that there needs to be a clearer separation between judging the quality and technical aspects of the assessments and how it is used to advise and develop conservation and management measures. To reiterate, the structure of the annual (and benchmark process if on longer intervals) should be to review:

1) The data and diagnostics specific to their collection, including significant gaps and how they are treated (e.g., in CPUE standardization or changes in population patterns relative to their availability to surveys).
2) The "assessment"—it should have elements that follow from the data step and include how decisions were arrived at with actual statistics comparing model alternatives. This would provide more transparency in how models are considered and recommended. They should include reliable estimates of structural and within-model measures of uncertainty. Diagnostics shown in the documents could be improved considerably.
3) The application of the assessment in guiding actual conservation and management measures. The documents focused on how management procedures were applied without clearer guidance on the acceptability of the assessment.

Thanks to the transparency of the actual assessment data provided to the review Team, we were able to evaluate these data and assumptions in an alternative format along with some documentation and sensitivities (see **Annex 2**).

Additionally, in our view the assessment and management system for these stocks (and perhaps others) could benefit by having a clear set of guidelines on content. To this end, we provide an example stock assessment outline as an Annex 3.

The stock assessment of Chilean hoki has been developed after several reviews and refinements since 2011. The software and model have a complex structure due to the treatment of the sequence of historical catches. Specifically,

As with the other assessments reviewed during this week, we identified that the diagnostics were incomplete and should be supplemented. To this end, a general stock assessment structure should be clearly identified and used in hoki

- Potential improvements for the CPUE standardization
- Model standard
- Abandon timing aspect
- Std reference points
- Compare exploitation rates, do they differ between them.
- Kobe on Chilean hoki was fishing effort.
- Uncertainty expression should be of real-variables, not proxy values.
- Talk about PRI, point of recruitment impairment.

For Chilean hoki, the Team considers that CPUE standardization could improve if a maximum model is defined, containing an additional factor (fishing gear) and the first-level interactions. The minimum adequate model for the standardized CPUE model will arise from a selection model process, where all non-significant terms are removed following the principle of parsimony (Crawley, 2007)

For Ling, due to the lack of an independent abundance index, the CPUE plays a key role in the stock assessment. The standardization analysis was presented in detail and was thorough. However, we think it could be improved by showing how each component within the model resulted in a change from the "nominal" catch rate. This comparison will benefit from applying a parsimonious model selection process like the one suggested for Chilean hoki. Nominal catch rates are what fishers experience and might also be best used to understand how different conservation and management measures (CMMs) may affect the conditions they experience.

Background

1 Chilean hoki

1.1 Biology

Chilean hoki (*Macruronus magellanicus*), locally known as merluza de cola, is distributed in the southern cone of South America, from latitude 37°S in the Atlantic Ocean to 27°03S in the Pacific Ocean, in depths of 20 to 800 m off the Argentine coast (Angelescu *et al*., 1958, Chesheva, 1992), and from 20 to 700 m on the Chilean coast (Arana 1970, Avilés *et al*., 1979, Cohen *et al*., 1990). In Chile Hoki is distributed from Coquimbo (30°S) to the extreme South of the In Chile Hoki is distributed from Coquimbo (30°S) to the extreme South of the continent and from the coast up to 200 nm, including the area near the Juan Fernández archipelago. Between the Valparaíso and the Araucanía regions, hoki is distributed on the continental shelf and slope at depths between 20 and 700 m. In the South, it is distributed between 100 and 600 m (SUBPESCA, 2006).

Hoki is a eurybathic species with a lifespan of close to 20 years and reaches lengths over 100 cm (Chong *et al*., 2007). Juvenile specimens have a pelagic behaviour, while adults present demersal habits (Lillo *et al.,* 2000). The main spawning area is near Guafo and Guamblin islands (Lillo *et al*., 2004; Cordova *et al*., 2006). The Inland Sea of Chiloé plays an important role in the hoki population dynamics. A significant abundance of juveniles has been detected in that zone, suggesting that this system represents an important recruitment area (Lillo et al., 2004; Lillo et al., 2009). This area is also an important feeding area for juvenile and subadult phases (Niklitschek *et al*., 2014). Hoki perform frequent vertical migrations in the water column, moving towards shallow waters to feed on mesopelagic or epipelagic prey (Bezzi, 1984). Hoki presents bathymetric stratification during its ontogenetic development; adults are found in deep waters, while juveniles inhabit shallower depths (Queirolo *et al*., 2008). Due to this characteristic behaviour and its ontogeny, hoki has been attributed a key ecological role in the energy transfer between pelagic and demersal food webs, feeding mainly on euphausiids, amphipods and small epi and mesopelagic fish (Queirolo *et al*., 2008, Brickle *et al*., 2009). Hoki is considered a key species due to its role as the main prey for Southern Hake and Kingklip and the presence of substantial cannibalism on the juvenile fraction (Pool *et al*., 1997).

Regarding reproduction, hoki presents a well-defined maturity period starting in May, reaching full maturity in July, and finishing with a short spawning period in August and September. The fecundity estimated for this species ranged between 49,309 and 622,220 oocytes for organisms between 770 and 2,700 g, with an average of 433 ± 280.1. The size of the first maturity L50% is 54 cm in total length (Young *et al*., 1998).

1.2 Fishery

Landing records of hoki began in 1977 as a bycatch of the southern hake fishery in the factory trawler fleet of the Southern demersal fishery (Céspedes-Michea *et al*., 2022). The formal Chilean Hoki fishery in Chile began in the early 1980s. Initially, the fishery focused on domestic consumption. Later, in the mid-1990s, the demand for Chilean Hoki increased in international markets, especially in Europe and Japan.

The fishery for this resource is carried out by two fishery units: the Demersal-Austral (DAF) and the Center-South (CSF). In the DAF, bottom trawlers initiated operating in the 1980s and became the main fishing gear used to catch Hoki in the early years. The trawling fleet had landings fluctuating between 15,000 and 47,000 tons at the end of the last century.

The purse seine fleet also started to operate in the CSF in the 1980s. As a result of the increasing demand, the fishery grew, and they built new purse seine vessels to meet the demand; for example, in 1996, 149 purse seine vessels operated in the south-center zone of Chile, while in 1997, the number of boats increased to 164 (Cubillos et al., 1998). In the CSF until the year 2000, its capture was carried out mainly by the purse-seine fleet on juvenile aggregations of the stock. However, in 2001-2004, this resource presented a mainly demersal behavior and consequently, the trawling fleet (SUBPESCA, 2004) had landings fluctuating between 23,000 and 136,000 tons (SERNAPESCA, 2005).

1.3 Management

The Hoki fishery has closed access to new operators; it is managed with global and individual catch quotas and regulation of shape and minimum mesh size in trawl nets (link here). The fishery is managed through the General Law on Fisheries and Aquaculture, decrees and resolutions published by the Management Committee. Worth noting there is no management plan for this species; however, the process for the preparation of the management plan for this fish stock has begun (Comité de Manejo de la Merluza de Cola, Acta session No. 2, 2023). In particular, every year the Ministry of Minister of Economy, Development and Tourism issues a decree establishing the annual quota for Hoki, allocated between the center-south, south-austral, interior waters, and research.

The Minister of Economy established a management strategy in 2013, whose objective was to recuperate the biomass to the level that generates MSY in 13 years. The annual quota is determined based on MSY; however, later stock assessments suggested that the stock remained depleted, and the quotas determined through MSY have not been completed since 2016.

The Hoki Management Committee (Comité de manejo de la merluza de cola) is responsible for the management of the hoki fishery in Chile and the allocation of the annual quota. The Committee is integrated by representatives of the Undersecretary of Fisheries and Aquaculture (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura), National Fisheries and Aquaculture Service (Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura), process plant sector representative (Representante sector plantas de proceso), the industrial fishing sector of the South Central Fisheries Unit (sector pesquero industrial Unidad de Pesquería Centro Sur), and the industrial fishing sector of the southern southern fisheries unit.

2 Ling

2.1 Biology

Ling (*Genipterus blacodes*), locally known as Congrio dorado, is a demersal-benthonic species found in the southern hemisphere in the New Zealand Coast, the south coast of Australia, and South America from Chile to Argentina (Nielsen *et al*., 1999; Pequeño, 1989) and Brazil in the South West Atlantic (Hureau, 1991). In Chile it is distributed from Coquimbo to the southern limit with Argentina (Paredes and Bravo, 2005). It can be found in waters ranging from 22 to 1000 meters deep (Stevenson, 2004), usually 300-550 m (Kailola *et al*., 1993**)**. It is a slow-growing species with a lifespan of up to 30 years (Annala, 1994). it is a sedentary species with adults living buried in soft bottoms (Ward *et al*., 2001).

Ling feeds on small fish, crustaceans, and cephalopods. Its diet is characterized by the predominance of demersal and benthic species, highlighting tadpole codling (*Salilota australis*), Southern blue whiting (*Micromesistius australis*) (Renzi, 1986), Chilean Nylon

Shrimp (*Heterocarpus reedi*), and Banded Whiptail (*Coelorinchus fasciatus*) (Bahamonde and Zavala, 1981).

Spawning occurs in Chile from August to December, taking place mainly and with greater intensity in the northern area of the austral demersal fishery (Aguayo et al., 2001). Other authors suggest that the main spawning occurs in the spring (Baker et al., 2014) in the open sea, inland waterways, and throughout its distribution range (Flores et al., 2020). Several estimates of maturity length have been done in Chile; Chong (1993) reported maturity at length of 90 cm of total length, while Aguayo et al. (2001) and Paredes and Bravo (2005) reported 82 cm of total length. Growth studies have been done in New Zealand (Horn, 1993), Australia (Withell and Wankowoski, 1989), and Chile (Chong and Aguayo, 1990; Wiff *et al*., 2007). These studies suggest a differentiated growth between sexes and areas, with faster growth in females.

Some studies have been focused on testing the existence of more than one stock in certain regions; for example, in New Zealand, through allozyme techniques (Smith and Francis, 1982), morphometry (Colman, 1985), and size structures (Horn, 1993) it has been determined the existence of at least three stocks. In Chile, Chong (1993) used otolith morphometry, his results indicate that although there are no statistical differences for the areas of the Southern Demersal Fishery, the existence of local groups between these areas is demonstrated. Based on studies by Wiff *et al*., (2005;2007) suggesting that there are differences in the life history parameters and fishing dynamics for the northern austral demersal fishery ADF area (41°28.6'S-47°00S) and southern ADF (47°00'S57°00'S), the fishery started to be modelled and managed as two different stocks in 2006.

2.2 Fishery

There are several management periods in the Ling fishery. The fishing activity started in the southern area in 1974 with the promulgation of Decree Law 500, which allowed foreign-flagged vessels to operate in waters under national jurisdiction south of parallel 37°S. This legal framework was conducive to the growth of fishing effort between 1975 and 1979 in the southern zone of Chile (Zuleta, 1979, Correa, 1985); however, Kingklip was caught mainly as bycatch (Zuleta 1979). The next phase was the constitution of fishing companies under the D.L. 600/74 (MINECOM), also known as the “Foreign Investment Statute” Under this new legal framework, foreign investment in the fishing sector and companies operating with factory ships were authorized through a contract between the State of Chile and the foreign investor (Capurro, 19179). The creation of these national fishing societies operating factory vessels marked the beginning of the Chilean austral demersal fishery (ADF). Until 1983, the ADF operated only with factory trawlers between latitudes 43° and 57° S, targeting common hake, southern hake, cojinoba (*Seriolella sp*.), and Chilean jack mackerel. The kingklip was a regular species in the catch composition (Aguayo et al., 1986). The next milestone in the ADF fishery management was the introduction of new fishing gear in 1984, locally known as "espinel" (Fig. 1), developing a new small-scale fishery operating in the inland sea of Chiloé and targeting Southern hake (Aguayo *et al*., 1991). In the same year, ice trawlers started operations in the outer sea. Due to market preferences for southern hake, Kingklip, and cojinobas, it is clear that there was specific targeting for these species (Aguayo et al., 1986). Later, between 1986 and 1987, the ice and factory fleets with spinel targeting Southern hake and Kingklip operated in external waters (Aguayo *et al*., 1991; Aguayo *et al*., 1993). The increase in fishing effort between 1987 and 1990 resulted in overfishing of both southern hake and Kingklip; in 1990, these stocks already showed an evident and sustained abundance decrease in the fishing grounds of the outer sea (Aguayo *et al*., 1991; Aguayo *et al*., 1992). In the following years, several changes in fishing products produced several changes in species targeting. At the beginning of the 90s, a fishery for hoki developed due to the demand in the American and European markets (FAO, 1999). To reduce the fishing pressure on the Southern hake and Kingklip, fishery managers incentivized the development of the Patagonian toothfish (locally known as Bacalao). The Chilean deep waters fishery targeting orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) developed between 1999 and 2006 (Céspedes *et al*., 2003, Tascheri *et al*., 2002); this activity in deep waters decreased the fishing effort of ice trawlers with great fishing power that would have been exerted on the ADF.

The development of the ADF is complex due to its multispecies nature and the changing patterns of the spatial distribution of the fishing effort determined by notable changes over time associated with the initiation and subsequent decline of different fisheries developed on different target resources. Some fisheries involving different fishing tactics, such as the toothfish, hoki, orange roughy, and splendid alfonsino fisheries, do not interact with the Kingklip fishery but have indirectly contributed to the fluctuations in the fishing effort

(Pelletier and Ferraris, 2000). Other fisheries, such as the southern hake fishery, regularly interact with the Kingklip fishery, contributing to its fishing mortality.

The Kingklip stock assessment presents some challenges. For example, only for the period between 1986 and 1990 the fishery specifically targeted Kingklip. In the following years Kingklip was caught as bycatch or secondary target species. This scenario combined with the multi-specific nature of the ADF, and the closure to the industrial fleet to Kingklip fishing grounds, currently reserved for artisanal fishing, contributes to the complexity of managing this resource. Due to the difficulty in establishing the fishing effort aimed at its capture for estimating indicators of relative abundance used in the stock assessment methods.

Current stock assessments results from four scenarios suggest that the stock is overfished, and there is overfishing for only the base model. Due to the difficulties discussed in the estimation of the relative index of abundance (CPUE), these results need to be evaluated in detail. During the meeting in Valparaiso some issues arise and will be discussed in detail in the following sections.

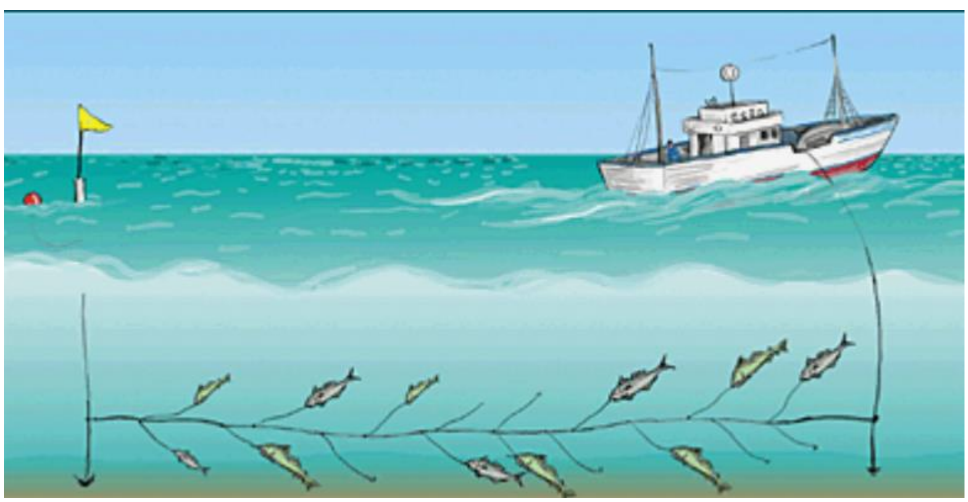


Figure 1. Fishing gear, locally know as spinel, used in the austral demersal fishery in Southern Chile.

2.3 Management

In 1992 the fishery was declared fully exploited, thus allowing the administration to set annual catch quotas (Supreme decree 354/1993). Until 2005 the fishery was managed as a single stock with a global annual quota divided between the northern and southern zones. In general, the quota allocated to the North zone was historically larger than the quota for the South. Based on life history data and the species demography (Wiff *et al*., 2011), since 2006, the fishery is managed as two separated stocks.

Currently, the Southern fishery is divided into two administrative zones or fishery units. The Northern Fisheries Unit (NFU) from 41°28.6′ to 47°00′ S. Lat. and up to 60 NM, and the Southern Fisheries Unit (UPS) from 47°00′ S. Lat. to the extreme south 57°00′ S. lat. and up to 80 NM (Law 19,713).

Review methods

The materials were provided well in advance and included the computer code used for the main assessment. Presentations on each of the aspects of how the assessments were used for management advice were extensive and took up most of the time during the review week. The schedule and agenda are shown in Annex 1. In addition to discussions throughout the week and during presentations, at the end of the formal review we illustrated by example how an alternative model system could be set up and subsequently this was developed into a new repository made available and described in **Annex 2**).

3 Responses to terms of reference

3.1 Assessment approach

The Team found that there could be many improvements that should be pursued in the coming year. Examples of some alternatives are provided in Annex 2. For Chilean hoki, we provide rationale for abandoning the exploitation-rate form of the catch equation as it is relatively uncommon and seemed to add more confusion than resolving the impact that within-year fishing mortality assumptions might have.

3.2 Data compilation

Diagnostics on data collection should be more fully developed. This would help reviewers judge how they should be treated in the model and help developers specify clearer rationale for how variance terms and other assumptions were included within the model. We attach an example that shows how the sampling levels compare with catches among different gear types (and should extend to seasons/areas) in Fig. 2.

3.3 Survey indices of abundance

For Chilean hoki, the Team requested a detailed presentation of the acoustic survey. This provided better context for the large effort to survey the long Chilean coast for many different stocks. For ling, survey data were unavailable.

3.4 Fishery indices of abundance

The CPUE indices for both Ling and Chilean hoki could be more clearly presented. It would be good to show how the standardization affected nominal catch rates. This comparison will benefit from a potential improvement for the standardization CPUE process based on the definition of a maximal model that includes additional predictors (fishing gear in the case of Chilean hoki) and first-level interactions and a parsimonious selection model method to obtain the minimum adequate model for the standardized CPUE.

3.5 Assessment modelling

-Estimated and fixed parameters

-Configuration

-Retrospective patterns

3.6 Reference points

Given the improvements needed for the assessment, the Team noted that comments about reference points are meant as illustrative. Our recommendations are meant for future developments rather than current management measures and stock status determinations.

Given the legal constraints for the role of reference points in setting conservation measures, we recommend that to the extent practicable, the analysts should strive to avoid reference points that rely heavily on theoretical assumptions. In particular, assumptions about stock-recruit relationships should be minimized (in favor of more empirical measures).

Here are some details for future developments of reference points and harvest control rules. The current approach requires estimating reference points associated with MSY (FMSY proxy = F45%, BMSY proxy = 0.4B0, and Blim=0.5BMSY=0.2B0). Regarding the harvest control rule, "overfishing" and "overfished" are not used in the Chilean hoki and Ling management. Instead, they used the term overexploited when "the current biological point is lower in case of considering the biomass criteria or higher in the case of considering the exploitation rate or fishing mortality criteria than the expected value of MSY, which is not sustainable in the long-term with no potential for further performance and at risk of running out or collapsing" (Tascheri, 2022). The team considers that the terms "overfishing" and "overfished" could be incorporated as follows: There is overfishing when Ft/FMSY > 1, and the stock is overfished if Bt/BMSY < 1 in the Kobe plot.

The current harvest control rule does not provide clear guidelines for actions taken when the stock is near the limit reference point. For example, in the Chilean hoky, where the fishing stock is near the limit reference point, they still use FMSY when harvests should have been constrained substantially or stopped due to a critical biomass condition.

Due to the historical exploitation in the Chilean hoki and Ling fishery, managers should consider adding a triggering reference point (0.3B0) below which the fishing mortality is reduced.

The proposed approach would enhance the determination of the stock status. For Ling, with the current methodology, Tascheri (2022) concluded that "the biomass of Ling is at or above the BLIM value and below the management objective level and thus, the population of golden conger eel in its Unit of Northern Fishery is overexploited". In the new scheme the conclusion would be the Ling stock is overfished, but there is no overfishing.

3.7 Alternative treatments

For the Chilean hoki assessment, the alternatives explored were extensive historically but limited in recent years with the main focus on some impacts of the “correction factors” applied to the fisheries catch time series.

For Ling, the alternative treatments focused on alternative hypotheses for recruitment (absence and presence of stock-recruitment relationship), two methodologies for the standardization of CPU, and the catch composition weighting scheme (2021 weights vs updated sample sizes).

Incorporating Ecosystem-Based Fisheries Management

Presently, stock assessment methodologies used in Chile are single-species, which often focus on maximizing catch of a single target species while ignoring impacts on habitats, predator-prey interactions, and other ecosystem components and interactions (Pikitch *et al*., 2004). Recently, the global agreement that marine populations are not isolated entities in their ecosystems but instead are part of complex webs of interactions with other species and the environment (Hollowed *et al*., 2000; Livingston and Jurado-Molina, 2000; Kempf *et al*., 2006) has increased the interest in developing an ecosystem approach to fisheries management.

According to Pikitch *et al*., (2004), the Ecosystem-Based fisheries Management should (i) avoid degradation of ecosystems, as measured by indicators of environmental quality and system status; (ii) accounting for the requirements of other ecosystem components (e.g., nontarget species, protected species, habitat considerations, and various trophic interactions). Within this framework, an initial starting point for Ecosystem-Based Fisheries Management would include:

- Assessing potential impacts of fishing gear (trawl, midwater trawl, long line, and espinel) on habitat and developing measures to decrease the impacts.
- Assessing potential impacts on the ecosystem and prey availability to predator through trophic and multispecies models.
- Assessing potential effects on nontarget species (indirect effects of fishing mortality, discards, bycatch, Endangered, Threatened, and Protected ETP species) and developing measures to decrease these impacts.

Adopting an Ecosystem-Based Fisheries Management will provide multiple benefits, such as maintaining ecosystem goods and services to deliver social, economic, cultural benefits to society, and increasing stakeholder participation. Furthermore, this approach will provide information for a future fisheries certification.

4 Conclusiones and recommendations for future research

4.1 Conceptual model of the stock

For the Chilean hoki, the conceptual model and evidence suggest, minimally, that it is worth running a single model spanning both the component that resides in Argentinian waters as well as from Chile.

For Ling, there is no strong evidence supporting the use of modeling two separate stocks. In the previous review, Francis (2015) suggested exploring a single-stock model, and we agree with this suggestion.

For projections, the model should use a stock-recruit relationship such that spawning biomass and recruitment are affected by fishing mortality levels. In the current model, with constant recruitment, there is no such effect even though the spawning biomass could be at low levels leading to optimistic scenarios.

The control rule relies on a ten year projection. However, due to uncertainty in biological processes, environmental variability, potential changes in fishing mortality and other factors, switching to a short-term projection is recommendable.

4.2 Stock assessment application/model

For the Chilean hoki, the need to retain the complex, exploitation-rate seasonal catch rate assumption seems to add little to the model specification. The original rationale was to accommodate seasonal differences among the fisheries. This formulation arose because of abrupt intense removals from the purse-seine fishery in the mid 1990s which occurred during a few months each year. This fishery is no longer operational and is unlikely to be so in the future.

Regarding Ling, the natural mortality is considered a key parameter in age-structured models; generally, it is estimated externally, and its value could be uncertain, affecting the population's productivity estimates. Currently, the age-structured model used in the stock assessment of Ling uses a constant value for the natural mortality of all ages through years. Future model versions should include a new axis of uncertainty for the natural mortality, one scenario with fixed natural mortality and other where this parameter is estimated from the available data.

4.3 Data collection and dissemination

The review period was relatively short, and an extensive review of the data collection process was limited. Nonetheless we requested more details on the acoustic survey aspects and how things may have changed over time. This provided insights on what other species are covered by the survey and allowed evaluation of how applicable the survey data are for the Chilean hoki assessment.

In particular for Ling, both CPUE standardization methods resulted in high CPUE values from 1995 to 2000 and 2014, although the catches decreased drastically from 1987-1990. We consider that a detailed review of the raw data is necessary to find the origin of these high

CPUE estimates and decide if it is worth including these points in the model fitting. Additionally, the series used in the northern assessment resulted in a very unusual spike in 2014 (222% higher than all the average of all other estimates from 2000-2021). Unless this can be explained by actual data, including a sign of recruitment that appears to be missing from the composition data, this series seems inconsistent and should be omitted. As a side note, the data from the assessment software used were only to two significant digits. We recommend using at least three significant digits for tuning the models in future runs.

Relative to dissemination of stock assessment advice, we note that diagnostic treatment of model fits could be improved. A clearer set of assessment content guidelines could help and as an example, we provide some details in Annex 3.

Ecosystem-Based Fisheries Management

Develop the appropriate programs to carry out the initial tasks mentioned in the previous section to incorporate an Ecosystem-Based approach to fisheries management.

5 References

Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, V. Ojeda, T. Peñailillo, R. Gili, C. Vera y H. Robotham. 1986. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Demersales (Peces). 1985. Zona Sur Austral. Estado de Situación del Recurso. CORFO-IFOP. 143 p.

Aguayo, M., I. Paya, C. Vera, V. Ojeda, I. Céspedes y J. Donoso. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Pesquerías demersales “Peces” zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP. 83 p.

Aguayo, M., I. Céspedes, I. Paya, E. Figueroa, V. Ojeda, y L. Muñoz. 1993. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1992. Pesquerías demersales “Peces” zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP. 64 p.

Aguayo, M., Payá, I., Céspedes, R., Miranda, H., Catasti, V., Lillo, S., Gálvez, P., Adasme, L., Balbontín, F., and R. Bravo. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Proyecto FIP 99-15:114

Angelescu V, F Gneri & A Nani. 1958. La merluza del mar argentino (Biología y Taxonomía). Publicaciones. Servicio Hidrográfico Naval, Secretaría de Marina, Buenos Aires H 1004: 1-224.

Annala, J.H. (comp.). 1994. Report from the Fishery Assessment Plenary, May 1994: stock assessments and yield estimates. Unpublished report held in MAF Fisheries Greta Point library, Wellington. 242 p.

Arana P. 1970. Nota sobre la presencia de ejemplares de merluza de cola (*Macruronus magellanicus Lönnberg*) frente a la costa de Valparaíso. Investigaciones Marinas 1 (3): 50-60.

Avilés S, M Aguayo, F Hinostroza & J Cañón. 1979. Merluza de cola, En: Estado Actual de las Principales Pesquerías Nacionales. Bases para un Desarrollo Pesquero. Peces. CORFO/IFOP, AP79-18: 1-25.

Bahamonde, N., and C. Zavala. 1981. Food and feeding habits of the Chilean hake, Genypterus blacodes Schneider 1801, in central Chile. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 9, 97-106.

Baker, L. L., R. Wiff, J. C. Quiroz, A. Flores, R. Céspedes, M.A. Barrientos, V. Ojeda and C. Gatica. 2014. Reproductive ecology of the female pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*): evaluating differences between fishery management zones in the Chilean austral zone Environmental Biology of Fishes. 97(10): 1083-1093.

Bezzi S.I. 1984. Aspectos biológico-pesqueros de la merluza de cola del Atlántico Sudoccidental.

Brickle P., Arkhipkin A.I., Laptikhovsky V., Stocks A., and A. Taylor. 2009. Resource partitioning by two large planktivorous fishes *Micromesistius australis* and *Macruronus magellanicus* in the Southwest Atlantic. Estuar Coast Shelf Sci 84:91–98

Carvalho, F., Punt, A.E., Chang, Y.J., Maunder, M.N., Piner, K.R., 2017. Can diagnostic tests help identify model misspecification in integrated stock assessments? Fish. Res. 192, 28–40. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.09.018. 〈https://www.scienced irect.com/science/article/pii/S0165783616303113.

Capurro, L. 1979. La flota pesquera del sur de Chile. Santiago: Universidad Católica de Chile, Instituto de Sociología.

Carvalho, F., Winker, H., Courtney, D., Kapur, M., Kell, L., Cardinale, M., Schirripa, M., Kitakado, T., Yemane, D., Piner, K.R., Maunder, M.N., Taylor, I., Wetzel, C.R., Doering, K., Johnson, K.F., Methot, R.D., 2021. A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. Fish. Res. 240, 105959 https://doi.org/ 10.1016/j.fishres.2021.105959. 〈https://www.sciencedirect.com/science/article/ pii/S0165783621000874

Céspedes, R., L. Adasme, M, Nilo, E. Palta, V. Ojeda, M. Montecinos, V. Espejo, Z. Young, L. Muñoz ,F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid y L. Chong. 2003. Investigación situación pesquería demersal zona sur austral. 2002. Informe Final. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales. IFOP-SUBPESCA. 224 p.

Céspedes-Michea, R., Ojeda-Cerda, V., Hidalgo-Valdebenito, H., Muñoz-Rubio, L., and R. San Juan-Checura. 2022. Informe Técnico Final Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales, año 2021 Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección V: Pesquería de Merluza de Cola. Subsecretaria de Economía y EMT/Junio 2022.

Chesheva, Z. (1992). Biological features of *Macruronus magellanicus* (Hutton, 1872) in the southeastern Pacific. Fisheries Research, 14(1), 37-51.

Chong, J. and M. Aguayo. 1990. Determinación de edad y estimación de los parámetros de crecimiento del congrio dorado, *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801) (Osteichyes, Ophidiidae) en el Pacífico Sur Oriental. Biología Pesquera, 19: 55-67.

Chong, J. 1993. Ciclo de madurez sexual del congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en la zona de la pesquería sur-austral. Estudio complementario a captura total permisible del recurso merluza del sur en aguas interiores, 1991. Informe Técnico IFOPSUBPESCA.

Chong J., Aguayo M., and I. Payá. 2007. Estimación de edad, crecimiento y mortalidad natural de la merluza de cola, *Macruronus magellanicus* Lönnberg, 1907 (Macruronidae, Gadiformes) en el Océano Pacífico suroriental. Rev Biol Mar Oceanogr 42:311–333

Cohen D., T. Inada, T. Iwamoto, and N. Scialabba. 1990. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). FAO Species Catalogue. FAO Fisheries Synopsis 125 (10): 1-442.

Córdova, J., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, P. Rojas, A. Saavedra, M.A. Barbieri and J.C. Saavedra. 2006. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2005. Inf. Téc. FIP-IT/2005-04: 104 pp.

Correa, V. M. 1985. Análisis y evaluación económica de la actividad desarrollada por buques fábrica en Chile al sur del paralelo 43° S. Tésis para optar al título de Ingeniero Pesquero. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Cs. Del Mar. 116 p.

Crawley, M. J. 2007. The R book. John Wiley & Sons, LTD. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.

Cubillos, L., Hernández, A., Vilugrón, L., Miranda, L., Alarcón, R., Pino, C., Sepulveda, A., and G. Vazquez. 1998. Estudio biológico-pesquero de la merluza de cola en el area de distribución de la pesquería pelágica centro-sur. Informe final, Proyecto FIP No. 96-19. Instituto de Investigación Pesquera, Octava Región, S. A.

FAO. 1999. The state of world fisheries and aquaculture 1998. Rome. ISBN 92-5-104187-3. 114 p.

Flores, A., R. Wiff, D. I. Brown, D. and S. Larrea-Meza. 2020. Reproductive traits of female of pink cusk-eel (Genypterus blacodes Schneider, 1801) in the fjords of the Chilean Patagonia Estuarine, Coastal and Shelf Science, Elsevier BV, 2020.

Hureau, J.-C. 1991. La base de données GICIM : Gestion informatisée des collections ichthyologiques du Muséum. p. 225-227. In Atlas Préliminaire des Poissons d'Eau Douce de France. Conseil Supérieur de la Pêche, Ministère de l'Environnement, CEMAGREF et Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.

Horn, P. L. 1993. Growth, age structure, and productivity of ling, *Genypterus blacodes* (Ophidiidae) in New Zealand waters. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 27: 385-397.

Hollowed, A., J. Ianelli, and P. A. Livingston. 2000. Including predation mortality in stock assessments: a case study for Gulf of Alaska Walleye Pollock. ICES Journal of Marine Science 57:279–293.

Kailola, P.J., M.J. Williams, P.C. Stewart, R.E. Reichelt, A. McNee and C. Grieve. 1993. Australian fisheries resources. Bureau of Resource Sciences, Canberra, Australia. 422 p.

Karp, Melissa A., P. Kuriyama, K. Blackhart, Jon Brodziak, Felipe Carvalho, Kiersten Curti, E.J. Dick, Dana Hanselman, Daniel Hennen, J. Ianelli, Skyler Sagarese, Kyle Shertzer, and Ian Taylor. 2022. Common model diagnostics for fish stock assessments in the United States. NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-240, 28 p. http://spo.nmfs.noaa.gov/tech-memos/

Kempf, A., J. Floeter, and A. Temming. 2006. Decadal changes in the North Sea food web between 1981 and 1991: implications for fishery stock assessment. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 63:2586–2602.

Lillo, S., Céspedes R., Ojeda V., and R. Vega. 2000. Evaluación directa de merluza de cola en la zona centro-sur, 1999. Inf. Téc. FIP-IT/99-06: 55 pp.

Lillo, S., Céspedes R., Balbontín F., Ojeda V., and A. Saavedra. 2004. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2003. Inf. Téc. FIP-IT/2003-09: 105 pp.

Lillo S., Lang C., Ojeda V., Céspedes R., Adasme L., Meléndez R., Molina E., Rojas M., and A. Saavedra. 2009. Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en aguas interiores de la X y XI regiones, año 2007. Informe final proyecto FIP 2007-14. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso, Chile

Livingston, P. A., and J. Jurado-Molina. 2000. A multispecies virtual popula- tion analysis of the eastern Bering Sea. ICES Journal of Marine Science 57:294–299.

Nielsen, J.G., D.M. Cohen, D.F. Markle and C.R. Robins. FAO. 1999. species catalogue. Volume 18. Ophidiiform fishes of the world (Order Ophidiiformes). An annotated and illustrated catalogue of pearlfishes, cusk-eels, brotulas and other ophidiiform fishes known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 18. Rome, FAO. 178p., 136 figs.

Niklitschek E.J., Secor D.H., Toledo P., Valenzuela X., Cubillos L.A., and A. Zuleta. 2014. Nursery systems for Patagonian grenadier off Western Patagonia: large inner sea or narrow continental shelf? ICES J Mar Sci 71:374–390.

Paredes, F., and R. Bravo. 2005. Reproductive cicle. Size at first maduration and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes*, in Chile. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 39: 1085-1096.

Pelletier, D. and J. Ferraris. 2000. A multivariate approach for defining fishing tactics from commercial catch and effort data. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 57: 51-65.

Pequeño, G. 1989. Peces de Chile. Lista sistematica revisada y comentada. Rev. Biol. Mar., Valparaiso 24(2):1-132.

Pikitch, E. K., C. Santora, E. A. Babcock, A. Bakun, R. Bonfil, D. O. Conover, P. Dayton, P. Doukakis, D. Fluharty, B. Heneman, E. D. Houde, J. Link, P. A. Livingston, M. Mangel, M. K. McAllister, J. Pope, K. J. Sainsbury. 2004. Ecosystem-Based Fishery Management. Science. Vol(305): 346-347.

Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortes, and M. Arriaza. 1997. Interacciones tróficas de recursos demersales en la zona sur austral. [Trophic interactions of demersal fisheries resources in the Chilean south- ern zone.] Reporte Técnico FIP, FIP/IT-N 94-32, Valparaíso, Chile.

Queirolo D., Zamora V., Hurtado C., Montenegro I., Melo T., Merino J., Gaete E., and R. Escobar. 2008. Characterization of Chilean hoki (*Macruronus magellanicus*) aggregations off central southern Chile. Lat Am J Aquat Res 36:259–269

Renzi, M. F. 1986. Food and feeding habits of *Genypterus blacodes* (Schneider) (Ophidiidae) off the Argentine coast. Fisheries Research, 4(1-2), 75-90.

Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). 2005. Anuario estadístico de pesca 2005. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Revised: February 2008.

Smith, P. J., and R. I. C. C. Francis. 1982. A glucosephosphate isomerase polymorphism in New Zealand ling *Genypterus blacodes*. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry, 73(3), 451-455.

Stevenson, M.L. 2004. Trawl survey of the west coast of the South Island and Tasman and Golden Bays, March-april 2003 (KAH0304). New Zealand Fisheries Assessment Report 2004/4. 69 p.

Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA). 2004. Cuota global anual de captura de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), V-X y XI-XII Regiones, año 2005. Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, Inf. Tec, 95: 24 pp.

Subsecretaria de Pesca (SUBPESCA). 2006. Ficha pesquera de merluza de cola. Revised: October 2007.

Tascheri, R., J. Sateler, V. Ojeda, J. Olivares. R. Gili, R. Bravo, C. Vera, C. Montenegro, M. González,J. Merino y J. González. 2002. Investigación situación pesquería demersal zona centro – sur, 2001. Informe Final. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales. SUBPESCA – IFOP 316 p.

Tascheri, R. 2022. Primer informe técnico, Convenio de desempeño, estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2023: Congrio dorado norte. Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaria de Economía y EMT / Septiembre, 2022.

Ward, R. D., Appleyard, S. A., Daley, R. K., and A. Reilly. 2001. Population structure of pink ling (*Genypterus blacodes*) from south-eastern Australian waters, inferred from allozyme and microsatellite analyses. Marine and Freshwater Research, 52: 965-973.

Wiff, R., Ojeda, V., and J. C., Quiroz. 2007. Age and growth in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*) off the Chilean austral zone: evaluating differences between management fishing zones. Journal of Applied Ichthyology, 23: 270-272.

Wiff, R., and J. C. Quiroz. 2011. Convenio investigación del estatus y evaluación de estrategias de explotación sustentables 2011 en las principales pesquerías chilenas. Actividad 3: Peces demersales. Congrio dorado 2011. Informe final. Subsecretaria de Pesca. 69 p.

Withell, A. F., and J. W. J. Wankowski. 1989. Age and growth estimates for pink ling, *Genypterus blacodes* (Schneider), and gemfish, Rexea solandri (Cuvier), from eastern Bass Strait, Australia. Journal Marine and Freshwater Research, 40, 215 226.

Young, Z., Chong, J., Robotham, H., Galvez, P., and H. Gonzalez. 1998. Análisis de la pesquería de merluza de cola en la zona sur-austral. Fondo de Investigación Pesquera. Informes Técnicos FIP. FIP – IT/96-37.

Zuleta, A. 1979. Análisis del desarrollo de la actividad pesquera generada a partir del D.L. 500. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero. 58 p.

Main website for meeting Argentinian papers/projects

https://www.inidep.edu.ar/wordpress/?page_id=4365

INIDEP hoki

MSC Certification notice

Giussi AR, Hansen JE, Wöler OC. 2002 Estimated total abundance and numbers at age of longtail hake (Macruronus magellanicus) in the Southwest Atlantic during the years 1987-2000. scimar [Internet]. 2002Sep.30 [cited 2023Mar.30];66(3):283-91. Available from: https://scientiamarina.revistas.csic.es/index.php/scientiamarina/article/view/587/600

5.1 Materials provided for the review

The following file structure and contents was provided to the reviewers:

```
Hoki
├── CRUCERO
│   ├── Evaluación del stock desovante de merluza de cola…de Los Lagos y de Aysén, año 2022-
2
│   │   └── Documentos técnicos
│   │       └── Sección II_ merluza de cola
│   │           └── DOC TÉC_Secc II - MCola 2022.pdf
│   └── Evaluación del stock desovante de …
│       ├── Documento técnico
│       │   └── Sección II_ merluza de cola
│       │       └── DOC TÉC_Secc II - MCola 2021.pdf
│       └── Informe final
│           ├── Sección II_ merluza de
│           └── Sección II_ merluza de cola
│               ├── BASE DE DATOS MERLUZA DE COLA 2021
│               │   ├── 0-DESCRIPTOR BASE DE DATOS MCOLA 2021.xlsx
│               │   ├── 1-ACÚSTICA 2021.xlsx
│               │   ├── 2-BIOLÓGICO MCOLA 2021.xlsx
│               │   ├── 3-LONGITUD - PESO MCOLA 2021.xlsx
│               │   ├── 4-EDAD MCOLA 2021.xlsx
│               │   ├── 5-FECUND MCOLA 2021.xlsx
│               │   ├── 6-REPROD MCOLA 2021.xlsx
│               │   ├── 7-FAUNA MCOLA 2021.xlsx
│               │   └── 8-AGREGACIONES MCOLA 2021.xlsx
│               └── Informe Final_Secc.II. M. de Cola, 2021_SL_RV.pdf
├── DESCARTE
│   └── Programa de investigación del descarte y captura de pesca incidental…
│       ├── Documento técnico
│       │   └── Documento_Tecnico__descarte_2021.pdf
│       ├── Informe de avance
│       │   ├── 2021_IAva_DescartePescaInc_IFOP.pdf
│       │   └── Informe de Avance_Descarte_demersal_2021 V.2.pdf
│       ├── Informe final
│       │   ├── Sección 1
│       │   │   ├── Descarte_IF Sec1.pdf
│       │   │   ├── Inf_Final_Seccion1_2022.v2.pdf
│       │   │   └── bases
│       │   │       ├── C_2021.xlsx
│       │   │       ├── DCS_2021.xlsx
│       │   │       └── MAESTRO_DOMINIOS.xlsx
│       │   └── Sección 2
│       │       ├── Anexo de Difusión_21_final_pdf.pdf
│       │       ├── BASE_INFORME_2_2021
│       │       │   └── BASE_INFORME_2_2021.xlsx
```

```
│       │       └── Inf_Final_Seccion2_Desc_Demersal_Final_word (1).pdf
│       └── Informe final corregido
│           └── Sección 1
│               ├── Descarte_IF Sec1_corregido.pdf
│               ├── Inf_Final_Seccion1_2022.corr_eval.pdf
│               └── Respuesta Evaluador Seccion 1_13_07_22.pdf
├── DataTryforContinuousF.xlsx
├── EVALUACION STOCK
│   └── Estatus merluza de cola 2023
│       └── Primer informe técnico
│           ├── Como correr el modelo chosamV3.docx
│           ├── Primer Informe Técnico 2023 MCola.pdf
│           ├── caso20B.ctl
│           ├── caso20B.dat
│           ├── caso20B.pin
│           └── chosamV3.tpl
├── Presentaciones
│   ├── Dia1
│   │   ├── PAYA 1 Choki Conceptual Model.pdf
│   │   ├── PAYA 2 Assessment data Information.pdf
│   │   └── PAYA 3 Stock assessment model.pdf
│   ├── Dia2
│   │   ├── PAYA 4 Management objectiveBRP.pdf
│   │   ├── PAYA 5 Model projections.pdf
│   │   └── PAYA 6 Stock status.pdf
│   ├── Dia3
│   │   ├── G_blacodes_conceptual_model.pdf
│   │   └── G_blacodes_data_information.pdf
│   ├── Dia4
│   │   ├── G_blacodes_assessment_model.pptx
│   │   ├── G_blacodes_management_BRP.pdf
│   │   ├── G_blacodes_model_projection.pdf
│   │   └── G_blacodes_stock_status.pdf
│   └── Dia5
├── Primer_informe_tecnico_CDS_2023(vFC).docx
├── RESUMEN EJECUTIVO.docx
├── SEGUIMIENTO
│   ├── BD SDAP 1997-2021
│   │   ├── Códigos BASE DATOS_mod.accdb
│   │   ├── DATOS 1997-2021 ARRASTRE DCS-PDA.accdb
│   │   ├── DATOS 1997-2021 PALANGRE PDA.accdb
│   │   ├── DATOS 1998-2021 ARTESANAL DCS-PDA.accdb
│   │   └── Descripción de Campos.xls
│   ├── Inf_Final_2021_Seccion II_Demersal centro sur-corr.pdf
│   ├── Inf_Final_2021_Seccion II_Demersal centro sur.pdf
│   ├── Inf_Final_SDAP_2021_Seccion III_PDA_Artesanal-corr.pdf
│   ├── Inf_Final_SDAP_2021_Seccion III_PDA_Artesanal.pdf
│   ├── Inf_Final_SDAP_2021_Seccion IV_Demersal sur austral industrial.pdf
```

```
│   └── Inf_Final_SDAP_2021_Seccion V_Mcola.pdf
├── kingclip
│   ├── Estatus congrio dorado norte 2023
│   │   └── Primer informe técnico
│   │       └── datos_modelos
│   │           ├── modelo_1
│   │           │   ├── S2.ctl
│   │           │   ├── l1.tpl
│   │           │   ├── ling1.tpl
│   │           │   ├── ling_2.1n.dat
│   │           │   └── mcmc.csv
│   │           └── modelo_2
│   │               ├── S1.ctl
│   │               ├── ling3.tpl
│   │               ├── ling_3n.dat
│   │               └── mcmc.csv
│   ├── Estatus congrio dorado sur 2023
│   │   └── Primer informe técnico
│   │       ├── Primer_informe_tecnico_CDS_2023(vFC).pdf
│   │       └── datos_modelos
│   │           ├── modelo_1
│   │           │   ├── S1.ctl
│   │           │   ├── ling1.tpl
│   │           │   ├── ling_2.1s.dat
│   │           └── modelo_2
│   │               ├── S1.ctl
│   │               ├── ling3.tpl
│   │               ├── ling_3s.dat
│   ├── Ling synopsis.pdf
│   ├── Primer_Informe_tecnico_CDN_2023(vFC).pdf
│   ├── Primer_informe_tecnico_CDS_2023(vFC).docx
│   ├── Primer_informe_tecnico_CDS_2023(vFC).pdf
│   ├── congrio_utils.R
│   ├── sstatus2.R
```

Figures

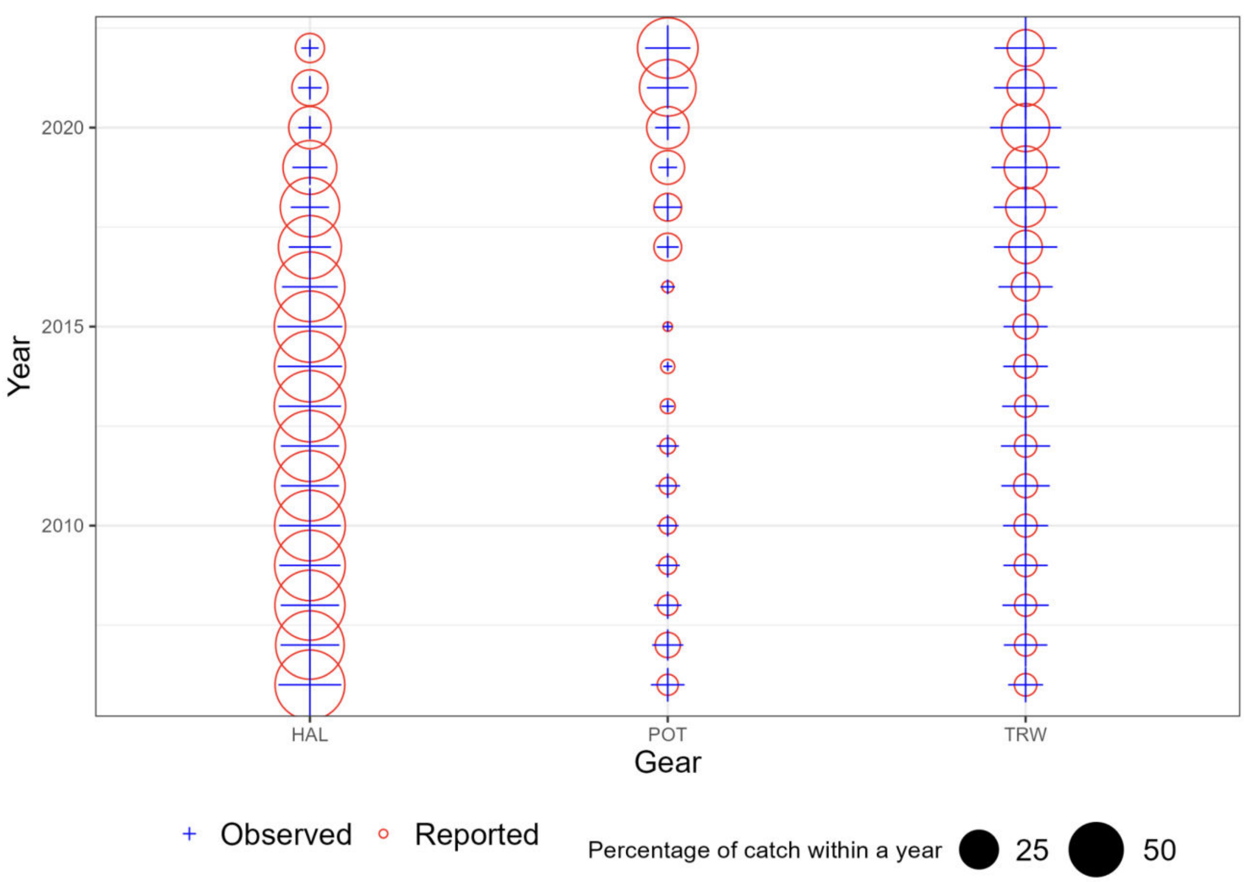


Figure 2. Example data diagnostic to show the coverage levels by gear type where observed represents the relative sampling coverage and reported is the actual catch (proportional by column).

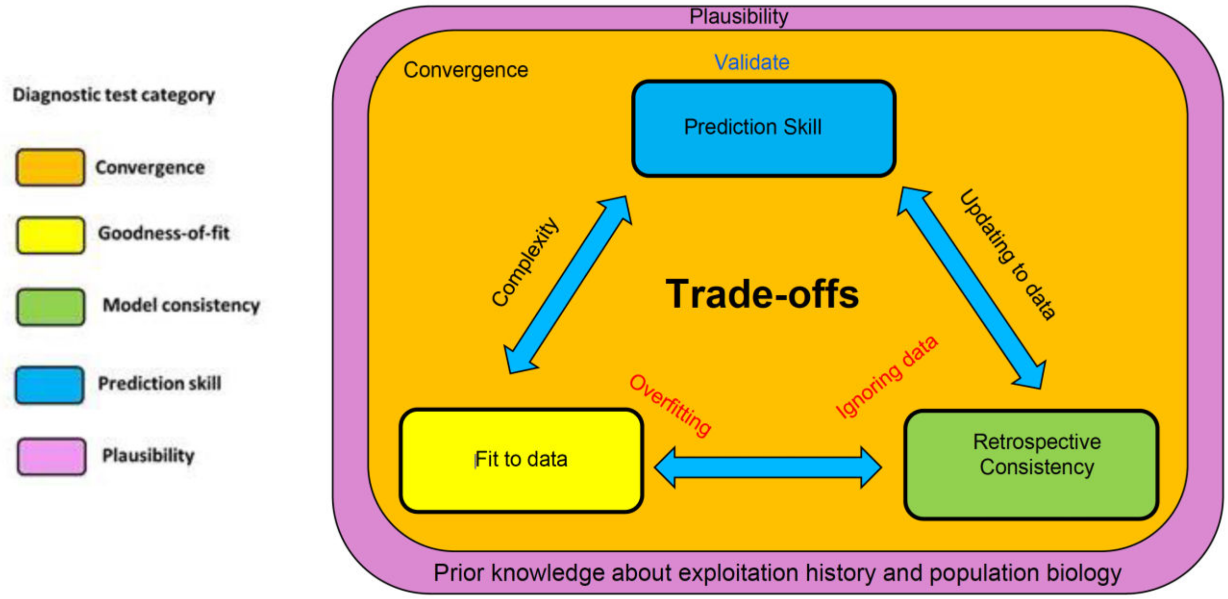


Figure 3. Categories of diagnostics for stock assessments showing tradeoffs among components (from Carvalho *et al*., 2019).

6 Annex 1. Statement of work

An Independent External Review of the Chilean Hoki (*Macruronus magellanicus*) and Ling stock assessment of southern Chile was convened over 2.5 days in Valparaíso for workshop 1 (peer-review) for the assessment. A follow-up workshop is planned in Jan 2024 to generate improvement to the assessment and establish a base model in necessary cases. The reviewer terms of reference include:

- reading all documents in preparation for the workshop.
- actively participating in the workshop and conduct an independent review of the assessment; specifically:
    1. Conduct necessary pre-review preparations, including the review of background material and reports provided by the INPESCA in advance of the workshop.
    2. Participate during the first workshop in Valparaíso (5th month) of the project with a focus in review the assessment.
    3. Participate during the second workshop in Valparaíso or remote mode (8th month) of the project with a focus on improving the assessment.
    4. In case the first workshop determinate is necessary to modify or build a new base model. The expert will need to generate an independent stock assessment to correct the assessment and establish the condition of the stock based on the biological reference point and exploitation strategy in the fishery.
    5. Conduct a review and generate two reports related to workshops 1 and 2.

6. No later than 1 month developed WS 1, submit a report in English addressed to the "Instituto de Investigación Pesquera" and sent it to M.Sc. Claudio Gatica Molina, Lead Coordinator of the project, via email to cgatica@inpesca.cl. The same action will be made associated to WS 2.
7. The report shall include an executive summary with the main conclusions and recommendations about the review process associated with WS 1 and WS 2. The main text shall include a description of activities, findings, conclusions and recommendations. An Annex shall include the terms of references, statement of work and the list of references used in the review process. Appendix 1 includes details related with topics and structure of the report.

With respect to Hoki, provide feedback, recommendations, and an independent peer review from the following tasks:

a) Critically assess the assessment approach, working hypothesis and conceptual model and propose improvement.

b) Review of life parameters, especially growth parameters and size/age first maturity.

c) Data review and input parameters to stock assessment model with emphasis on abundance indexes and age-length key used.

d) Review the procedures, methods and estimation models used for uncertainty treatment with an emphasis on recruitment and propose improvements.

e) Review the reference points and indicators (state and flow) used to establish the status of conservation of resource the stock and propose improvements.

f) Recommend improvement to the assessment process by research studies to increase the knowledge of the resource and reduce uncertainty in the estimation status.

g) Recommend improvement associated with incorporating an ecosystem approach to management.

h) Facilitate the implementation of suggestions for improvements prioritized in the review process if a structural change to the model is not necessary.

i) Contribute to the development and implementation of a new base model in case of structural changes to the model with:

   a. Proposal of a conceptual model that includes biological, fishing and environmental forcing processes that impact the resource.

   b. Founded selection of candidate models, regarding biological processes for the evaluation of structural hypotheses.

   c. Statistical robustness analysis includes a study of sensitivity and uncertainty.

   d. Retrospective analysis to assess effects in population indicators.

   e. Use the base model to evaluate the exploitation strategy applied to the resource considering performance indicators required by the SSP.

   f. Develop actions or recommendations to facilitate the implementation of generated results.

Agenda/Schedule

Time	duration	Topic	speaker
09:10 – 09:30	20 min	Welcome / Logistic / Introduction	Claudio Gatica, Aquiles Sepúlveda
09:30 – 10:00	30 min	Conduct of Meeting / Presentation schedule by days / Modality	Cristian Canales
10:00 – 10:40	40 min	Conceptual model for Hoki	Ignacio Payá
10:40 – 11:00	20 min	Experts questions	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales
11:00 – 11:20	20 min	Coffee break	
11:30-12:10	40 min	Assessment data/information	Ignacio Payá
12:10-13:00	50 min	Experts questions / General discussion / Public comment	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales; Public

13.00-14.30 Lunch

14:30-15:20	50 min	Stock assessment model	Ignacio Payá
15:20-16:10	50 min	Experts questions / General discussion /	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales
16:10-16:30	20 min	Coffee break	
16:30-17:00	30 min	Public comment	Public
17:15-17:50	40 min	Experts interactions /expert panel agreement and discussion	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales

Time	duration	Topic	speaker
09:10 – 09:30	20 min	Welcome / Logistic / Introduction	Claudio Gatica, Aquiles Sepúlveda
09:30 – 10:00	30 min	Executive summary day 1	Cristian Canales
10:00 – 10:40	40 min	Management objective /BRP	Ignacio Payá
10:40 – 11:00	20 min	Experts questions	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales
11:00 – 11:20	20 min	Coffee break	
11:30-12:10	40 min	Model projection	Ignacio Payá
12:10-13:00	50 min	Experts questions / General discussion / Public comment	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales; Public

13.00-14.30 Lunch

14:30-15:20	50 min	Stock status	Ignacio Payá
15:20-16:10	50 min	Experts questions / General discussion /	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales
16:10-16:30	20 min	Coffee break	
16:30-17:00	30 min	Public comment	Public
17:10-17:50	40 min	Experts interactions /expert panel agreement and discussion	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales

Time	duration	Topic	Presenter(s)
09:10 – 09:30	20min	Executive summary day 2	Cristian Canales
09:30 – 10:10	40min	General expert panel point of view stock assessment	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales
10:10-10:30	20 min	Coffee break	
10:30-11:30	60 min	Question to expert team/General discussion	Expert team/stock assessment team/public
11:30-12:30	60 min	Specific internal work/national agency/ management	Review panel/national fishery agency (SSP)

13.00- 14.30 Lunch

14:30-14:50	20min	Welcome / Logistics / Introduction	Claudio Gatica
14:50-15:20	30min	Conduct of Meeting / Presentation schedule by days / Modality	Cristian Canales
15:20-16:00	40min	Kingklip Conceptual model	Renzo Tascheri
16:00-16:20	20min	Experts questions	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales
16:20-16:40	20 min	Coffee break	
16:40-17:20	40 min	Assessment data/information	Renzo Tascheri
17:20-18:10	50 min	Experts questions / General discussion / Public comment	Jim Ianelli; Jesús Jurado-Molina; Cristian Canales; Public

Suggested guidelines for the content of the review report

1. The independent report shall be prefaced with an Executive Summary providing a concise summary of the findings and recommendations, and specifying whether the science reviewed is the best scientific information available.
2. The main body of the reviewer report shall consist of a Background, Description of the Individual Reviewer's Role in the Review Activities, Summary of Findings for each ToR in which the weaknesses and strengths are described, and Conclusions and Recommendations in accordance with the ToRs.
   a) Reviewers should describe in their own words the review activities completed during the review meeting, providing a brief summary of findings, science, conclusions, and recommendations.
   b) Reviewers should elaborate on any points raised in the Summary Report that they feel might require further clarification.
   c) The independent report shall be a stand-alone document for others to understand the weaknesses and strengths of the science reviewed, regardless of whether or not they read the summary report. The independent report shall be an independent peer review of each ToRs, and shall not simply repeat the contents of the summary report.

3. The reviewer report shall include the following appendices:

Bibliography of materials provided for review

Appendix 2: A copy of the Statement of Work

Appendix 3: Panel Membership or other pertinent information from the review meeting.

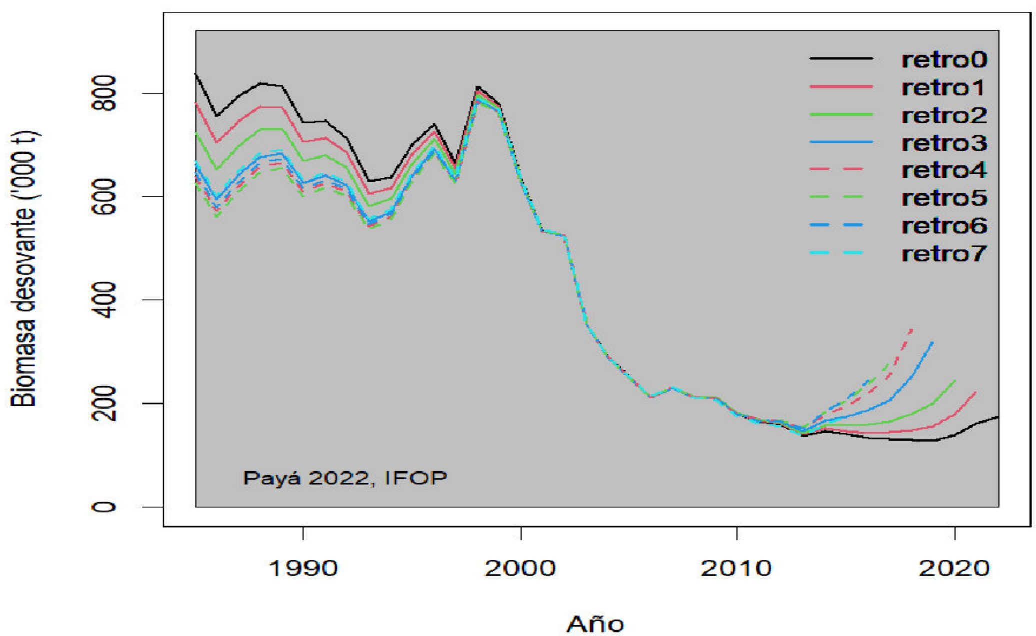
7 Annex 2. Example model alternatives

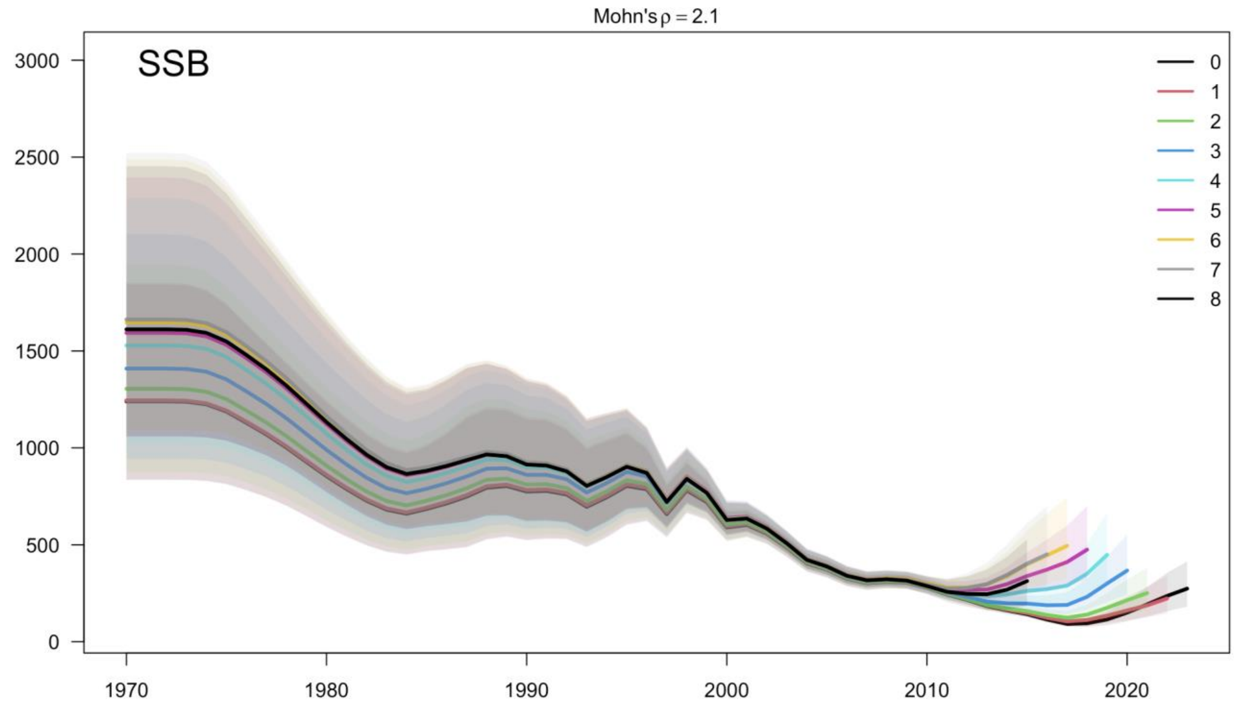
The analysts provided the code and assessment input files which greatly helped with evaluating model alternatives. A repository was set up which allowed evaluation of the two stocks under review (hoki and ling) and this can be found (https://github.com/jimianelli/chokiling/tree/main). More complete documentation was sent in a separate html file (also available on the above github page).

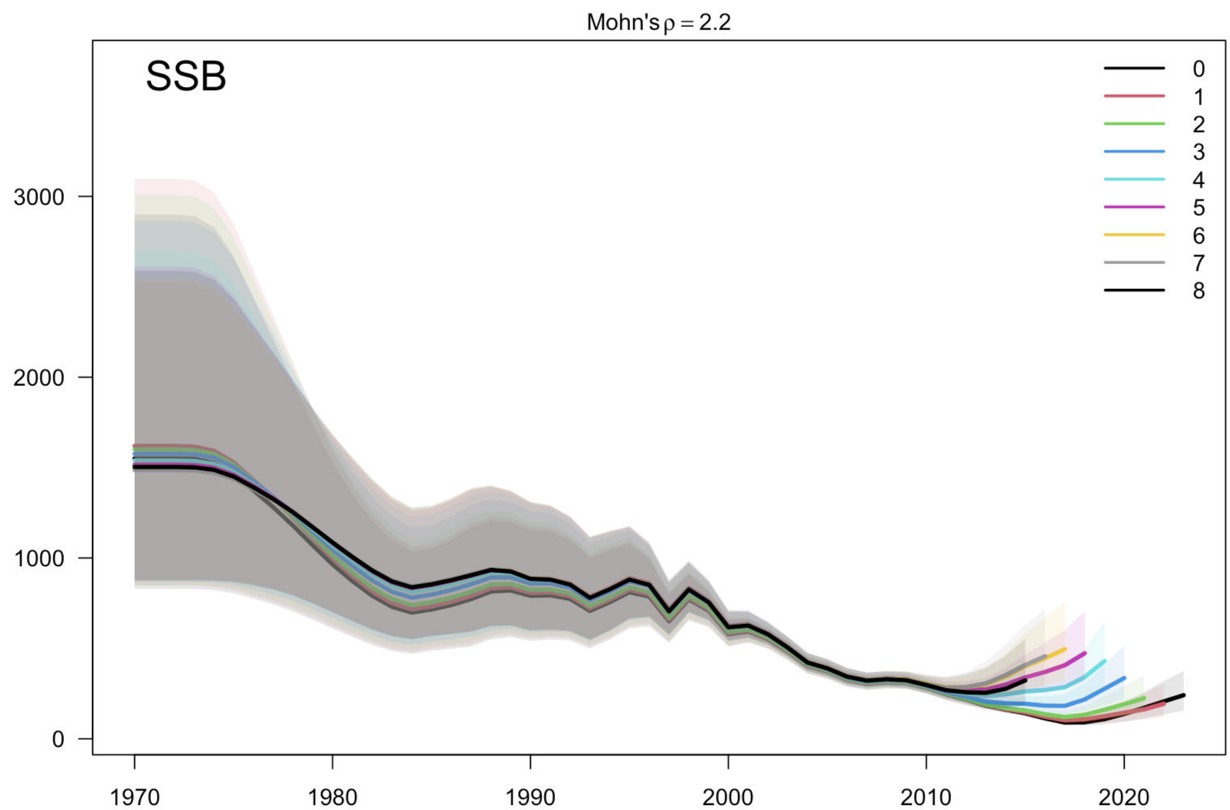
Chilean hoki example

Suggested revisions/update

Incorporate the latest acoustic survey data.




Mohn's ρ = 2.1
SSB
0
1
2
3
4
5
6
7
8
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
1970
1980
1990
2000
2010
2020


Mohn's ρ = 2.2
SSB
0
1
2
3
4
5
6
7
8
3000
2000
1000
0
1970
1980
1990
2000
2010
2020

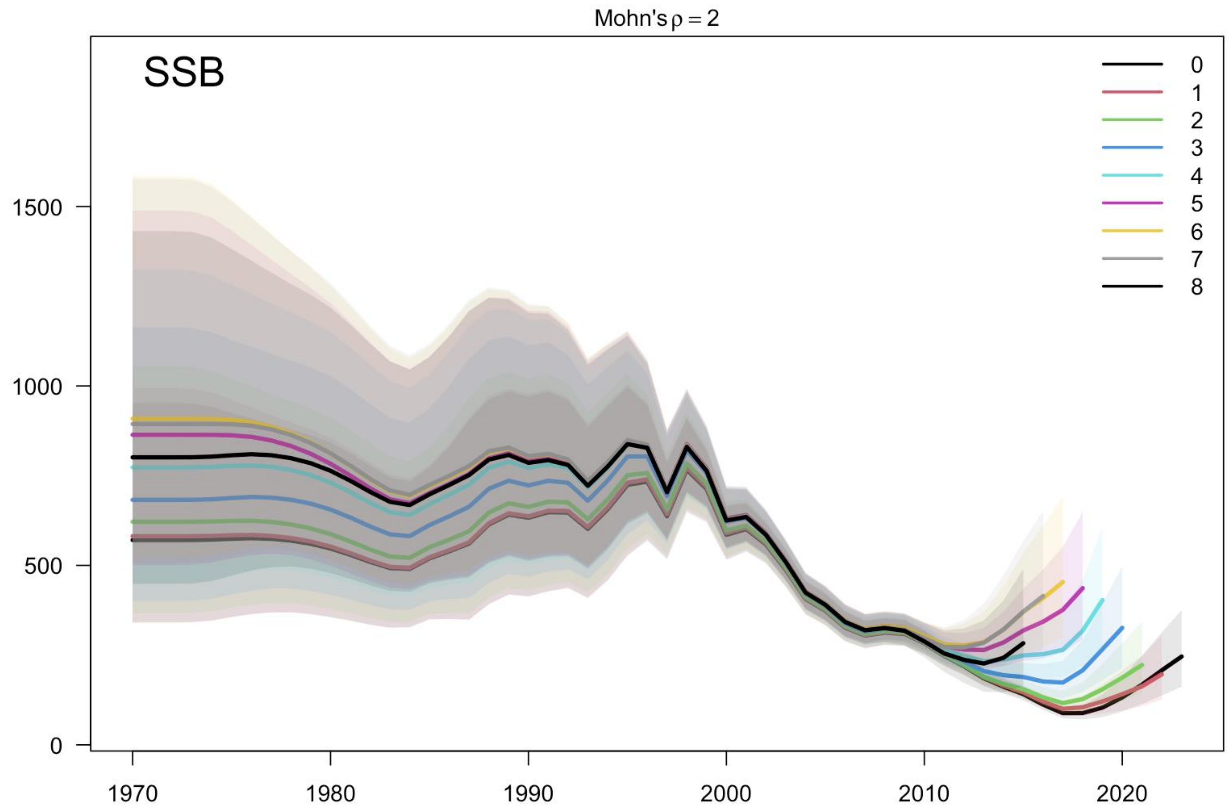


Figure 4. SSB retrospective pattern for Chilean hoki for the base model (top) and an initial model configuration using an alternative framework (Model 1.04; bottom).

8 Annex 3. Example outline of a stock assessment document

The analysts provided the code and assessment input files which greatly helped with evaluating model alternatives. A repository was set up which allowed evaluation of the two stocks under review (hoki and ling).

Title page and list of preparers

Executive Summary

1. Stock: species/area.
2. Catches: trends and current levels.
3. Data sources
4. Stock biomass
5. Recruitment
6. Management performance
7. Provide the basis for the catch advice
8. A summary of the results of any rebuilding analyses: table showing the year by which rebuilding is expected to occur, the rebuilding period, the catch for the next fishing year and probability of recovery to the proxy for B_{MSY} for a range of harvest strategies (including one for which the probability of recovery within the rebuilding period is 0.5).

A. Summary of major changes

1. Changes (if any) to the management of the fishery.
2. Changes to the input data (e.g. specify any new data sources and which data sources have been updated).
3. Changes (if any) to the assessment methodology.
4. Changes to the assessment results

B. Responses to review comments

C. Introduction

1. Scientific name.
2. Description of general distribution (including a map, showing the stock boundary and, if possible, the actual distribution).
3. Evidence of stock structure, if any.
4. Description of life history characteristics relevant to stock assessments (e.g., special features of reproductive biology).

5. Brief summary of management history. Brief description of the annual harvest strategy. All parameters for stocks with an approved harvest strategy should be provided in tables in both t and million lb.
6. Summary of the history of the basis and estimates B_{MSY} or B_{MSYPROXY}
7. Brief history of the target fishery for the stock, including a) periods of opening/closure of the fishery, b) revisions in harvest policy, and c) changes in access to the fishery.

D. Data (Items in this section should be presented primarily in tabular form.)

1. Summary of new information (the section should essentially repeat the information provided)
2. Data which should be presented as time series, separately by sex and, depending on the assessment.
   a. Total catch, partitioned by strata used in the assessment model, if any.
   b. Information on bycatch and discards. Non-retained catches and discards should ideally be reported using the categories in Table 4 to this document (the table header should specify the mortality rates applied to discards and bycatch, and whether the values in the table have had these mortality rates applied or not).
   c. Catch-at-length (with sample sizes) for fisheries, bycatch, discards, and surveys. For surveys include all known surveys that catch crab.
   d. Survey biomass estimates (with measures of uncertainty).
   e. Survey catch-at-length (with sample sizes), as appropriate.
   f. Catch-per-unit effort time-series (if used in the assessment) and how the data were standardized with diagnostics tables/plots.
   g. Other time series data (e.g., predator abundance, fishing effort, tagging data).
3. Data which may be aggregated over time:
   a. Growth-per-molt; frequency of molting, etc. (by sex and perhaps maturity state).
   b. Weight-at length or weight-at-age (by sex).
4. Information on any data sources that were available, but were excluded from the assessment.

E. Analytic Approach

1. History of modeling approaches for this stock

   a. Summarize review comments from past reviews and sequentially address how those comments have been considered.
   b. Provide a summary (table or bulleted list) describing model changes over time since the model was first accepted for use in the assessment.

2. Model Description

   a. Description of overall modeling approach (e.g., age-/size-structured versus biomass dynamic, maximum likelihood versus Bayesian). If the model has not been published in its current form, its equations should be listed in full in an appendix. If there is a technical appendix, items b-f below should be included in the appendix, and only a short description of the model and its estimation scheme needs to be included in this section. Specify when the fishery is assumed to occur and, if necessary, provide a table which lists the assumed time of the fishery for each year of the assessment periods.

b. Reference software used (e.g., Synthesis, AD Model Builder).
c. Description of all likelihood components.
d. Description of how the state of the population at the start of the first year of the assessment period is determined and the size-range that the model covers.
e. Parameter estimation framework:
    i. List all of the parameters which are estimated outside of the assessment (e.g., the natural mortality rate, parameters governing the maturity schedule), along with how the values for these parameters were estimated (methods do not necessarily have to be statistical, e.g., *M* could be estimated by referencing a previously published value).
    ii. List all of the parameters that are estimated conditionally on those described above (e.g., full-selection fishing mortality rates, parameters governing the survey and fishery selectivity schedules, recruitments) and indicate any bounds and/or priors placed on these parameters and whether the parameter estimate is within x% of the bound.
    iii. List any constraints imposed on the estimated parameters (including penalties on recruitment and selectivity).
    iv. The default for average recruitment should include the entire time series. Justifications for including fewer years should be provided along with model runs of both the full and truncated time series.
f. Definition of model outputs
    i. Biomass measures (e.g., biomass of animals 50 mm and larger). Indicate the assumed time of mating and that of the fishery.
    ii. Recruitment (e.g., number of males and females in the 50-55 mm size-class).
    iii. Fishing mortality (e.g., full-selection F multiplied by selectivity for lengths 80 mm and above). Whether fishing mortality is an exploitation rate or an instantaneous rate should be reported in table headers and the text. The ideal is to report “fishing mortality” as the fully-selected instantaneous fishing mortality rate at the time of the fishery to enhance comparability amongst stock assessments.
g. Critical assumptions and consequences of assumption failures (for example, highlight assumptions regarding *M*, *q,* and selectivity, to which assessments are often very sensitive).
h. Changes to any of the above since the previous assessment.
i. Outline of methods used to validate the code to implement the model and whether the code is available.

3. Model Selection and Evaluation

a. Describe alternative model configureations.
b. Show a progression of results from the previous assessment to the preferred base model.

c. Provide evidence of search for balance between realistic (but possibly over-parameterized) and simpler (but unrealistic) models
d. Provide convergence status and convergence criteria for the base-case model
e. Provide a table (or plot) of the sample sizes assumed for the compositional data, e.g.,
    i. the number of animals actually measured;
    ii. a fixed constant (e.g., 500);
    iii. the application of bootstrapping approaches (e.g., Folmer and Pennington, 2000);
    iv. as for i and iii, with a maximum imposed on the input sample size
f. Provide the basis for data weighting, including whether the input effective sample sizes are tuned and the survey CV adjusted.
g. Do parameter estimates for all models make sense and are they credible?
h. Describe criteria used to evaluate the model or to choose among alternative models, including the role (if any) of uncertainty.
i. Show residual analysis (e.g., residual plots, time series plots of observed and predicted values, or other approaches). Note that residual analysis is expected for the base-case model below.
j. Show evaluation of the model, if only one model is presented, or evaluation of alternative models and selection of a final model, if more than one model is presented.

4. Results

a. All tables and figures should be labeled in numerical order (i.e., 1, 2, 3, etc.) and included in the document in sequentially numbered pages.
b. List effective sample sizes, the weighting factors applied when fitting the indices, and the weighting factors applied to any penalties.
c. Include a table showing differences in likelihood.
d. Include tables of estimates (all quantities should be accompanied by confidence intervals or other statistical measures of uncertainty, unless infeasible; include estimates from previous SAFEs for retrospective comparisons), including:
    i. All parameters (include recruitments, selectivity parameters, any estimated growth parameters, catchability, etc.).
    ii. Abundance and biomass time series, including spawning biomass
    iii. Recruitment time series (including average recruitment).
    iv. Time series of catch divided by spawning biomass
e. Include graphs of estimates (all quantities should be accompanied by confidence intervals or other statistical measures of uncertainty, unless infeasible), including:
    i. Fishery and survey selectivity
    ii. Estimated full-selection F over time.
    iii. Fit of a stock-recruitment relationship, if feasible.
f. Show evaluation of the fit to the data. Model fits should be represented by a solid line while population estimates should be represented by a dotted line. Estimated confidence intervals should be provided on the fit (results for the

models [1-3] included in the document should be plotted together to assist with comparisons between estimates).

   i. Graphs of the fits to observed and model-predicted catches (retained catch and discards), including model-predicted catches and discards for all years to allow discards to be inferred for years for which data are not available.
   ii. Graphs of model fits to survey numbers (include confidence intervals for the data and model predictions).
   iii. Graphs of model fits to catch proportions by length (e.g., using bubble and/or line plots).
   iv. Graphs of model fits to survey proportions by length (e.g., using bubble and/or line plots).
   v. Marginal distributions for the fits to the compositional and tagging data.
   vi. Plots of implied versus input effective sample sizes and time-series of implied effective sample sizes.
   vii. Tables of the root-mean-square errors (RMSEs) for the indices and a comparison with the assumed values for the coefficients of variation assumed for the indices.
   viii. Quantile-quantile (q-q) plots and histograms of residuals (to the indices and compositional data) to justify the choices of sampling distributions for the data.

g. Include retrospective and historical analyses
   i. Retrospective analysis of the key management parameter
   ii. Historical analysis (plot of actual estimates from current and previous assessments).

h. Include uncertainty and sensitivity analyses
   i. The best approach for describing uncertainty depends on the situation. Possible approaches (not mutually exclusive) include:
      - Sensitivity analyses (tables or figures) that show ending biomass levels, over fishing limits OFLs, and/or likelihood component values obtained while systematically varying (e.g., halving and doubling) the emphasis factors for each type of data (and penalty) in the model.
      - Likelihood profiles for parameters or biomass levels.
      - CVs for biomass or OFL estimated by bootstrap, the delta method, or Bayesian methods.
      - Subjective appraisal of the magnitude and sources of uncertainty.
      - Retrospective and historical analyses (see above).
      - Comparison of alternate models and or assumptions (i.e., model structure uncertainty, as evaluated in Section E.3 of this document).
   ii. It is important that some qualitative or quantitative information about relative probability be stated if a range of model runs (e.g., based on CV's or alternative assumptions about model structure or recruitment) is used to depict uncertainty. It is important to state that all scenarios (or all scenarios between the bounds depicted by the runs) are equally likely if no statements about relative probability can be made.
   iii. Simulation results.

i. Examine retrospective patterns in estimation of recruitment deviations using squid plots. Do not include the last year in average recruitment calculations.
j. Conduct ‘jitter analysis’ that involves randomly adjusting all of the initial values (by ~10%), re-running the model fitting process, and recording the resulting likelihood and OFLs or terminal MMB.

5. Stock projections

Include a table of 5-year projections of stock abundance and fishery yields for the author’s recommended model run with the following setup:

a. Projections should be based on an average fishing mortality from the last five years, with the exception of a linear extrapolation of fishing mortality for stocks with a declining trend.
b. Recruitment should be bootstrapped from historical recruitments from the period used for status determination of that stock, or for stocks with years of recent low recruitment, a shorter time period reflecting that lower recruitment level.
c. Initiate projections using either the maximum likelihood estimates (MLEs) from the recommended model or from MCMC draws from that model.
d.

F. Calculation of catch advice.

G. Data Gaps and Research Priorities

Identify information which could feasibly be collected and analyses which should be undertaken to improve the assessment. Ideally, data collection and analysis needs should be listed in priority order.

H. Ecosystem Considerations

New products have been developed to provide indicators of environmental and ecosystem conditions

Ecosystem Effects on the Stock

1. Prey availability/abundance trends (historically, in the present, and in the foreseeable future). These prey trends could affect growth or survival of a target stock.
2. Predator population trends (historically, in the present, and in the foreseeable future). These trends could affect stock mortality rates over time.
3. Changes in habitat quality (historically, in the present, and in the foreseeable future).
4. …

Fishery Effects on the Ecosystem

The following factors should be discussed:

1. Fishery-specific contribution to bycatch, marine mammals, birds, and other sensitive non-target species (including top predators such as sharks)
2. Fishery-specific concentration of target catch in space and time relative to predator needs in space and time (if known) and relative to spawning components.
3. Fishery-specific effects on amount of large-size target crab.
4. Fishery-specific contribution to discards and offal production.
5. Fishery-specific effects on size at maturity and fecundity of the target species.

I. Literature Cited

Independent External Review of Chilean hoki (*Macruronus magellanicus*) and Ling (*Genipterus blacodes*) stock assessment of Southern Chile

James Ianelli

Jesús Jurado-Molina

Contents

List of Tables

List of Figures

1. Summary

The second workshop was carried out from January 9th to January 12th in Valparaiso, Chile. The workshop was attended by international experts (James Ianelli and Jesús Jurado-Molina) and personnel from different Chilean fisheries research and management institutions, including: Subsecretaría de Pesca y Acuacultura, Instituto de Fomento Pesquero (Fisheries Development Institute), Instituto de Investigación Pesquera (Fisheries Research Institute), and Pontificia Universidad Católica de Chile (Pontifical Catholic University of Chile)

The following tasks were laid out from the 2023 workshop for Ling and Chilean Hoki assessments:

1. Implement an assessment model for the national waters stock and an alternative model that includes information from Argentinean and Chilean waters to provide a global perspective on the productivity of the entire area concerning current depletion levels.
2. The catch series should rely on observations or records available in existing publications. In periods when these are not available or considered unreliable, evaluating the possibility of the model estimating catches is suggested.
3. Review the standardization for differences in high rates coinciding with low landings (unusual situations) using the approach suggested by international experts.
4. Review or evaluate the effect of the difference between i) The series of total biomass and spawner biomass estimates generated annually by the hydroacoustic team of IFOP (based on annually observed size and weight compositions) and ii) The series estimated by Payá (2022), calculated based on a maturity ogive with a mix of national and Atlantic data applied to the entire series.

These tasks have been undertaken through cooperation and communication with the scientists from INPESCA and information from scientists from IFOP, resulting in an adopted model whose assumptions and characteristics are described in sections 2.2.1, 2.2.2, and 2.2.3. The proposed model is flexible and easy to use. The model allows adding components straightforwardly, and it is easy to convert information from the data and input files without considerable manipulations. The remaining sections show the application of variations of the adopted model to Chilean hoki and Pink Ling and have as main goal to present the model capabilities, available tools and model sensitivities.

All information from the first and second workshops is in: https://github.com/jimianelli/chokiling code for the adopted model is available in: https://github.com/jimianelli/chokiling/tree/main/JanMtg. These sites have restricted access. To access the site, write to the project's coordinator (Claudio Gática Molina, cgatica@inpesca.cl)

Regarding the CPUE standardization, a model selection process was used for a saturated model containing predictors and their first-level interactions. The year interactions were added to the resulting model from the model selection process as random effects. The results suggest that although the models with random effects had a lower AIC, the uncertainty of the CPUE series also increased significantly. Therefore, we recommend using the CPUE series from the model without random effects.

The R code for the CPUE standardization for the Chilean hoki is in the file StdCPUEHoki.R. The input files are data1b.csv and data120021999.csv. For Pink ling, the R code is in the file Ling_Std_CPUE.R; its input files are datospal.csv and DatosPalS.csv.

The following sections are laid out to cover these aspects of work. Additionally, based on interactions with IFOP and participants during the week, we repeat some indications of how an assessment document might be structured for analyses comprising many sensitivities and diagnostics (i.e., a "full" assessment) versus a more routine one where the data components and model structure is relatively unchanged from the most recently accepted model.

2. Chilean Hoki (*Macruronus magellanicus*)

2.1 Background (Chilean Hoki)

2.1.1 Biology

Chilean hoki (*Macruronus magellanicus*), locally known as merluza de cola, is distributed in the southern cone of South America, from latitude 37°S in the Atlantic Ocean to 27°03S in the Pacific Ocean, in depths of 20 to 800 m off the Argentine coast (Chesheva 1992), and from 20 to 700 m on the Chilean coast (Arana, 1970; Avilés et al., 1979). In Chile Hoki is distributed from Coquimbo (30°S) to the extreme South of the In Chile Hoki is distributed from Coquimbo (30°S) to the extreme South of the continent and from the coast up to 200 nm, including the area near the Juan Fernández archipelago. Between the Valparaíso and the Araucanía regions, hoki is distributed on the continental shelf and slope at depths between 20 and 700 m. In the South, it is distributed between 100 and 600 m (SUBPESCA, 2006).

Hoki is a eurybathic species with a lifespan of close to 20 years and reaches lengths over 100 cm (Chong et al. 2007). Juvenile specimens have a pelagic behavior, while adults present demersal habits (Lillo et al., 2000). The main spawning area is near Guafo and Guamblin islands (Lillo et al.,2004; Cordova et al., 2006). The Inland Sea of Chiloé plays an important role in the hoki population dynamics. A significant abundance of juveniles has been detected in that zone, suggesting that this system represents an important recruitment area (Lillo et al., 2009). This area is also an important feeding area for juvenile and subadult phases (Niklitschek et al., 2013). Hoki perform frequent vertical migrations in the water column, moving towards shallow waters to feed on mesopelagic or epipelagic prey (Bezzi, 1984). Hoki presents bathymetric stratification during its ontogenetic development; adults are found in deep waters, while juveniles inhabit shallower depths (Queirolo et al., 2008). Due to this characteristic behaviour and its ontogeny, Hoki has been attributed a key ecological role in the energy transfer between pelagic and demersal food webs, feeding mainly on euphausiids, amphipods and small epi and mesopelagic fish (Queirolo et al. 2008, Brickle et al. al. 2009). Hoki is considered a key species due to its role as the main prey for Southern Hake and Kingklip and the presence of substantial cannibalism on the juvenile fraction (Pool et al. 1997).

Regarding reproduction, hoki presents a well-defined maturity period starting in May, reaching full maturity in July, and finishing with a short spawning period in August and September. The fecundity estimated for this species ranged between 49,309 and 622,220 oocytes for organisms between 770 and 2,700 g, with an average of 433 ± 280.1. The size of the first maturity L50% is 54 cm in total length (Young et al., 1998).

2.1.2 Fishery

Landing records of hoki began in 1977 as a bycatch of the southern hake fishery in the factory trawler fleet of the Southern demersal fishery (Céspedes et al., 2021). The formal Chilean Hoki fishery in Chile began in the early 1980s. Initially, the fishery focused on domestic consumption. Later, in the mid-1990s, the demand for Chilean Hoki increased in international markets, especially in Europe and Japan.

The fishery for this resource is carried out by two fishery units: the Demersal-Austral (DAF) and the Center-South (CSF). In the DAF, bottom trawlers initiated operating in the 1980s and became the main fishing gear used to catch Hoki in the early years. The trawling fleet had landings fluctuating between 15,000 and 47,000 tons at the end of the last century.

The purse seine fleet also started to operate in the CSF in the 1980s. As a result of the increasing demand, the fishery grew, and they built new purse seine vessels to meet the demand; for example, in 1996, 149 purse seine vessels operated in the south-center zone of Chile, while in 1997, the number of boats increased to 164 (Cubillos et al., 1998). In the CSF until the year 2000, its capture was carried out mainly by the purse-seine fleet on juvenile aggregations of the stock. However, in 2001-2004, this resource presented a mainly demersal behavior and consequently, the trawling fleet (SUBPESCA, 2005) had landings fluctuating between 23,000 and 136,000 tons (SERNA PESCA, 2005).

2.1.3 Management

The Hoki fishery has closed access to new operators; it is managed with global and individual catch quotas and regulation of shape and minimum mesh size in trawl nets. The fishery is managed through the General Law on Fisheries and Aquaculture, decrees and resolutions published by the Management Committee. Worth noting there is no management plan for this species; however, the process for the preparation of the management plan for this fish stock has begun (Comité de Manejo de la Merluza de Cola, Acta session No. 2, 2023). In particular, every year the Ministry of Minister of Economy, Development and Tourism issues a decree establishing the annual quota for Hoki, allocated between the center-south, south-austral, interior waters, and research.

The Minister of Economy established a management strategy in 2013, whose objective was to recuperate the biomass to the level that generates MSY in 13 years. The annual quota is determined based on MSY; however, later stock assessments suggested that the stock remained depleted, and the quotas determined through MSY have not been completed since 2016.

The Hoki Management Committee (Comité de manejo de la merluza de cola) is responsible for the management of the hoki fishery in Chile and the allocation of the annual quota. The Committee is integrated by representatives of the Undersecretary of Fisheries and Aquaculture (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura), National Fisheries and Aquaculture Service (Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura), process plant sector representative (Representante sector plantas de proceso), the industrial fishing sector of the South Central Fisheries Unit (sector pesquero industrial Unidad de Pesquería Centro Sur), and the industrial fishing sector of the Southern Fisheries Unit.

2.2 Implementation of an assessment model for the national stock and an alternative model for the Argentinian and Chilean waters.

During the 2023 workshop, attendees suggested the need to implement an assessment model for the national stock and an overall alternative model using data from Chile and Argentina to provide a global perspective on the productivity of the entire area in relation to current depletion levels. Below is a brief description of the implemented model, the data used and potential scenarios for the task 1.

2.2.1 Model

The model proposed for the stock assessment is based on a statistical age-structured model with the catch equation and population dynamics model described in Fournier and Archibald (1982) and elsewhere (e.g., Hilborn and Walters 1992, Schnute and Richards 1995, McAllister and Ianelli 1997). The catch in numbers at age in year t ($C_{t,a}$) and total catch biomass (Y_t) can be described as:

$$C_{t,a} = \frac{F_{t,a}}{Z_{t,a}}(1 - e^{-Z_{t,a}})N_{t,a}, \qquad 1 \le t \le T, 1 \le a \le A,$$

$$N_{t+1,a+1} = N_{t,a}e^{-Z_{t,a}}, \qquad 1 \le t \le T, 1 \le a \le A$$

$$N_{t+1,A} = N_{t,A-1}e^{-Z_{t,A-1}} + N_{t,A}e^{-Z_{t,A}} \qquad 1 \le t \le T$$

$$Z_{t,a} = F_{t,a}$$

$$C_t = \sum_{a=1}^{A} C_{t,a}$$

$$P_{t,a} = \frac{C_{t,a}}{C_t}$$

$$Y_{t,a} = \sum_{a=1}^{A} w_{t,a} C_{t,a}$$

where Fishing mortality ($F_{t,a}$) is specified as being semi-separable and non-parametric in form with restrictions on the variability following Butterworth et al. (2003):

$$F_{t,a} = s_{t,a} \mu^f e^{\epsilon_t}, \qquad \epsilon_t \sim \mathrm{N}(0, \sigma_E^2)$$

$$s_{t+1,a} = s_{t,a} e^{\gamma t}, \qquad \gamma_t \sim \mathrm{N}(0, \sigma_s^2)$$

where $s_{t,a}$ is the selectivity for age class a in year t, and μ^f is the median fishing mortality rate over time. If the selectivities $s_{t,a}$ are constant over time, then fishing mortality rate decomposes into an age-component and a year-component. A curvature penalty on the selectivity coefficients using the squared second-differences provides smoothness between ages.

Bottom-trawl survey selectivity was set to be asymptotic yet retain the properties desired for this gear's characteristics; namely, that the function should allow flexibility in selecting age-1 pollock over time. The functional form of this selectivity was:

$$s_{t,a} = \left[1 + e^{-\propto_t a - \beta_t}\right]^{-1}, \qquad a > 1$$

$$s_{t,a} = \mu_s e^{\delta_t^{\mu}}, \qquad a = 1$$

$$\propto_t = \bar{\propto}\, e^{\delta_t^{\alpha}}, \; \beta_t = \bar{\beta} e^{\delta_t^{\beta}},$$

where the parameters of the selectivity function follow a random walk process:

$$\delta_t^{\mu} - \delta_{t+1}^{\mu} \sim N\left(0, \sigma_{\delta^{\mu}}^2\right)$$

$$\propto_t^{\mu} - \propto_{t+1}^{\mu} \sim N\left(0, \sigma_{\alpha^{\mu}}^2\right)$$

$$\beta_t^{\mu} - \beta_{t+1}^{\mu} \sim N\left(0, \sigma_{\beta^{\mu}}^2\right)$$

The parameters to be estimated in this part of the model are thus for t=1982 through to 2023. The variance terms for these process error parameters were specified to be 0.04.

A diagnostic approach to evaluate input variance specifications (via sample size under multinomial assumptions) was added into the assessment. This method uses residuals from mean ages together with the concept that the sample variance of mean age (from a given annual data set) varies inversely with input sample size. It can be shown that for a given set of input proportions at age (up to the maximum age A) and sample size N_t for year t, an adjustment factor ν for input sample size can be computed when compared with the assessment model predicted proportions at age ($\hat{P}_{t,a}$) and model predicted mean age ($\hat{\bar{a}}_t$):

$$\upsilon = var\left(r_t^a \sqrt{\frac{N_t}{\kappa_t}}\right)^{-1}$$

$$r_t^a = \bar{a}_t - \hat{\bar{a}}_t$$

$$\kappa_t = \left[\sum_a^A \bar{a}_t - \hat{\bar{a}}_t\right]^{0.5}$$

Where r_t^a is the residual of mean age and:

$\hat{\bar{a}}_t = \sum_a^A a\hat{p}_{t,a}$ $\qquad$ $\bar{a}_t = \sum_a^A a p_{t,a}$.

Regarding recruitment, In the model, R_t represents numbers or age-1 individuals modeled as a stochastic function of spawning biomass of the previous year:

$$R_t = f(B_{t-1}),$$

where the mature spawning biomass during year t was defined as:

$$B_t = \sum_{a=1}^{A} w_{t,a} \, \emptyset_a N_{t,a},$$

where $\emptyset_a$ is the proportion of mature females at age. A reparametrized form for the stock-recruitment relationship following Francis (1992) was used. For the optional Beverton-Holt form (the Ricker form presented in Eq. 12 was adopted for this assessment) we have:

$$R_t = \frac{B_{t-1} e^{\varepsilon_t}}{\propto + \beta B_{t-1}},$$

where values for the stock-recruitment function parameters and are calculated from the number of 1-year-olds in the absence of exploitation and recruitment variability and the steepness of the stock-recruit relationship (h). The steepness is the fraction of R_0 to be expected (in the absence of recruitment variability) when the mature biomass is reduced to 20% of its pristine level (Francis 1992) so that:

$$\propto = \tilde{B}_0 \frac{1-h}{4h}, \qquad \beta = \frac{5h-1}{4hR_0},$$

Where $\tilde{B}_0$ is the total egg production (or proxy, e.g., female spawning biomass) in the absence of exploitation (and recruitment variability), expressed as a fraction of R_0.

Some interpretation and further explanation follow. If steepness equals 0.2, then recruits are a linear function of spawning biomass (implying no surplus production). For steepness equal to 1.0, then recruitment is constant for all levels of spawning stock size. A value of h 0 0.9 implies that at 20% of the unfished spawning stock size will result in an expected value of 90% unfished recruitment level. Steepness of 0.7 is a commonly assumed default value for the Beverton-Holt form (e.g., Kimura 1988). The prior distribution for steepness used a beta distribution as in Ianelli et al. (2016). The prior on steepness was specified to be a symmetric form of the Beta distribution with α=β=14.93, implying a prior mean of 0.5 and CV of 12% (implying that there is about a 14% chance that the steepness is greater than 0.6). This conservative prior constrains the stock-recruitment curve from favoring steep slopes (uninformative priors result in F_{MSY} values near an F_{SPR} of about $F_{18\%}$ a value considerably higher than the default proxy of $F_{35\%}$). This prior was elicited from the rationale that residuals should be reasonably balanced throughout the range of spawning stock sizes. Whereas this is somewhat circular (i.e., using data for prior elicitation), the point here is that residual patterns (typically ignored in these types of models) were qualitatively considered. The value of σ_R was set at 0.65

To have the critical value for the stock-recruitment function (steepness, h) on the same scale for the Ricker model, we begin with the parameterization of Kimura (1990):

$$R_t = \frac{B_{t-1} e^{\propto\left(1 - B_{t-1}\frac{R_0}{\varphi_0}\right)}}{\varphi_0},$$

It can be shown that the Ricker parameter α maps to steepness as:

$$h = \frac{e^{\propto}}{e^{\propto} + 4}.$$

This approach allows the prior used on h to be implemented in the Ricker and the Beverton-Holt stock recruitment equations. The term φ_0 represents the equilibrium unfished spawning biomass per-recruit.

2.2.2 Objective function

The objective function was simply the sum of the negative log-likelihood function and logs of the prior distributions. Fitting large numbers of parameters in nonlinear models requires estimating some parameters in different stages. The ability to estimate stages is also important in using robust likelihood functions since it is often undesirable to use robust objective functions when models are far from a solution. Consequently, in the early stages of estimation, we use the following log-likelihood function for the survey and fishery catch at age data (in numbers):

$$nll(i) = n\sum_{t,a} p_{t,a}\ln\left(\hat{p}_{t,a}\right)$$

$$p_{t,a} = \frac{O_{t,a}}{\sum_a O_{t,a}} \qquad \hat{p}_{t,a} = \frac{\hat{C}_{t,a}}{\sum_a \hat{C}_{t,a}}$$

$$\boldsymbol{C} = \boldsymbol{CE}$$

$$E = \begin{pmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} & \cdots & b_{1,15} \\ b_{2,1} & b_{2,2} & \cdots & b_{2,15} \\ . & & . & . \\ . & & . & . \\ . & & . & . \\ b_{15,1} & b_{15,2} & & b_{15,15} \end{pmatrix},$$

where A and T represent the number of age classes and years respectively, n is the sample size, $O_{t,a}$ and $\hat{C}_{t,a}$ represent the observed and predicted numbers at age in the catch. The elements $b_{i,j}$ represent ageing mis-classification proportions and are based on independent agreement rates between otolith age readers.

Within the model, the predicted abundance index accounted for within-year mortality since surveys occur during the middle of the year. As in previous years, we assumed that removals by the survey were insignificant (i.e., the mortality of pollock caused by the survey was considered insignificant). Consequently, a set of analogous catchability and selectivity terms were estimated for fitting the index observations as:

$$\widehat{N}^s_{t,a} = e^{-0.5Z_{t,a}} N_{t,a} q^s_t s^s_{t,a}$$

where the superscript s indexes the type of index (survey or CPUE). For the option to use the survey predictions in biomass terms instead of just abundance, the above was modified to include observed survey biomass weights-at-age:

$$\widehat{N}^s_{t,a} = e^{-0.5Z_{t,a}} w_{t,a} N_{t,a} q^s_t s^s_{t,a}$$

For these analyses, we chose to keep survey catchabilities constant over time (though they are estimated separately for the bottom trawl surveys). The contribution to the negative log-likelihood function (ignoring constants) from the surveys is given by either the lognormal distribution:

$$nll(i) = \sum_t \frac{ln(u^s_t/\hat{N}^s_t)^2}{2\sigma^2_{s,t}},$$

where u^s_t is the total (numerical abundance or optionally biomass) estimate with variance $\sigma^2_{s,t}$ from survey s in the year t or optionally, the normal distribution can be selected:

$$nll(i) = \sum_t \frac{ln(u^s_t - \hat{N}^s_t)^2}{2\sigma^2_{s,t}},$$

The contribution to the negative log-likelihood function for the observed total catch biomass $\left(C^{obs}_b, \hat{C}_b\right)$ by the fishery is given by:

$$nll(i) = \sum_t \frac{ln\left(C^{obs}_b/\hat{C}_b\right)^2}{2\sigma^2_{C_b,t}}$$

where $\sigma^2_{C_b,t}$ is pre-specified (set to 0.05) reflecting the accuracy of the overall observed catch in biomass. Similarly, the contribution of prior distributions (in negative log-density) to the log-likelihood function include:

$$\lambda_\varepsilon \sum_t \varepsilon_t^2 + \lambda_\gamma \sum_{ta} \gamma^2 + \lambda_\delta \sum_t \delta_t^2$$

where the size of the λ's represents prior assumptions about the variances of these random variables. Most of these parameters are associated with year-to-year and age specific deviations in selectivity coefficients. For a presentation of this type of Bayesian approach to modeling errors-in- variables, the reader is referred to Schnute (1994). To facilitate estimating such a large number of parameters, the automatic differentiation software extended from Greiwank and Corliss (1991) and developed into C++ class libraries was used. This software provided the derivative calculations needed for finding the posterior mode via a quasi-Newton function minimization routine (e.g., Press et al. 1992). The model implementation language (ADModel Builder) gave simple and rapid access to these routines and provided the ability estimate the variance-covariance matrix for all dependent and independent parameters of interest.

Projections were calculated based on multipliers of the most recent fishing mortality rate.

2.2.3 Diagnostics

To carry out the diagnostics a replay feature was added where the time series of recruitment estimates from a particular model is used to compute the subsequent abundance expectation had no fishing occurred. These recruitments are adjusted from the original estimates by the ratio of the expected recruitment given spawning biomass (with and without fishing) and the estimated stock-recruitment curve, i.e., the recruitment under no fishing is modified as:

$$R_t^{'} = \hat{R}_t \frac{f\left(B_{t-1}^{'}\right)}{f(B_{t-1})}$$

where $\hat{R}_t$ is the original recruitment estimate in year t with $B_{t-1}^{'}$ and B_{t-1} representing the stock-recruitment function given spawning biomass under no fishing and under the estimated fishing intensity, respectively.

The assessment model code allows retrospective analyses (e.g., Parma 1993, and Ianelli and Fournier 1998). This was designed to assist in specifying how spawning biomass patterns (and uncertainty) have changed due to new data. The retrospective approach simply uses the current model to evaluate how it may change over time with the addition of new data based on the evolution of data collected over the past several years.

2.2.4 Data

The information available for the Chilean Hoki stock assessment for the 1985-2021 period includes (Payá, 2022):

- Biological information (growth, maturity, and natural mortality).
- Mean weight-at-age.
- Catch data (landings) per fleet (trawl south-austral, trawl center-south, and purse seine; Figure 1).
- Correction factors for discards/catch underreporting by fleet and periods.
- Size and age structures from the fishery (1988-2021).
- age structure from the acoustic survey (2000-2005 and 2007-2021).
- Relative index of abundance (standardized CPUE) from trawlers for 1985-1996 and 2002-2021.
- Spawning biomass estimated from the acoustic survey (2000-2005 and 2007-2021).

Based on recommendations from previous international experts (Stewart and Hanselman, 2012) the following data was excluded:

- Standardized CPUE from the center-south purse seine fleet (1987-2002).
- Relative index of abundance (standardized CPUE) from the trawlers fleet (1997-2001)

As part of the requirements, a new relative index of abundance (standardized CPUE), based on a model selection process, is available for IFOP scientist's consideration (see section)

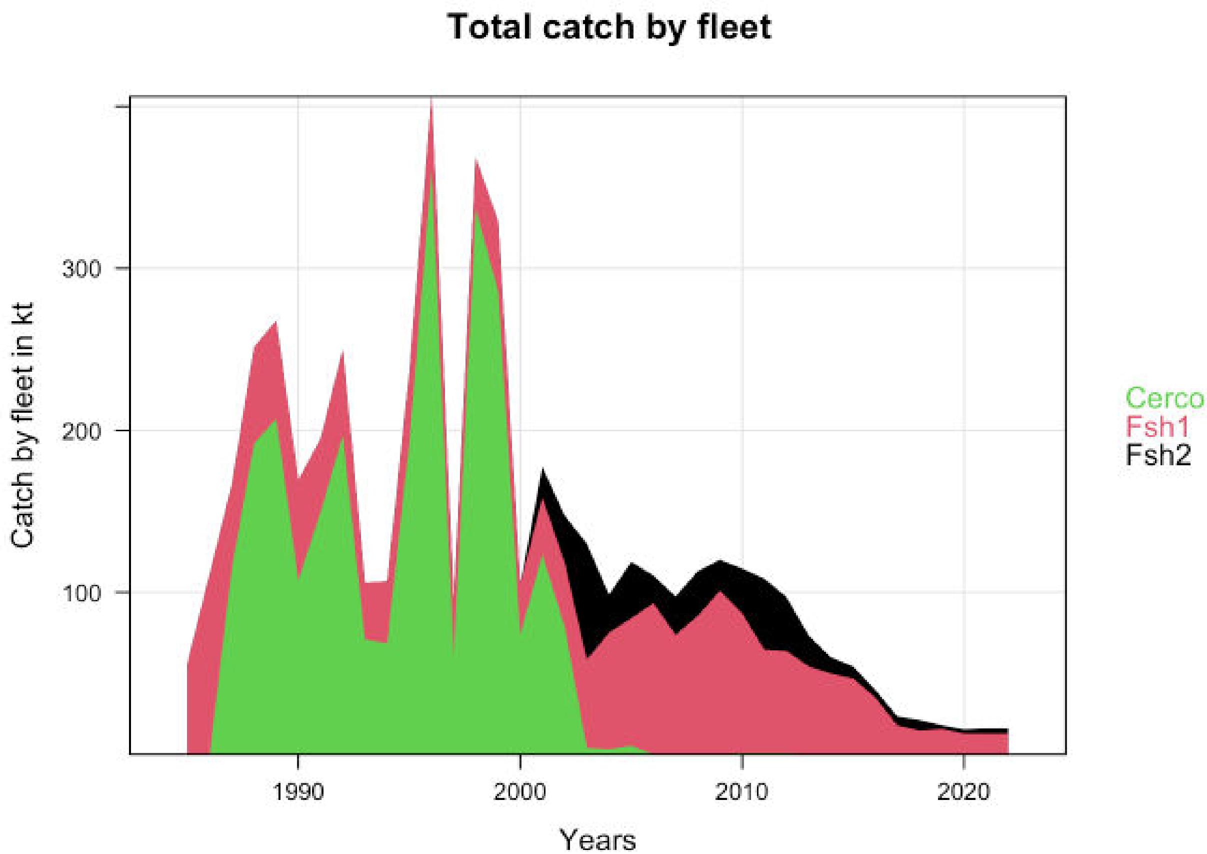


Figure 1. Catch by fleet for the Chilean Hoki fisheries.

2.2.5 Results

As mentioned, the adopted model uses the input data (see previous section 2.2.4) from CHOSAM model. The adopted model was extended with some alternative specifications shown below (Table 1). These alternatives focus on assumptions for different parameters and assumptions, for example, fixed or estimated q, constant or variable selectivity, constant or estimated steepness, etc. Model fits to the CPUE data and survey acoustic data are shown below (Figure 2).

Model fits for 1.08 and 1.09 models are shown below (Figure 3). Model (1.08) fits to age composition for the Demersal-Austral Fishery, Center-South fishery, and the acoustic survey are shown below (Figure 4, Figure 5, Figure 6, and Figure 7). Models (1.08) fits to fishery mean age are shown below (Figure 8). Likelihood table is shown below (Table 2), from the models shown, model 1.03 is the one with the smallest likelihood. In general, the age composition from the acoustic survey, the age composition of the fishery, the indices of abundance, and the selectivity are the biggest likelihood components (Table 2). Due to the large number of results, only results from model 1.08 are shown. Results from other models are found in the documents: JanReportDay1.html and JanReportDay2.html.

Table 1. Description of alternative specifications from the adopted model for Chilean hoki.

Model	Description
1.00	Fixed acoustic survey q at 0.75, constant acoustic selectivity, steepness 0.65, Beverton holt estimated from SRR since 2000
1.01	As 1.00 but with steepness estimated with mean 0.65, CV=0.2
1.02	As 1.01 but with acoustic survey q estimated with prior mean at 0.75, CV=0.2
1.03	As 1.02 but with added flexibility to acoustic survey
1.04	As 1.03 but with SRR Estimated over 35 years (since 1986)
1.05	As 1.04 but with Ricker SRR
1.06	As 1.05 but with update time series of CPUE by review panel
1.07	As 1.06 but with CPUE series catchability break in 2015
1.08	As 1.07 but with update series of acoustic survey data (all ages)
1.09	As 1.08 but with more restrictive acoustic selectivity
2.05	As 1.05 but developed using **only Argentine** assessment data (ages 1-11 instead of 1-14)
3.05	As 1.05 but developed using Argentine fishery data added to model 1.05
3.06	As 3.05 but developed using Argentine **survey and fishery** data added to model 1.05
3.07	As 3.06 but with CPUE series developed by the review panel

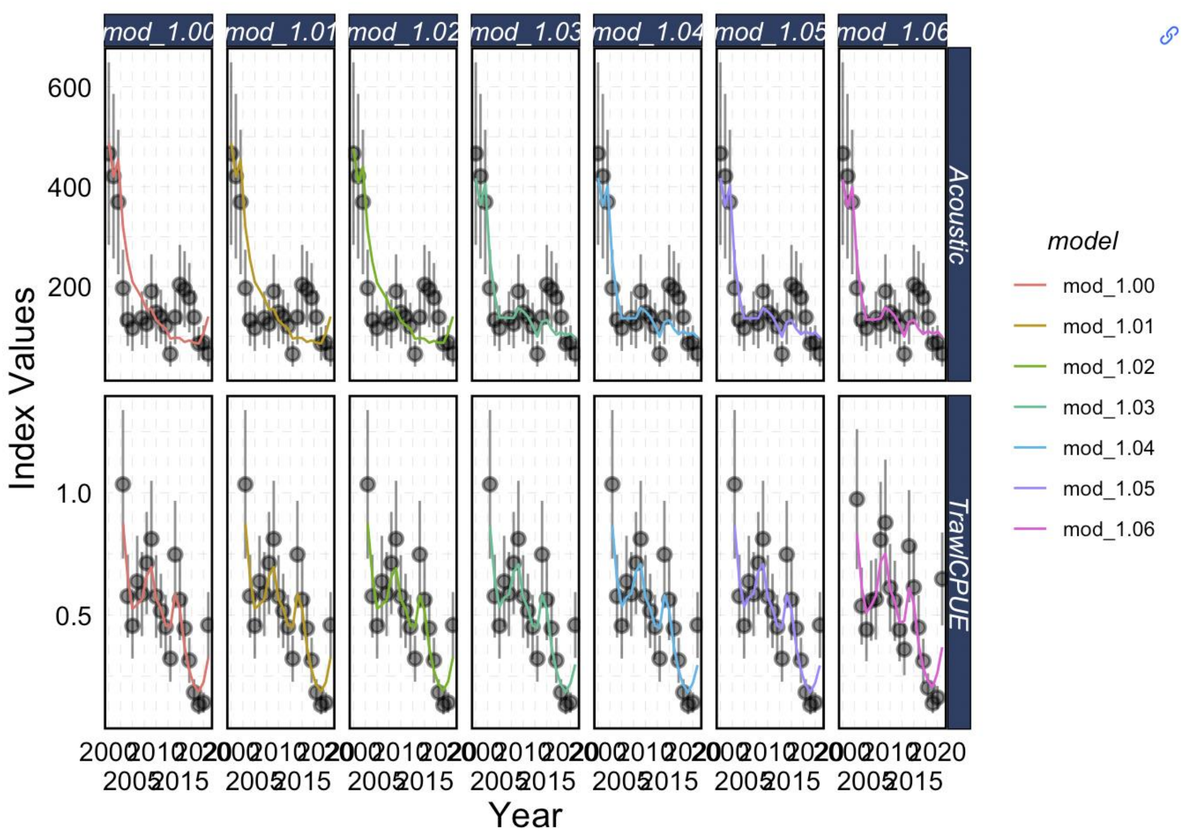


Figure 2. Model fits to CPUE data and Acoustic survey.

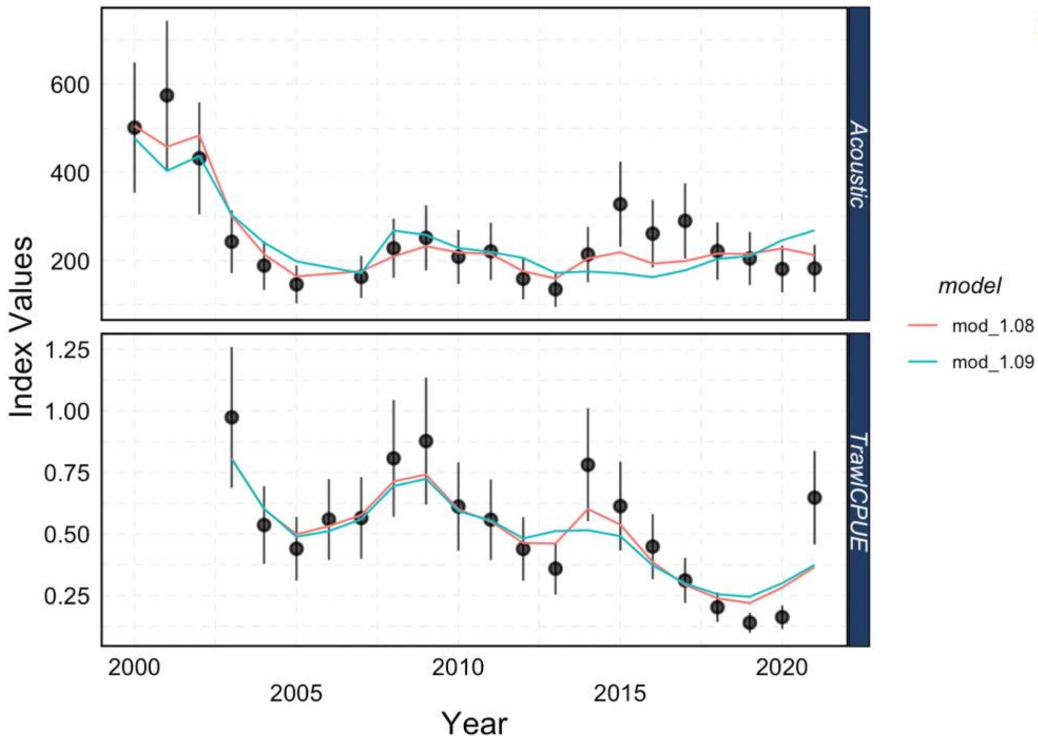


Figure 3. Model (1.08 and 1.09) to CPUE and acoustic survey data.

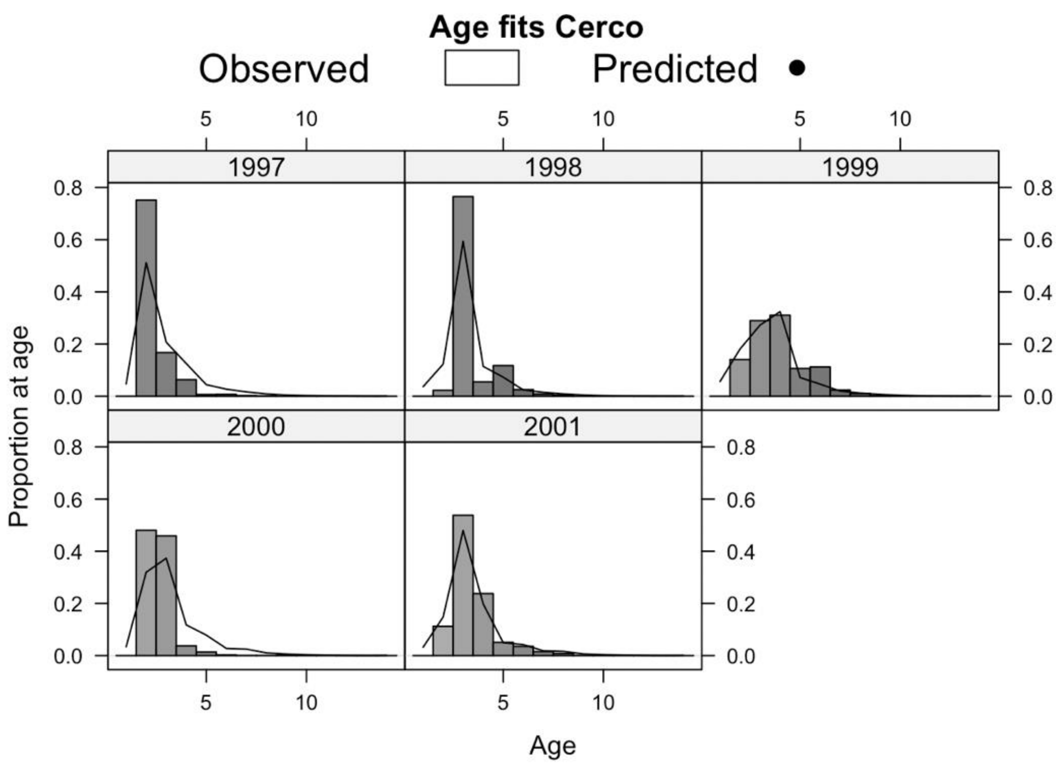


Figure 4. Model (1.08) fits to age composition from purse seine.

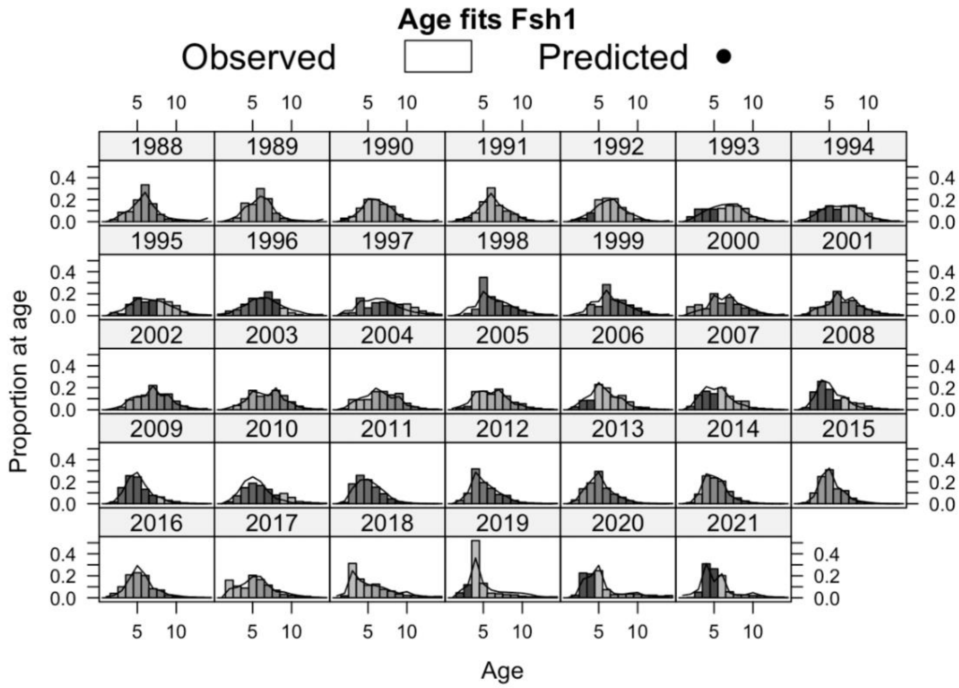


Figure 5. Model (1.08) fits to age composition from trawl fishery 1 (Demersal-Austral Fishery).

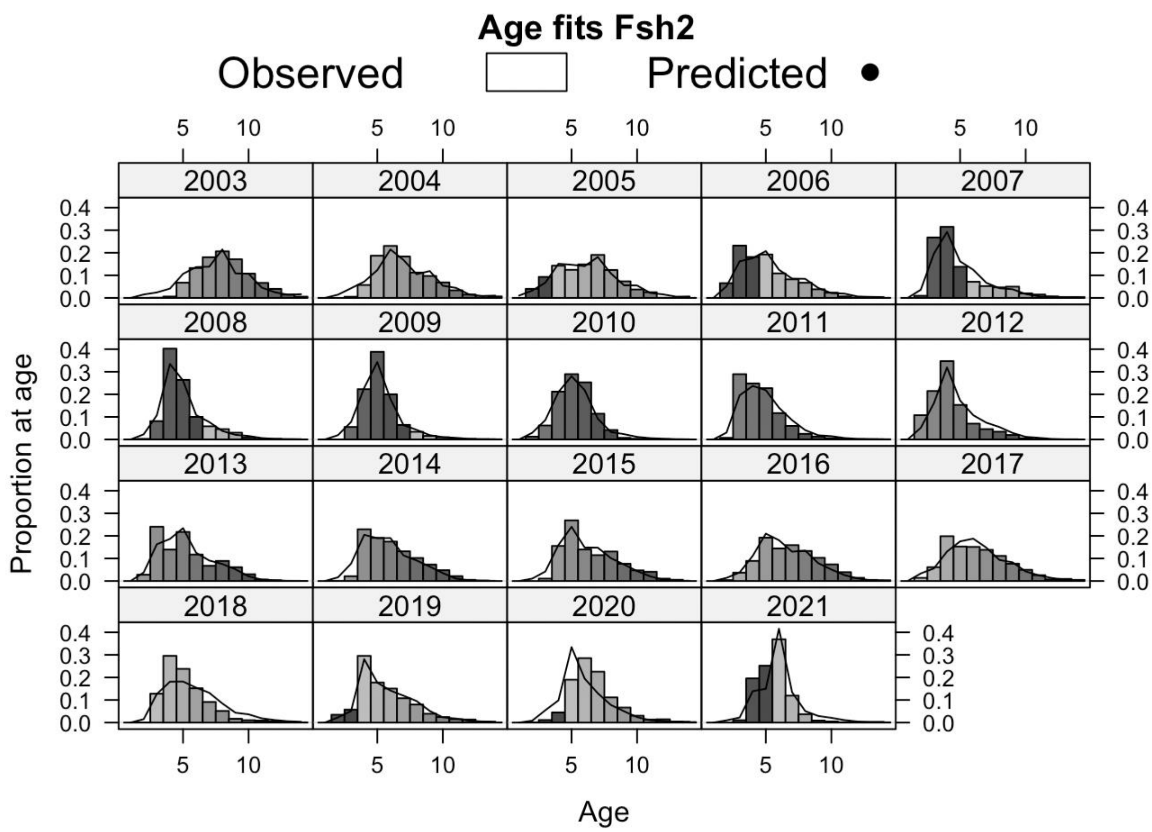


Figure 6. Model (1.08) fits to age composition data from the trawl fishery 2 (Center South Fishery)

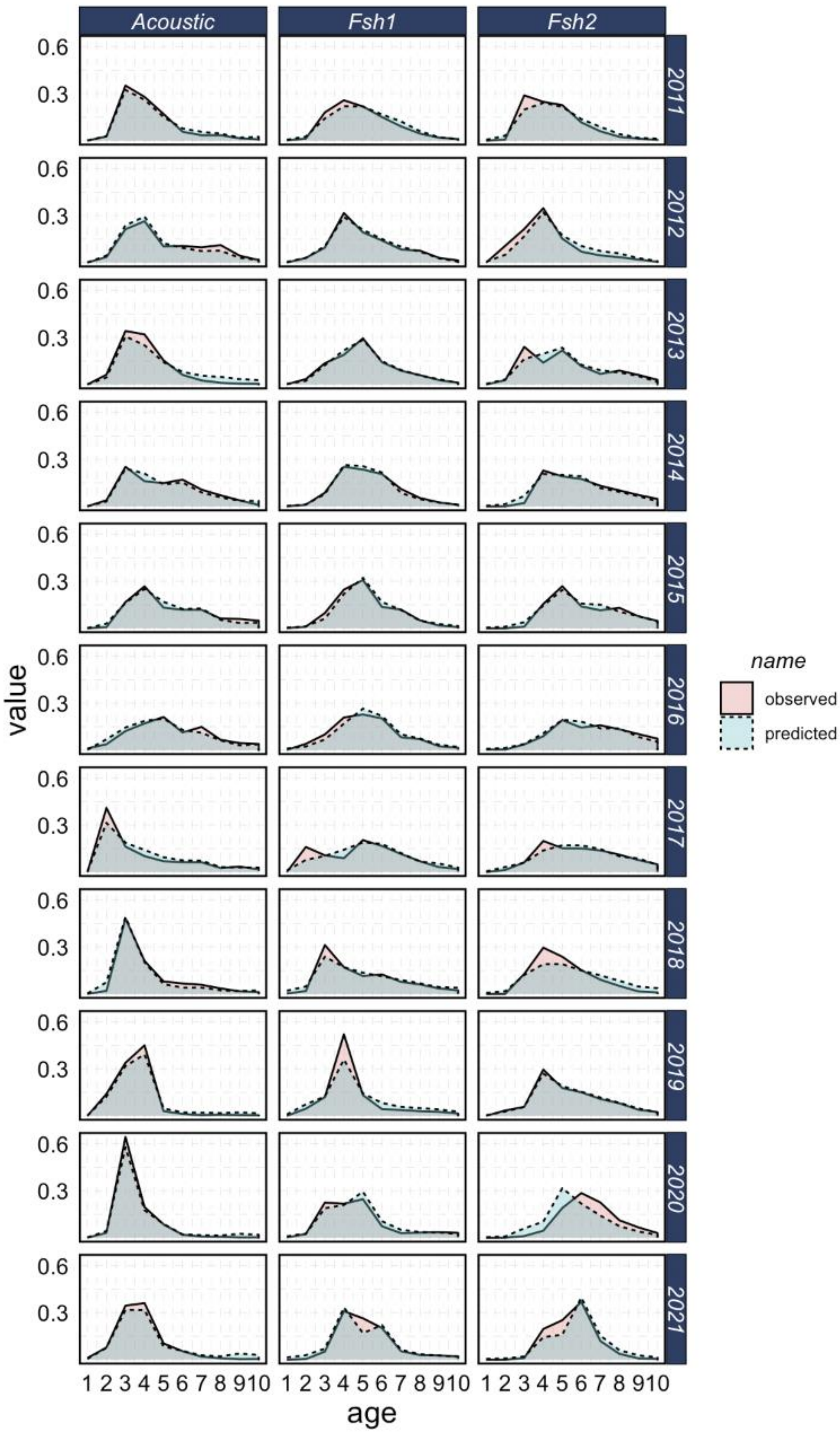


Figure 7. Comparison of Model (1.05) fits to age composition from the acoustic survey, Demersal-Austral Fishery (Fsh1), and the Center-South Fishery (Fsh2) for years 2011-2021.

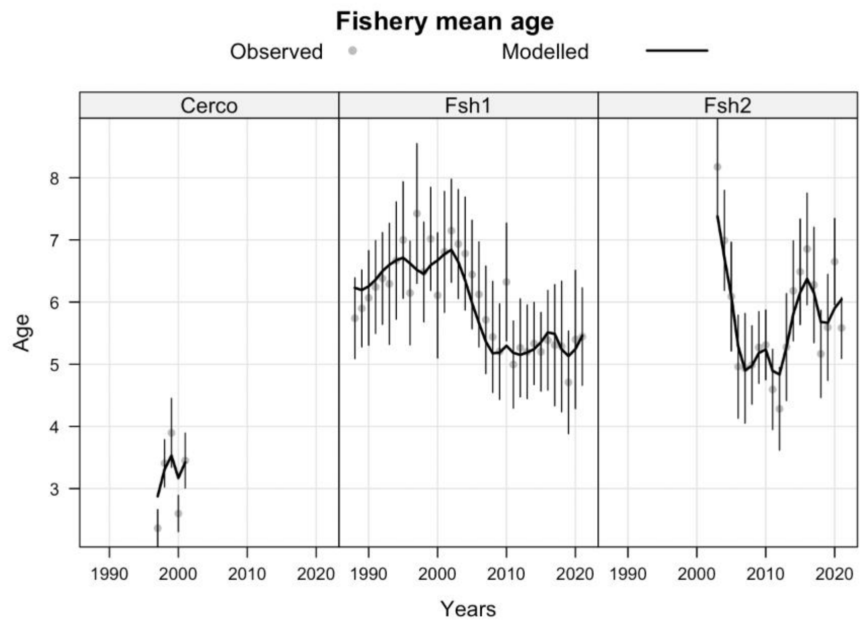


Figure 8. Model (1.08) fits to Fishery mean age from purse seine (cerco), Demersal-Austral Fishery (Fsh1), and Center-South Fishery (Fsh2).

Table 2. Likelihood values for different Chilean hoki model configurations (see Table 1) .

	mod_1.00	mod_1.01	mod_1.02	mod_1.03	mod_1.04	mod_1.05	mod_1.06
catch_like	4.05	4.05	3.80	1.91	2.07	2.06	2.08
age_like_fsh	83.15	83.15	82.52	80.31	82.37	82.23	82.37
length_like_fsh	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_fsh	56.66	56.66	56.63	53.03	53.69	53.44	53.10
ind_like	68.73	68.73	69.94	38.29	38.36	38.38	42.06
age_like_ind	108.69	108.69	108.11	30.92	31.10	31.08	31.41
length_like_ind	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_ind	1.73	1.73	1.74	17.88	17.90	17.85	17.90
rec_like	12.23	12.23	11.88	15.69	21.60	21.57	21.50
fpen	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
post_priors_indq	0.00	0.00	0.16	0.14	0.14	0.14	0.11
post_priors	0.00	0.00	0.00	0.05	1.02	1.65	1.55
residual	0.04	0.04	0.04	0.03	0.24	0.19	0.18
total	335.28	335.28	334.83	238.26	248.50	248.60	252.25

The temporal trend of the estimates of fishing mortality at age for model 1.04 can be seen in Figure 9; a decreasing trend for the last years is observed. This trend is also observed for the annual fishing mortality (Figure 10, top right) and the observed landings (Figure 10, bottom right) from the model 1.08. As shown the annual fishing mortality has been above F_{MSY} most of the time; however, in the last years (2017-2021) the fishing mortality has been lower than F_{MSY}. Results also suggest a slightly increase in recruitment for the last years (Figure 10, bottom left). The spawning biomass shows a decreasing trend, except for the last years, where a slight increase arises. Noteworthy, this increase shows in the CPUE series but not in the acoustic survey series (Figure 3). As it discussed in section 2.3.2, the 2021 CPUE data distribution presents several high outliers (Figure 26) resulted from an increase in the median catch (Figure 27), while the effort remained similar to previous years (Figure 28). Thus, these results suggest that the last year data need to be reviewed in detail to confirm the increasing trend. Another fact is that the spawning biomass has been below the MSY proxy since 2000. These results come from model 1.08, similar results are found for other versions (see JanReportDay1.html and JanReportDay2.html). The temporal trend for recruitment, spawning biomass, total biomass and their uncertainties is shown below (Figure 12) for three different models.

Regarding the status of the stock, results depend on the recruitment assumption (1.03-Beverton and Holt, 1.05-Ricker) used in the model version as shown below (Figure 11). Figure 12 shows the temporal trend of recruitment, spawning biomass, and total biomass.

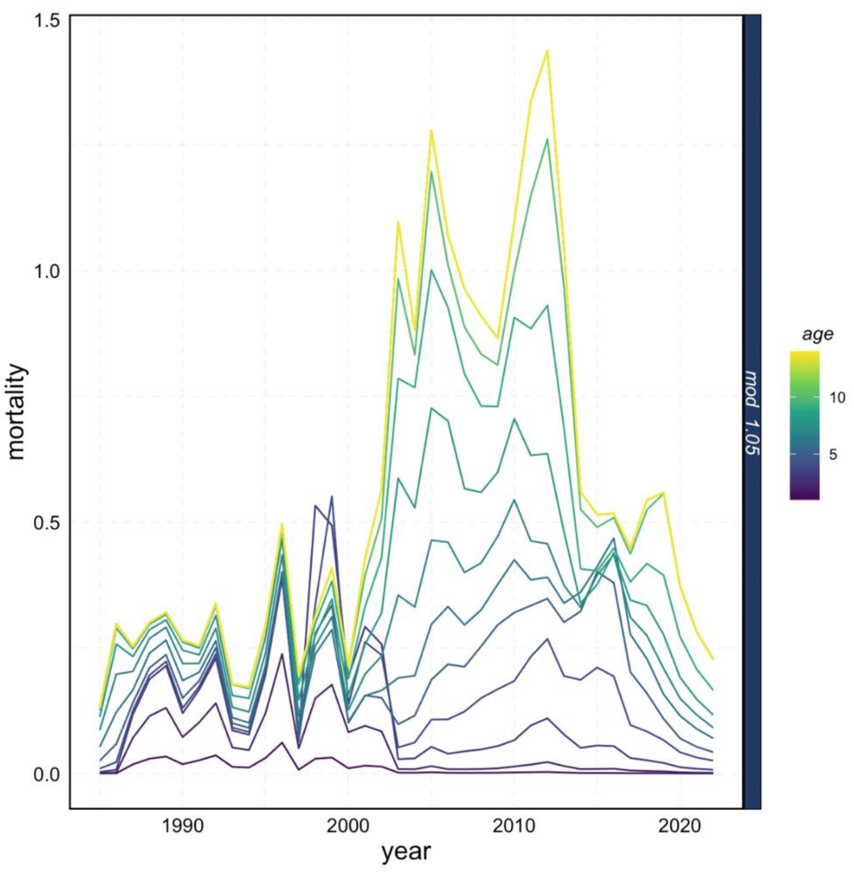


Figure 9. Estimates of Chilean hoki fishing mortality at age for model 1.04.

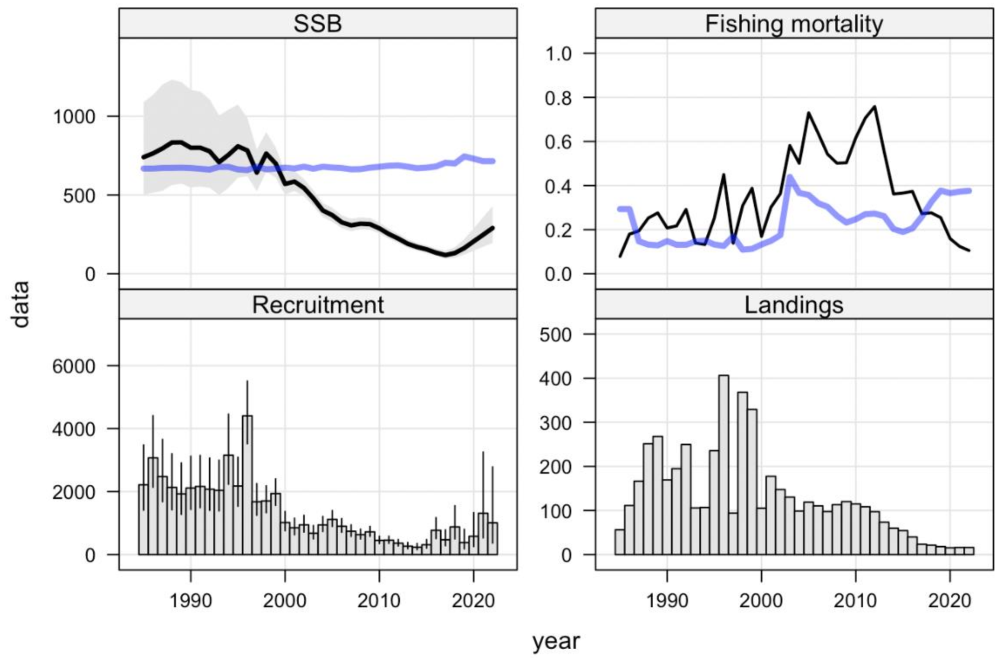


Figure 10. Temporal trend of estimated spawning biomass (top left), estimated fishing mortality (top right), estimated recruitment (bottom left), and temporal trend of observed landings (bottom right).

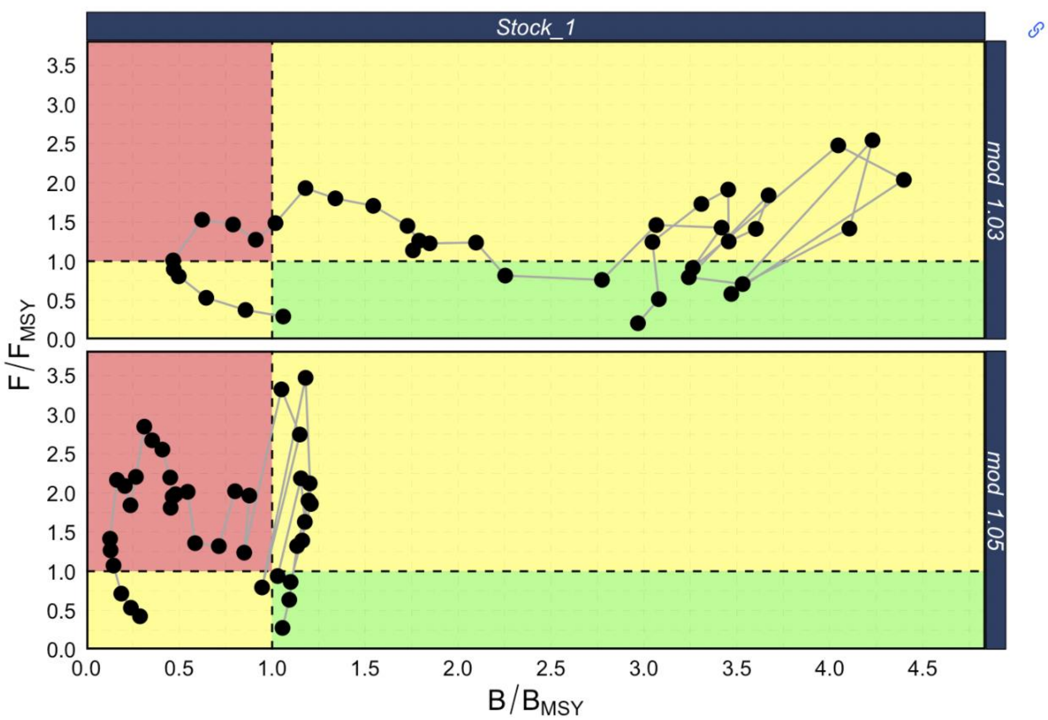


Figure 11. KOBE plots for different stock-recruitment assumptions (models 1.03 and model 1.05) for Chilean hoki. See Table 1 for model descriptions.

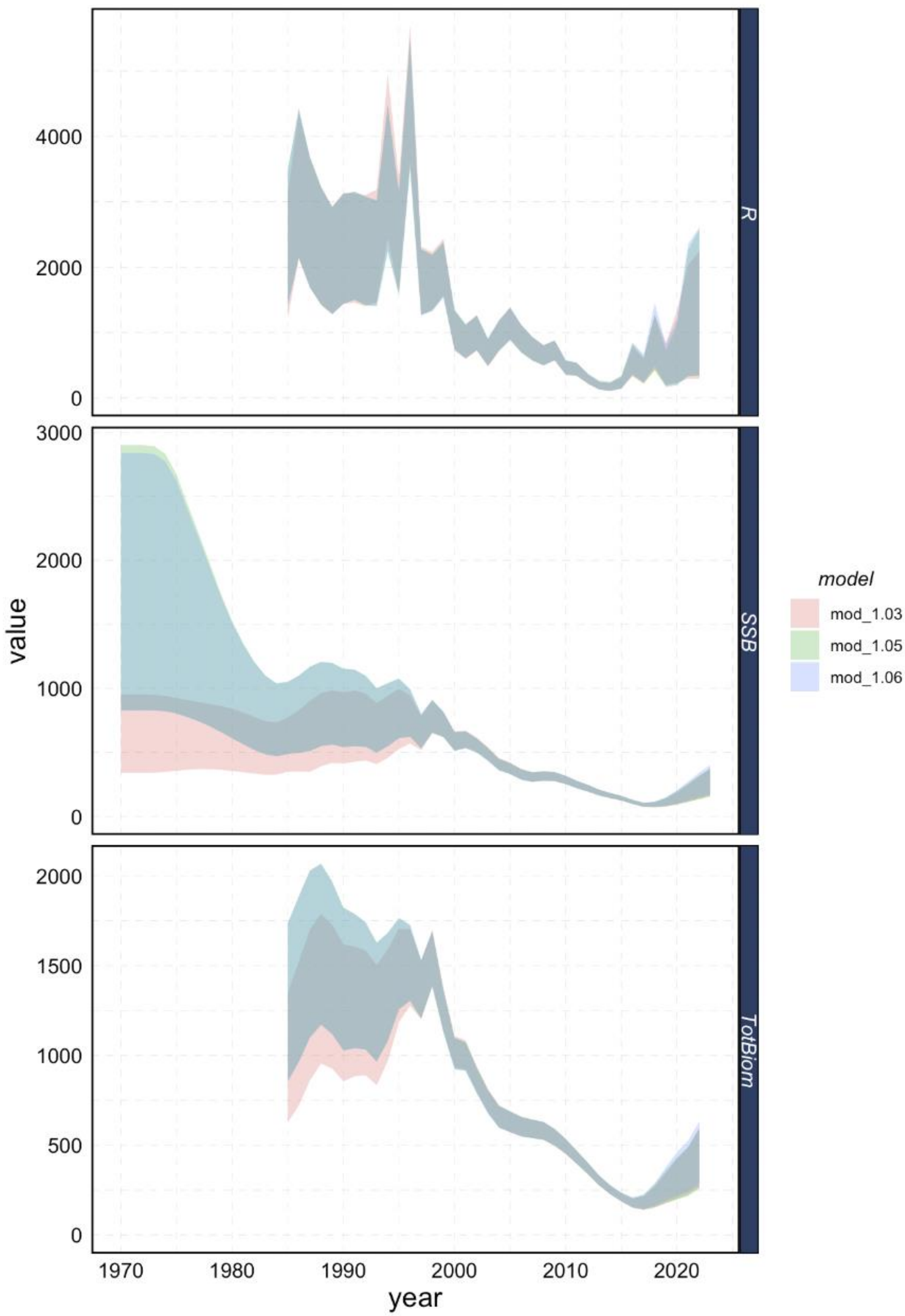


Figure 12. Temporal trend for recruitment, spawning biomass, total biomass and their uncertainties from models 1.03, 1.05 and 1.06.

Regarding the projections, to determine the status of the stock, full recruitment data is needed. However, to carry out the projection only the last years of recruitment are included. Projections for spawning biomass and catch for different levels of fishing mortality and Ricker relationship for recruitment is shown below (Figure 13, Figure 14). The Risk table for projections with model 1.04 is shown below (Table 3). Results suggest low probabilities for reaching levels greater than B_{MSY} in the short and medium terms.

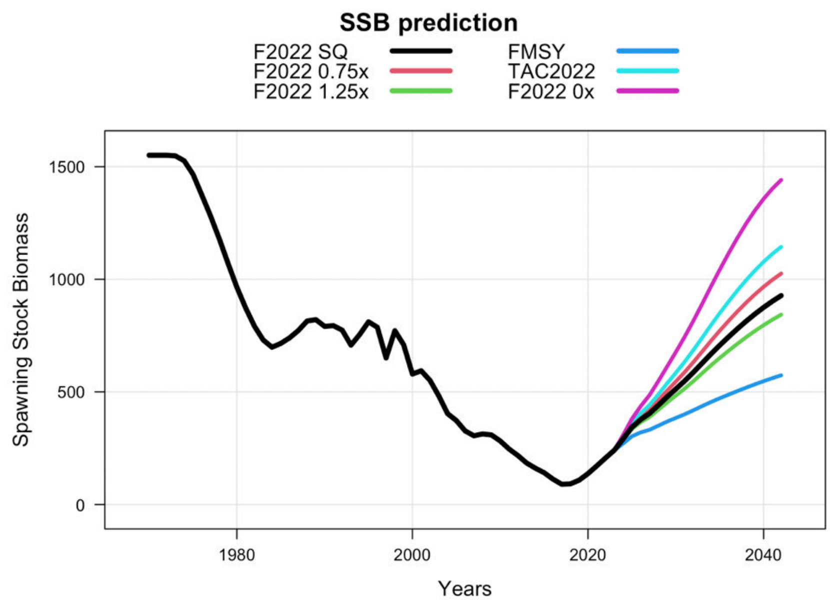


Figure 13. Hoki Spawning biomass projections with model 1.05 (Ricker assumption for recruitment) at different levels of fishing mortality.

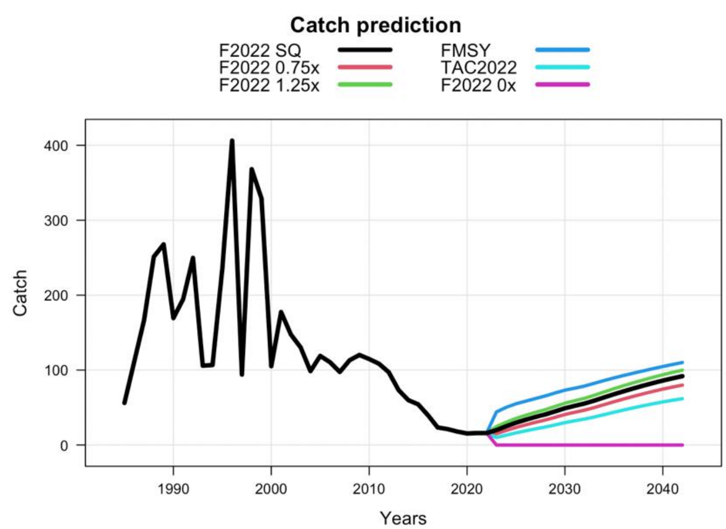


Figure 14. Hoki catch projections with model 1.05 (Ricker assumption) at different levels of fishing mortality.

Table 3. Estimated stock risks for Chilean hoki spawning biomass for model 1.04.

Multiplier of F_{2022}	**B_{2024}**	**$P(B_{2024})>B_{MSY}$, %**	**B_{2028}**	**$P(B_{2028})>B_{MSY}$, %**	**B_{2028}**	**$P(B_{2028})>B_{MSY}$, %**
0	300	0	488	9	685	50
F_{MSY}	271	0	350	0	418	5
.75	296	0	463	6	632	41
1	291	0	440	4	587	34
1.25	287	0	420	3	547	27

2.2.6 Comparison with CHOSAM Model

The comparisons between estimates of spawning biomass and recruitment from the model CHOSAM and the adopted model are found below (Figure 15, Figure 16).

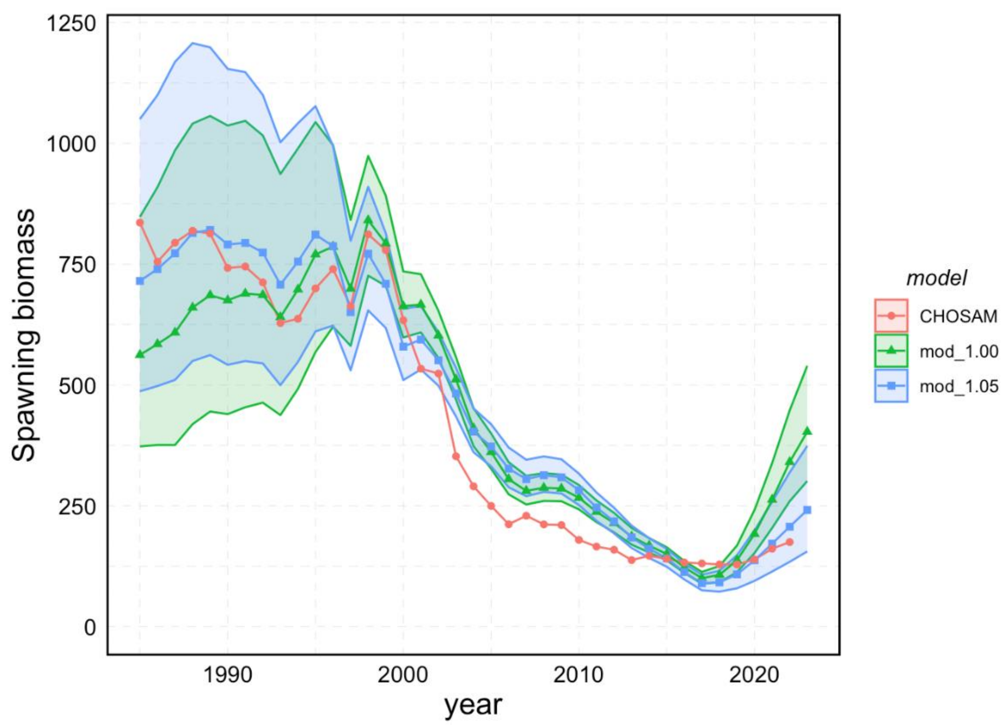


Figure 15. Comparison of the results for spawning biomass from two alternative models and CHOSAM.

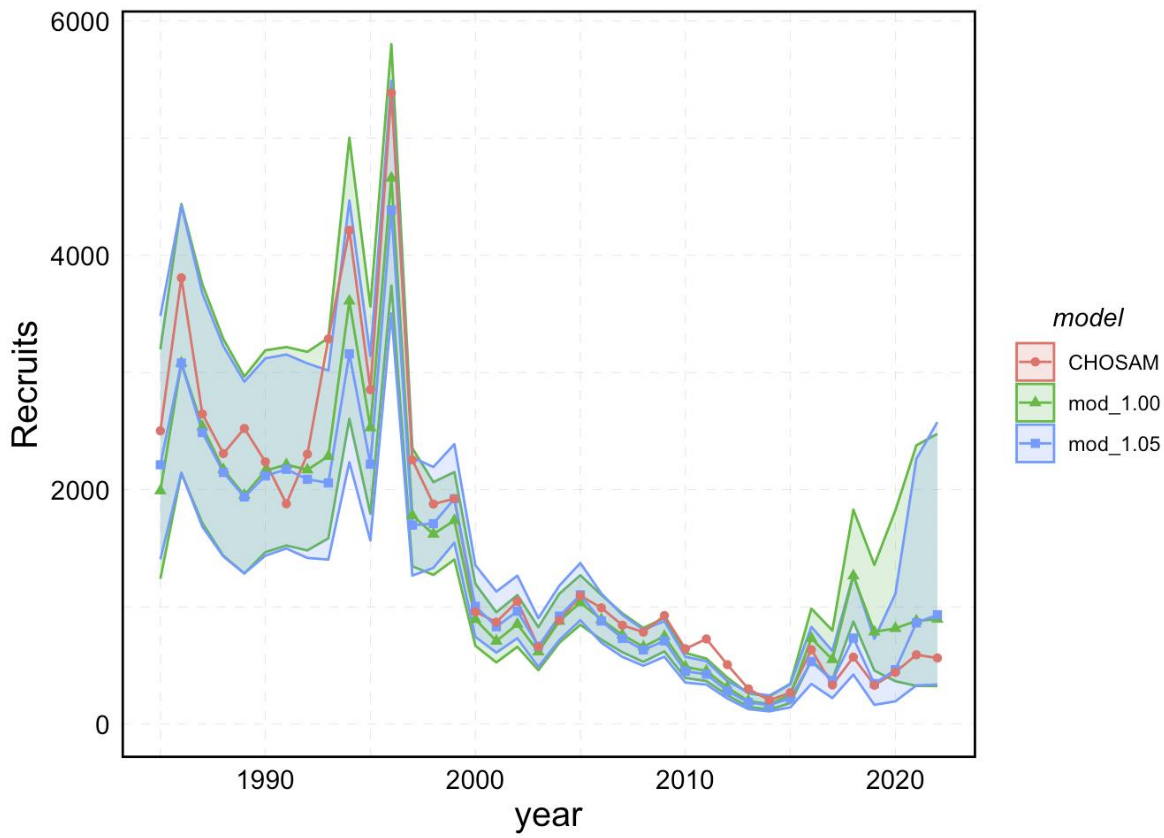


Figure 16. Comparison of the results for recruitment from two alternative models and CHOSAM.

2.2.7 Comparison with the Argentinian stock assessment

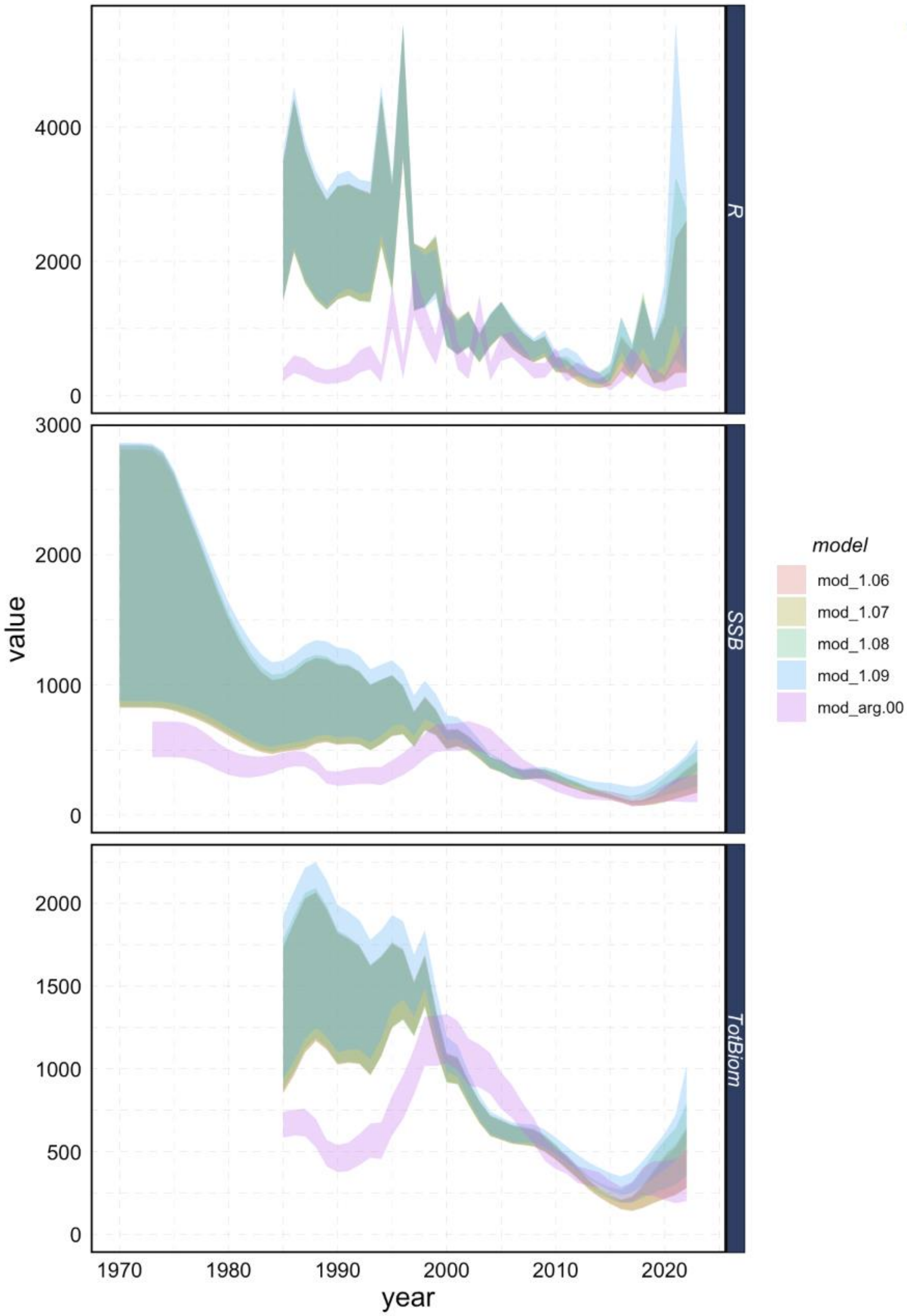


Figure 17. Comparison of results (recruitment, spawning biomass, and total biomass) from alternative models with the Argentinian model

2.3 Review of the standardization of Fishery indices of abundance

The reviewers analyzed the CPUE indices for Chilean Hoki for a potential improvement for the standardization process based on the definition of a full model that includes additional predictors and first-level interactions and a parsimonious selection model method to obtain the minimum adequate model for the standardized CPUE.

2.3.1 Period 1976-1996

Paya (2022) presents the results of Chilean Hoki CPUE standardization and the acoustic biomass (Figure 18). In the March 2023 workshop, a suggestion to use a model selection process for the CPUE standardization was made. In this section, we present the use of that methodology in CPUE standardization.

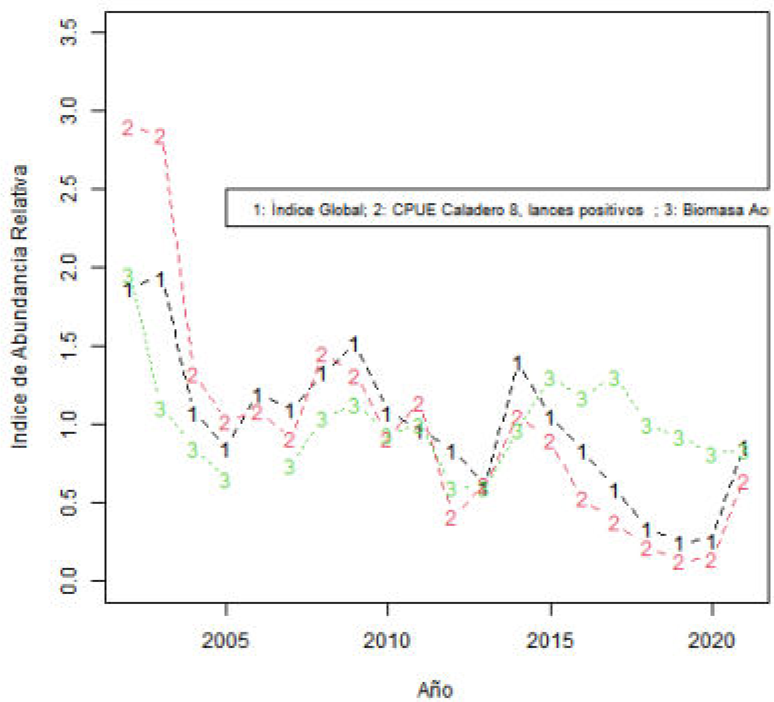


Figure 18. Indices of relative abundance and Acoustic biomass, taken from Paya (2022). 1-global index, 2-CPUE caladero, 3-acoustic biomass.

We analyzed periods 1976-1996 and 2002-2021, considering 1997-2001 a transition period from Hoki being caught as bycatch to a period where it was a target species. We used the same filtering process used by Payá (2022), where he used the following criteria:

For 1976-1996

i) Year < 1997
ii) Catch > 0
iii) Catch < 60
iv) Exclusion of ships 18, 940034, and 730568.

As a result of the filtering process, we built an input file (data1b.csv with 57,725 observations) for future analysis. We ran the original models used by Payá (2022) shown below (Table 4) to be used as a reference.

Table 4. Original models from Payá (2022) used as reference.

Model	Model	AIC
1	$\log(catch) = Year + Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	221182.4
2	$\log(catch) = Year + Month + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	222741.2
3	$\log(catch) = Year + Caladero + Month + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	212708.6
4	$\log(catch) = Year + Caladero + Month{:}Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	211203.4
5	$\log(catch) = Year + Caladero + Month + Month{:}Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	211203.4

In these models, we defined Year, Caladero (fishing landing site), Month, and Vessel as categorical variables. Effort was set up as an offset, the link function was the identity. We used the subroutine *glm* from *R* to fit the models (Table 5).

Table 5. Coding for original models used by Payá (2022), original names used: anio-year, buque-vessel, mes-month,

Model	Coding
1	modelo1 <- glm(log(CCola)~anio + Caladero + buque + offset(log(ha)), family = gaussian, data=datos)
2	modelo2 <- glm(log(CCola)~anio + mes + buque + offset(log(ha)), family = gaussian, data=datos)
3	modelo3 <- glm(log(CCola)~anio + Caladero + mes + buque + offset(log(ha)), family = gaussian, data=datos)
4	modelo4 <- glm(log(CCola)~anio + Caladero + mes:Caladero + buque + offset(log(ha)), family = gaussian, data=datos)
5	modelo5 <- glm(log(CCola)~anio + Caladero + mes + mes:Caladero + buque+offset(log(ha)), family = gaussian, data=datos)

The model with the lowest AIC was model 5 (Table 4). Each CPUE series (year effect) was calculated as: $exp\left(\hat{\beta}_t + \frac{\hat{\sigma}_t^2}{2}\right)$, where $\hat{\beta}_t$ is the estimate of the level of the year factor for the year t and $\hat{\sigma}_t$ is the estimated standard error of $\hat{\beta}_t$. Worth noting, we did not use the approach taken by Payá (2022) to estimate the parameter for 1979 to standardize the whole series; instead, we started the CPUE series in 1980 without standardizing. Results from the different original models are presented below (Figure 19). The CPUE standard error was estimated using the delta method (see the code at the end of the Annex1). The CPUE series extracted from model 5 and its uncertainty is shown below ().

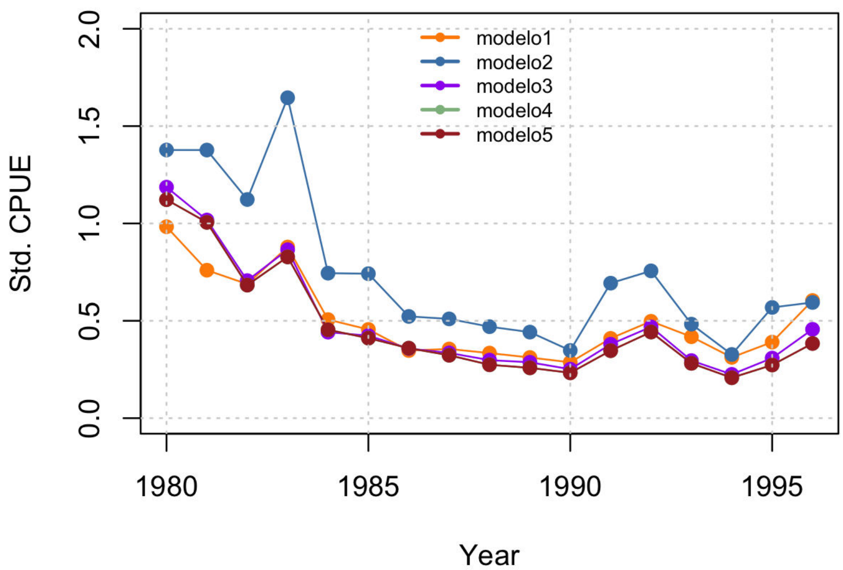


Figure 19. Relative indices of abundance from the original models used by Payá (2022).

The CPUE series extracted from model 5 and its uncertainty is found below (Figure 20).

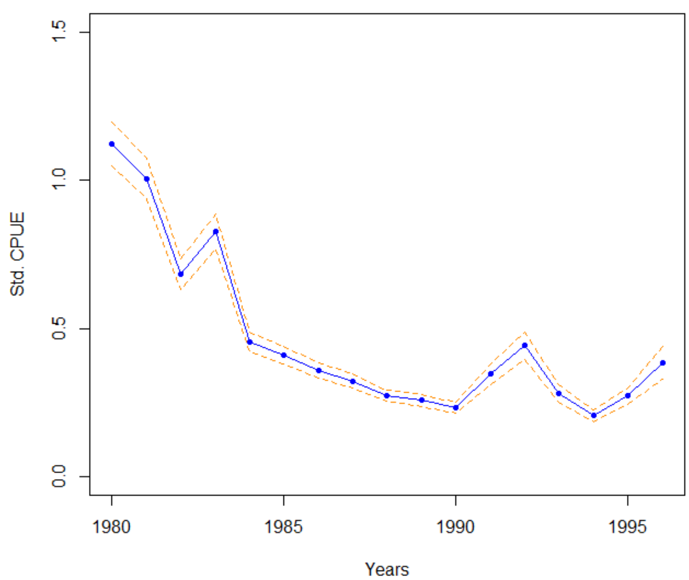


Figure 20. CPUE series and its uncertainty extracted from the model 5 for Chilean Hoki.

The following step was defining a full model for the model selection process. Due to the large amount of data available, a model with all interactions took a long time to run; therefore, we decided to include only the first-level interactions. The full model was:

$$\begin{aligned}\log(catch) = {} & Year + Caladero + Month + Vessel + Latitude + Zone \\ & + first\ level\ interactions\ (Caladero, Month, Vessel, Latitud, Zone) \\ & + offset(\log(effort)) + \varepsilon\end{aligned}$$

The R code for the full model was:

model1 <-glm(log(CCola)~anio + mes + Caladero + buque + latitud + zona + (mes + Caladero + buque + latitud+zona)^2 + offset(log(ha)), family = gaussian,data=datos)

Its AIC was 206219.5, value lower than the AIC from any original model (Table 4).

The model selection process starts with excluding variables or interactions with hierarchical order and comparing the models with ANOVA (Crawley, 2007). When comparing both models, the null hypothesis is that the models are equivalent: H_0: models M1 and M2 are equivalent. If the p-value > 0.5, the models are identical, and we could drop the proposed variable or interaction. On the contrary, if p-value < 0.05, we keep the original model because the proposed variable explains a significant amount of deviance.

In the particular case of Hoki, the first interaction proposed to be excluded was latitude:zone. The ANOVA test suggests that both models explain the same amount of deviance (Figure 21 ; thus, we could drop the interaction latitude:zone. We repeated this process until we found the minimum adequate model. The results for different stages in the model selection process are found below (Table 6).

```
> model2 <- update(model1,~.-latitud:zona)
> anova(model1,model2,test = "F") #drop latitud:zona
Analysis of Deviance Table

Model 1: log(CCola) ~ anio + mes + Caladero + buque + latitud + zona +
    (mes + Caladero + buque + latitud + zona)^2 + offset(log(ha))
Model 2: log(CCola) ~ anio + mes + Caladero + buque + latitud + zona +
    mes:Caladero + mes:buque + mes:latitud + mes:zona + Caladero:buque +
    Caladero:latitud + Caladero:zona + buque:latitud + buque:zona +
    offset(log(ha))
  Resid. Df Resid. Dev Df Deviance F Pr(>F)
1     57119     117828
2     57119     117828  0        0
```

Figure 21. Results from ANOVA for the full model and a model (model2) without the interaction latitud:zona.

Table 6. Results from the model selection process for the Hoki CPUE standardization.

Predictor	p-value	Result
Latitud:zone	Same deviance	Drop
Buque:zona	Same deviance	Drop
Buque:latitud	< 2.2e-16	Keep
Caladero:zona	Same deviance	Drop
Caladero:latitud	< 2.2e-16	Keep
Caladero:buque	< 2.2e-16	Keep
Mes:zona	Same deviance	drop
Mes:latitud	< 2.2e-16	Keep
Mes:buque	< 2.2e-16	Keep
Mes:Caladero	< 2.2e-16	Keep
zona	Same deviance	Drop
latitud	Same deviance	Drop
Buque	Same deviance	Drop
Caladero	0.3595	Drop
mes	Same deviance	Drop

After finishing the model selection process, the minimum adequate model was:

$$\log(catch) = Year + Vessel{:}Latitude + Caladero{:}Latitude + Caladero{:}Vessel + Month{:}Latiude + Month{:}Vessel + Month{:}Caladero + offset(\log(effort)) + \varepsilon$$

With the following coding in R:

Modelmin <- glm(log(CCola)~anio + buque:latitud + Caladero:latitud + Caladero:buque + mes:latitud + mes:buque + mes:Caladero + offset(log(ha)), family = gaussian, data=datos)

The AIC for this model was 206216.3. Results for the parameter estimates for the factor Year are shown below (Table 7). The year effect (CPUE) was calculated as $\left(exp\left(\hat{\beta}_t + \frac{\hat{\sigma}_t^2}{2}\right)\right)$, where $\hat{\beta}_t$ is the estimate and $\hat{\sigma}_t^2$is the estimated standard error (Table 7). A comparation between the best original model 5 and the minimum adequate model is shown below (Figure 22). Results suggest that the minimum adequate model has a smaller AIC and should be selected instead of model 5. However, both indices show similar trends with slight differences. The CPUE series from the minimum adequate model and its uncertainty is shown below (Figure 23).

Table 7. Parameter estimates and their standard error for the minimum adequate model.

Factor level	**Estimate**	**Std. Error**	**t value**	**Pr(>|t|)**	
(Intercept)	4.06E+09	3.73E+10	0.109	0.91336	
anio1980	1.79E-01	3.66E-02	4.884	1.04E-06	***
anio1981	1.43E-01	3.73E-02	3.835	0.000126	***
anio1982	-2.98E-01	3.98E-02	-7.504	6.26E-14	***
anio1983	-1.27E-01	3.80E-02	-3.351	0.000807	***
anio1984	-7.12E-01	3.90E-02	-18.284	< 2.00E-16	***
anio1985	-8.43E-01	4.01E-02	-21.032	< 2.00E-16	***
anio1986	-9.87E-01	3.86E-02	-25.591	< 2.00E-16	***
anio1987	-1.12E+00	3.96E-02	-28.2	< 2.00E-16	***
anio1988	-1.32E+00	3.96E-02	-33.241	< 2.00E-16	***
anio1989	-1.41E+00	4.05E-02	-34.694	< 2.00E-16	***
anio1990	-1.51E+00	4.21E-02	-35.819	< 2.00E-16	***
anio1991	-9.71E-01	5.49E-02	-17.701	< 2.00E-16	***
anio1992	-8.17E-01	5.85E-02	-13.967	< 2.00E-16	***
anio1993	-1.27E+00	5.90E-02	-21.534	< 2.00E-16	***
anio1994	-1.37E+00	5.52E-02	-24.727	< 2.00E-16	***
anio1995	-1.30E+00	5.84E-02	-22.189	< 2.00E-16	***
anio1996	-1.08E+00	8.38E-02	-12.845	< 2.00E-16	***

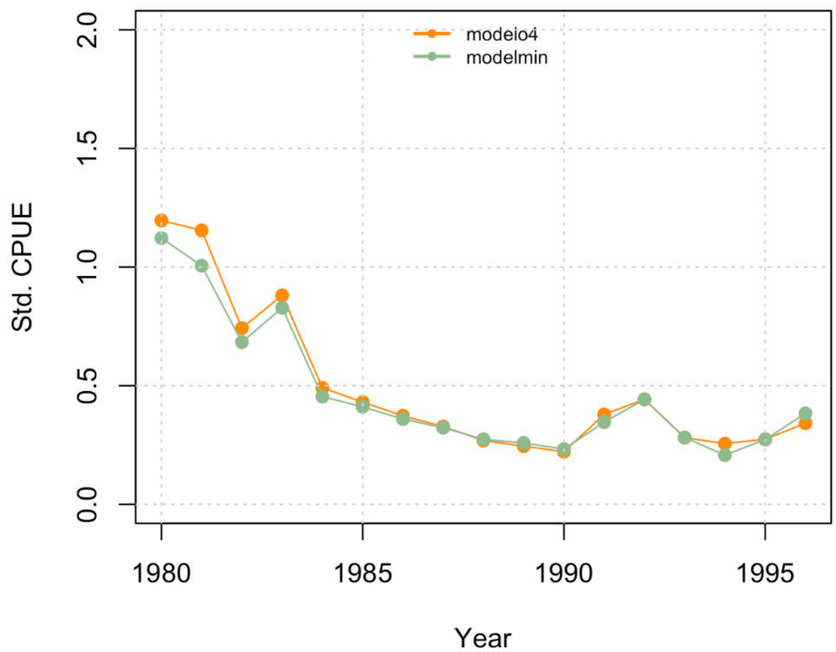


Figure 22. Comparison of the best original model (model 4 with AIC= 211203.4) and the minimum adequate model (AIC=206216.3).

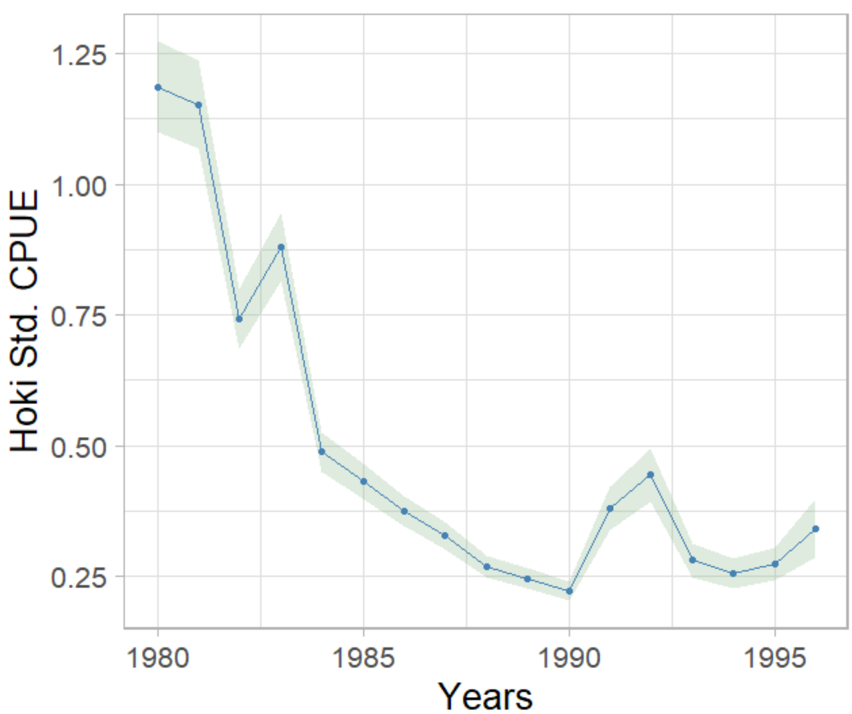


Figure 23. Hoki CPUE series and its uncertainty extracted from the minimum adequate model.

In the last approach, we added the year interactions as random effects as suggested by Maunder and Punt (2004) into the minimum adequate model. We included the following interactions as random effects: year:month, year:Caladero, year:vessel, and year:latitude. The R code for this model was:

modelreff <- lmer(log(CCola) ~ anio + buque:latitud + Caladero:latitud + Caladero:buque + mes:latitud + mes:buque + mes:Caladero + offset(log(ha)) + (1|anio:mes) + (1|anio:Caladero) + (1|anio:buque) + (1|anio:latitud) + offset(log(ha)), data = datos)

The model with the lowest AIC was the minimum adequate model with random effects (Table 8). The CPUE series comparison from all approaches is shown below (Figure 24). The CPUE series extracted from the model with random effects is shown below (Figure 25). The uncertainty for this CPUE series increased notably due to the addition of the random effects. Although the model with random effects has the lowest AIC, due to the increase of the uncertainty and consequent loss of signal, it is recommendable to use the minimum adequate model instead.

Table 8. Comparison of the best models for the standardization of the Hoki CPUE.

Model	**AIC**
Model 5	211203.4
Model min adequate	206216.3
Model min adequate with random effects	200852.6

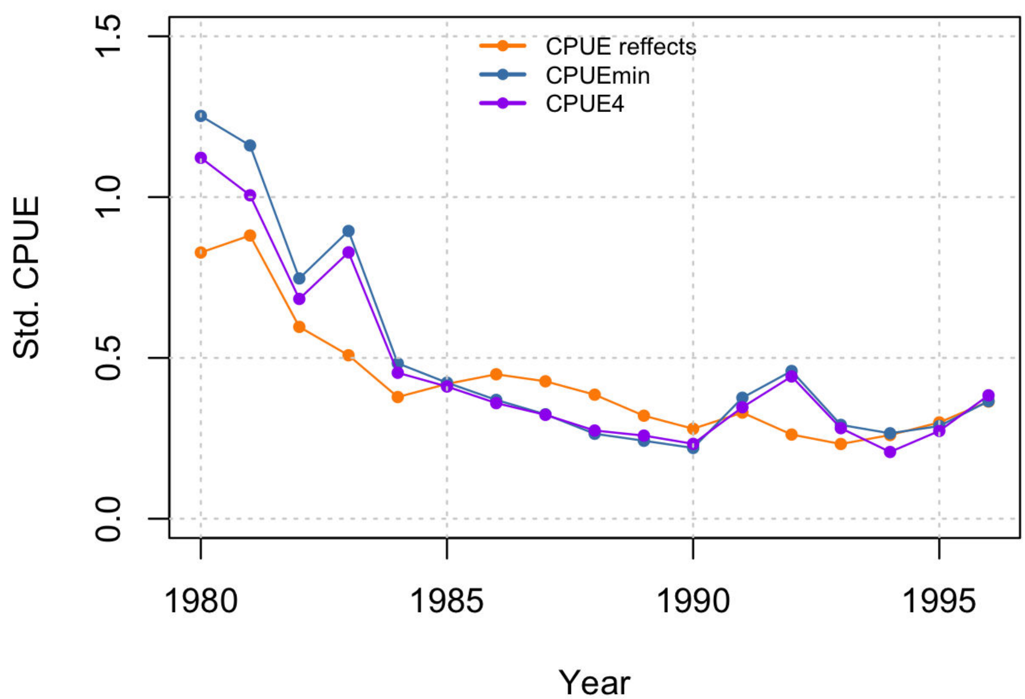


Figure 24. Comparison of the indices of relative abundance for Hoki.

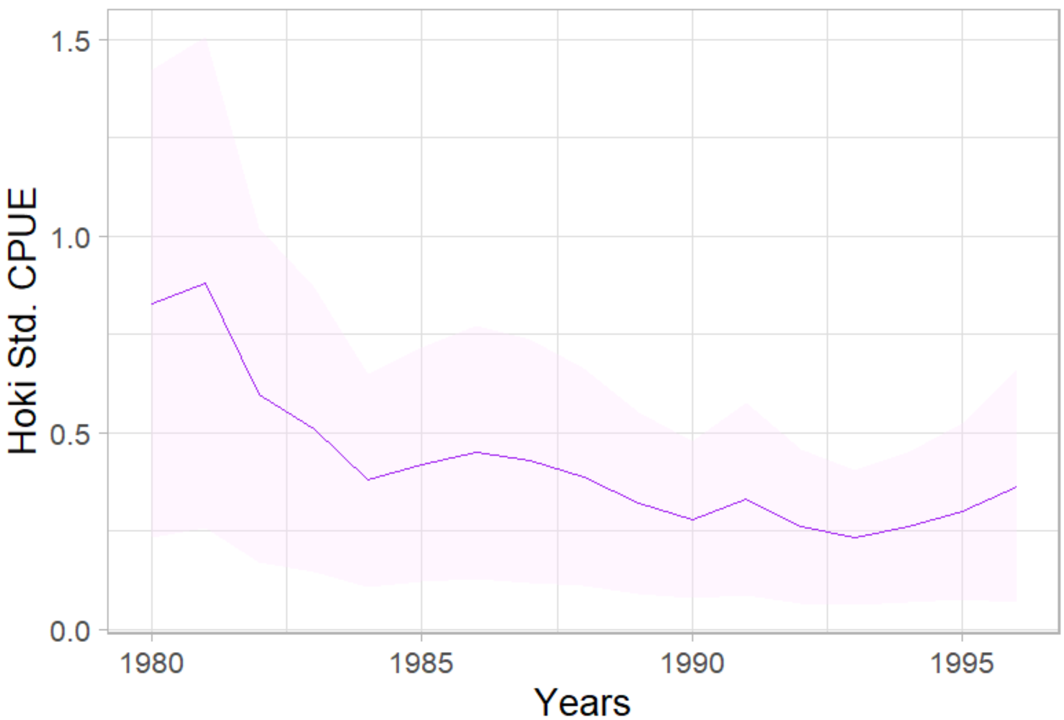


Figure 25. Hoki CPUE series and its uncertainty extracted from the minimum adequate model with random effects.

2.3.2 Period 2002-2021

For 2002-2021, we used the following input file data120021999.csv, that contains 42909 observations. This file filtered the rows without data for caladero (code 999). Worth noting that the relative abundance indices found in Paya have an increasing trend for the last year (2021), not found in the acoustic series (Figure 18, Figure 19). When there is contradictory information is recommendable an exploratory analysis to find out the origin of such discrepancy. We analyzed the temporal trend of log(CPUE) using boxplots. From 2016 to 2020, there is a decreasing trend for log(CPUE), while for 2021, there is a noticeable increase. For most years, in the distributions, there are low extreme values; however, last year's distribution presents several high-value outliers (Figure 26). The temporal trend of the catch distributions suggests an increase in the mean catch for the last year, while the trend of the fishing effort remained comparable. This first analysis may suggest that the log(CPUE) in 2021 is allowable and that the stock increased. We also plot a histogram for the overall CPUE distribution (n=42909) and found that a noticeable proportion of CPUE values are greater than 30 (Figure 29). When we plotted the CPUE histogram for 2021, we found that there were close to 30 points whose value was greater than 30, with a sample size of 525 observations for 2021 (Figure 30). Histograms for years 2018 (n=1588), 2029(n=1554), and 2020 (n=1088) suggest higher sample sizes with small amounts of large CPUE values(Figure 30). However, it is difficult to assess the importance of sample size and high extreme CPUE values to determine the high log(CPUE) value in 2021. These results suggest that a deep data analysis is needed, including the review of the filtering algorithms. In summary, because the CPUE and the acoustic biomass show different trends for the last year, it would be recommendable to be cautious about the 2021 data or to exclude it from the CPUE series.

The CPUE series shows a noticeable difference between the CPUE for 2013 and 2014. The catch trend suggests that catches for 2012 and 2013 were similar, while the catch in 2014 increased (Figure 27). On the other hand, the 2013 effort increased (Figure 28), while the 2014 effort remained at the same levels as 2012. These facts might produce a lower CPUE in 2013 and a higher CPUE in 2014.

Because the stock assessment relies only on CPUE data, it is important to ensure the quality of the CPUE data. The two issues found in the CPUE series suggest that a deep review for the raw data (logbooks) and the filtering process is recommendable to increase the confidence in the CPUE data.

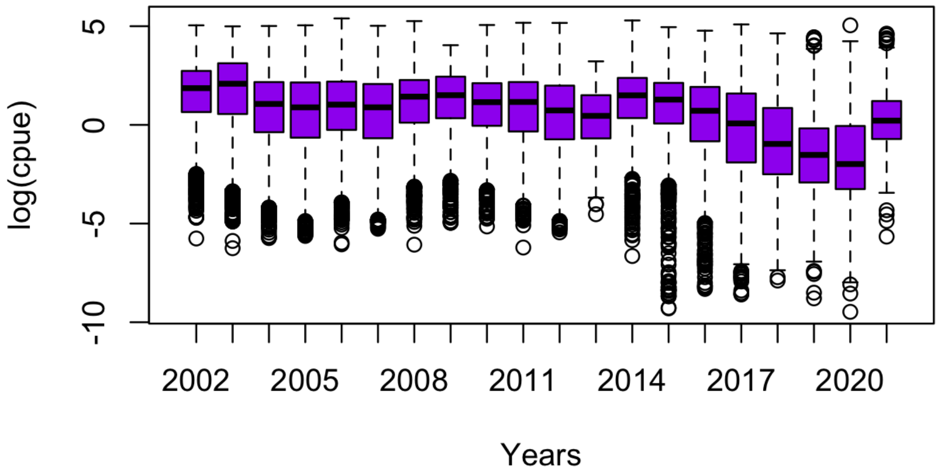


Figure 26. Temporal trend of log(CPUE) distributions for Hoki.

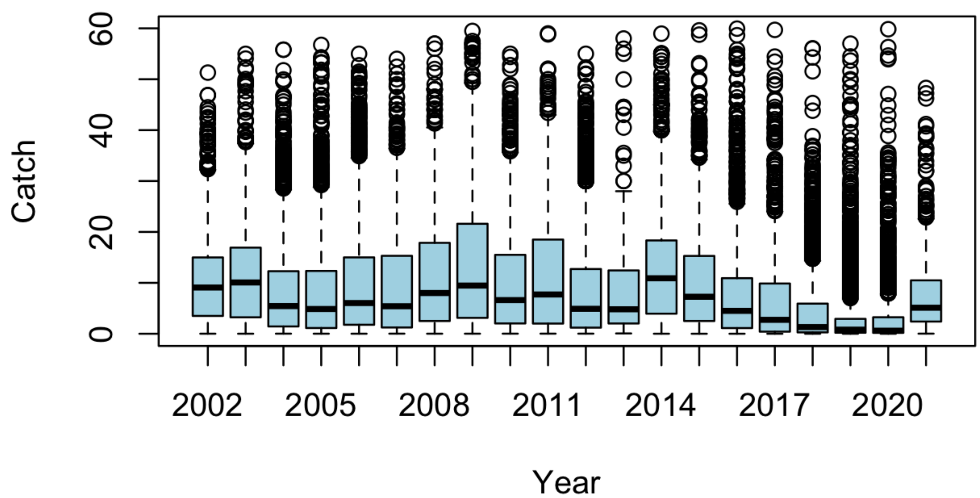


Figure 27. Temporal trend of catch distributions for Hoki.

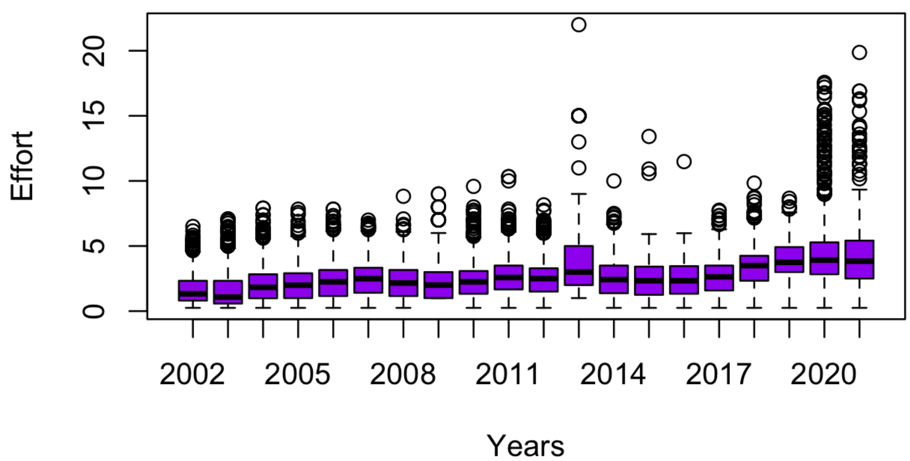


Figure 28. Temporal trend of fishing effort distributions for Hoki.

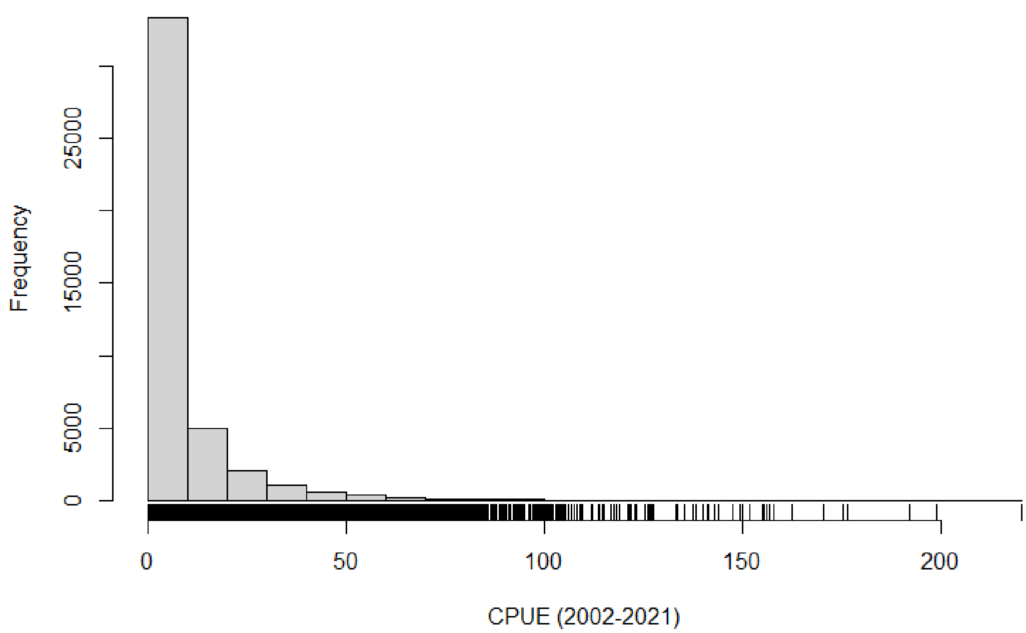


Figure 29. Hoki CPUE distribution for years 2002-2021

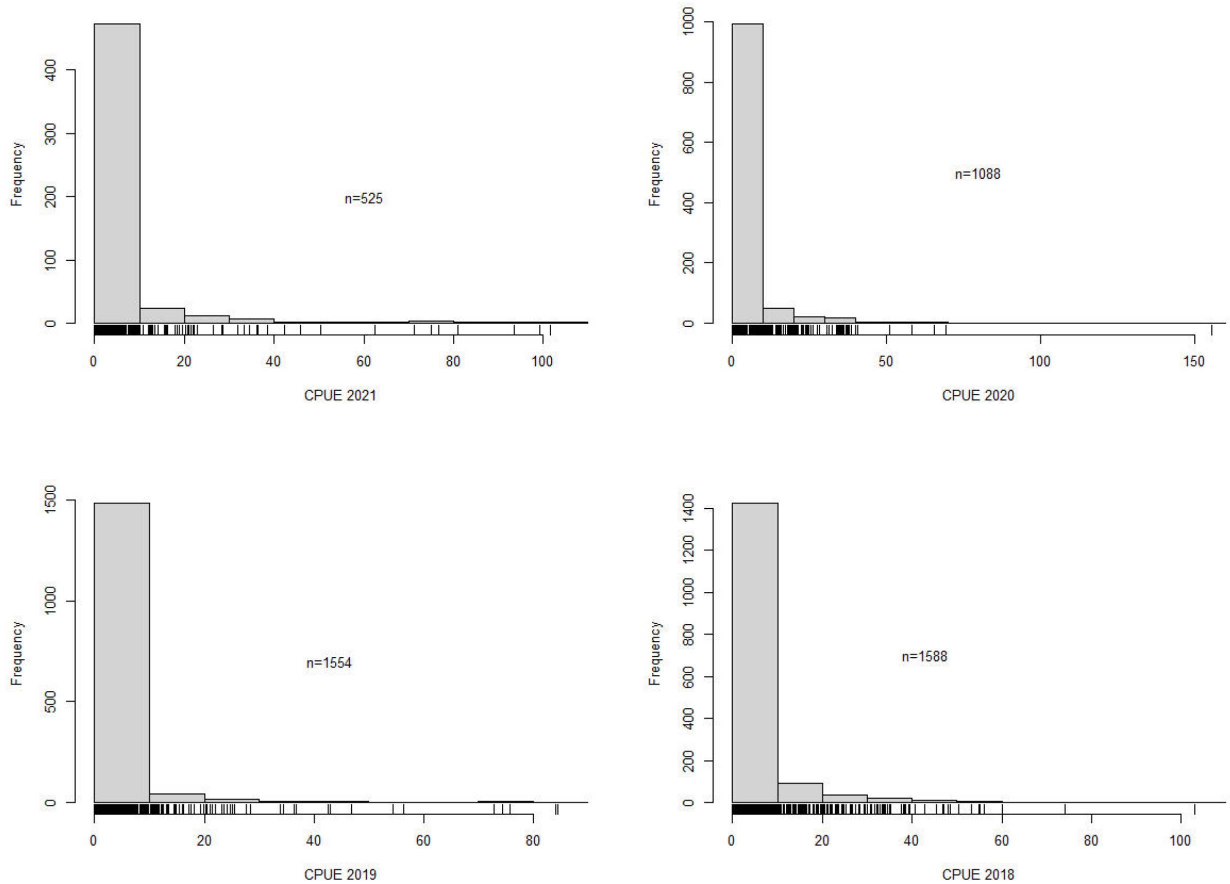


Figure 30. Hoki CPUE distribution with sample size for years 2021, 2020, 2019 and 2018.

Regarding the CPUE standardization for 2002-2021, we fit the original models (Table 9) proposed by Payá (2022). Models 4 to 6 had the lowest AIC, a comparison of the models with the smallest AIC is found below (), all models show the same trend.

Table 9. Original models used for the Hoki CPUE standardization (2002-2021).

#	Model	AIC
1	$\log(Catch) = Year + Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	174635.4
2	$\log(Catch) = Year + Month + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	170991.6
3	$\log(Catch) = Year + Caladero + Month + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	167524.5
4	$\log(Catch) = Year + Caladero + Month{:}Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	162723.7
5	$\log(Catch) = Year + Caladero + Month + Month{:}Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	162723.7
6	$\log(Catch) = Year + Month{:}Caladero + Vessel + offset(\log(effort)) + \varepsilon$	162723.7

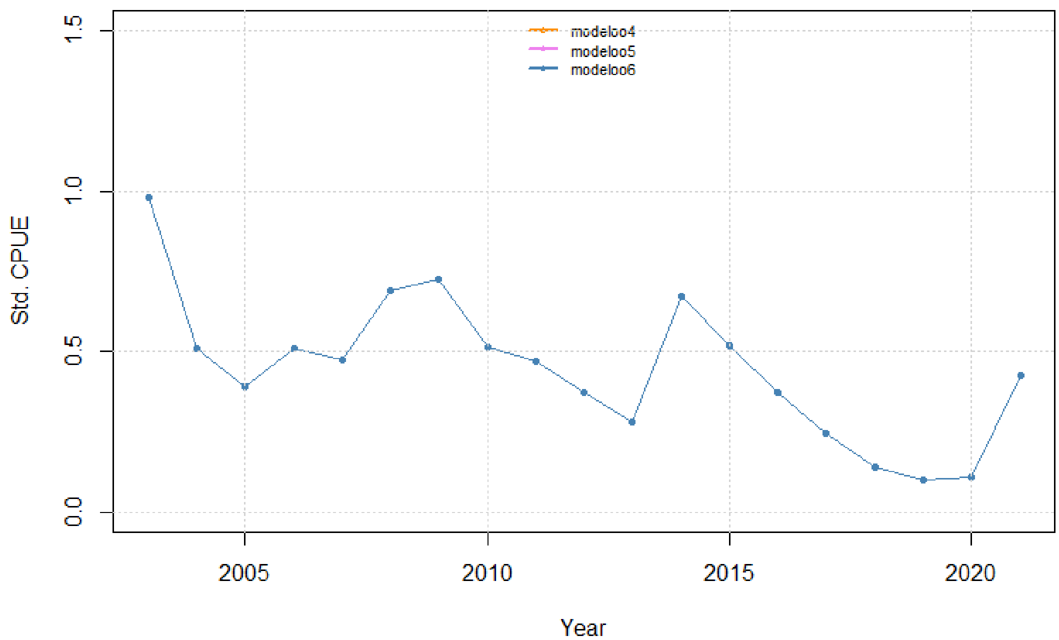


Figure 31. Comparison of the original models with the smallest AIC.

The following step used the same full model with all predictors and the first-level interactions defined for the first period. The AIC for the full model was 159107.7. The model selection process is shown below (Table 10). The process dropped all zone interactions and all predictors except month (p-value = 0.0189). The minimum adequate model (AIC = 159076.9) is:

$$log(catch) = \beta_0 + \beta_1 Year + \beta_2 Month + \beta_3 Month{:}Latitude + \beta_4 Vessel{:}Latitude + \beta_5 Vessel{:}Month + \beta_6 Caladero: Latitude + \beta_7 Caladero: Month + \beta_8 Caladero: Vessel + \beta_9 Month + Offset(log(effort)) + \varepsilon.$$

Table 10. Model selection process for the standardization of the Hoki CPUE for 2002-2021.

Predictor	P-value	Result
latitud:zona	same deviance	Drop
mes:zona	same deviance	Drop
mes:latitud	2.00E-16	Keep
buque:zona	same deviance	Drop
buque:latitud	1.31E-08	Keep
buque:mes	2.20E-16	Keep
Caladero:Zone	same deviance	Drop
Caladero:Latitude	1.43E-15	Keep
Caladero:Month	2.20E-16	Keep
Caladero:Vessel	2.20E-16	Keep
zone	same deviance	drop
month	0.018989	keep
Vessel	same deviance	drop
Caladero	same deviance	drop

The parameter estimates and their standard errors are shown below (Table 11). A comparison between the best original model and the minimum adequate model is found below (Figure 32). The CPUE series with its uncertainty is shown below (Figure 33). ANOVA suggests the model explains 47.2 % of the deviance. The interaction Caladero:Vessel is the predictor explaining the most deviance (17.8%) and the factor Year is the second with 13.0 %, followed by month:caladero and month with 6.3 %. The remaining predictors explain less than 3% (Table 12). Although the model explains less than 50% of the deviance, the factor Year is one of the two factors explaining most of the deviance.

Table 11. Estimates and standard error for each level of the factor Year, used to estimate the standardized CPUE series

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)
(Intercept)	9.77081	37.44088	0.261	0.79412
Year 2003	-0.02764	0.05196	-0.532	0.594741
Year 2004	-0.624	0.047639	-13.099	< 2.00E-16
Year 2005	-0.82176	0.050277	-16.345	< 2.00E-16
Year 2006	-0.58292	0.051205	-11.384	< 2.00E-16
Year 2007	-0.5723	0.053346	-10.728	< 2.00E-16
Year 2008	-0.21517	0.052791	-4.076	4.59E-05
Year 2009	-0.13181	0.052766	-2.498	0.012497
Year 2010	-0.49308	0.052886	-9.323	< 2.00E-16
Year 2011	-0.58475	0.054245	-10.78	< 2.00E-16
Year 2012	-0.82443	0.056387	-14.621	< 2.00E-16
Year 2013	-1.03124	0.119025	-8.664	< 2.00E-16
Year 2014	-0.24845	0.061103	-4.066	4.79E-05
Year 2015	-0.49076	0.058627	-8.371	< 2.00E-16
Year 2016	-0.80301	0.058602	-13.703	< 2.00E-16
Year 2017	-1.16824	0.059986	-19.475	< 2.00E-16
Year 2018	-1.60051	0.06043	-26.485	< 2.00E-16
Year 2019	-1.97306	0.061797	-31.928	< 2.00E-16
Year 2020	-1.82291	0.068405	-26.649	< 2.00E-16
Year 2021	-0.43825	0.085409	-5.131	2.89E-07

Table 12. ANOVA for the minimum adequate model.

	Df	Deviance	Resid. DF	Resid. Dev	% dev
NULL			42908	188705	
anio	19	24570	42889	164135	13.0
mes	11	11856	42878	152279	6.3
latitud	1	597	42877	151682	0.3
Caladero:buque	165	33544	42712	118138	17.8
mes:Caladero	132	11947	42580	106192	6.3
latitud:Caladero	13	829	42567	105362	0.4
mes:buque	217	4796	42350	100566	2.5
latitud:buque	21	246	42329	100320	0.1
mes:latitud	11	744	42318	99576	0.4
				Total	47.2

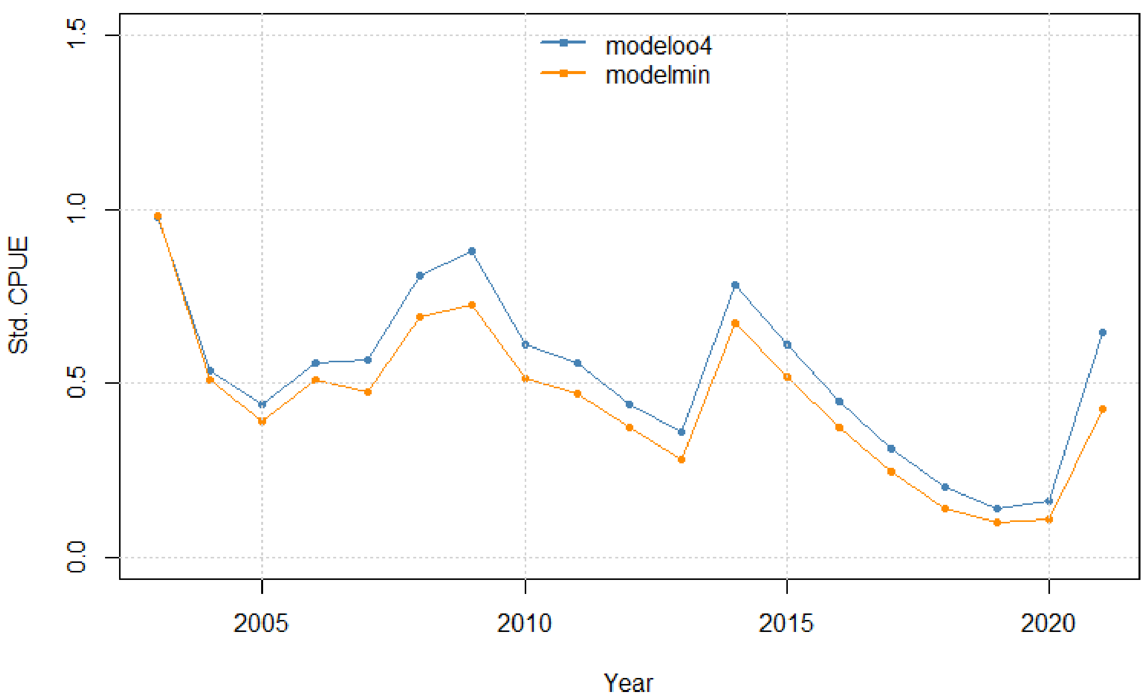


Figure 32. Comparison of the CPUE series from the best original model (modeloo4) and the minimum adequate model (modelmin).

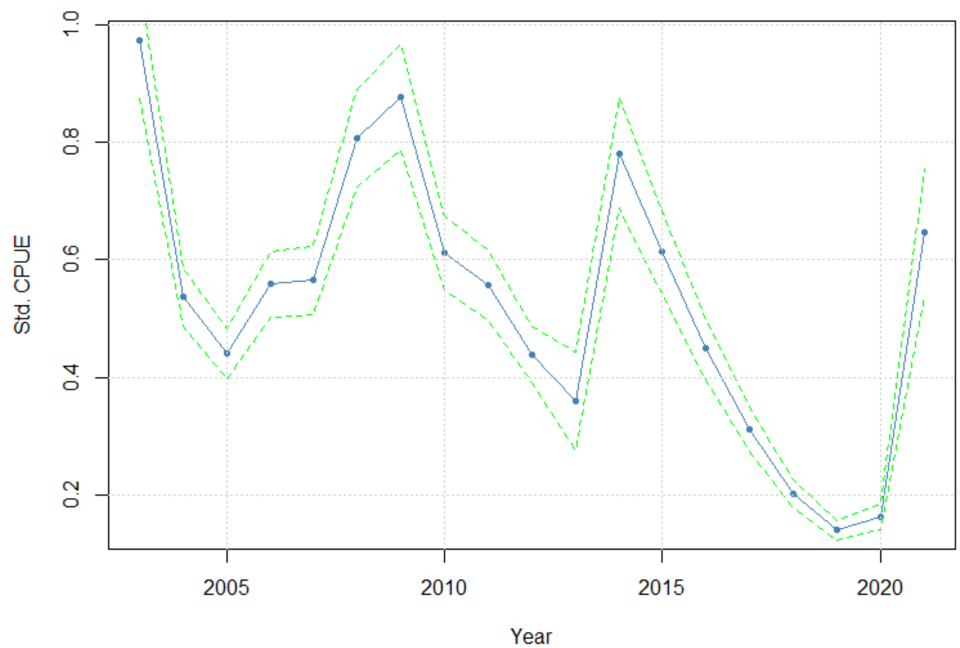


Figure 33. Hoki CPUE series and its uncertainty extracted from the minimum adequate model.

The last step was adding the year interactions as random effects to the minimum adequate model with the following instruction:

model1 <- lmer(log(CCola) ~ anio + mes + latitud + Caladero:buque + Caladero:mes + Caladero:latitud + mes:buque + latitud:buque + mes:latitud + (1|anio:mes) + (1|anio:Caladero) + (1|anio:buque) + (1|anio:latitud) + offset(log(ha)), data = data1)

The function lmer is part of the package nlme (Non-Linear Mixed-Effects) design for fitting and analyzing nonlinear mixed-effects models in R. Regarding the results, the AIC for this model was 153116.7, being the smallest value when compared to the original best model and the minimum adequate model (Table 13). The parameter estimates and the standard errors are found below (Table 14). A comparison between the CPUE series is shown below (Figure 34). The series from the best original model and the minimum adequate model followed a similar trend; however, the model with random effects showed a different trend. There is an increase for the year 2017 and for the years 2019-2021, not detected in the first two series. In general, values from the model with random effects are greater than values from the other series. The CPUE series and its uncertainty is shown below (Figure 35). As shown the series uncertainty increased notably; therefore, although the smallest AIC corresponded to the model with random effects, due to the uncertainty increase, we recommend to use the CPUE series extracted from the minimum adequate model.

Table 13. AIC comparison for the models developed for Hoki from 2002-2021.

Model	**AIC**
Original	162723.7
Minimum adequate model	159076.9
Minimum adequate model with random effects	153116.7

Table 14. Parameter estimates and standard errors for the levels of the factor Year from the model with random effects.

	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	4.99E+01	3.68E+01	1.354
Year 2003	-3.66E-01	4.07E-01	-0.898
Year 2004	-6.21E-01	3.94E-01	-1.574
Year 2005	-8.94E-01	3.95E-01	-2.262
Year 2006	-5.91E-01	3.97E-01	-1.488
Year 2007	-4.09E-01	4.05E-01	-1.01
Year 2008	-2.91E-01	4.11E-01	-0.709
Year 2009	-5.86E-02	4.08E-01	-0.144
Year 2010	-3.50E-01	4.10E-01	-0.854
Year 2011	-3.77E-01	4.12E-01	-0.915
Year 2012	-6.37E-01	4.24E-01	-1.504
Year 2013	-8.73E-01	4.65E-01	-1.877
Year 2014	-2.23E-01	4.24E-01	-0.526
Year 2015	-7.44E-01	4.23E-01	-1.757
Year 2016	-8.71E-01	4.21E-01	-2.068
Year 2017	-5.86E-01	4.21E-01	-1.391
Year 2018	-1.17E+00	4.37E-01	-2.679
Year 2019	-1.46E+00	4.33E-01	-3.375
Year 2020	-7.08E-01	4.52E-01	-1.565
Year 2021	-7.32E-01	4.77E-01	-1.536

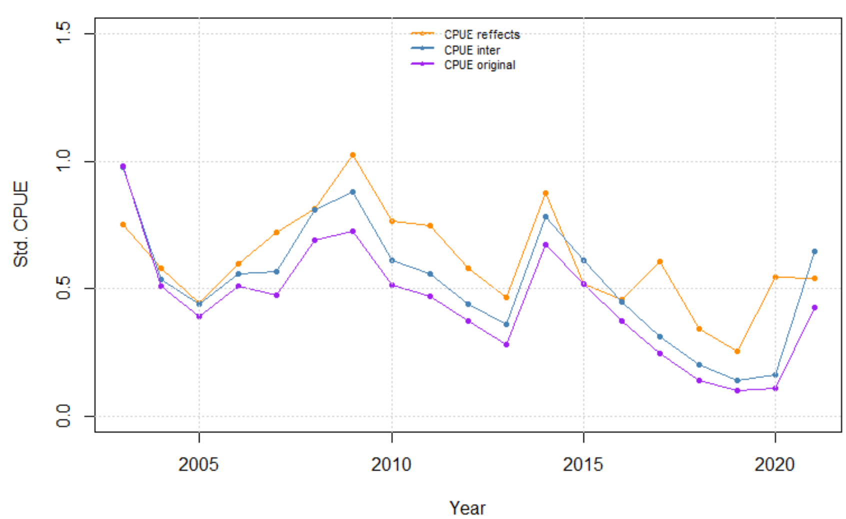


Figure 34. Comparison of the CPUE series estimated with the best original model (CPUE original), minimum adequate model, and the minimum adequate model with random effects.

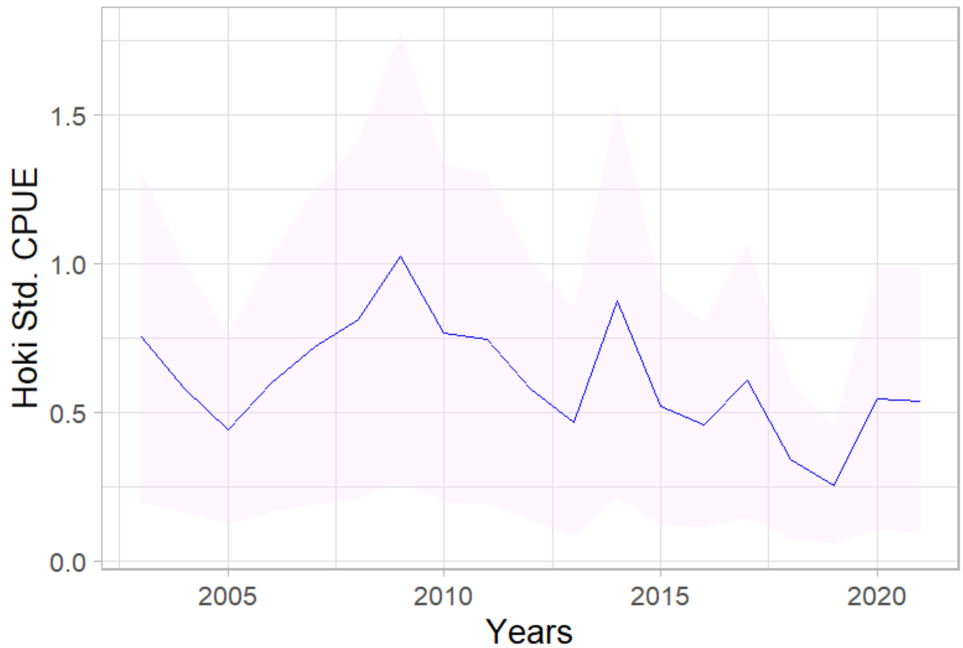


Figure 35. Hoki CPUE series and its uncertainty extracted from the minimum adequate model with random effects.

Other model used by Payá includes a binomial error and a logit link:

Bglmin<-glm(cbind(Positivos,Negativos)~año + Mes + Cala + Buque + Mes:Cala, family binomial(link=logit), data=Binodata)

We included the missing interactions:

Bglmin<-glm(cbind(Positivos,Negativos)~año + Mes + Cala + Buque + Mes:Cala + Mes:Buque + Cala:Buque, family binomial(link=logit), data=Binodata,control=glm.control(maxit = 1000))

The model did not converge and we noticed that any model containing the vessesl interactions did not converge. Thus, the best model coincides with the model used by Payá.

3. Ling (*Genipterus blacodes*)

3.1 Background

3.1.1 Biology

Ling (*Genipterus blacodes*), locally known as Congrio dorado, is a demersal-benthonic species found in the southern hemisphere in the New Zealand Coast, the south coast of Australia, and South America from Chile to Argentina (Nielsen et al., 1999; Pequeño, 1989) and Brazil in the South West Atlantic (Hureau, 1991). In Chile it is distributed from Coquimbo to the southern limit with Argentina (Paredes and Bravo, 2005). It can be found in waters ranging from 22 to 1000 meters deep (Stevenson, 2004), usually 300-550 m (Kailola et al., 1993). It is a slow-growing species with a lifespan of up to 30 years (Annala, 1994). it is a sedentary species with adults living buried in soft bottoms (Ward et al., 2001).

Ling feeds on small fish, crustaceans, and cephalopods. Its diet is characterized by the predominance of demersal and benthic species, highlighting tadpole codling (*Salilota australis*), Southern blue whiting (*Micromesistius australis*) (Renzi, 1986), Chilean Nylon Shrimp (*Heterpcarpus reedi*), and Banded Whiptail (*Coelorinchus fasciatus*) (Bahamonde and Zavala, 1981).

Spawning occurs in Chile from August to December, taking place mainly and with greater intensity in the northern area of the austral demersal fishery (Aguayo et al., 2001). Other authors suggest that the main spawning occurs in the spring (Baker et al., 2014) in the open sea, inland waterways, and throughout its distribution range (Flores et al., 2020). Several estimates of maturity length have been done in Chile; Chong (1993) reported maturity at length of 90 cm of total length, while Aguayo et al. (2001) and Paredes and Bravo (2005) reported 82 cm of total length. Growth studies have been done in New Zealand (Horn, 1993), Australia (Withell and Wankowoski, 1989), and Chile (Chong and Aguayo, 1990; Wiff et al., 2007). These studies suggest a differentiated growth between sexes and areas, with faster growth in females.

Some studies have been focused on testing the existence of more than one stock in certain regions; for example, in New Zealand, through allozyme techniques (Smith and Francis, 1982), morph ometry (Colman, 1985), and size structures (Horn, 1993) it has been determined the existence of at least three stocks. In Chile, Chong (1993) used otolith morphometry, his results indicate that although there are no statistical differences for the areas of the Southern Demersal Fishery, the existence of local groups between these areas is demonstrated. Based on studies by Wiff et al. (2007) suggesting that there are differences in the life history parameters and fishing dynamics for the northern austral demersal fishery ADF area (41°28.6'S-47°00S) and southern ADF (47°00'S57°00'S), the fishery started to be modelled and managed as two different stocks in 2006.

3.1.2 Fishery

There are several management periods in the Ling fishery. The fishing activity started in the southern area in 1974 with the promulgation of Decree Law 500, which allowed foreign-flagged vessels to operate in waters under national jurisdiction south of parallel 37°S. This legal framework was conducive to the growth of fishing effort between 1975 and 1979 in the southern zone of Chile (Zuleta 1979, Correa 1985); however, Kingklip was caught mainly as bycatch (Zuleta 1979). The next phase was the constitution of fishing companies under the D.L. 600/74 (MINECOM), also known as the "Foreign Investment Statute" Under this new legal framework, foreign investment in the fishing sector and companies operating with factory ships were authorized through a contract between the State of Chile and the foreign investor (Capurro, 1979). The creation of these national fishing societies operating factory vessels marked the beginning of the Chilean austral demersal fishery (ADF). Until 1983, the ADF operated only with factory trawlers between latitudes 43° and 57° S, targeting common hake, southern hake, cojinoba (*Seriolella sp.*), and Chilean jack mackerel. The kingklip was a regular species in the catch composition (Aguayo et al., 1986). The next milestone in the ADF fishery management was the introduction of new fishing gear in 1984, locally known as "espinel" (Fig. 1), developing a new small-scale fishery operating in the inland sea of Chiloé and targeting Southern hake (Aguayo et al., 1991). In the same year, ice trawlers started operations in the outer sea. Due to market preferences for southern hake, Kingklip, and cojinobas, it is clear that there was specific targeting for these species (Aguayo et al., 1986). Later, between 1986 and 1987, the ice and factory fleets with spinel targeting Southern hake and Kingklip operated in external waters (Aguayo et al., 1991; Aguayo et al., 1993). The increase in fishing effort between 1987 and 1990 resulted in overfishing of both southern hake and Kingklip; in 1990, these stocks already showed an evident and sustained abundance decrease in the fishing grounds of the outer sea (Aguayo et al., 1991; Aguayo et al., 1992). In the following years, several changes in fishing products produced several changes in species targeting. At the beginning of the 90s, a fishery for hoki developed due to the demand in the American and European markets (FAO, 1999). To reduce the fishing pressure on the Southern hake and Kingklip, fishery managers incentivized the development of the Patagonian toothfish (locally known as Bacalao). The Chilean deep waters fishery targeting orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) developed between 1999 and 2006 (Céspedes et al. 2003, Tascheri et al. 2002); this activity in deep waters decreased the fishing effort of ice trawlers with great fishing power that would have been exerted on the ADF.

The development of the ADF is complex due to its multispecies nature and the changing patterns of the spatial distribution of the fishing effort determined by notable changes over time associated with the initiation and subsequent decline of different fisheries developed on different target resources. Some fisheries involving different fishing tactics, such as the toothfish, hoki, orange roughy, and splendid alfonsino fisheries, do not interact with the Kingklip fishery but have indirectly contributed to the fluctuations in the fishing effort (Pelletier and Ferraris, 2000). Other fisheries, such as the southern hake fishery, regularly interact with the Kingklip fishery, contributing to its fishing mortality.

The Kingklip stock assessment presents some challenges. For example, only for the period between 1986 and 1990 the fishery specifically targeted Kingklip. In the following years Kingklip was caught as bycatch or secondary target species. This scenario combined with the multi-specific nature of the ADF, and the closure to the industrial fleet to Kingklip fishing grounds, currently reserved for artisanal f ishing, contributes to the complexity of managing this resource. Due to the difficulty in establishing the fishing effort aimed at its capture for estimating indicators of relative abundance used in the stock assessment methods.

Current stock assessments results from four scenarios suggest that the stock is overfished, and there is overfishing for only the base model. Due to the difficulties discussed in the estimation of the relative index of abundance (CPUE), these results need to be evaluated in detail. During the meeting in Valparaiso some issues arise and will be discussed in detail in the following sections.

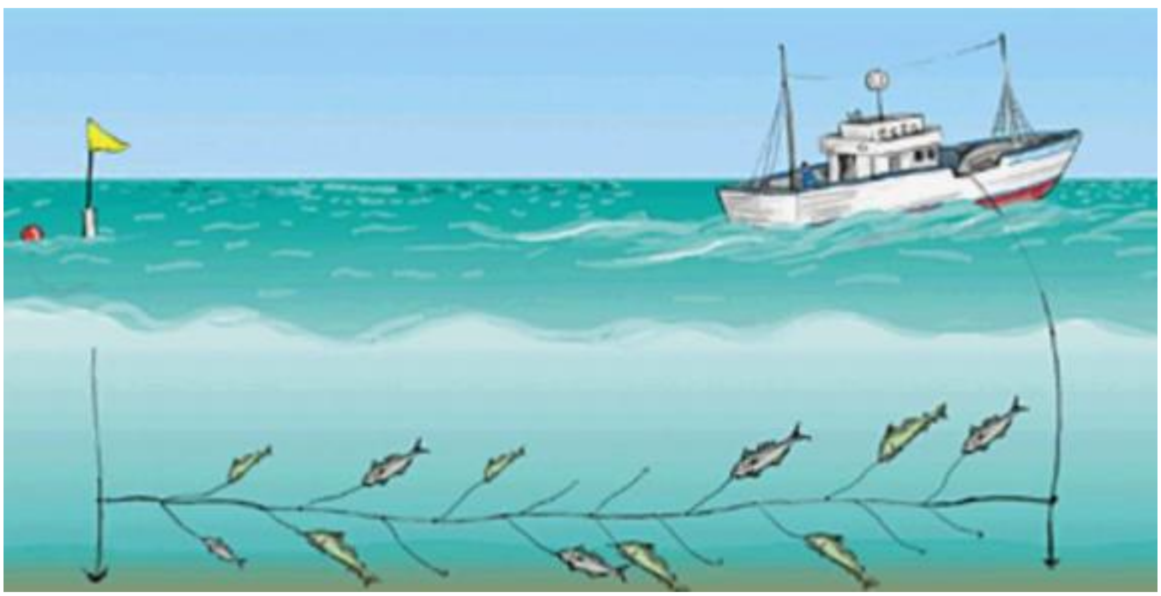


Figure 36. Fishing gear, locally known as “spinel”, used in the austral demersal fishery in the Southern Chile.

3.1.3 Management

In 1992 the fishery was declared fully exploited, thus allowing the administration to set annual catch quotas (Supreme decree 354/1993). Until 2005 the fishery was managed as a single stock with a global annual quota divided between the northern and southern zones. In general, the quota allocated to the North zone was historically larger than the quota for the South. Based on life history data and the species demography (Wiff et al., 2011), since 2006, the fishery is managed as two separated stocks.

Currently, the Southern fishery is divided into two administrative zones or fishery units. The Northern Fisheries Unit (NFU) from 41°28.6′ to 47°00′ S. Lat. and up to 60 NM, and the Southern Fisheries Unit (UPS) from 47°00′ S. Lat. to the extreme south 57°00′ S. lat. and up to 80 NM (Law 19,713).

3.2 Implementation of an assessment model for the national stock of Pink Ling.

3.2.1 Model

See section 2.2.1 for more details.

3.2.2 Objective function

See section 2.2.2 for more details.

3.2.3 Diagnostics

See section 2.2.3 for more details.

3.2.4 Northern Fishing Unit (NFU) Data

The information available (Tascheri, 2022) for the Pink ling stock assessment for the 1987-2021 period includes only information from the fishery (Table 15,):

Table 15. Available information for the stock assessment of the Pink ling in the Northern Fishing Unit.

Fixed long line (interior waters)	Industrial long line	Industrial trawlers
Size composition 1998,1999, 2001, 2003 - 2004.	Size composition 1989 -1991, 1996 -1997, 1999 – 2000.	Age composition 1982, 1983, 1985, 1988 - 2021.
Age composition 1999-2021.	Age composition 1998, 2002, 2004 - 2021	Mean weight at age 1982, 1983, 1985, 1988 - 2021.
Mean weight at age 1999-2021.	Mean weight at age 1998 - 2021.	Fishing logbooks 1979 – 2021.
Catch 1982-2021	Fishing logbooks (IFOP) 1987 - 2021.	Catch 1978 - 2021.
	Catch 1987-2021	
	Discards factor	

Size compositions are obtained through routine sampling by the southern demersal fishery monitoring project. Age compositions from catches used in the stock assessment are obtained from the database maintained by the age and growth section of the IFOP. Catches (Figure 37) include only landings registered by the Servicio Nacional de Pesca y Acuacultura (National Fisheries and Aquaculture Service). In addition to the mentioned data, an index of relative abundance is also available.

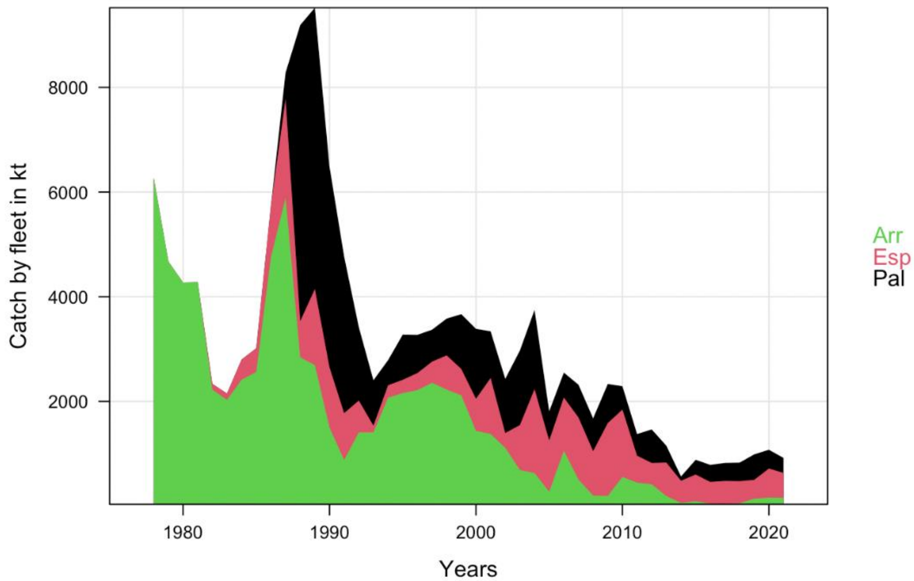


Figure 37. Ling total catch by fleet in the Northern Fishing Unit, Arr-trawler, Esp-fixed longline, Pal-longline.

3.2.5 Northern Fishing Unit (NFU) Results

The adopted model uses the input data (see previous section 3.2.4) from the model developed by Tsacheri (2022). The adopted model was extended with some alternative specifications shown below (Table 16). These alternatives focus on assumptions for different parameters and assumptions, for example, used of different CPUE series, constant or variable selectivity, constant or estimated steepness, etc.

Models (1.01 and 1.02) fit to CPUE are shown below (Figure 38, Figure 39). Model 1.02 uses a CPUE from the model selection process without the 2014 data due to the small sample size. Model fit to the age composition by fishery is shown below (Figure 40). Model fits (1.01) to the mean age by fishery and survey are shown below (Figure 41, Figure 42). Likelihood values for the models explored are below (Table 17). The model with the smallest likelihood is model 1.03, which uses the new CPUE series and with trawl fishery selectivity shifted to allow changes in older ages. In general, four components contribute with significant amount of the total likelihood: age composition from the fishery, selectivity of the fishery, CPUE, and age composition from the industrial trawlers. Due to the large number of results, we only show partial results for some model variants, results from other model are found in the documents: JanReport_Ling.html, JanReport_Ling2.html, and JanReport_Ling_Dia2.html.

Table 16. Description of alternative specifications for the adopted model for Pink ling in the Northern Fishing Unit.

Model	Description
lingN_1.00	Patterned off of the "newer" model option presented at the review (palangre CPUE index standardized w/ PC)
lingN_1.01	As 1.00 but with different CPUE series (as used in "base" model)
lingN_1.02	As 1.01 but with CPUE series developed by review panel.
lingN_1.03	As 1.02 but with selectivity in trawl fishery shifted to allow changes in older ages.
lingN_1.04	As 1.03 but with more ages in the SRR and steepness estimated with prior, sigmaR=0.6

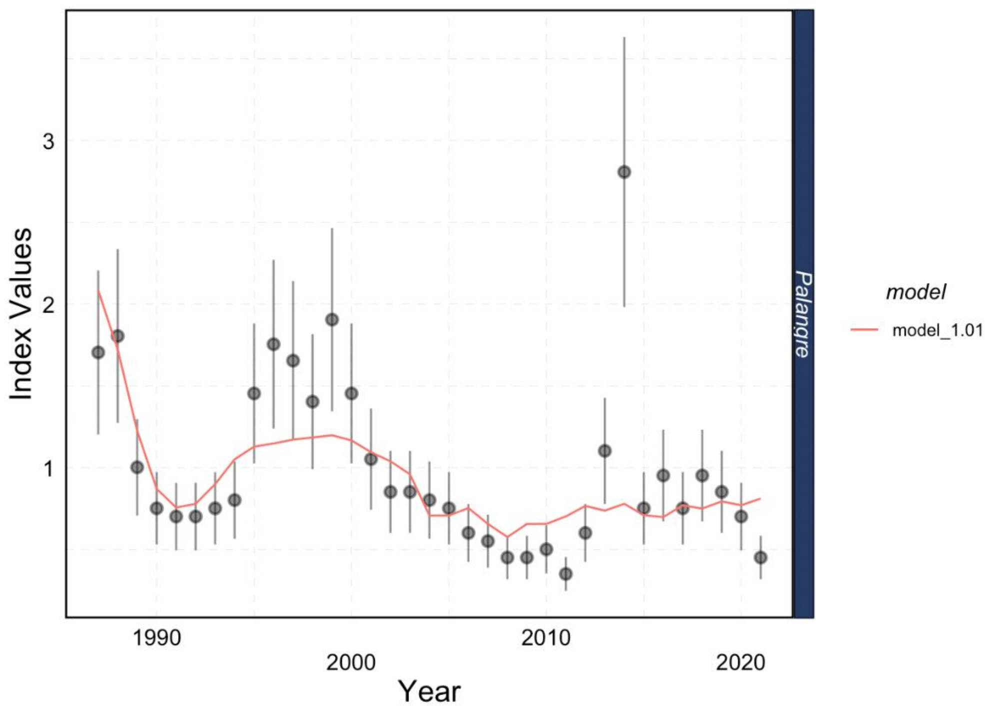


Figure 38. Model (1.01) fit to the CPUE data for Ling in the Northern Fishing Unit.

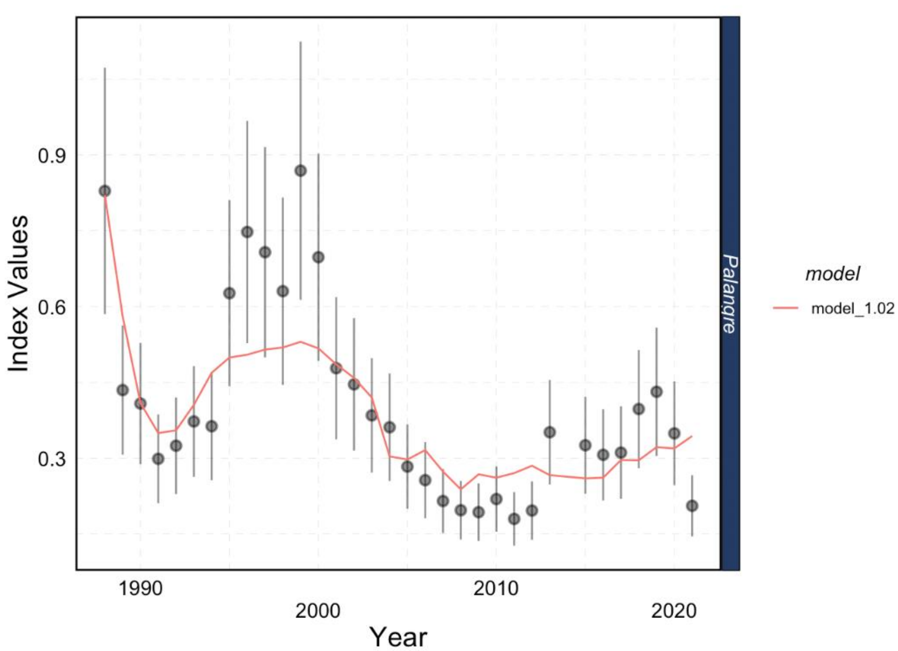


Figure 39. Model (1.02) fit to the CPUE data for Ling in the Northern Fishing Unit.

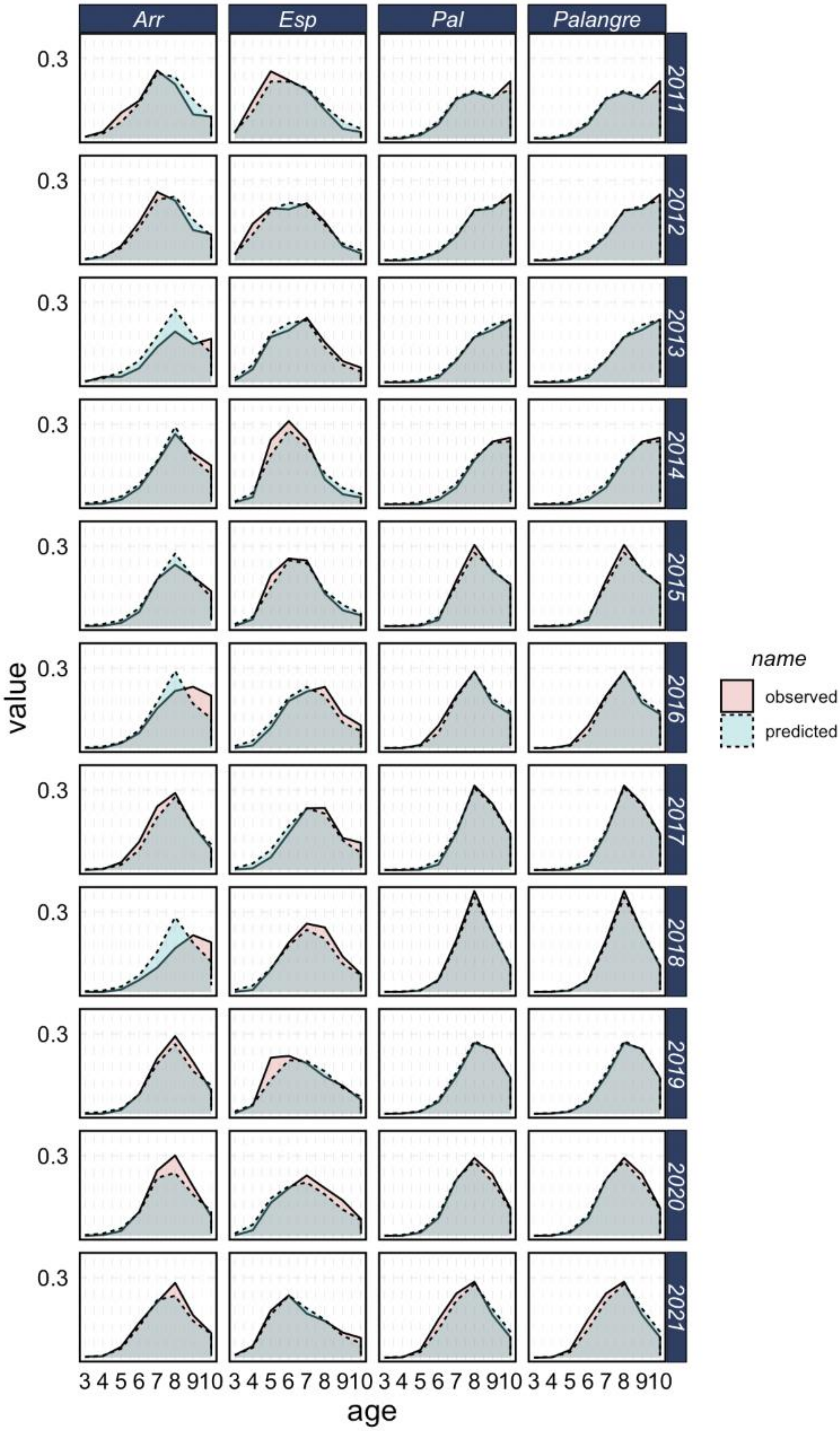


Figure 40. Observed and predicted proportions-at-age from model 1.02 for Pink ling in the Northern Fishing Unit.

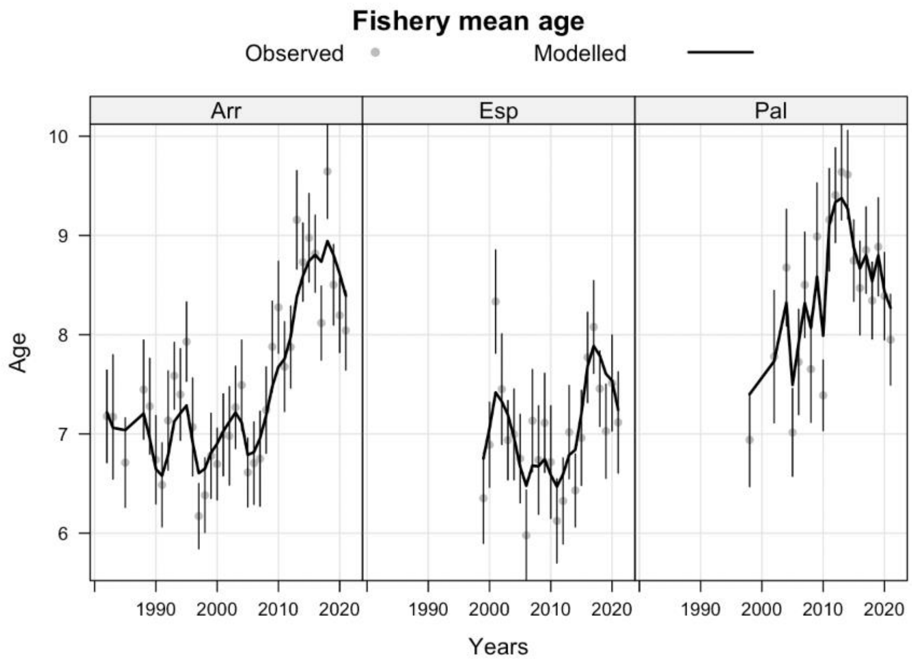


Figure 41. Model (1.01) fits to mean age by fishery for Pink Ling in the Northern Fishing Unit.

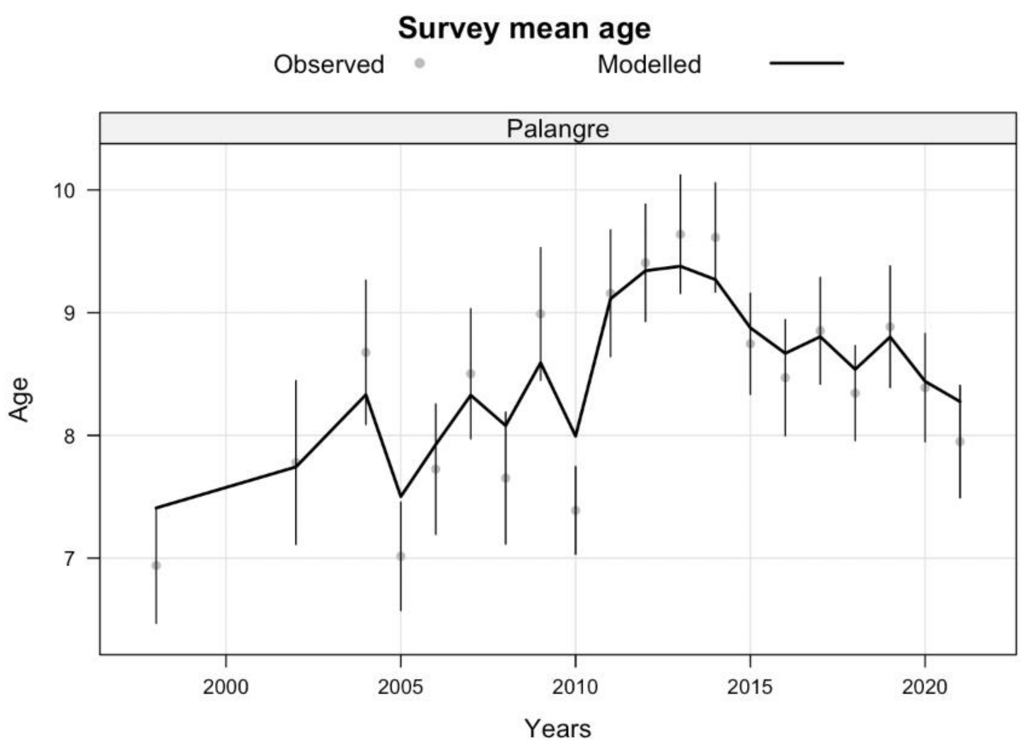


Figure 42. Model (1.01) fits to mean age from the survey for Pink Ling in the Northern Fishing Unit.

Table 17. Likelihood values for different Pink ling model configurations, description of the models in Table 16.

	model_1.00	model_1.01	model_1.02	model_1.03
catch_like	2.20	3.02	1.93	1.67
age_like_fsh	186.03	198.06	184.86	176.54
length_like_fsh	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_fsh	89.46	90.30	90.32	85.62
ind_like	50.18	64.53	33.24	32.37
age_like_ind	23.47	24.50	22.44	21.09
length_like_ind	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_ind	2.60	2.72	2.46	2.26
rec_like	-3.55	-1.35	-4.02	-3.06
fpen	0.00	0.00	0.00	0.00
post_priors_indq	0.00	0.00	0.00	0.00
post_priors	0.00	0.00	0.00	0.00
residual	0.02	0.02	0.02	0.01
total	350.43	381.82	331.25	316.51

Results from model 1.03 suggest that the annual fishing mortality has been above FMSY for most of the period analyzed (Figure 43, top right), with a notable decrease since 2014, tendencies reflected in the landings (Figure 43, bottom right). The spawning biomass presented a decreasing trend with values above the MSY proxy up to 2005; after that year, the biomass was below the MSY proxy (Figure 43, top left). The largest recruitment values correspond to the 80s; from the mid-90s until 2016, recruitment decreased, but it recuperated in the last years of the period, although there is noticeable uncertainty in the latest estimates (Figure 43, bottom left). Most model variants agree with these results except for model 1.04, which situated the spawning biomass below the MSY proxy during a longer period (Figure 44). Noteworthy, the model 1.04 estimates steepness with a prior. These results are also reflected in the Kobe diagrams that determine the status of the stock; the results are consistent for the models shown (Figure 45). The temporal trend for recruitment, spawning biomass and total biomass and their uncertainty for different model configurations (Table 16) is shown below (Figure 46).

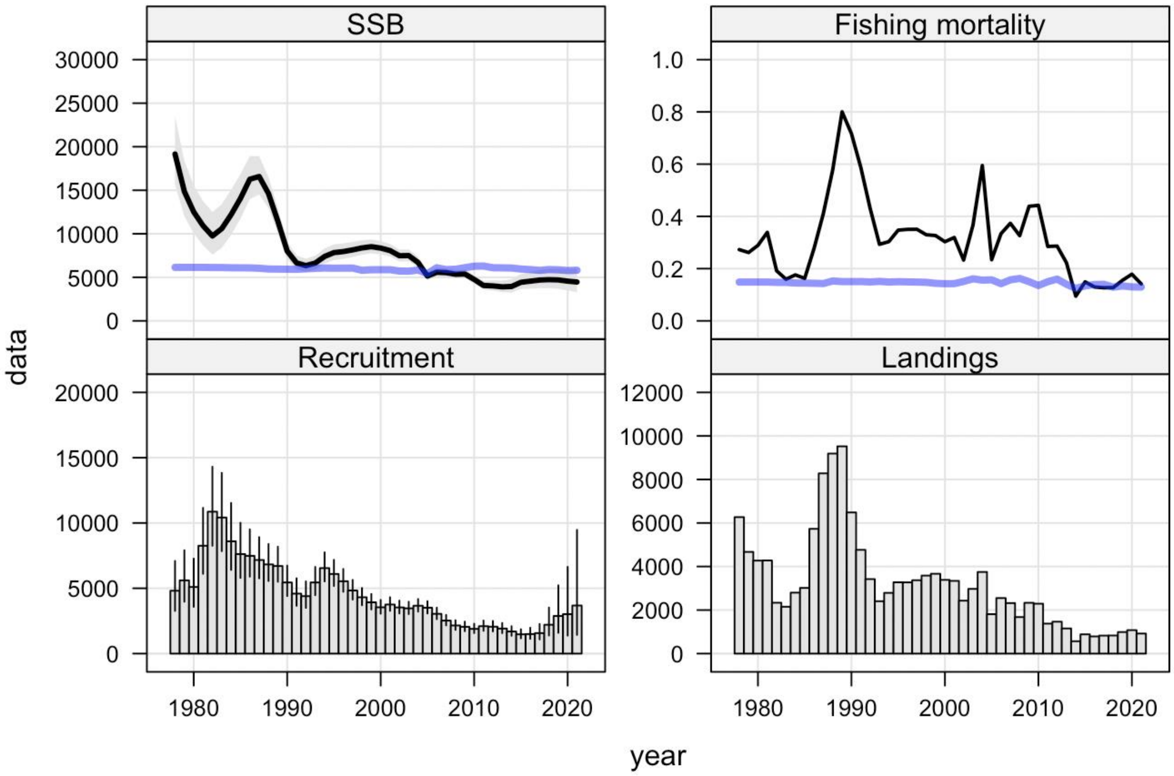


Figure 43. Temporal trend (model 1.03) of estimated spawning biomass (top left), estimated fishing mortality (top right), estimated recruitment (bottom left), and temporal trend of observed landings (bottom right) for Ling in the Northern Fishing Unit.

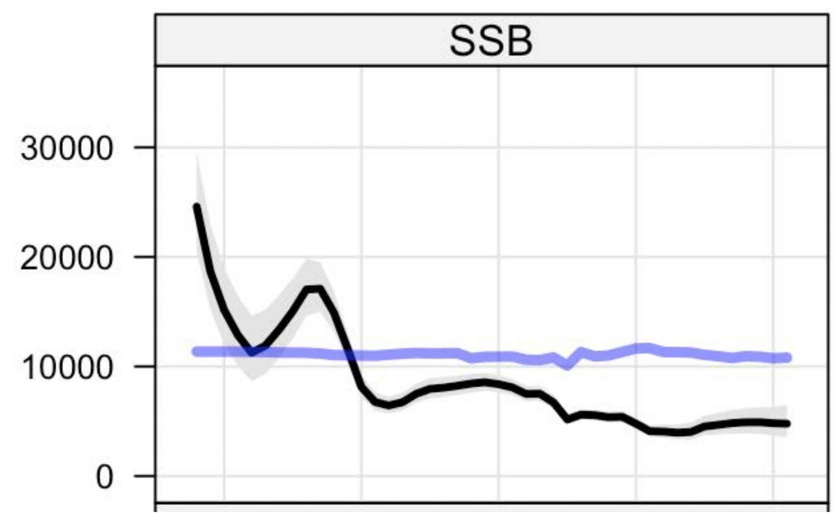


Figure 44. Temporal trend of Ling spawning biomass in the Northern Fishing Unit, estimated with model 1.04.

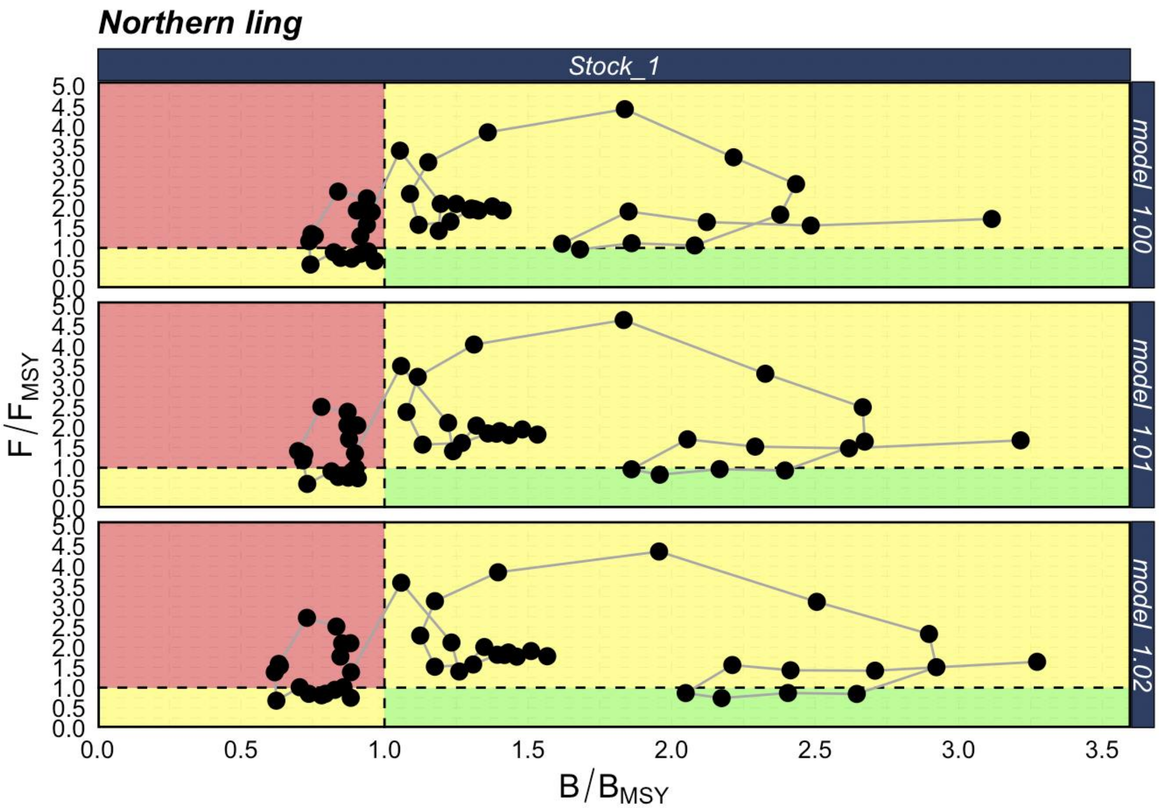


Figure 45. Kobe plots for different stock-recruitment assumptions for Pink ling in the Northern Fishing Unit, , see Table 16 for model description

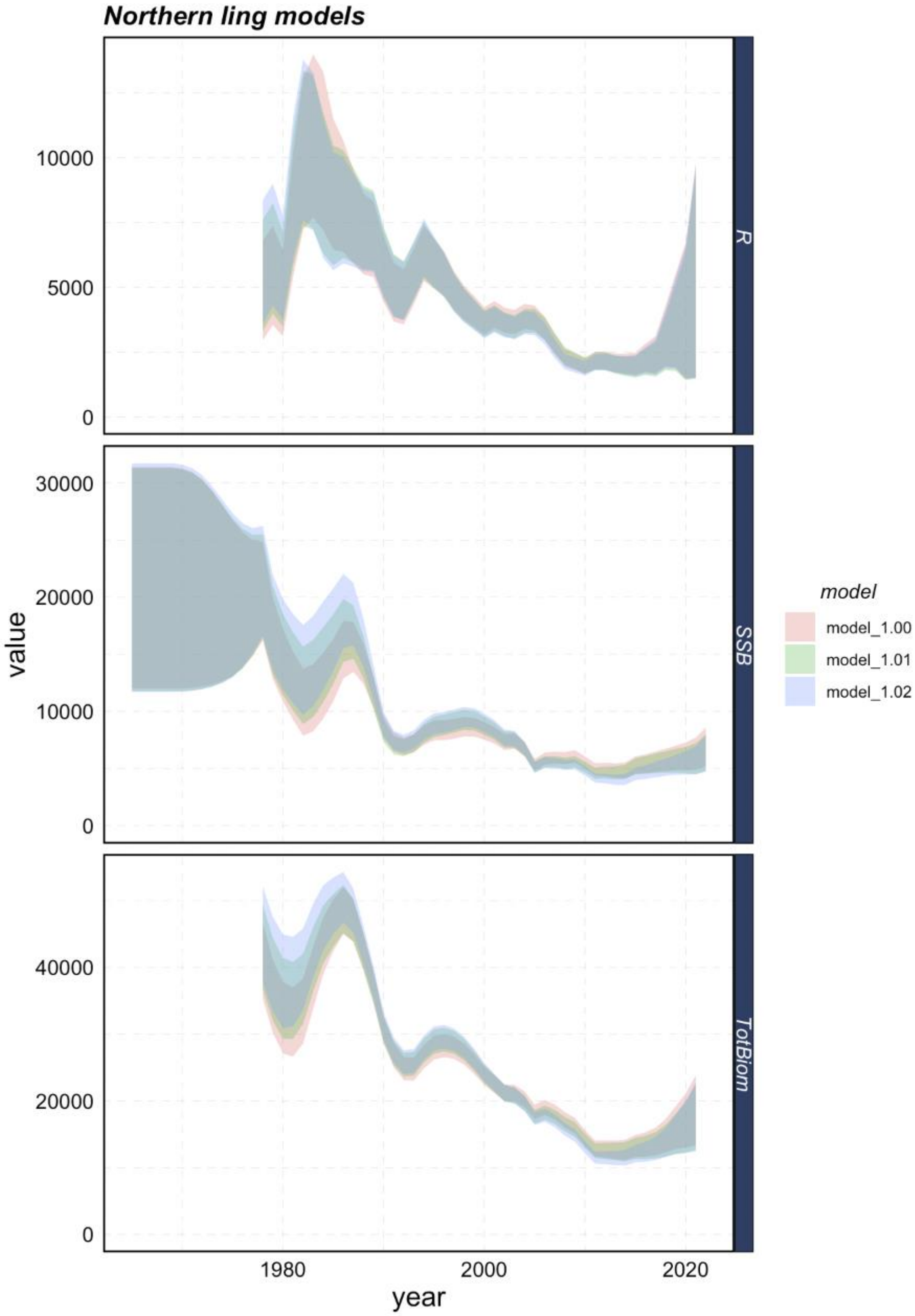


Figure 46. Temporal trend of recruitment (top), spawning biomass (middle), and total biomass (bottom) for three models configurations for Ling in the Northern Fishing Unit.

Regarding the stock projections, results from the model 1.01 for the Northern Fishing Unit are shown below (Figure 47). Highest spawning biomass increase corresponded to the 2021 TAC, while the lowest coincide with F_{MSY}. Similar results are found with remaining models, except model 1.04, where the dynamics tend to equilibrium slower (Figure 48). The risk table for model 1.00 is shown as an example (Table 18). In the short term, two levels of fishing mortality (multipliers 1 and .75) give a $P(B_t > B_{MSY})$

greater than 50%. In the medium and long-term all levels of fishing mortality give a $P(B_t > B_{MSY})$ greater than 50%.

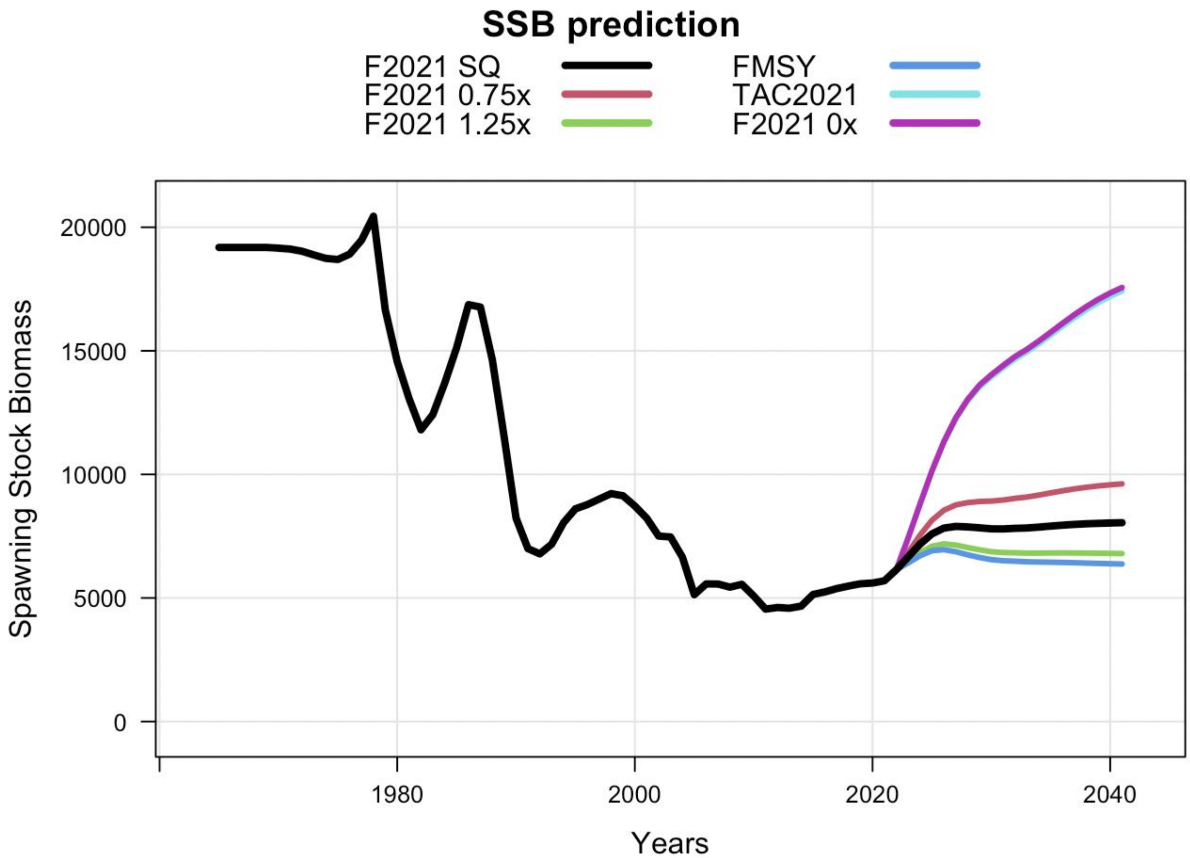


Figure 47. Stock projections for different assumed future fishing mortality rates for Chilean ling in the Norther Fishing Unit, model 1.01.

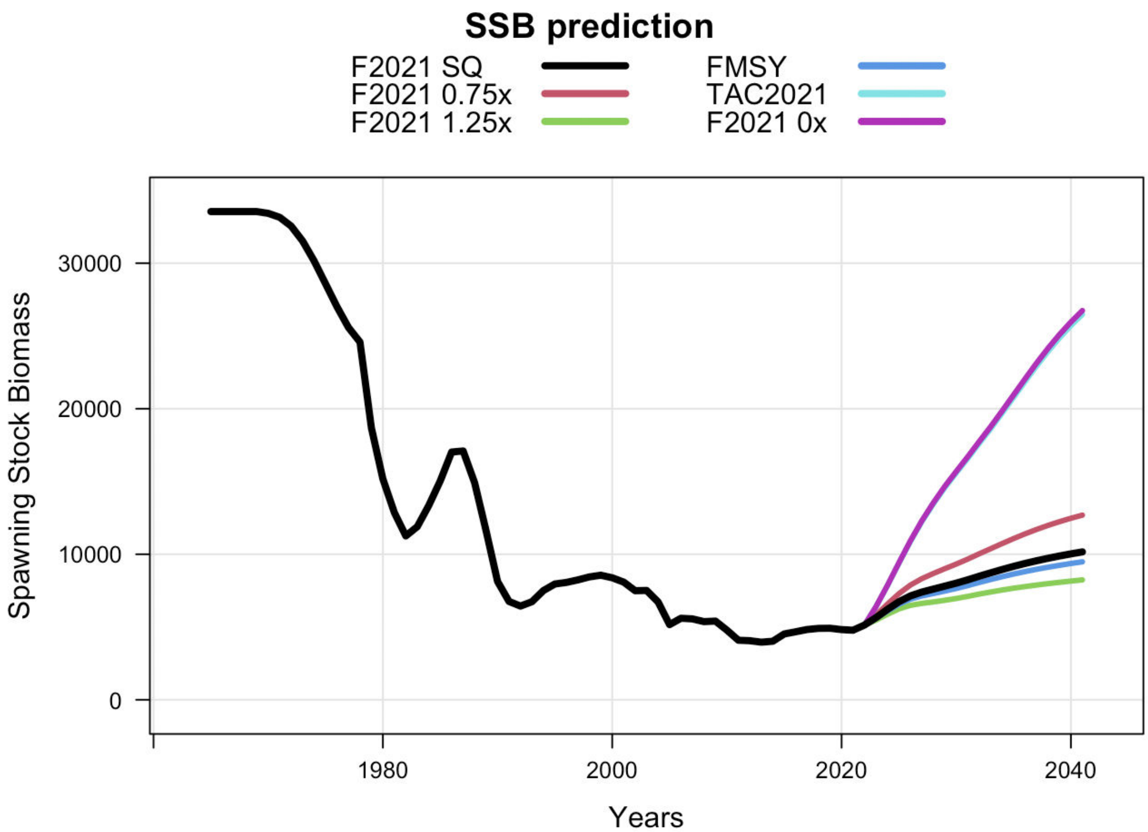


Figure 48. Stock projections for different assumed future fishing mortality rates for Chilean ling in the Norther Fishing Unit, model 1.04.

Table 18. Estimated stock risks for spawning biomass and catch for Model 1.02 of Ling in the Northern Fishing Unit.

Multiplier of F2021	B2023	P(B2023)> BMSY, %	B2027	P(B2027)> BMSY, %	B2031	P(B2031)> BMSY, %
0	6859	75	12004	99	13939	99
FMSY	5981	47	6726	67	6267	55
.75	6280	58	8187	85	8121	80
1	6100	51	7270	74	6934	65
1.25	5926	45	6491	59	5988	49

3.2.6 Southern Fishing Unit (SFU) Data

The adopted model uses the same data as Tsacheri (2022) and includes :

Industrial fleet - longline	Industrial fleet - trawler
Size composition 1989 -1992, 1995-1996; 2000, 2002	Age composition 1982-1983, 1985, 1988-1997,1999-2002, 2005-2021
Age composition 1998-1999, 2003-2021.	Mean weight at age 1982-1983, 1985, 1988-1997,1999-2002, 2005-2021.
Mean weight at age 1989 -1992; 1995-1996; 2000, 2002	Catch 1978-2021
Logbooks (IFOP) 1987 - 2021.	
Catch 1978-2021	

The size compositions of the longline and spinel catches are obtained through routine sampling by the southern austral fishery monitoring project. Onboard scientific observers carry out the industrial sampling, while artisanal samples are taken at the main landing centers. Age compositions of catches used in the stock assessment are obtained from the database maintained by the age and growth section of the IFOP (Tsacheri, 2022). Catch used in the stock assessment have been compiled from the control and registration of the landing carried out by Sernapesca (Servicio Nacional de Pesca y Acuacultura, National Fisheries, and Aquaculture Service). According to the Bycatch and Discard Research Program, the discard factor for this fishery equals 1.01 (Bernal et al., 2021). Because there is no absolute index of abundance, the stock assessment relies only on a standardized CPUE.

3.2.7 Southern Fishing Unit (SFU) Results

The adopted model for the Southern Fishing Unit uses the same input data (see previous section 3.2.6) as the model used in previous assessments (Tsacheri, 2022). The adopted model presents two alternative specifications shown in Table 19. The main difference between the adopted models is the use of different index of relative abundance.

The model fits to the indices of relative abundance are shown below (Figure 49, Figure 50). Model fit to fishery mean at age is shown below (Figure 51). Model fit to the age composition is shown below (Figure 52). Likelihood values for the model alternatives are shown in Table 20. The model with the smallest likelihood is 1.00. In general, the age composition, selectivity and CPUE are the likelihood components contributing the most to the total likelihood. More results can be found in the documents: JanReport_Ling.html, JanReport_Ling2.html, and JanReport_Ling_Dia2.html.

Table 19. Description of alternative specifications for the adopted model for Pink ling in the Southern Fishing Unit.

Model	Description
lingS_1.00	Southern ling data, 2 fisheries, one index (CPUE of longline)
lingS_1.01	As in lingS_1.00, but with CPUE series developed by review panel.

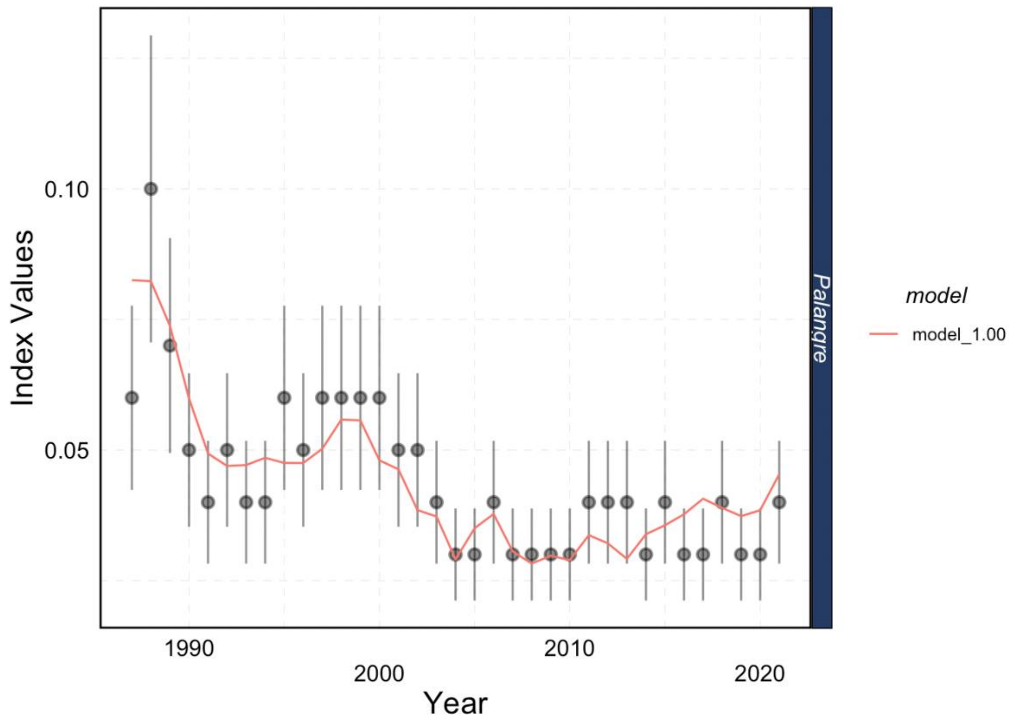
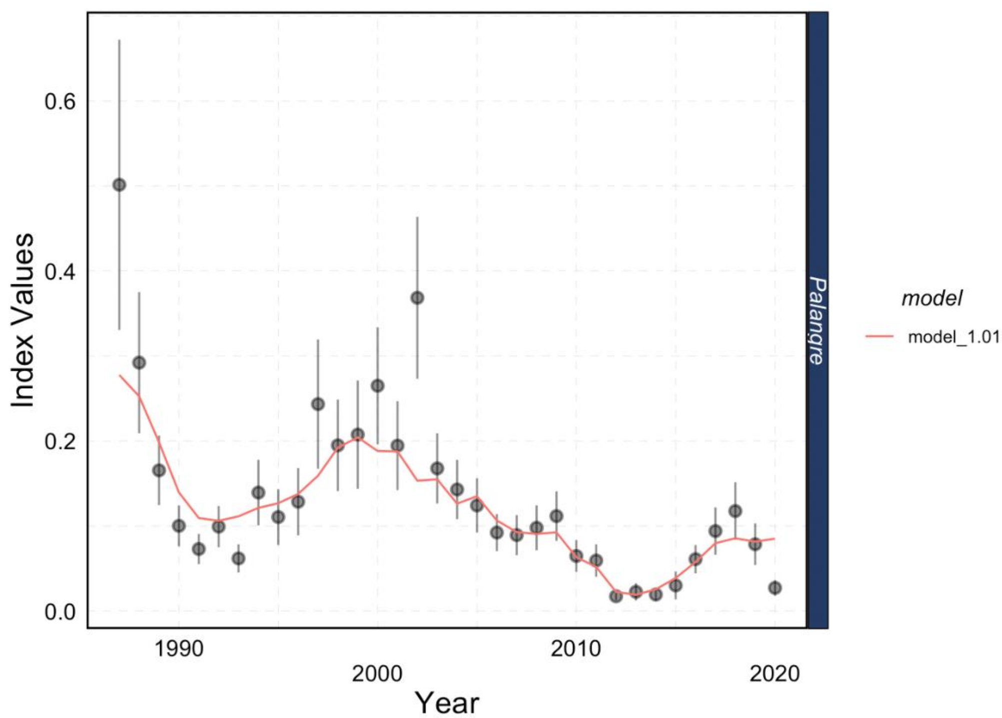


Figure 49. Model (1.00) fit to CPUE data from the Southern Fishing Unit.



.

Figure 50. Model (1.01) fit to CPUE data from the Southern Fishing Unit.

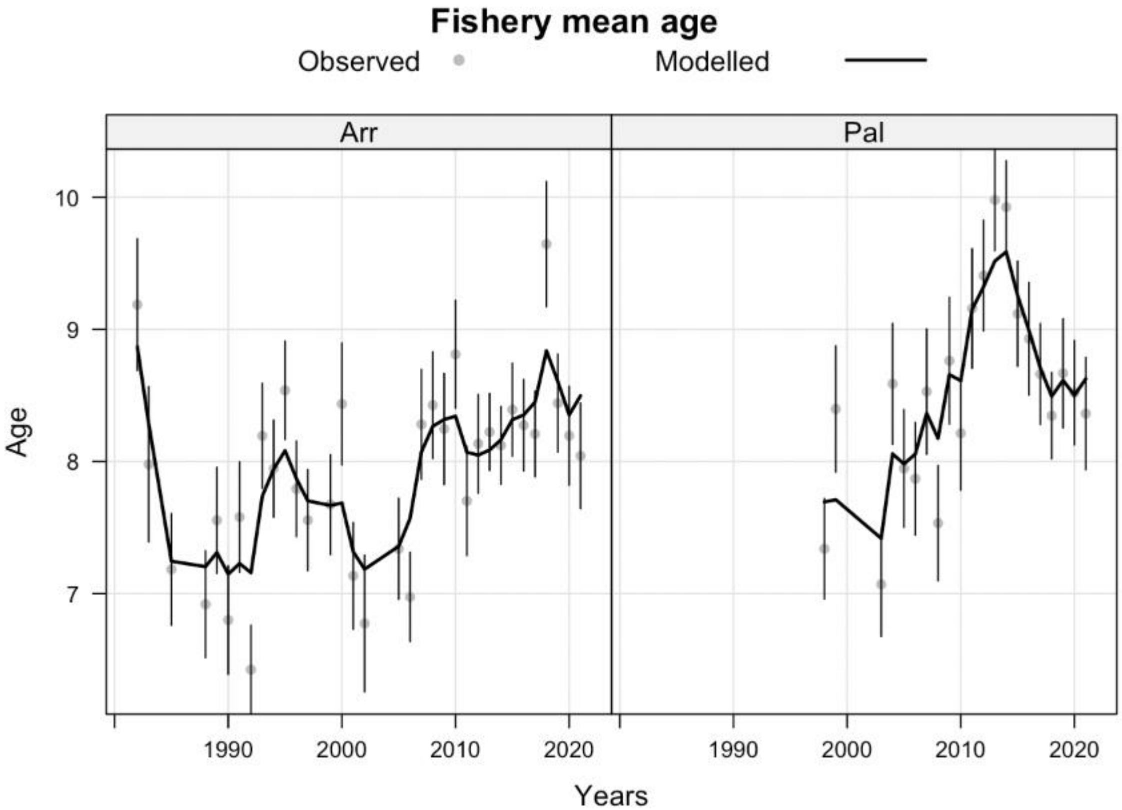


Figure 51. Model (1.01) fit to fishery mean age for the Southern Fishing Unit; Arr-trawler, Pal-longline.

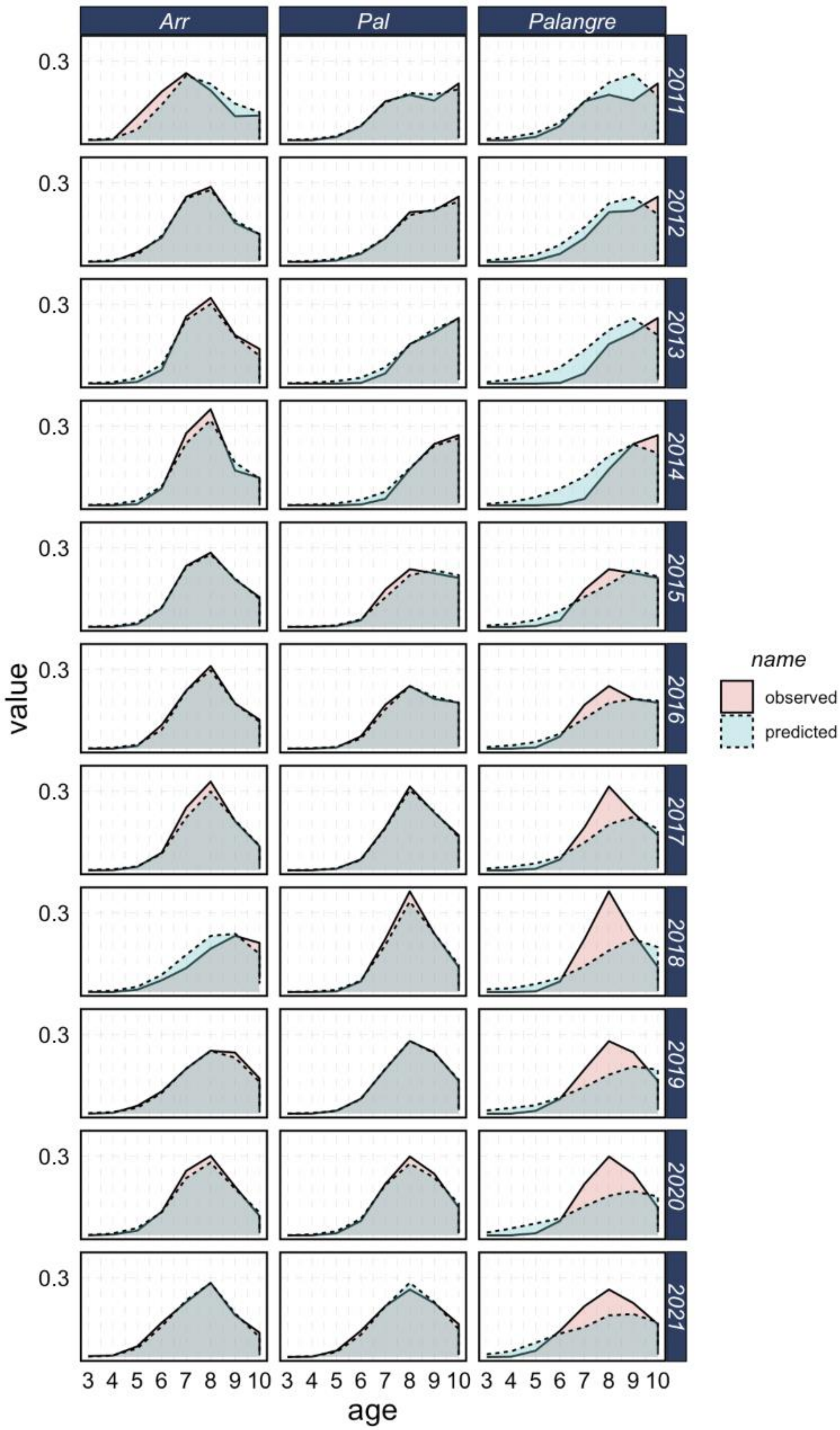


Figure 52. Observed and predicted proportions-at-age for the Southern Fishing Unit.

Table 20. Likelihood values for two Pink ling model configurations, description of the models in Table 19.

	model_1.00	model_1.01
catch_like	1.40	2.95
age_like_fsh	115.36	118.02
length_like_fsh	0.00	0.00
sel_like_fsh	63.39	65.42
ind_like	25.23	115.28
age_like_ind	3.11	60.55
length_like_ind	0.00	0.00
sel_like_ind	3.07	4.39
rec_like	8.86	8.32
fpen	0.00	0.00
post_priors_indq	0.00	0.00
post_priors	0.00	0.00
residual	0.02	0.04
total	220.44	374.98

Model (1.00) results suggest the annual fishing mortality has been above the F_{MSY} from the early 80s to 2013 (Figure 53 top right); however, in recent years, the fishing mortality has decreased significantly below F_{MSY}. This trend is also found in landings (Figure 53 bottom right). During the 80s the recruitment was high, lower values were found from 2008 to 2016. During the last years recruitment has recovered, but with high uncertainty (Figure 53, bottom left). The spawning biomass has been below the MSY proxy from the mid-90s to 2021, though an increase in the last years is observed (Figure 53, top left). Results from model 1.01 agree with the previous results; however, some differences exist. For example, the magnitude of the annual fishing mortality is greater, while recruitment is lower. Although some differences exist for the spawning biomass estimated from both models, the increasing trend in the last years is similar, approaching the MSY proxy. These results are directly reflected in the Kobe diagrams for both models (1.00 and 1.01) as seen below (Figure 54. Kobe plots for two different versions of the adopted model, see their description in Table 16). The temporal trend for recruitment, spawning biomass and total biomass and their uncertainty for two model configurations (Table 16) is shown below (Figure 55).

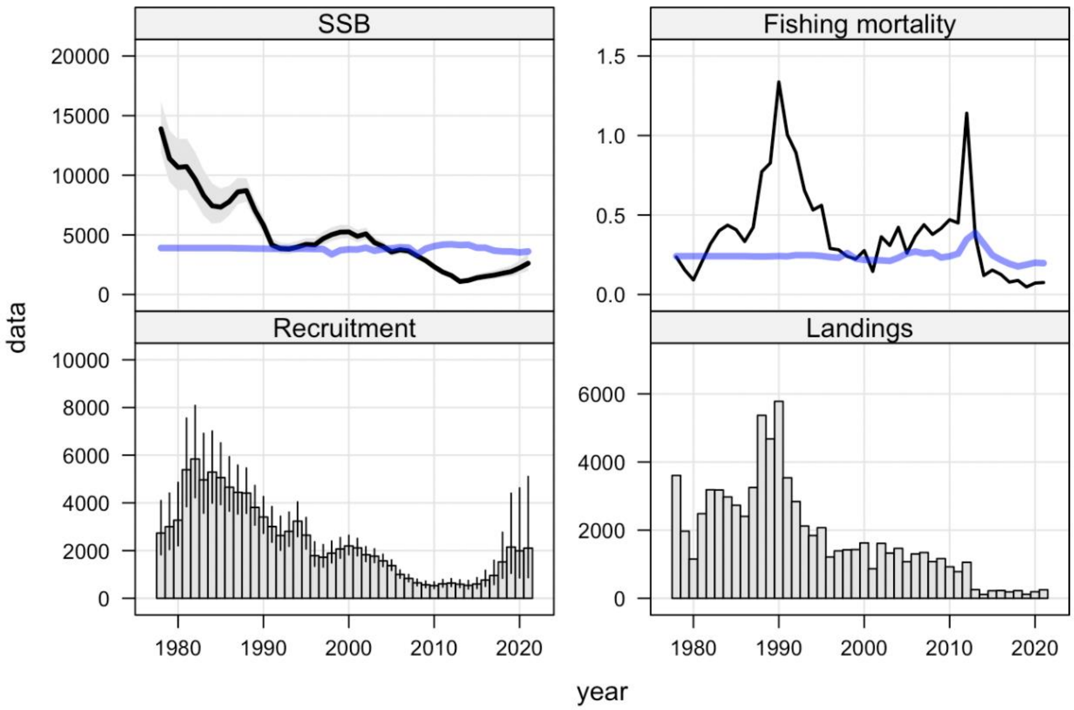


Figure 53. Temporal trend (model 1.00) of estimated spawning biomass (top left), estimated fishing mortality (top right), estimated recruitment (bottom left), and temporal trend of observed landings (bottom right) for Ling in the Southern Fishing Unit.

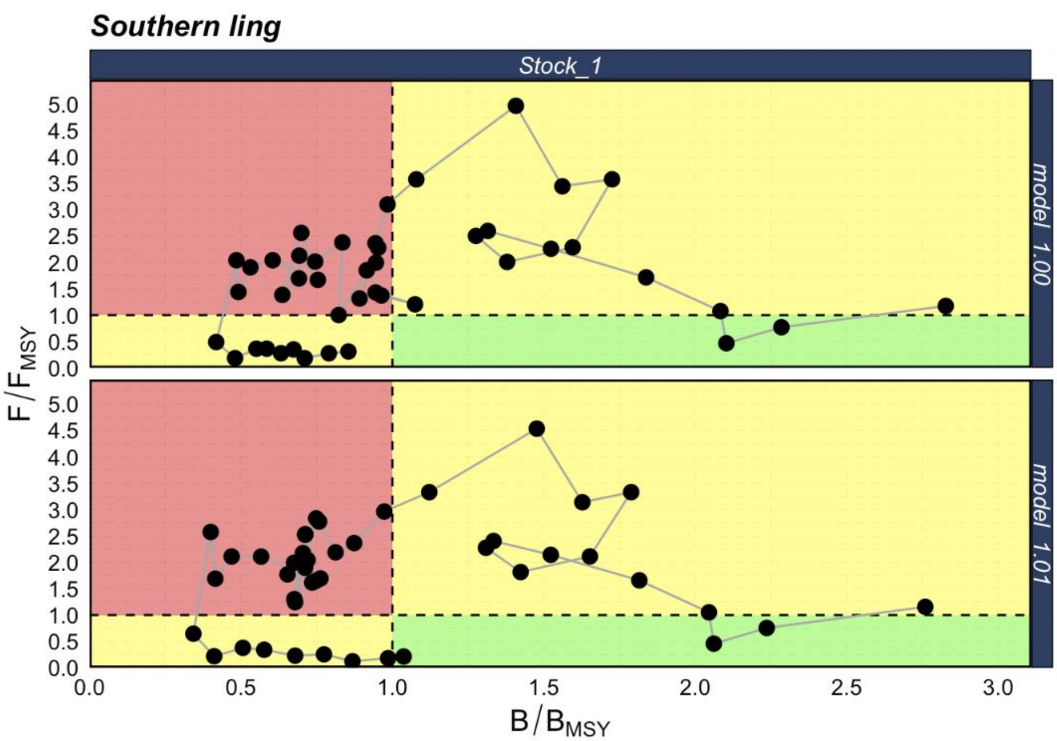


Figure 54. Kobe plots for two different versions of the adopted model, see their description in Table 16

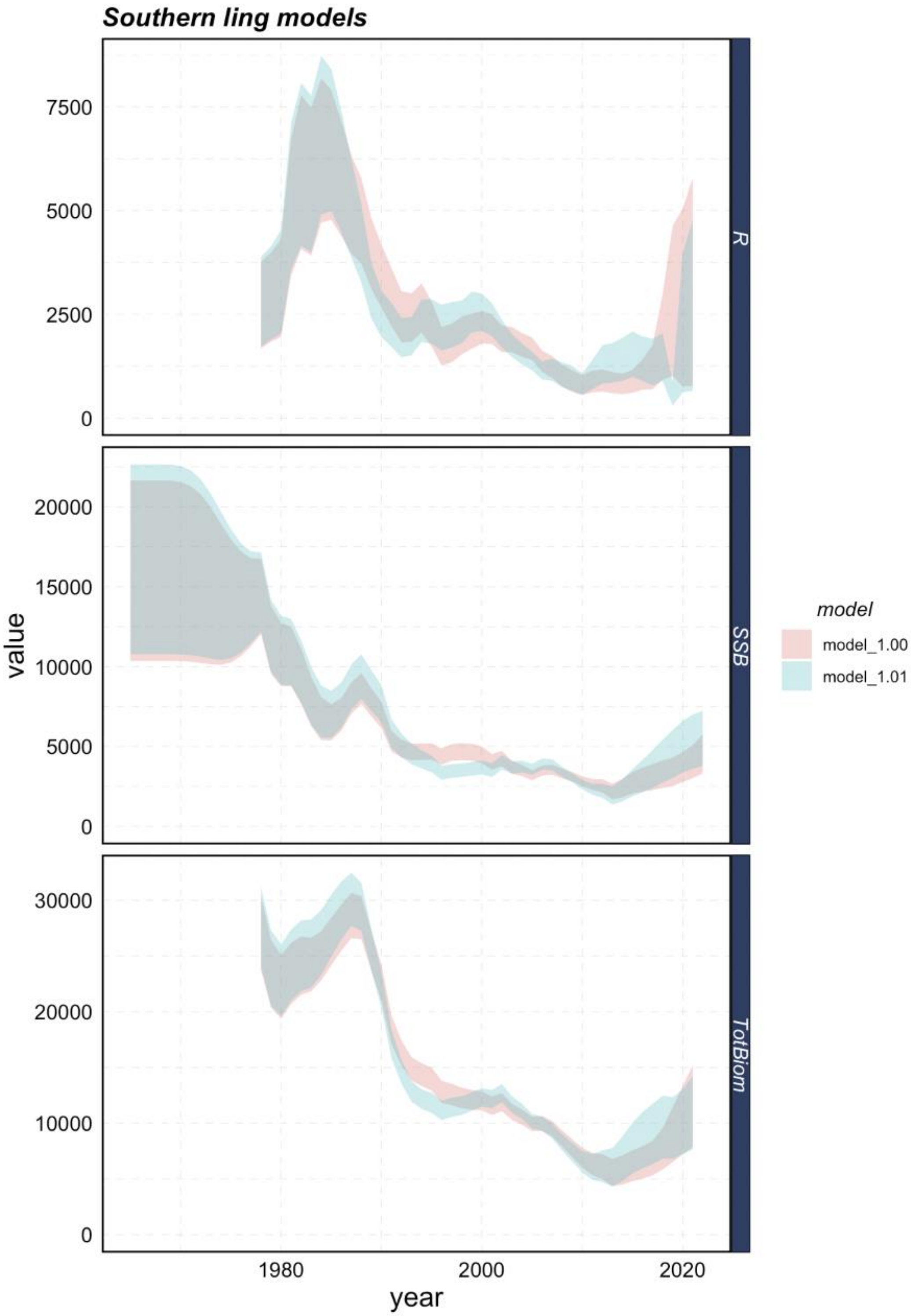


Figure 55. Plots of recruitment (top) spawning biomass (middle) and toatl biomass for the different Pink ling model configurations for the Southern Fishing Unit.

3.2.8 Comparison with previous Ling assessments

Two models were used in previous stock assessment, their description is shown below ().

Table 21. Models used in the Ling stock assessment.

Models used
Case 1: Base model for stock assessment (Contreras 2021, Tascheri 2022) fit to catch data from trawl and longline fleets, size composition data from longline catches, age composition data from trawl and longline catches, and to an index of relative abundance estimated with catch and effort data from the longline fishery using the CFT procedure (Classification of fishing tactics; Winker et al. 2013).
Case 2: Alternative assessment model fit to catch data from trawl and longline fleets, age composition data from trawl and longline catches, and an index of relative abundance estimated with catch and effort data from the longline fishery using the DPC procedure (Direct Principal Components; Winker et al. 2013).

For a description of the adopted model, see sections 2.2.1, 2.2.2, and 2.2.3. Description of models 1.00, 1.01, and 1.02 used for the Northern Fishing Unit is in Table 16, while the description of models 1.00 and 1.01 from the Southern Fishing Unit is in Table 19. The comparison of spawning biomass estimates between the previous models and the different versions of the adopted model is shown below for the Northern Fishing Unit (Figure 56) and the Southern Fishing Unit (Figure 57). For the Northern Fishing Unit, the variation between the models used in the assessment (Tsacheri, 2022) is significant compared to the variation of the different versions of the adopted model. However, all models have similar trend in the last years (Figure 56). Noteworthy, the estimates from the base model are generally below the estimates from the adopted model alternatives. There is a better agreement between the models for the Southern Unit

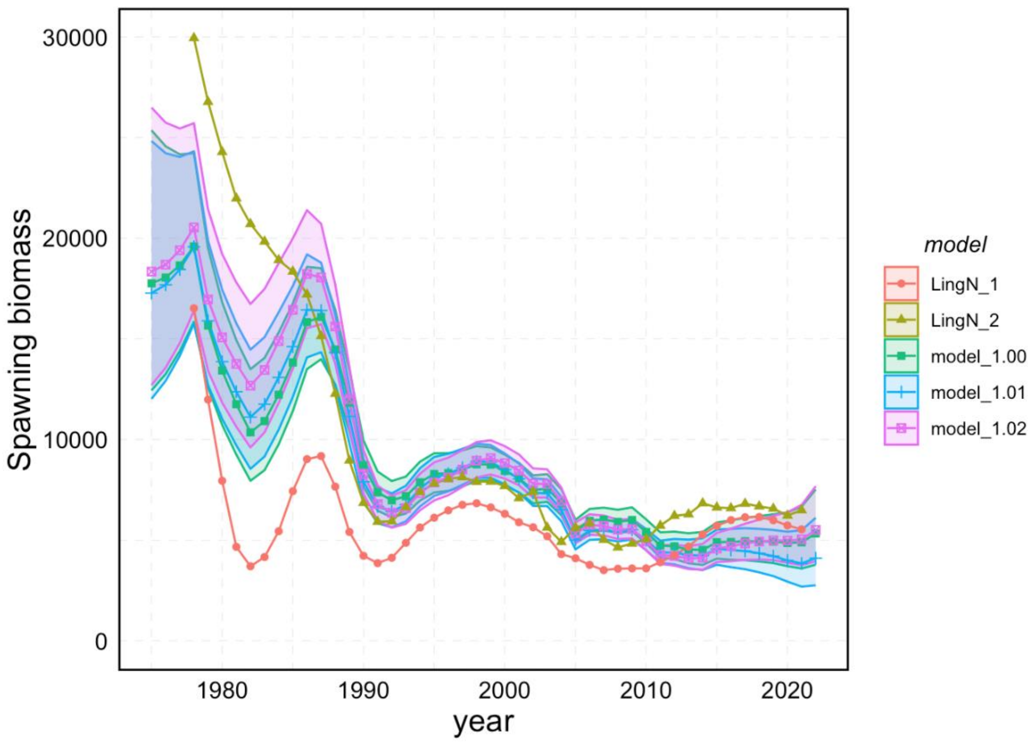


Figure 56. Comparison of spawning biomass from three adopted model alternatives to previous assessments by Tascheri (2022) for the Northern Fishing Unit.

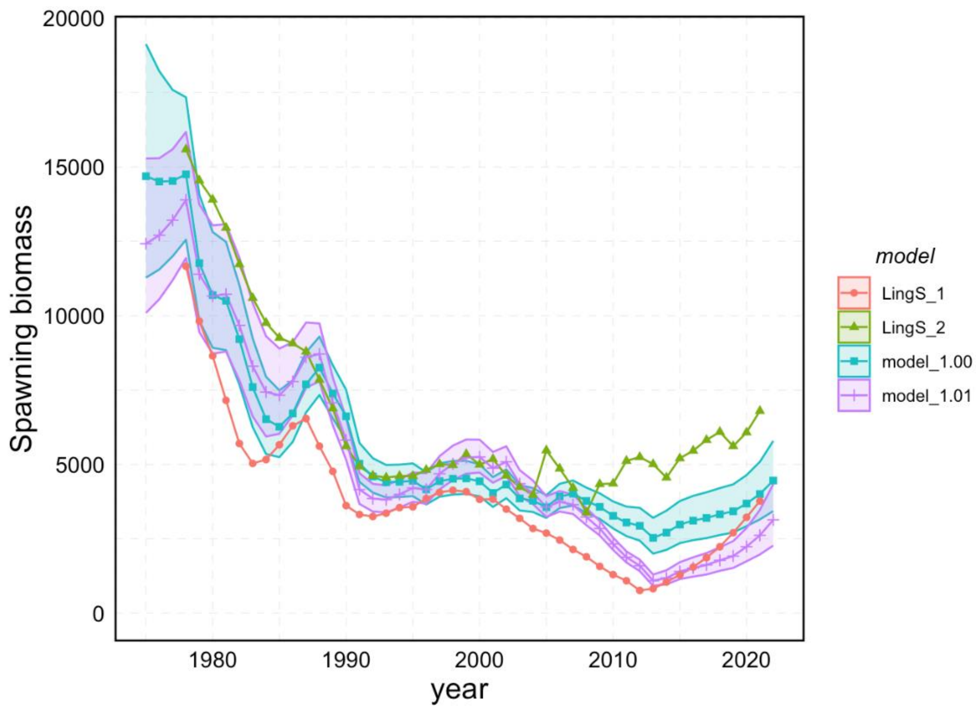


Figure 57. Comparison of the spawning biomass from two adopted model alternatives to previous assessments by Tascheri (2022) for the Southern Fishing Unit.

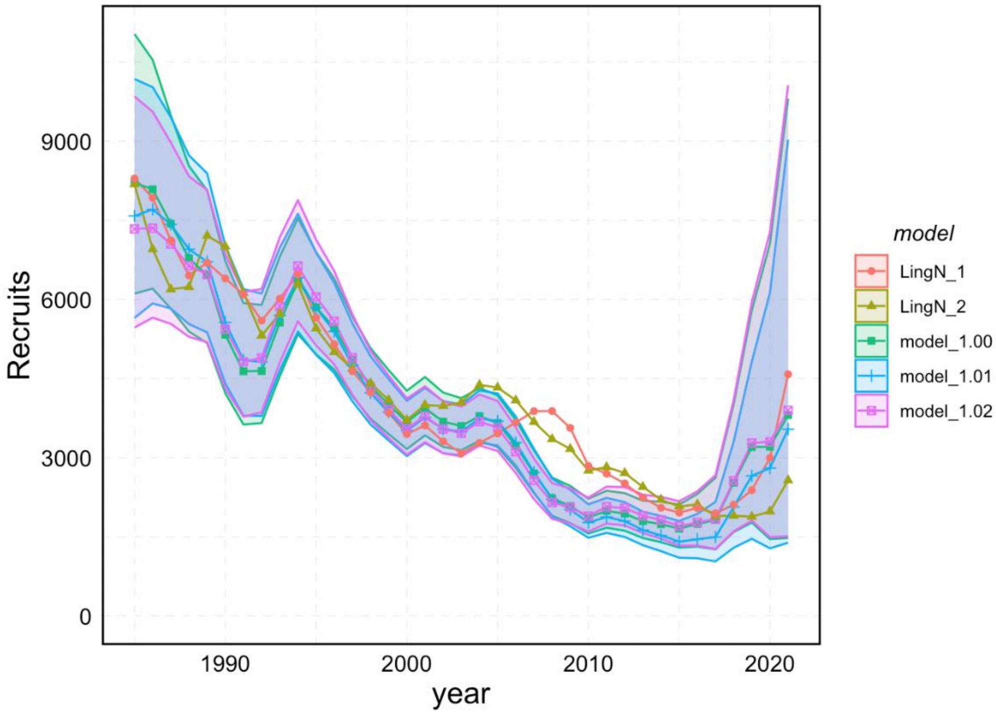


Figure 58. Comparison of recruitment from three adopted model alternatives to previous assessments by Tascheri (2022) for the Northern Fishing Unit.

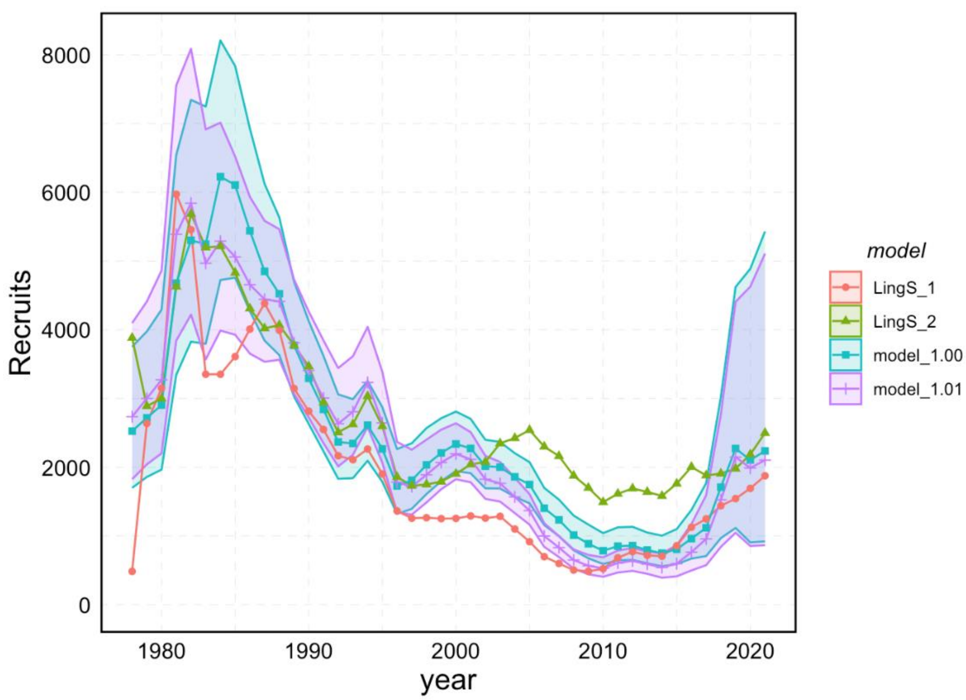


Figure 59. Comparison of recruitment from two adopted model alternatives to previous assessments by Tascheri (2022) for the Southern Fishing Unit.

3.2.9 Combined areas model.

The combined model uses input data (Figure 60, Figure 61) from the models developed by Tascheri (2022) for the NFU and the SFU. The combined model was extended with some alternative specifications shown in Table 22. These alternatives focus on assumptions for different parameters (e. g., fixed and flexible selectivity) and the way the catch was treated (disaggregated and aggregated).

The model fits to the indices of relative abundance for models 1.00 and 1.03 are shown below (Figure 62, Figure 63). The remaining fits for models 1.01 and 1.02 can be seen in the document JanReport_Ling_Dia2.html. Model (1.03) fit to the age composition is shown below (Figure 64). Other models fit can be found in JanReport_Ling_Dia2.html. Likelihood values for all model variants (Table 22) can be seen below (Table 23). The model with the smallest log-likelihood is the model 1-03, the likelihood components contributing the most to the total likelihood are the age composition, the selectivity, and the relative index of abundance. More results are found in the document JanReport_Ling_Dia2.html.

Table 22. Description of alternative specifications for the combined model for Pink ling.

Model	Description
lingC_1.00	Combined stocks (fleet disaggregated)
lingC_1.01	Combined stocks (fleet aggregated, as from Renzo (through 2022))
lingC_1.02	as lingC_1.01 but with palangre (longline) selectivity applied to index
lingC_1.03	as lingC_1.02 but with added flexibility in selectivities

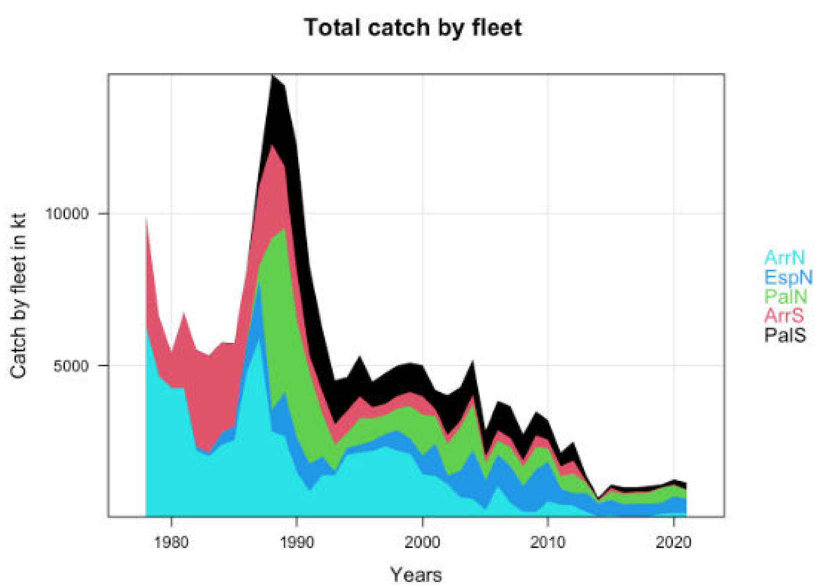
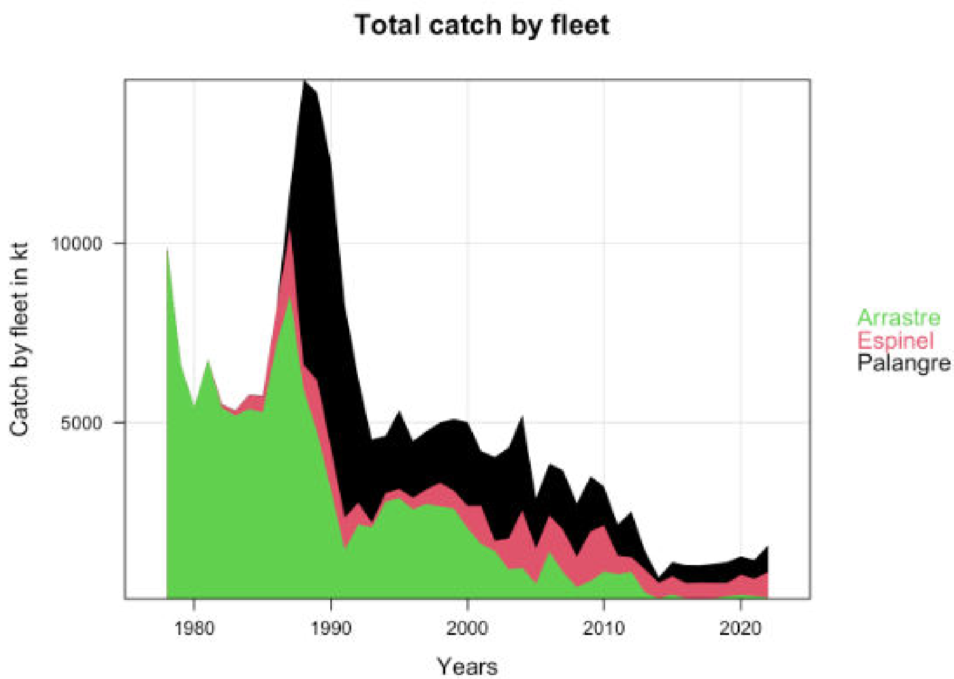


Figure 60. Catch data for the combined model (disaggregated fleet) for Pink Ling; ArrN-trawl NFU, EspN-fixed longline NFU, PalN-longline NFU, ArrS-trawl SFU, and PalS-longline SFU.



.

Figure 61. Catch data for the combined model (aggregated fleet) for Pink Ling; Arrastre-trawl, Espinel-fixed longline, Palangre-longline.

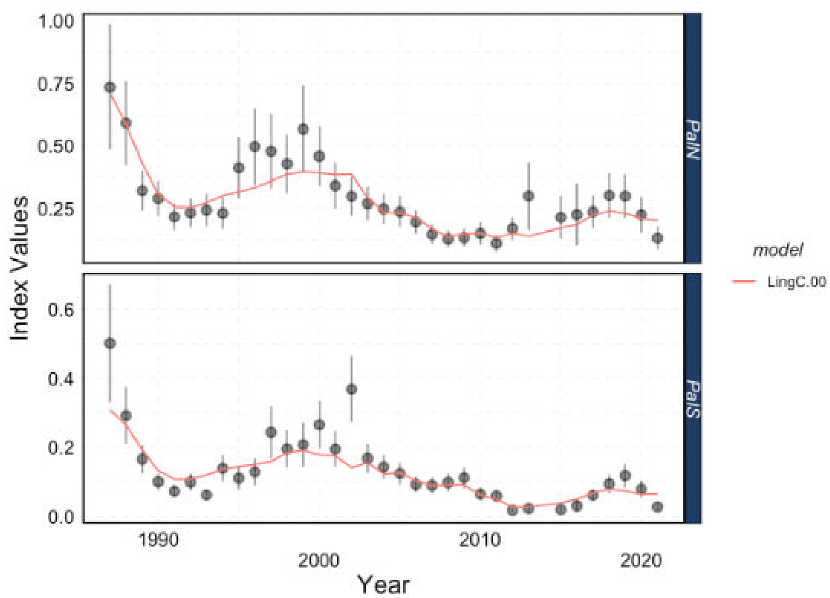


Figure 62. Model (1.00) fit the northern and southern CPUE series for Pink Ling.

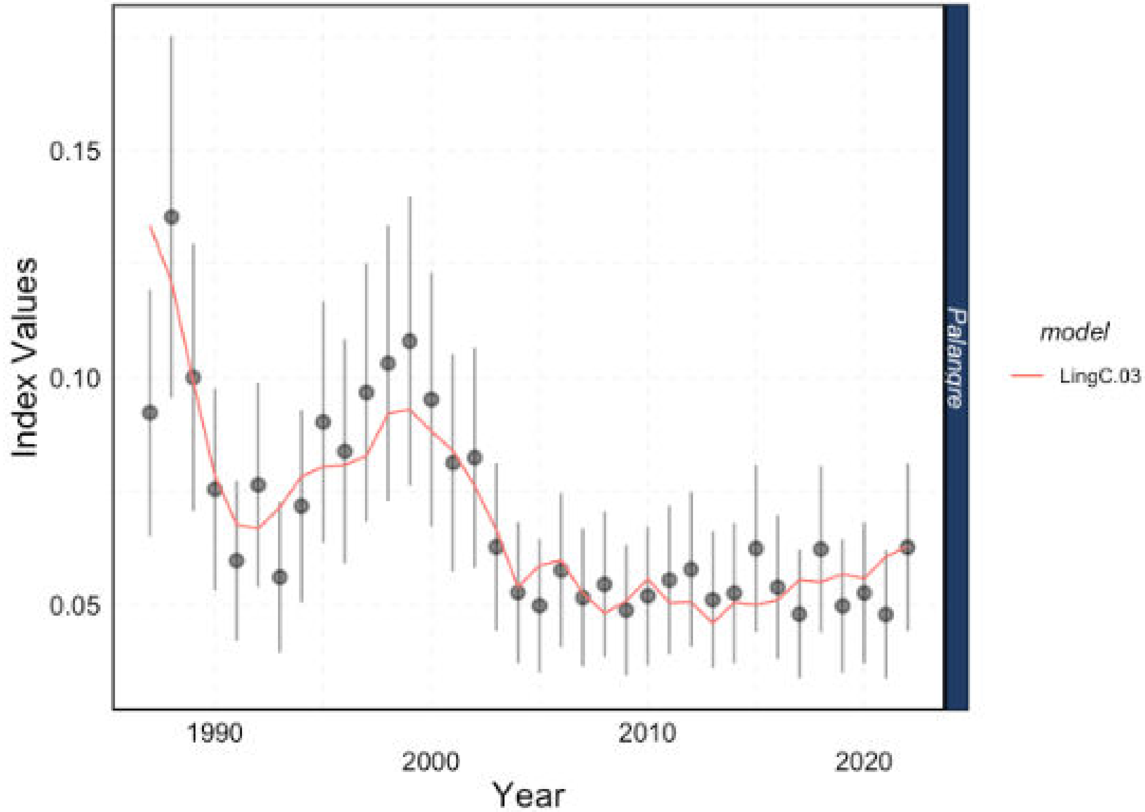


Figure 63. Model (1.03) fit the CPUE series for Pink Ling.

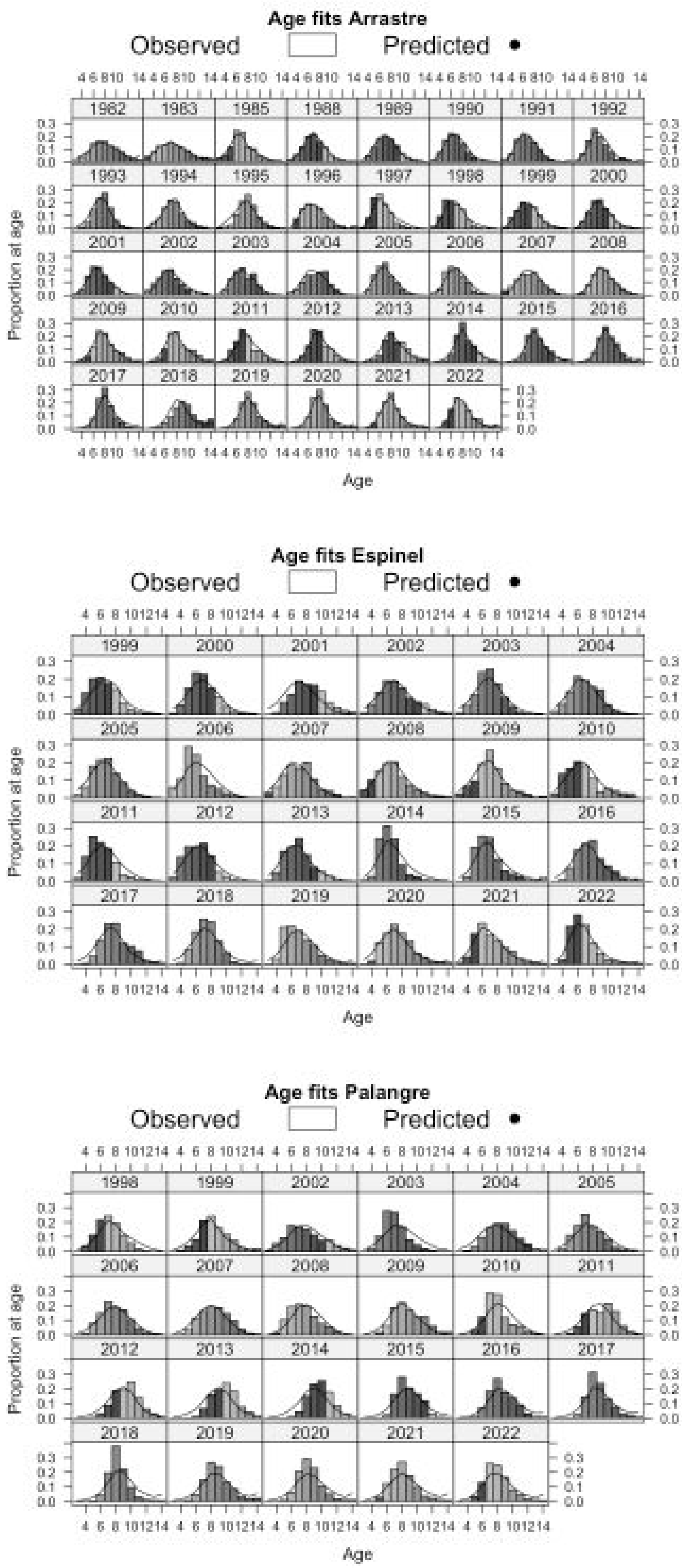


Figure 64. Model (1.03) fit to age composition data for Pink Ling, Arrastre-Trawl (top). Espinel-fixed longline (middle), Palangre-longline (bottom).

Table 23. Likelihood values for different Pink ling model configurations, see Table 22 for model details

	LingC1.00	**LingC1.01**	**LingC1.02**	**LingC1.03**
catch_like	6.66	0.59	0.49	0.28
age_like_fsh	342.75	198.16	192.25	107.10
length_like_fsh	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_fsh	152.69	108.49	107.21	58.78
ind_like	130.73	28.13	17.31	13.38
age_like_ind	1.27	0.45	0.18	0.15
length_like_ind	0.00	0.00	0.00	0.00
sel_like_ind	4.90	0.00	0.00	0.00
rec_like	0.51	-16.11	-7.99	-10.33
fpen	0.01	0.01	0.01	0.01
post_priors_indq	0.00	0.22	0.18	0.19
post_priors	0.00	0.00	0.00	0.00
residual	0.04	0.01	0.01	0.02
total	639.56	319.94	309.65	169.57

Results from model 1.03 suggest similar scenarios to the ones obtained with separate models (Figure 43,Figure 53, Figure 65), annual fishing mortality higher than F_{MSY} for most of the period, and low fishing mortalities (close to F_{MSY}) for the last years producing low catches. Regarding the spawning biomass, there is an increased trend for the latest years approaching SSB_{MSY} and a decreasing trend for recruitment, but an increasing trend in the latest years with significant uncertainty (Figure 65). These results are also reflected in the Kobe diagrams that determine the status of the stock; the results are consistent for the models shown (Figure 66) suggesting that B is below B_{MSY} and there is no overfishing ($F < F_{MSY}$). The temporal trend of recruitment, spawning biomass and total biomass can be seen below (Figure 67).

Regarding the stock projections, results from the model 1.03 are found below (Figure 68). For the spawning biomass, with the fishing levels F2022 1.25 the spawning biomass remained in the same level in the short-term biomass. On the other hand, the multiplier F2022 SQ, F2022 0.75, and F_{MSY} resulted in a slight increase. Projections from model 1.02 are similar, but the Projections with other models differ (see document JanReportLing_Dia2.htlm)

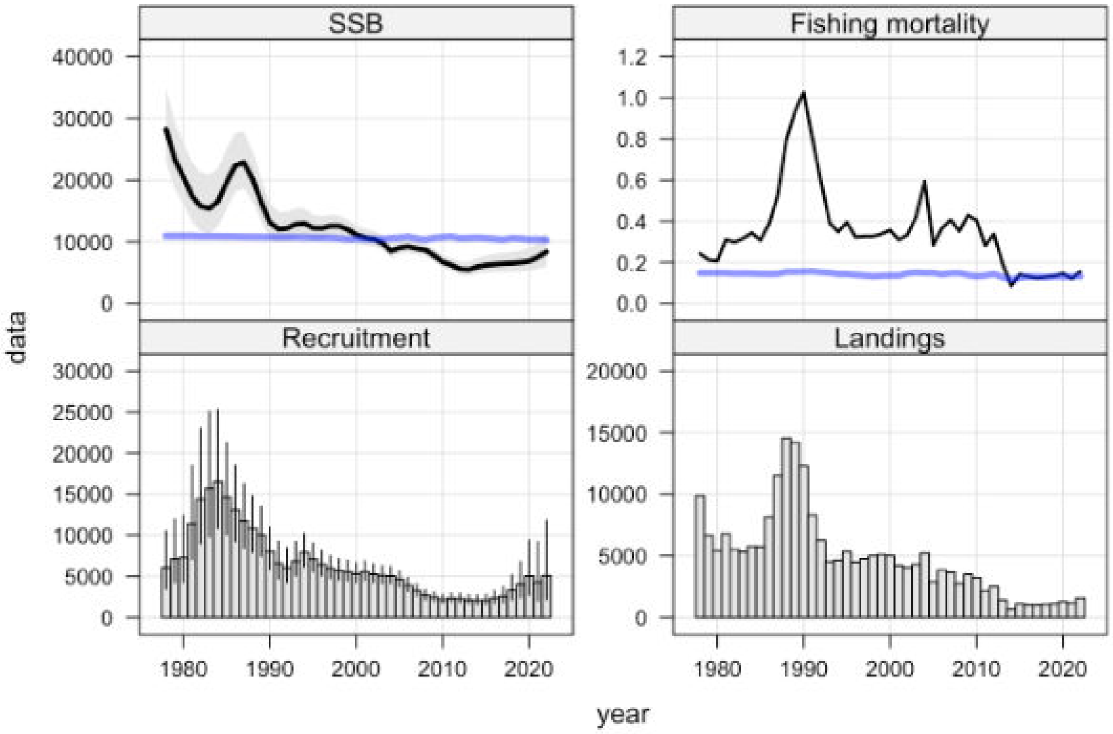


Figure 65. Temporal trend (combined model 1.03) of estimated spawning biomass (top left), estimated fishing mortality (top right), estimated recruitment (bottom left), and temporal trend of observed landings (bottom right) for Pink Ling.

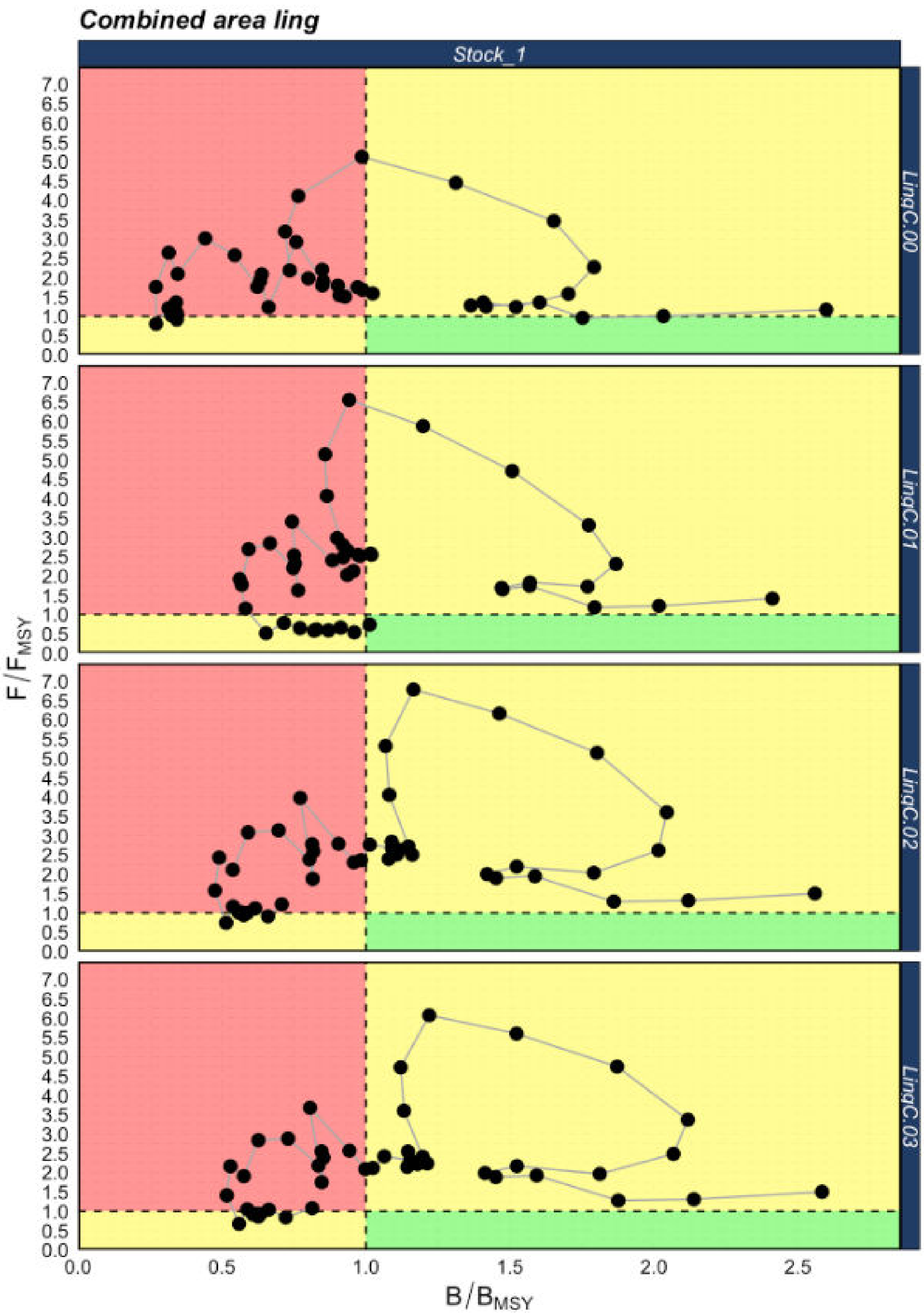


Figure 66. Kobe plots for different variations of the combined model for Pink ling, model details are in Table 22

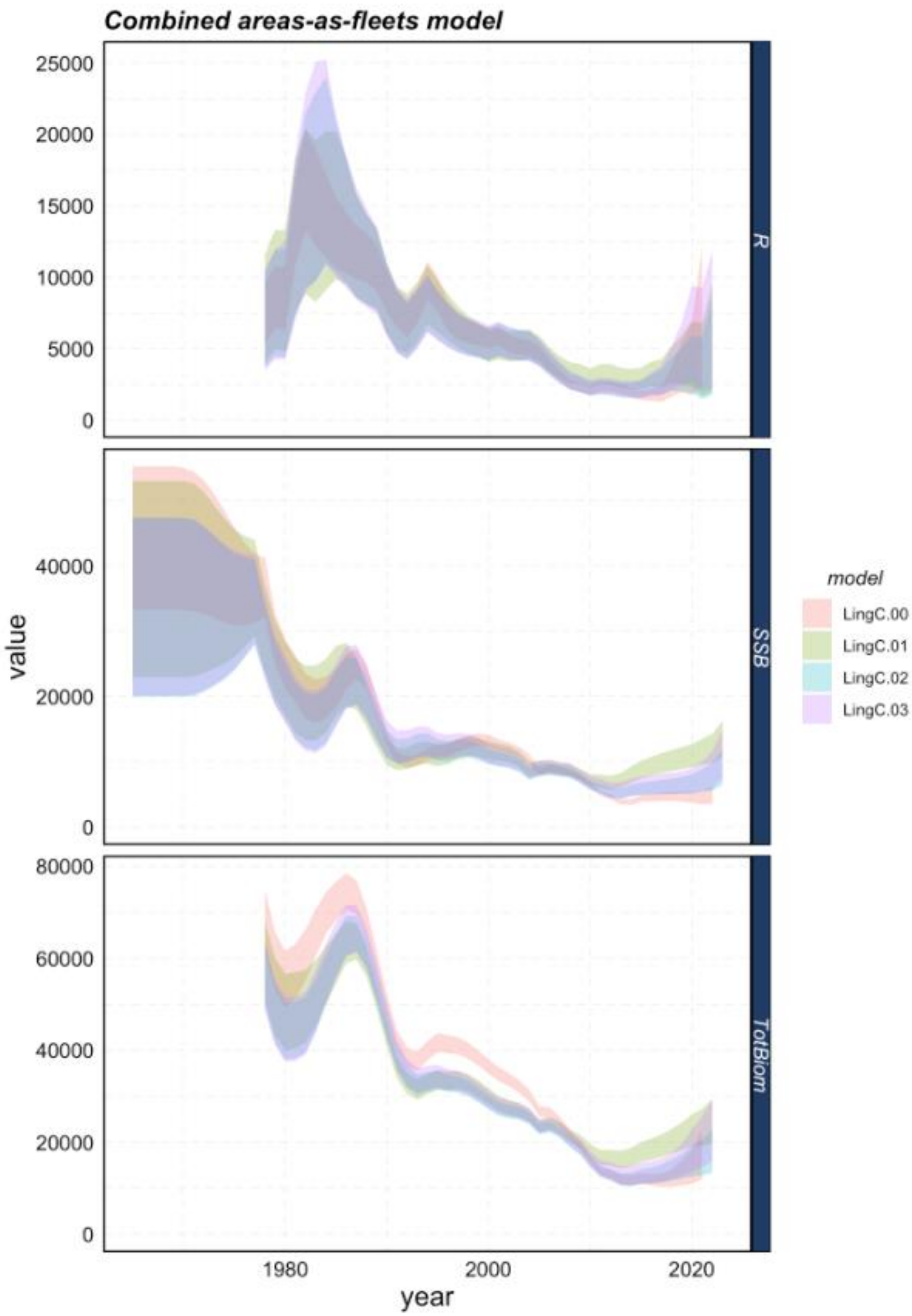


Figure 67. Temporal trend of recruitment (top), spawning biomass (middle), and total biomass (bottom) for different variations of the combined model for Pink Ling, see model details in Table 22.

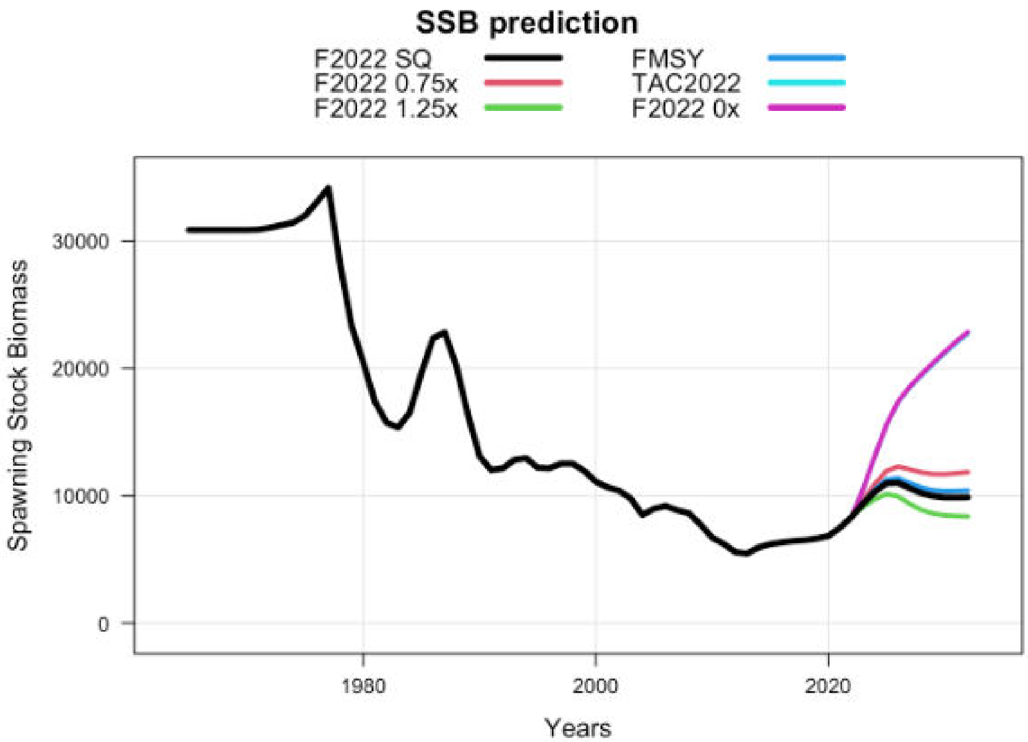


Figure 68. Stock projections for different assumed future fishing mortality rates for Pink ling (model LingC1.03)

3.3 Review of the standardization of Fishery indices of abundance

The reviewers analyzed the CPUE indices for Ling for a potential improvement of the standardization process based on the definition of a full model that includes additional predictors and first-level interactions and a parsimonious selection model method to obtain the minimum adequate model for the standardized CPUE. More details are in Annex 2.

Ling in Chile is managed as two separate stocks, the Northern Fishing Unit, and the Southern Fishing Unit; thus, two separate CPUE series were developed. In the following sections, we will analyze the process to obtain the mentioned CPUE series.

3.3.1 Northern Fishing Unit

During the first workshop in March 2023, the CPUE series for the Northern Fishing Unit was presented. Two comments were expressed during the workshop concerning the CPUE series. The first was about the high value for 2014, and the second was about the possibility of using a model selection process for the generalized linear model.

Regarding the first point, we did a simple exploratory analysis with the data resulting from the filtering process carried out by Tascheri (2022). When we analyzed the temporal trend of the raw CPUE distributions, we found that the 2014 value was higher than the previous and later CPUE values; the 2014 CPUE presented low variability (Figure 69). The temporal trend of the catch distribution suggests a high value for 2014, comparable with values from the beginning of the fishery (Figure 70). On the other hand, the fishing effort in 2014 was comparable to the values from 2013 and 2015. This increase in catch is responsible for the increase in CPUE. To assess the validity of the 2014 CPUE value, we explored the sample size for each year, and we found that the 2014 value depends on only four data points coming from the same vessel. This low sample size is the origin of the small CPUE variability for 2014 and suggests a potential bias for this point. We recommend excluding 2014 from the estimation of the standardized CPUE series. Another year with a small sample size is 2016, where the fishing effort and the catch increased, producing no problem in the CPUE series.

In general, sample size for the data was low compared to the sample size of Hoki; therefore, is recommendable to analyze in detail the filtering process to find the causes of the low sample sizes.

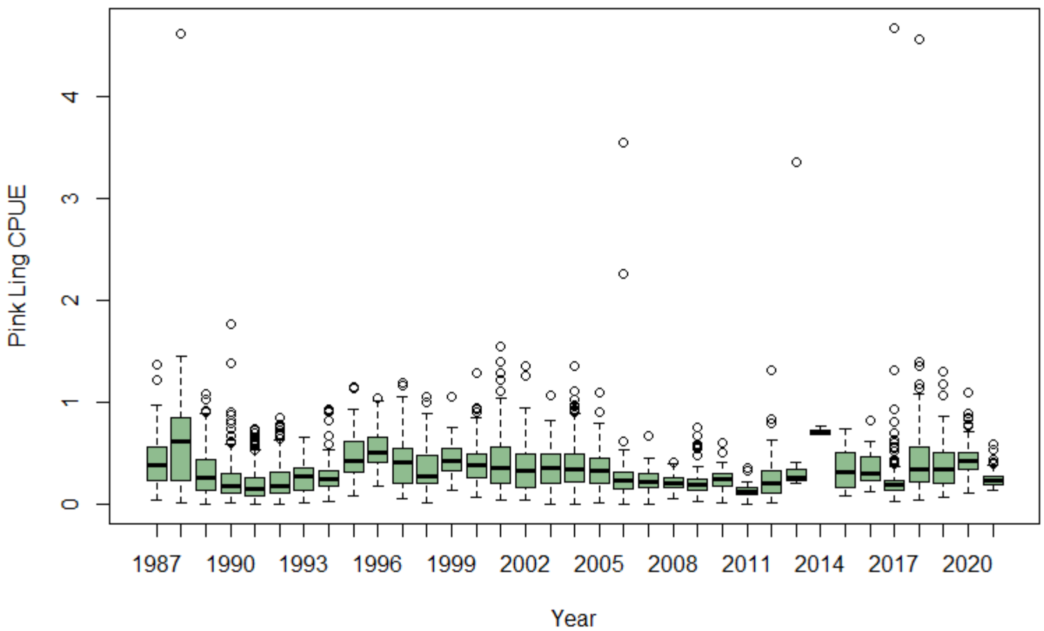


Figure 69. Temporal trend of the raw CPUE distributions from 1987 to 2021.

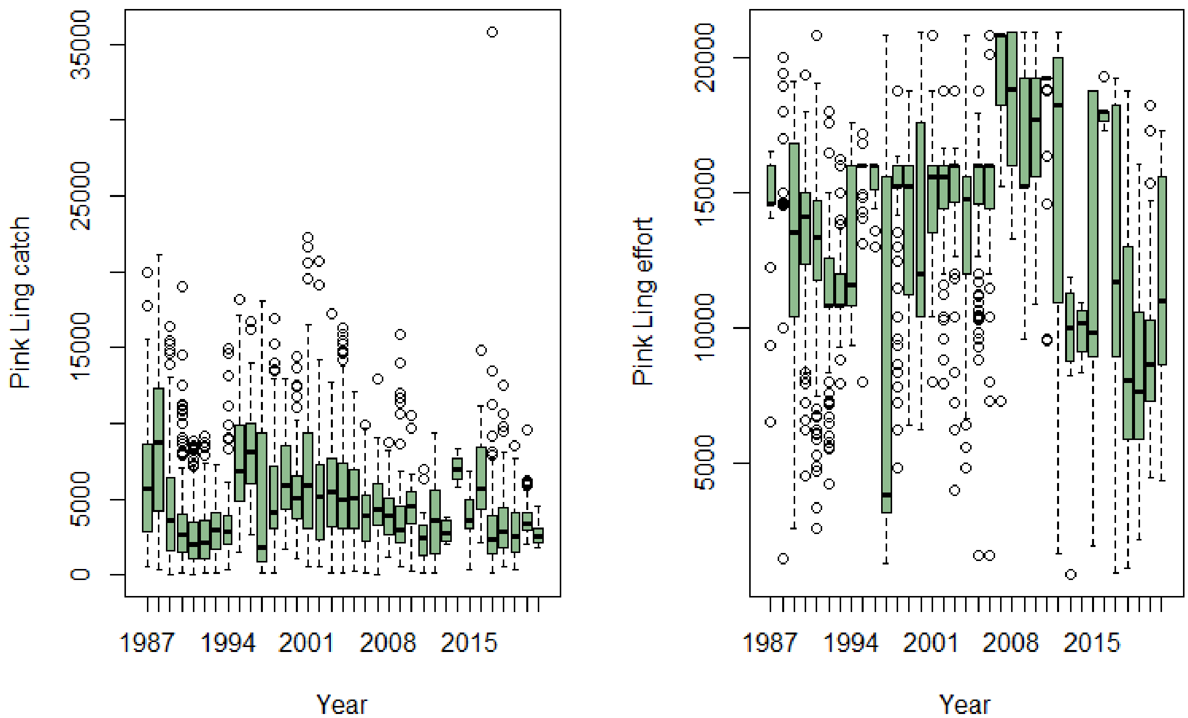


Figure 70. Temporal trend of the distributions of catch and fishing effort in the Northern Fishing Unit.

Table 24. Sample size for each year with data used to calculate the raw CPUE series.

Year	Sample size	Year	Sample size
1987	39	2005	130
1988	173	2006	144
1989	511	2007	84
1990	346	2008	77
1991	477	2009	122
1992	363	2010	47
1993	123	2011	35
1994	73	2012	199
1995	49	2013	21
1996	39	2014	4
1997	74	2015	17
1998	101	2016	7
1999	50	2017	127
2000	147	2018	175
2001	76	2019	125
2002	125	2020	143
2003	185	2021	58
2004	239		

Regarding the CPUE standardization, we used the file datospal.csv (4705 observations) and the original model proposed by Tascheri (2022):

$$CPUE = \beta_0 + \beta_1 year + \beta_2 month + \beta_3 vessel + \beta_4 latitude + \beta_5 longitud + \varepsilon$$

Where, year, month, and vessel are categorical predictors and latitude and longitude are continuous predictors. A gamma distribution was assumed for errors with a log link. The AIC for this model was -4434.62. The CPUE series with its uncertainty is shown below (Figure 71).

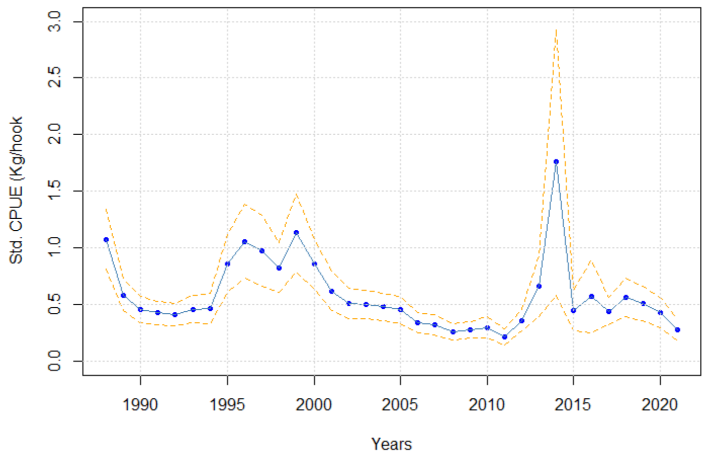


Figure 71. Ling CPUE series and its uncertainty extracted from the original model proposed by Tascheri (2022).

We developed a second model, in this second approach, we added the first level interactions to build the full model:

$$\begin{aligned} CPUE = \beta_0 + \beta_1 year + \beta_2 month + \beta_3 vessel + \beta_4 latitude + \beta_5 longitud \\ + \beta_6 month{:}vessel + \beta_7 month{:}latitud + \beta_8 month{:}longitud \\ + \beta_9 vessel{:}latitud + \beta_{10} vessel{:}longitud + \beta_{11} latitud{:}longitud + \varepsilon \end{aligned}$$

where year, month, and vessel are categorical predictors. A gamma distribution was assumed for errors with a log link. Worth noting that we did not include the 2014 data. This model was implemented with the following R code:

```
glm_1 <- glm(cpueCongrio~year + month + nvessel + latitud + longitud + month:nvessel +
        month:latitud + month:longitud + nvessel:latitud + nvessel:longitud +
        latitud:longitud, family = Gamma(link="log"), data=datos.pal)
```

The model selection process is summarized in (Table 25), all predictors and one interaction (latitude:longitude) were drop. Six interactions and the factor year remained in the minimum adequate model:

$$\begin{aligned} CPUE = \beta_0 + \beta_1 year + \beta_2 month{:}vessel + \beta_3 month{:}latitud + \beta_4 month{:}longitud \\ + \beta_5 vessel{:}latitud + \beta_6 vessel{:}longitud + \varepsilon \end{aligned}$$

The AIC for the minimum adequate model was -4839.3, smaller than the original model (AIC=-4434.6). When we included the 2014 data in the minimum adequate model, the AIC (-4839.3) increased slightly. The parameter estimates and their standard errors are shown below (Table 26). A comparison of the CPUE from the original CPUE series with the CPUE series from the minimum adequate model is found below (Figure 72). We found some small changes in the CPUE trend from the minimum adequate model compared to the original model. We also realized that estimating CPUE without the 2014 data is equivalent to estimating CPUE with all data and later erasing the 2014 CPUE data. The Ling CPUE series and its uncertainty for the Northern Fishing Unit, extracted with the minimum adequate model with gamma errors, is shown below (Figure 73).

Table 25. Model selection process for the standardization of the Hoki CPUE.

Predictor	p-value	Result
Latitud:Longitud	0.6066	Drop
nvessel:Longitud	< 2.2e-16	Keep
nvessel:latitud	4.20E-14	Keep
month:longitud	0.0491	Keep
month:latitud	1.29E-10	Keep
month:nvessel	< 2.2e-16	Keep
longitud	same deviance	Drop
latitud	same deviance	Drop
nvessel	same deviance	Drop
month	same deviance	Drop

Table 26. Parameter estimates and standard errors for the levels of the predictor year for the minimum adequate model without the 2014 data.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	-4.05E+00	1.42E+01	-0.285	0.775673	
year1988	-2.17E-01	1.34E-01	-1.622	0.104848	
year1989	-8.27E-01	1.36E-01	-6.081	1.29E-09	***
year1990	-9.30E-01	1.40E-01	-6.656	3.16E-11	***
year1991	-1.22E+00	1.37E-01	-8.9	< 2.00E-16	***
year1992	-1.15E+00	1.39E-01	-8.271	< 2.00E-16	***
year1993	-1.10E+00	1.49E-01	-7.398	1.65E-13	***
year1994	-1.16E+00	1.51E-01	-7.656	2.34E-14	***
year1995	-5.77E-01	1.60E-01	-3.602	0.00032	***
year1996	-3.91E-01	1.72E-01	-2.279	0.022723	*
year1997	-4.29E-01	1.71E-01	-2.504	0.012305	*
year1998	-5.39E-01	1.53E-01	-3.53	0.000421	***
year1999	-2.59E-01	1.72E-01	-1.506	0.132115	
year2000	-4.71E-01	1.48E-01	-3.192	0.001423	**
year2001	-7.67E-01	1.53E-01	-5.022	5.31E-07	***
year2002	-9.00E-01	1.47E-01	-6.127	9.73E-10	***
year2003	-1.00E+00	1.41E-01	-7.106	1.39E-12	***
year2004	-1.08E+00	1.39E-01	-7.768	9.91E-15	***
year2005	-1.13E+00	1.46E-01	-7.753	1.12E-14	***
year2006	-1.32E+00	1.45E-01	-9.108	< 2.00E-16	***
year2007	-1.61E+00	1.50E-01	-10.674	< 2.00E-16	***
year2008	-1.74E+00	1.53E-01	-11.392	< 2.00E-16	***
year2009	-1.70E+00	1.44E-01	-11.856	< 2.00E-16	***
year2010	-1.59E+00	1.63E-01	-9.717	< 2.00E-16	***
year2011	-1.89E+00	1.79E-01	-10.516	< 2.00E-16	***
year2012	-1.46E+00	1.48E-01	-9.848	< 2.00E-16	***
year2013	-8.96E-01	2.49E-01	-3.603	0.000317	***
year2015	-1.23E+00	2.18E-01	-5.626	1.96E-08	***
year2016	-1.18E+00	3.00E-01	-3.933	8.54E-05	***
year2017	-1.13E+00	1.55E-01	-7.296	3.50E-13	***
year2018	-8.88E-01	1.67E-01	-5.313	1.13E-07	***
year2019	-8.97E-01	1.63E-01	-5.513	3.73E-08	***
year2020	-1.18E+00	1.75E-01	-6.729	1.94E-11	***
year2021	-1.71E+00	1.89E-01	-9.056	< 2.00E-16	***

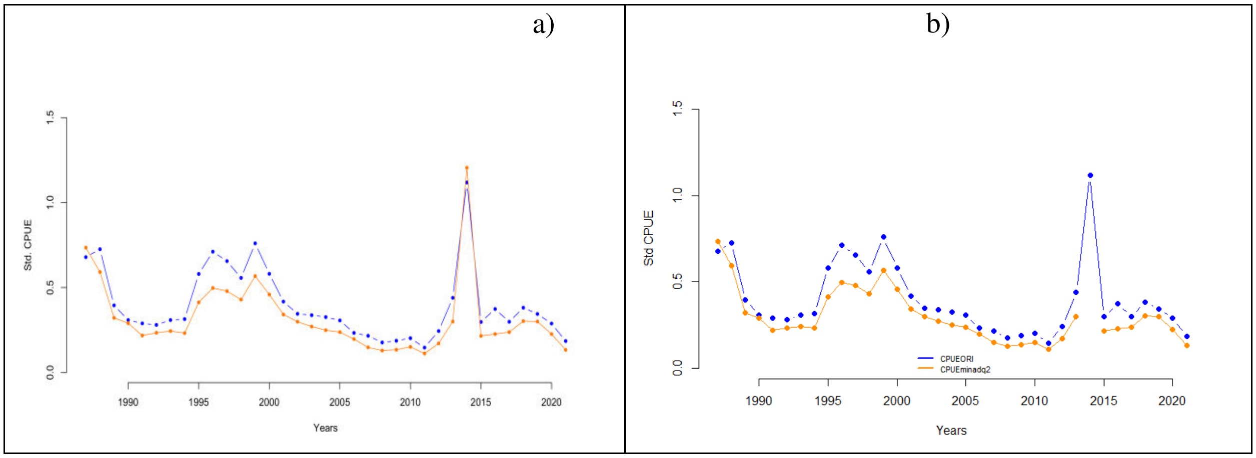


Figure 72. Comparison of the original CPUE and CPUE from the minimum adequate model with 2014 data (a) and without 2014 data (b).

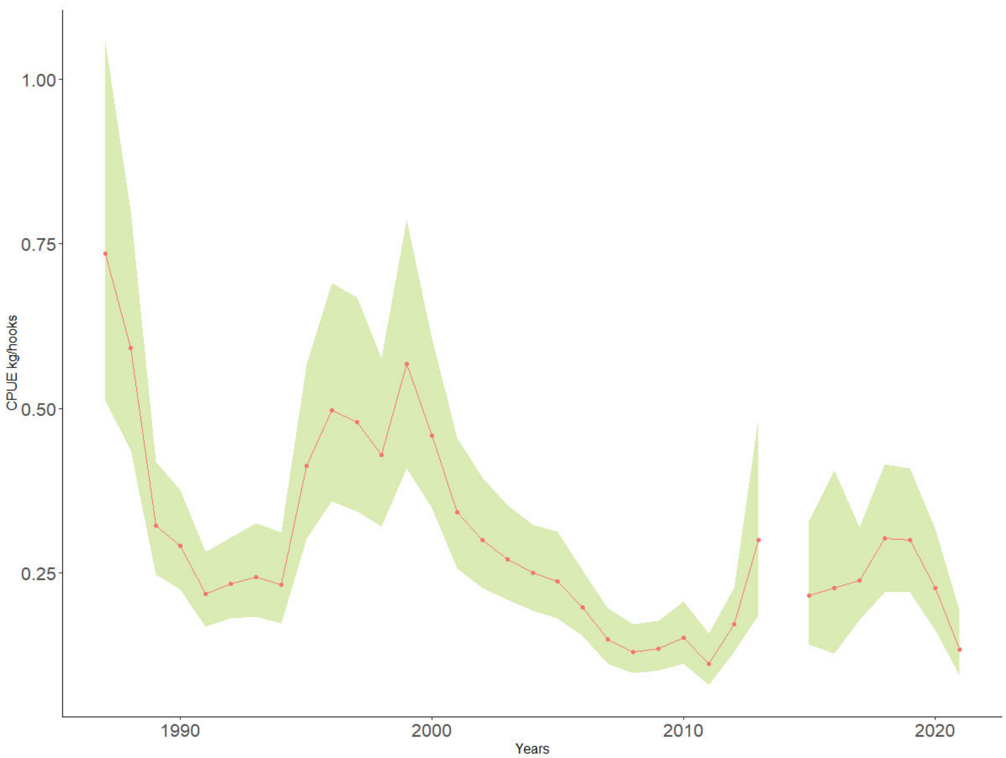


Figure 73. CPUE series and its uncertainty estimated with the minimum adequate model without the 2014 data and gamma errors.

In a third approach, we also used the methodology proposed by Payá (2022), using the logarithm of the catch as response variable, the fishing effort as offset, normal distributed errors, and the identity as link. We defined the full model as:

$$\begin{aligned} log(catch) = {} & \beta_1 year + \beta_2 month + \beta_3 vessel + \beta_4 latitude + \beta_5 longitud + \beta_6 month{:}\,vessel \\ & + \beta_7 month{:}\,latitud + \beta_8 month{:}\,longitud + \beta_9 vessel{:}\,latitud \\ & + \beta_{10} vessel{:}\,longitud + \beta_{11} latitud{:}\,longitud + offset(effort) + \varepsilon \end{aligned}$$

We implemented this model with the following R code:

```
model1 <- glm(log(congrio)~year+month+nvessel+latitud+longitud+month:nvessel+
    month:latitud+month:longitud+nvessel:latitud+nvessel:longitud+
    latitud:longitud+offset(log(effort)),family = gaussian,
  data=subset(datos.pal,datos.pal$year!=2014))
```

The model selection process is summarized below (Table 27). Once again, the latitude:longitude interaction and the predictors were dropped, and the final minimum adequate model included the remaining interactions (Table 27):

$$log(catch) = \beta_0 + \beta_1 year + +\beta_2 month\!:vessel + \beta_3 month\!:latitud + \beta_4 month\!:longitud + \beta_5 vessel\!:latitud + \beta_6 vessel\!:longitud + offset(effort) + \varepsilon$$

We implemented this model with R code as follows:

```
modelmin2 <- glm(log(congrio)~year + month:nvessel + month:latitud + month:longitud +
        nvessel:latitud + nvessel:longitud + offset(log(effort)), family = gaussian,
        data=subset(datos.pal,datos.pal$year!=2014))
```

The AIC for this model was 9126.8. Contrary to the original model that included the predictors, the minimum adequate model contains only interactions. A comparison between the CPUE series derived from the minimum adequate model with normal and gamma distributed errors is shown below (Figure 74). There are slight differences in the temporal trend of both CPUE series. The CPUE values from the model with normal errors are higher than the estimates from the model with gamma errors. The CPUE series and its standard error is shown below (Figure 75).

Table 27. Results from the model process for the full model (log(catch) as response variable, normal errors and effort as offset).

Predictor	p-value	result
latitud:longitud	0.8025	Drop
nvessel:longitud	5.792e-06 ***	Keep
nvessel:latitud	4.78e-07 ***	Keep
month:longitud	2.594e-05 ***	Keep
month:latitud	6.442e-06 ***	keep
month:nvessel	< 2.2e-16 ***	Keep
Longitud	same deviance	Drop
Latitud	same deviance	Drop
nvessel	same deviance	Drop
month	same deviance	Drop

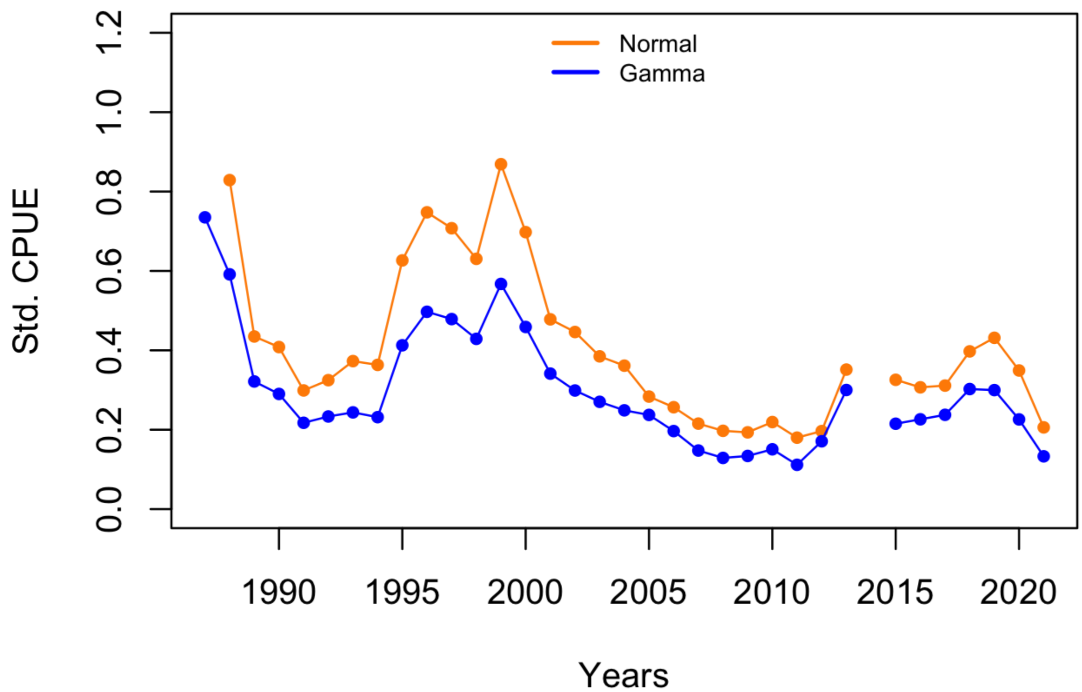


Figure 74. Comparison of the minimum adequate models with gamma and normal errors.

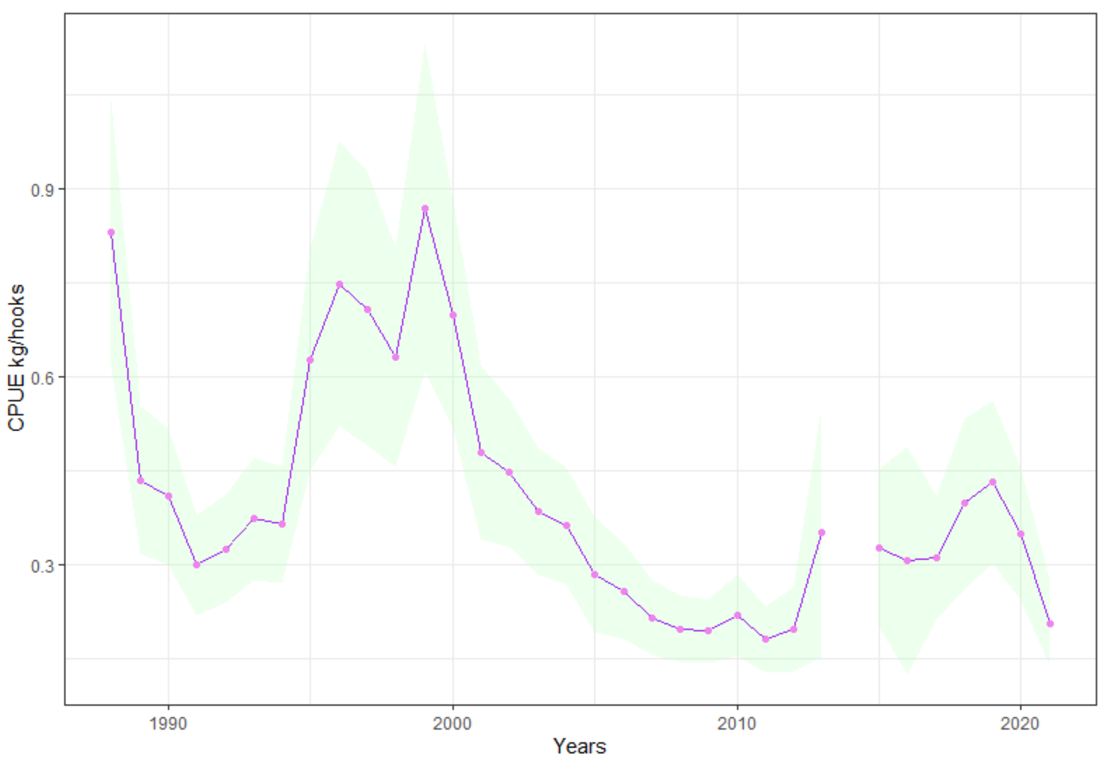


Figure 75. Ling CPUE series and its uncertainty extracted from the minimum adequate model with normal errors.

The following step was to add random effects to the minimum adequate model with normal errors. All predictors from the minimum adequate model were included as fixed effects, and we included the year interactions as random effects (fishing effort as offset) using the following R code (no 2014 data):

```
model1r <- lmer(log(congrio)~year + month:nvessel + month:latitud +month:longitud +
        nvessel:latitud + nvessel:longitud + (1|year:month) + (1|year:nvessel) + (1|year:latitud) +
        (1|year:longitud) +offset(log(effort)), data=subset(datos.pal,datos.pal$year!=2014))
```

The AIC for this model was 8725.6, smaller than the AIC from the minimum adequate model without random effects, but overall, the minimum adequate model with gamma errors is the one with the smallest AIC (Table 28). A comparison between the three models can be found below (Figure 76). In general, the smallest CPUE values correspond to the minimum adequate model with gamma errors. The Ling CPUE series and its uncertainty extracted from the minimum adequate model with random effects and normal error is shown below (Figure 77). As in previous cases, adding random effects increases the CPUE series uncertainty. Thus, it is recommended to use the CPUE series extracted from the minimum adequate model without random effects. Other potential approach would be to add one year interaction at a time and assess the impact on the uncertainty, the AIC, and the amount of the deviance explained by the model and each variable from the fixed effects.

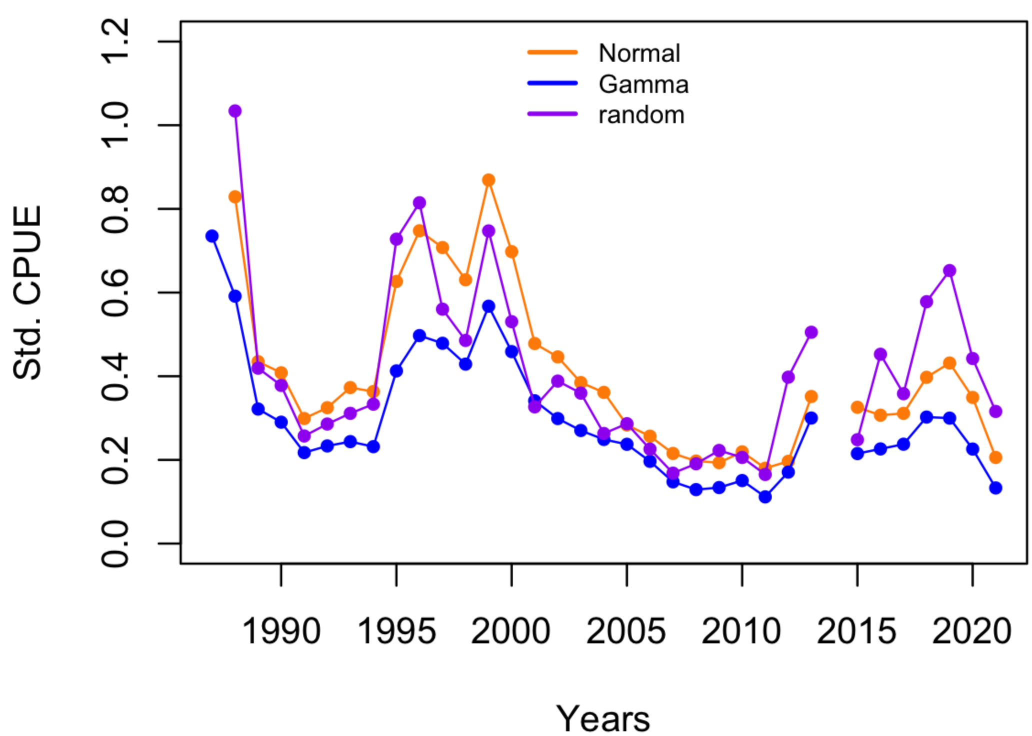


Figure 76. Comparison of three CPUE series resulted from a minimum adequate model with normal errors (Normal), a minimum adequate model with gamma errors (Gamma) and a minimum adequate model with normal errors and random effects (random).

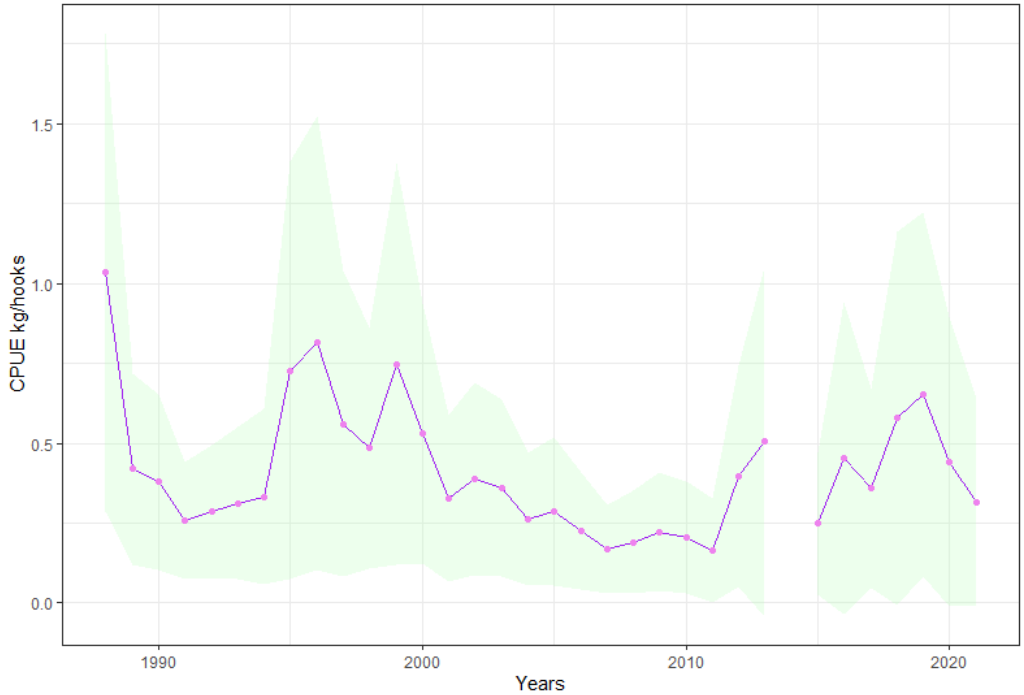


Figure 77. Ling CPUE series extracted from the minimum adequate model with random effects and normal errors.

Table 28. Comparison of the Akaike information criterion for the models analyzed.

Model	AIC
Original model	-4434.615
Min. Adeq. model with gamma errors	-4839.274
Min. Adeq. model with normal error (with 2014 data)	9131.92
Min. Adeq. model with normal error (withouth 2014 data)	9126.759
Min. Adeq. model with normal error and random effects (withouth 2014 data)	8725.612

3.3.2 Southern Fishing Unit

During the first workshop in March 2023, IFOP researchers presented the Ling CPUE series for the Southern Fishing Unit (Figure 78). The CPUE series presents a common trend, except for the last point (2021). As seen (Figure 78), the CPUE series presents a declining trend from 2018 to 2020 but increases significantly in 2021. It is recommended to find the origin of such an abrupt change in the CPUE trend because the stock assessment, the status of the stock and projections rely strongly on the CPUE series; therefore, it is necessary to ensure the best quality for the CPUE series data.

We did an exploratory analysis. The temporal trend of the distributions of the CPUE data suggests that the median of the CPUE in 2021 is comparable to the median CPUE from the initial years of the series and contradicts the trend from recent years (Figure 79). Furthermore, the temporal trend of the distributions of Ling catch suggests an unusually high value for the median in 2021 compared to the whole series (Figure 80); the difference is about three orders of magnitude. On the other hand, the temporal trend of the fishing effort suggests that the median in 2021 is comparable to the median from previous years (Figure 80). A table of the mean Ling catch by year shows that the mean catch in 2021 is 5,627,958 t, while in the previous year, it was 700 t. This fact suggests a potential error for the catch in the last year, producing a high value for the CPUE in 2021.

As mentioned, the Ling stock assessment relies strongly on the CPUE series. In particular, last year's estimate of biomass (or spawning biomass) is convenient to determine the status of the stock. Thus, this error could produce a significant bias. Stock projections also rely upon the estimate of the last year abundance; therefore, the future status of the stock could be biased, impacting the application of the harvest control rule and the management of this fishing resource. At this time, the new stock assessment has been finished and carries this error. We recommend excluding the 2021 data in the standardized CPUE series as a short-term solution. We also recommend a detailed revision of the raw data (logbooks) and the filtering process to find the origin of this mistake.

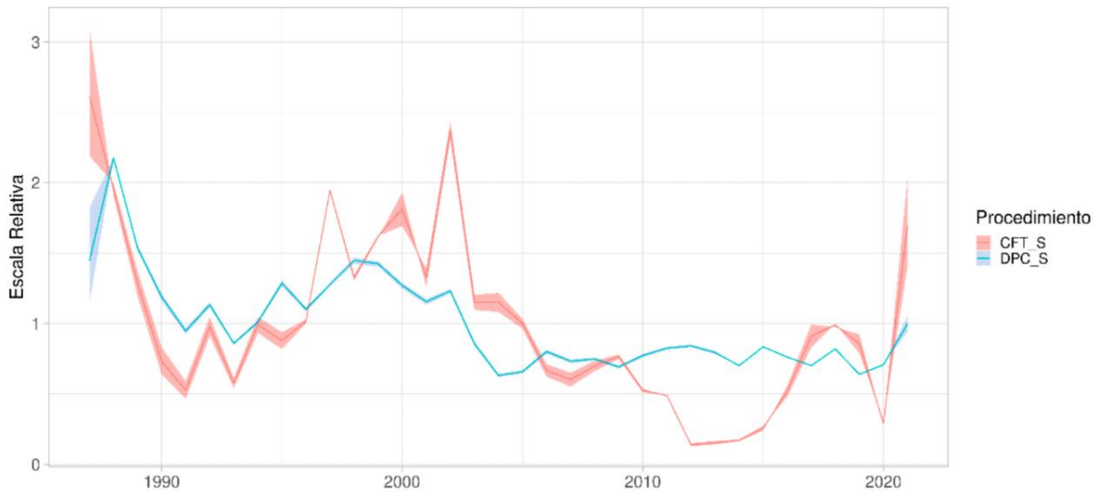


Figure 78. CPUE series for Ling in the Southern Fishing Unit (reproduced from Tascheri, 2022)

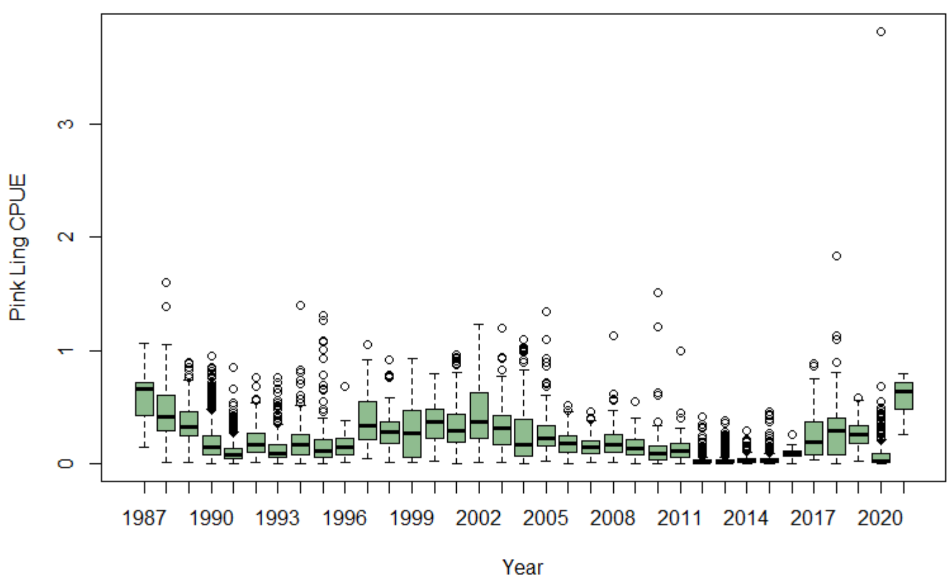


Figure 79. Temporal trend of the distribution of CPUE data for Ling in the Southern Fishing Unit.

Figure 80. Temporal trend of the catch data distributions (left panel) and fishing effort distributions (right panel) for Ling in the Southern Fishing Unit.

Table 29. Mean Ling catch by year in the Southern Fishing Unit.

Year	Catch	Year	Catch
1987	8719	2005	4264
1988	7434	2006	3066
1989	5168	2007	2620
1990	2371	2008	2913
1991	1402	2009	2434
1992	2533	2010	2216
1993	1957	2011	1984
1994	2839	2012	496
1995	2509	2013	474
1996	2481	2014	576
1997	6142	2015	447
1998	4751	2016	1623
1999	4788	2017	3813
2000	6570	2018	2367
2001	5112	2019	2039
2002	6554	2020	700
2003	4581	2021	5627958
2004	3812		

With regard to the CPUE standardization, we used the file DatosPals.csv as input data (7131 observations) from the filtering process. We reproduced the approach taken by Tascheri (2022) as shown below (Figure 81).

To include a model selection process, in a first approach we added some interactions to the original model to build the full model:

$$\begin{aligned} CPUE = \beta_0 + \beta_1 year + \beta_2 month + \beta_3 vessel + \beta_4 latitude + \beta_5 longitud \\ + \beta_6 month{:}\, vessel + \beta_7 month{:}\, latitud + \beta_8 month{:}\, longitud \\ + \beta_9 vessel{:}\, latitud + \beta_{10} vessel{:}\, longitud + \beta_{11} latitud{:}\, longitud + \varepsilon \end{aligned}$$

where year, month, and vessel are categorical predictors, and latitude and longitude are continuous predictors. Errors were assumed to have a gamma distribution, and the link function was log. This model was implemented in R with the following code:

```
datos1 <- subset(datos,datos$year!=2021)

glm_1 <- glm(cpueCongrio~year + month + nvessel + latitude + longitude + month:nvessel +
        month:latitude + month:longitude + nvessel:latitude + nvessel:longitude +
        latitud:longitud, family = Gamma(link="log"), data=datos1)
```

We used the file DatosPalS.csv (7,131 observations) as original input, but we excluded the data from 2021 so the sample size decreased to 7,107 observations. The summary for the model selection process is shown below (Table 30). The minimum adequate model included only the categorical factor year and some interactions:

We implemented the previous model with the following R code:

```
minadq_2 <- glm(cpueCongrio ~ year + month:nvessel + month:latitud + month:longitud +
          nvessel:latitud + nvessel:longitud , family = Gamma(link="log"), data=datos1)
```

Parameter estimates and their standard error are found below (Table 31). A comparison of the CPUE series is shown below (Figure 82). As shown, the CPUE series from the minimum adequate model (with and without 2021 data) have similar trends, slightly different from the CPUE series obtained with the original model. Regarding the AIC, the minimum adequate model without the 2021 data had the lowest AIC (Table 32). The CPUE series and its uncertainty extracted from the minimum adequate model without the 2021 data is shown below.

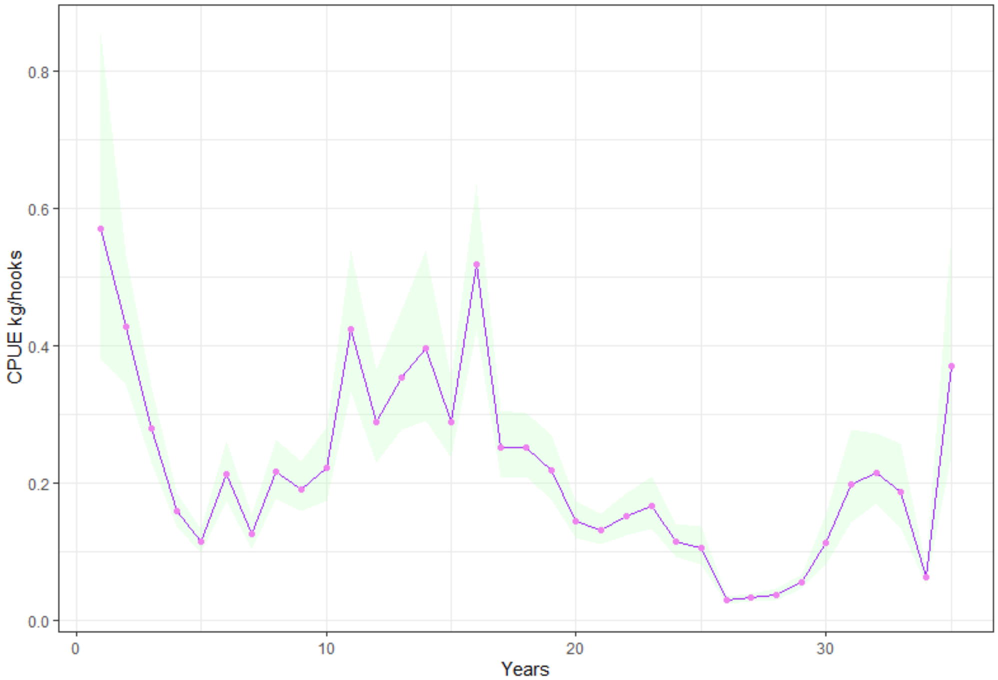


Figure 81. CPUE series from the original model (Tascheri, 2022).

Table 30. Results from the model selection process for the CPUE standardization for Ling in the Southern Fishing Unit.

Predictor	**P-value**	Result
Latitud:longitud	0.5781	Drop
nvessel:longitud	< 2.2e-16	Keep
nvessel:latitud	2.028e-14	Keep
month:longitud	0.0408	Keep
month:latitud	3.567e-11	Keep
month:nvessel	< 2.2e-16	Keep
longitud	Same deviance	Drop
latitud	Same deviance	Drop
nvessel	Same deviance	Drop
month	Same deviance	Drop

Table 31. Parameter estimates and their standard error for the levels of the factor year in the minimum adequate model for the CPUE standardization for Ling in the Southern Fishing Unit.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	2.81E+01	6.75E+00	4.154	3.31E-05	***
year1988	-5.40E-01	2.19E-01	-2.462	0.013843	*
year1989	-1.11E+00	2.14E-01	-5.187	2.21E-07	***
year1990	-1.61E+00	2.05E-01	-7.877	3.90E-15	***
year1991	-1.93E+00	2.09E-01	-9.234	< 2.00E-16	***
year1992	-1.62E+00	2.23E-01	-7.271	3.99E-13	***
year1993	-2.09E+00	2.21E-01	-9.49	< 2.00E-16	***
year1994	-1.28E+00	2.15E-01	-5.971	2.48E-09	***
year1995	-1.51E+00	2.15E-01	-7.03	2.28E-12	***
year1996	-1.36E+00	2.30E-01	-5.922	3.33E-09	***
year1997	-7.23E-01	2.27E-01	-3.187	0.001443	**
year1998	-9.45E-01	2.21E-01	-4.275	1.94E-05	***
year1999	-8.82E-01	2.28E-01	-3.872	0.000109	***
year2000	-6.38E-01	2.41E-01	-2.642	0.00825	**
year2001	-9.47E-01	2.16E-01	-4.378	1.21E-05	***
year2002	-3.08E-01	2.22E-01	-1.391	0.164415	
year2003	-1.10E+00	2.14E-01	-5.122	3.10E-07	***
year2004	-1.26E+00	2.12E-01	-5.924	3.31E-09	***
year2005	-1.40E+00	2.18E-01	-6.406	1.60E-10	***
year2006	-1.69E+00	2.11E-01	-8.025	1.19E-15	***
year2007	-1.73E+00	2.10E-01	-8.208	2.67E-16	***
year2008	-1.63E+00	2.14E-01	-7.633	2.62E-14	***
year2009	-1.50E+00	2.28E-01	-6.587	4.85E-11	***
year2010	-2.05E+00	2.24E-01	-9.144	< 2.00E-16	***
year2011	-2.13E+00	2.42E-01	-8.832	< 2.00E-16	***
year2012	-3.37E+00	2.12E-01	-15.872	< 2.00E-16	***
year2013	-3.10E+00	2.12E-01	-14.628	< 2.00E-16	***
year2014	-3.26E+00	2.22E-01	-14.661	< 2.00E-16	***
year2015	-2.81E+00	2.16E-01	-13.052	< 2.00E-16	***
year2016	-2.11E+00	2.45E-01	-8.588	< 2.00E-16	***
year2017	-1.67E+00	2.48E-01	-6.741	1.71E-11	***
year2018	-1.45E+00	2.27E-01	-6.381	1.87E-10	***
year2019	-1.85E+00	2.50E-01	-7.424	1.28E-13	***
year2020	-2.92E+00	2.16E-01	-13.501	< 2.00E-16	***

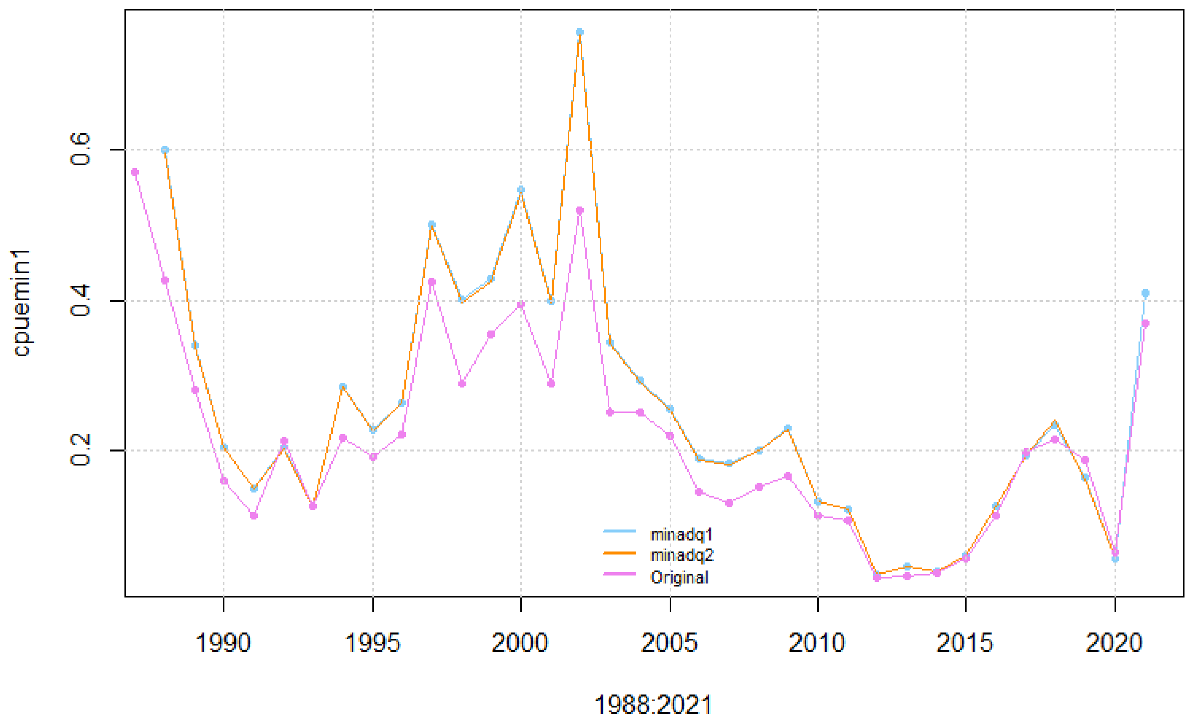


Figure 82. Comparison of the CPUE series from the minimum adequate model (with 2021 data, minadq1 an without 2021 data, minadq2) with the original model used by Tascheri (2022).

Table 32. AIC results for the models used for the standardization of the Ling CPUE in the Southern Fishing Unit.

Model	**AIC**
Original	-15096.1
Min. Adqt. Mod. with 2021 data	-16295.9
Min. Adqt. Mod. without 2021 data	-16320.7

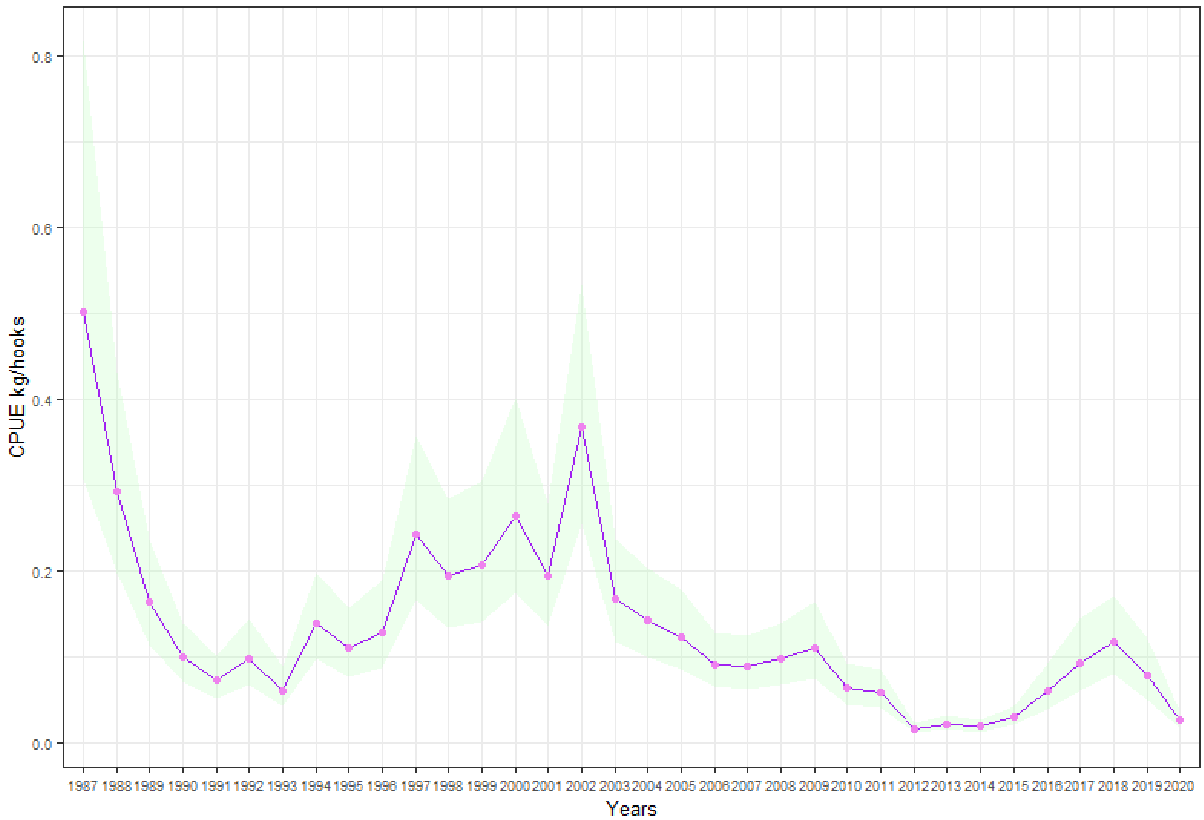


Figure 83. Ling CPUE series extracted from the minimum adequate model without data from 2021.

Regarding the second approach for the standardization of Ling CPUE, we used the following model (no 2021 data) that includes interactions (except year interactions), uses the logarithm of the catch as the response variable, a normal link, and the fishing effort as offset:

$$log(catch) = \beta_1 year + \beta_2 month + \beta_3 vessel + \beta_4 latitude + \beta_5 longitud + \beta_6 month{:}\, vessel + \beta_7 month{:}\, latitud + \beta_8 month{:}\, longitud + \beta_9 vessel{:}\, latitud + \beta_{10} vessel{:}\, longitud + \beta_{11} latitud{:}\, longitud + offset(effort) + \varepsilon$$

Last equation was implemented in R as follows:

```
modelo1 <- glm(log(congrio)~year + month + nvessel + latitude + longitude + month:nvessel +
        month:latitude + month:longitude + nvessel:latitude + nvessel:longitude +
        latitud:longitude + offset(log(effort)), family = gaussian,data=datos1)
```

The model selection process is summarized below (Table 33). The minimum adequate model once again included only interactions. The minimum adequate model and its implementation are shown below:

log(catch)= $\beta_1 year + \beta_2 month{:}\, vessel + \beta_3 month{:}\, latitud + \beta_4 month{:}\, longitud + \beta_5 vessel{:}\, latitud + \beta_6 vessel{:}\, longitud + offset(effort) + \varepsilon$

```
minadq_3 <- glm(log(congrio)~year + month:nvessel + month:latitude + month:longitude +
         nvessel:latitude + nvessel:longitude + offset(log(effort)),
       family = gaussian, data=datos1)
```

Parameter estimates and standard errors are shown below (Table 21). All parameter estimates were significant. A comparison of the CPUE series from the analyzed options is below (Figure 84). The three series have similar temporal trends. However, the three CPUE series present broader differences from 1988 to 2009. From 2010 to 2020, values from the three CPUE series are closer (Figure 84). The Ling CPUE series and its uncertainty extracted from the minimum adequate model with log(catch) and fishing effort as offset is shown below (Figure 85).

Table 33. Model process selection for the model with log(catch) as response variable and fishing effort as offset.

Predictor	P-value	Result
Latitud:longitud	0.07452	Drop
nvessel:longitud	< 2.2e-16	Keep
nvessel:latitud	< 2.2e-16	Keep
month:longitud	0.0002212	Keep
month:latitud	3.246e-16	Keep
month:nvessel	< 2.2e-16	Keep
longitud	Same deviance	Drop
latitud	Same deviance	Drop
nvessel	Same deviance	Drop
month	Same deviance	Drop

Table 34. Parameter estimates and their standard errors for the levels of the factor year used to estimate the standardized CPUE series for Ling in the Southern Fishing Unit.

	Estimate	Std. Err.	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	3.46E+01	6.62E+00	5.219	1.85E-07	***
year1988	-5.22E-01	2.15E-01	-2.429	0.015174	*
year1989	-9.64E-01	2.10E-01	-4.6	4.30E-06	***
year1990	-1.62E+00	2.00E-01	-8.064	8.67E-16	***
year1991	-1.95E+00	2.05E-01	-9.51	< 2.00E-16	***
year1992	-1.51E+00	2.18E-01	-6.908	5.39E-12	***
year1993	-2.07E+00	2.16E-01	-9.563	< 2.00E-16	***
year1994	-1.47E+00	2.10E-01	-6.969	3.50E-12	***
year1995	-1.76E+00	2.11E-01	-8.357	< 2.00E-16	***
year1996	-1.47E+00	2.25E-01	-6.519	7.62E-11	***
year1997	-6.78E-01	2.22E-01	-3.05	0.002299	**
year1998	-9.19E-01	2.17E-01	-4.243	2.24E-05	***
year1999	-1.01E+00	2.23E-01	-4.506	6.71E-06	***
year2000	-6.32E-01	2.37E-01	-2.67	0.007597	**
year2001	-9.37E-01	2.12E-01	-4.42	1.00E-05	***
year2002	-4.58E-01	2.17E-01	-2.108	0.035067	*
year2003	-1.17E+00	2.10E-01	-5.563	2.75E-08	***
year2004	-1.45E+00	2.08E-01	-6.979	3.27E-12	***
year2005	-1.35E+00	2.14E-01	-6.312	2.93E-10	***
year2006	-1.73E+00	2.07E-01	-8.359	< 2.00E-16	***
year2007	-1.72E+00	2.06E-01	-8.346	< 2.00E-16	***
year2008	-1.71E+00	2.10E-01	-8.129	5.14E-16	***
year2009	-1.73E+00	2.24E-01	-7.729	1.25E-14	***
year2010	-2.23E+00	2.20E-01	-10.166	< 2.00E-16	***
year2011	-2.09E+00	2.37E-01	-8.818	< 2.00E-16	***
year2012	-3.76E+00	2.08E-01	-18.079	< 2.00E-16	***
year2013	-3.49E+00	2.08E-01	-16.779	< 2.00E-16	***
year2014	-3.71E+00	2.18E-01	-17.043	< 2.00E-16	***
year2015	-3.10E+00	2.11E-01	-14.661	< 2.00E-16	***
year2016	-2.19E+00	2.40E-01	-9.126	< 2.00E-16	***
year2017	-1.85E+00	2.43E-01	-7.597	3.45E-14	***
year2018	-1.69E+00	2.23E-01	-7.574	4.11E-14	***
year2019	-2.14E+00	2.45E-01	-8.742	< 2.00E-16	***
year2020	-3.11E+00	2.12E-01	-14.683	< 2.00E-16	***

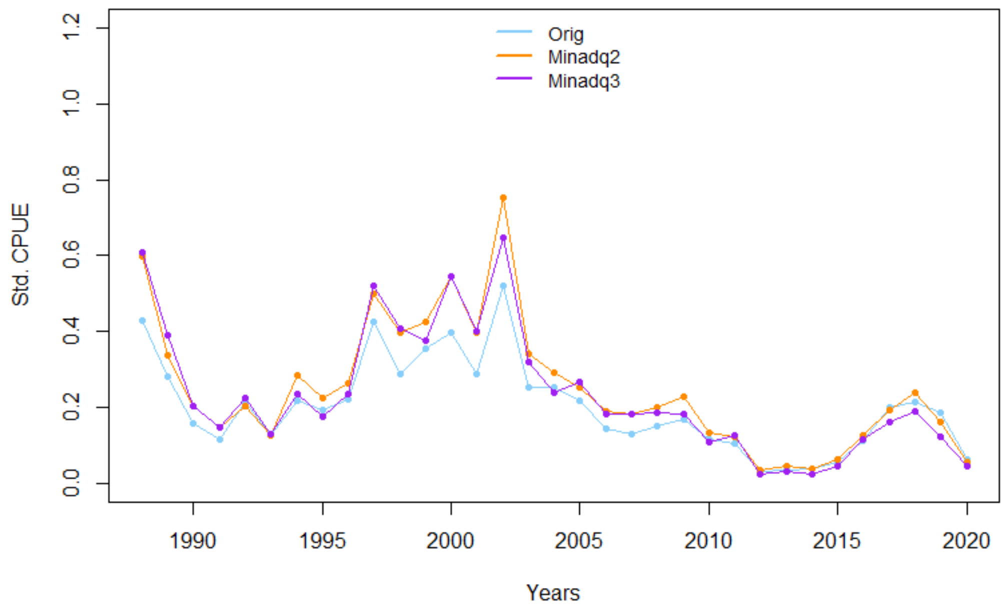


Figure 84. Comparison of three CPUE series for Ling in the Southern Fishing Unit. Orig-Original Model proposed by Tascheri (2022), Minadq2-minimum adequate model with gamma errors and log link, Minadq3-minimum adequate model with log(catch) as response variable, fishing effort as offset, normal errors, and identity link.

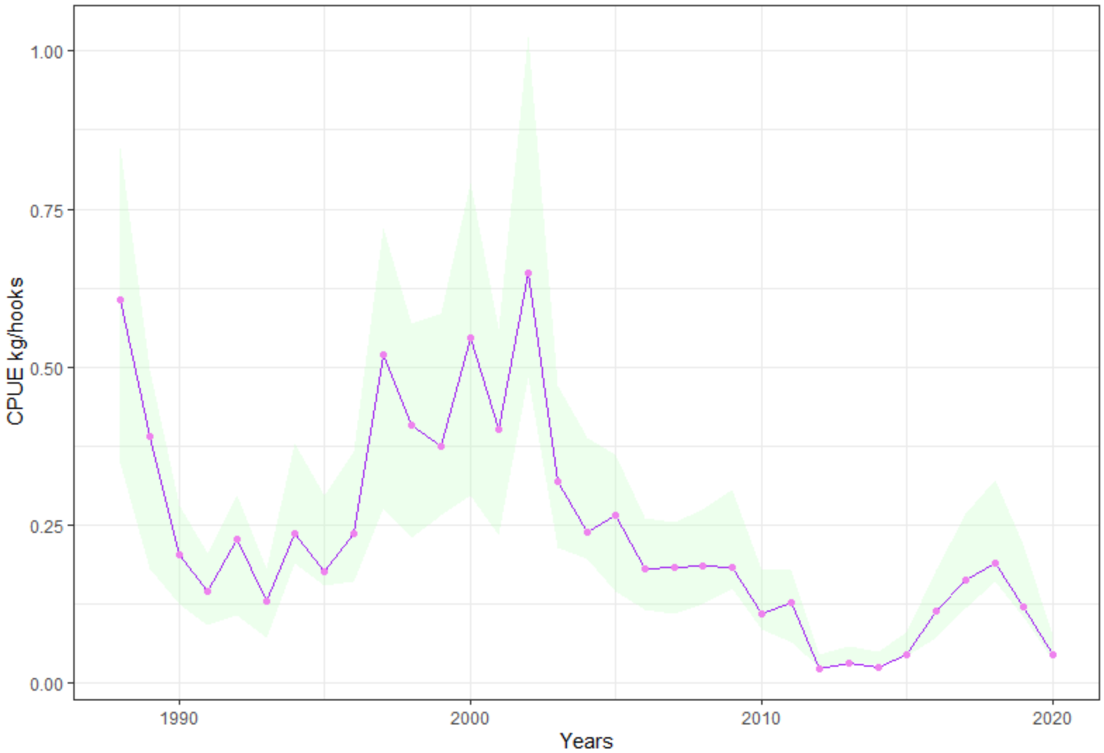


Figure 85. Ling CPUE series and its uncertainty extracted from the minimum adequate model with log(catches) as response variable and fishing effort as offset.

The last approach was to build a full model containing all interactions and the factor year as fixed effects. On the other hand, the model included the year interactions as random effects. This model was implemented in R with the function *lmer* from the package *lme4* as follows:

```
model1r <- lmer(log(congrio)~year + month:nvessel + month:latitud +
        month:longitud + nvessel:latitud + nvessel:longitude + (1|year:month) +
        (1|year:nvessel) + (1|year:latitud) + (1|year:longitud) +
        offset(log(effort)), data=datos1)
```

The parameter estimates and their standard errors are shown below (Table 35). A comparison of all models analyzed is found below (Figure 86). The CPUE series derived from the model with random effects presents higher variability and CPUE values. Regarding the AIC, for the two models with gamma errors, the minimum adequate model has the smallest AIC (Table 36). For the models using normal errors, the model with random effects has the smaller AIC. Overall, the minimum adequate model with gamma errors is the one having the smallest AIC (Table 36). The CPUE series and its uncertainty is shown below (Figure 87).

Table 35. Parameter estimates and their standard errors from the model with random effects used to calculate the standardized CPUE series for Ling in the Southern Fishing Unit.

	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	4.07E+01	6.80E+00	5.985
year1988	-1.97E-01	5.93E-01	-0.331
year1989	-4.62E-01	5.74E-01	-0.806
year1990	-1.16E+00	5.43E-01	-2.132
year1991	-1.52E+00	5.43E-01	-2.8
year1992	-1.13E+00	5.65E-01	-2.008
year1993	-1.63E+00	5.60E-01	-2.92
year1994	-1.21E+00	5.67E-01	-2.132
year1995	-1.41E+00	5.63E-01	-2.503
year1996	-1.06E+00	5.76E-01	-1.839
year1997	-4.89E-01	6.05E-01	-0.808
year1998	-7.34E-01	5.83E-01	-1.258
year1999	-5.64E-01	5.89E-01	-0.957
year2000	-3.06E-01	6.03E-01	-0.507
year2001	-1.10E+00	5.77E-01	-1.908
year2002	2.80E-02	5.87E-01	0.048
year2003	-9.16E-01	5.81E-01	-1.577
year2004	-1.35E+00	5.70E-01	-2.358
year2005	-1.05E+00	5.91E-01	-1.767
year2006	-1.41E+00	5.70E-01	-2.47
year2007	-1.49E+00	5.70E-01	-2.621
year2008	-1.59E+00	5.76E-01	-2.759
year2009	-1.62E+00	5.91E-01	-2.738
year2010	-1.91E+00	5.83E-01	-3.272
year2011	-1.77E+00	6.07E-01	-2.918
year2012	-3.56E+00	5.86E-01	-6.068
year2013	-2.81E+00	5.89E-01	-4.769
year2014	-3.48E+00	6.42E-01	-5.416
year2015	-2.78E+00	6.33E-01	-4.39
year2016	-2.03E+00	6.82E-01	-2.982
year2017	-1.70E+00	6.35E-01	-2.683
year2018	-2.41E+00	6.42E-01	-3.755
year2019	-1.57E+00	6.48E-01	-2.419
year2020	-2.69E+00	6.25E-01	-4.298

Table 36. Comparison of the Akaike information criterion for the models analyzed to standardize the Ling CPUE series for the Southern Fishing Unit.

Model	AIC
Original	-15096.1
Min. Adqt. Model gamma errors	-16320.7
min. Adqt. Model normal errors	17851.11
min. Adqt. Model normal errors with random effects	16758.73

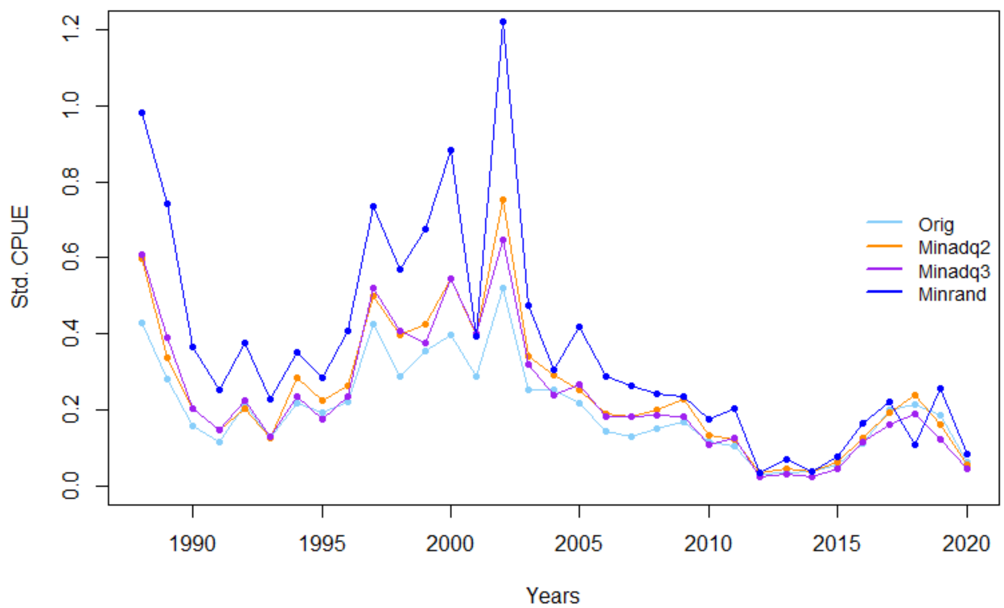


Figure 86. Comparison of the four CPUE series developed for Ling in the Southern Fishing Unit in Chile.

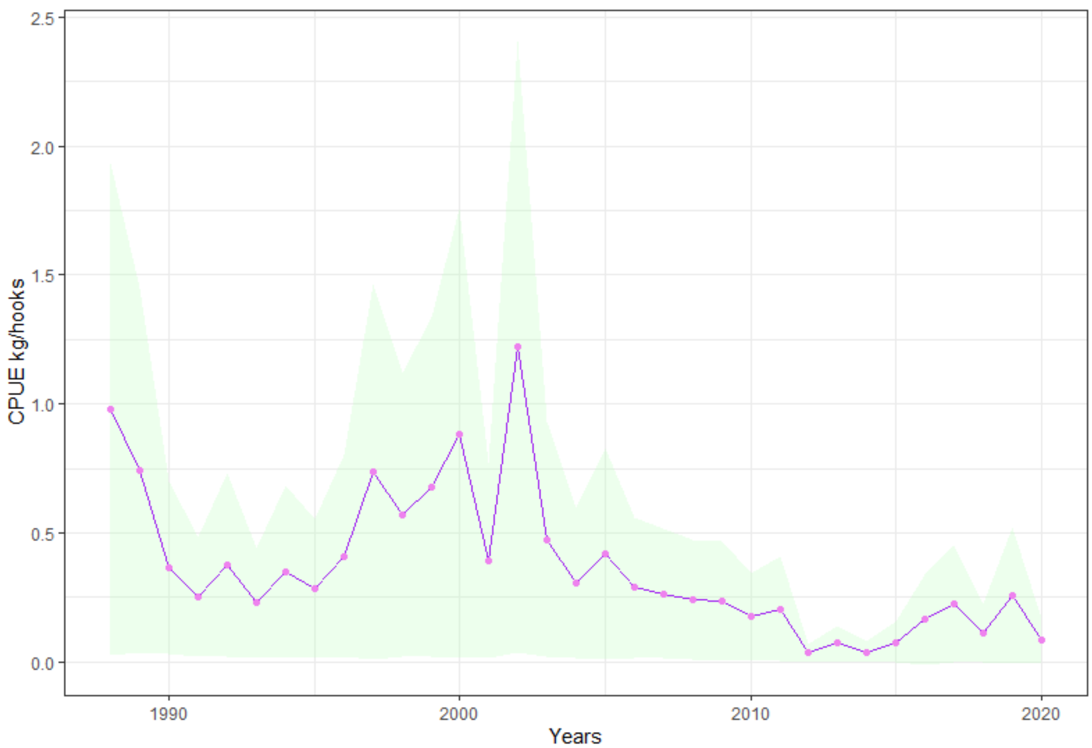


Figure 87. Ling CPUE series and its uncertainty extracted with the minimum adequate model with random effects.

4. Comments on the assessment document structure

For a full assessment, we again provide Annex 2 where elements might be included (as deemed relevant for the scientific committee. For assessment updates, the full assessment should be available and data changes and advice components could be highlighted with a clear illustration of the impacts of new information or (slight) modification of assumptions or model configurations.

5. References

Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, V. Ojeda, T. Peñailillo, R. Gili, C. Vera y H. Robotham. 1986. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Demersales (Peces). 1985. Zona Sur Austral. Estado de Situación del Recurso. CORFO-IFOP. 143 p.

Aguayo, M., I. Paya, C. Vera, V. Ojeda, I. Céspedes y J. Donoso. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Pesquerías demersales "Peces" zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP. 83 p.

Aguayo, M., I. Céspedes, I. Paya, E. Figueroa, V. Ojeda, y L. Muñoz. 1993. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1992. Pesquerías demersales "Peces" zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP. 64 p.

Aguayo, M., Payá, I., Céspedes, R., Miranda, H., Catasti, V., Lillo, S., Gálvez, P., Adasme, L., Balbontín, F., and R. Bravo. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Proyecto FIP 99-15:114

Annala, J.H. (comp.). 1994. Report from the Fishery Assessment Plenary, May 1994: stock assessments and yield estimates. Unpublished report held in MAF Fisheries Greta Point library, Wellington. 242 p.

Avilés, S., Aguayo, M., Inostroza, F., y Cañón, J. (1979). Merluza de cola. Estado actual de las principales pesquerías nacionales. (Bases para un desarrollo pesquero. Peces).Valparaíso. Instituto de Fomento Pesquero.

Bahamonde, N., and C. Zavala. 1981. Food and feeding habits of the Chilean hake, Genypterus blacodes Schneider 1801, in central Chile. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 9, 97-106.

Baker, L. L., R. Wiff, J. C. Quiroz, A. Flores, R. Céspedes, M.A. Barrientos, V. Ojeda and C. Gatica. 2014. Reproductive ecology of the female pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*): evaluating differences between fishery management zones in the Chilean austral zone Environmental Biology of Fishes. 97(10): 1083-1093.

Butterworth, D.S., J.N. Ianelli, and R. Hilborn. 2003. A statistical model for stock assessment of southern bluefin tuna with temporal changes in selectivity. Afr. J. mar. Sci. 25: 331-361.

Capurro, L. 1979. La flota pesquera del sur de Chile. Santiago: Universidad Católica de Chile, Instituto de Sociología.

Céspedes, R., L. Adasme, M, Nilo, E. Palta, V. Ojeda, M. Montecinos, V. Espejo, Z. Young, L. Muñoz ,F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid y L. Chong. 2003. Investigación situación pesquería demersal zona sur austral. 2002. Informe Final. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales. IFOP-SUBPESCA. 224 p.

Céspedes, R., Ojeda, V., Hidalgo, H., Muñoz, L., San Juan, R. y Chong, L. 2021. Informe Técnico Final Convenio Desempeño 2020. Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección V: Pesquería de Merluza de cola, 2020. Subsecretaría de economía y EMT. Valparaíso. Instituto de Fomento Pesquero.

Chong, J. and M. Aguayo. 1990. Determinación de edad y estimación de los parámetros de crecimiento del congrio dorado, *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801) (Osteichyes, Ophidiidae) en el Pacífico Sur Oriental. Biología Pesquera, 19: 55-67.

Chong, J. 1993. Ciclo de madurez sexual del congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en la zona de la pesquería sur-austral. Estudio complementario a captura total permisible del recurso merluza del sur en aguas interiores, 1991. Informe Técnico IFOPSUBPESCA.

Correa, V. M. 1985. Análisis y evaluación económica de la actividad desarrollada por buques fábrica en Chile al sur del paralelo 43° S. Tésis para optar al título de Ingeniero Pesquero. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Cs. Del Mar. 116 p.

FAO. 1999. The state of world fisheries and aquaculture 1998. Rome. ISBN 92-5-104187-3. 114 p.

Flores, A., R. Wiff, D. I. Brown, D. and S. Larrea-Meza. 2020. Reproductive traits of female of pink cusk-eel (Genypterus blacodes Schneider, 1801) in the fjords of the Chilean Patagonia Estuarine, Coastal and Shelf Science, Elsevier BV, 2020.

Fournier, D. and C. P. Archibald. 1982. A general theory for analyzing catch at age data. Can. J. Fish. Aq. Sci. 39: 1195-1207.

Fournier, D.A., J.R. Sibert, J. Majkowski, and J. Hampton. 1990. MULTIFAN a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency samples with an application to southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47:301-317

Francis, R.I.C.C. 1992. Use of risk analysis to assess fishery management strategies: a case study using orange roughy (Hoplostethus atlanticus) on the Chatham Rise, New Zealand. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 922-930.

Greiwank, A., and G.F. Corliss (eds.) 1991. Automatic differentiation of algorithms: theory, implementation and application. Proceedings of the SIAM Workshop on the Automatic Differentiation of Algorithms, held Jan. 6-8, Breckenridge, CO. Soc. Indust. And Applied Mathematics, Philadelphia.

Hilborn, R., and Walters, C.J. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York.

Horn, P. L. 1993. Growth, age structure, and productivity of ling, *Genypterus blacodes* (Ophidiidae) in New Zealand waters. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 27: 385-397.

Hureau, J.-C. 1991. La base de données GICIM : Gestion informatisée des collections ichthyologiques du Muséum. p. 225-227. In Atlas Préliminaire des Poissons d'Eau Douce de France. Conseil Supérieur de la Pêche, Ministère de l'Environnement, CEMAGREF et Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.

Ianelli, J.N. and D.A. Fournier. 1998. Alternative age-structured analyses of the NRC simulated stock assessment data. In Restrepo, V.R. [ed.]. Analyses of simulated data sets in support of the NRC study on stock assessment methods. NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-30. 96 p.

Ianelli, J.N., T. Honkalehto, S. Barbeaux, S. Kotwicki, B. Fissel, and K. Holsman, 2016. Assessment of the walleye pollock stock in the Eastern Bering Sea, pp. 51-156. In Stock assessment and fishery evaluation report for the groundfish resources of the Bering Sea/Aleutian Islands regions for 2017. North Pacific Fishery Management Council, Anchorage, AK. Available

Kailola, P.J., M.J. Williams, P.C. Stewart, R.E. Reichelt, A. McNee and C. Grieve. 1993. Australian fisheries resources. Bureau of Resource Sciences, Canberra, Australia. 422 p.

Kimura, D.K. 1988. Stock-recruitment curves as used in the stock-reduction analysis model. ICES Journal of Marine Science 44(3):253:258. DOI:10.1093/icesjms/44.3.253

Kimura, D.K. 1990. Approaches to age-structured separable sequential population analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47:2364-2374.

Lillo, S., Molina, E., Ojeda, V., Céspedes, R., Muñoz, L., Hidalgo, H., Hunt, K., Adasme, L., Balbontín, F., Bravo, R., Rojas, M., Meléndez, R. y Saavedra, A. (2009). Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona austral, año 2008. (Informe Final, FIP 2008-11). Valparaíso. Instituto de Fomento Pesquero.

Maunder, M. N., and A. E. Punt. 2004. Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. Fisheries Research 70 (2004) 141-159.

Mcallister, M.K., and Ianelli, N.J. 1997. Bayesian stock assessment using catch-age data and the sampling-importance resampling algorithm. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 284–300.

Nielsen, J.G., D.M. Cohen, D.F. Markle and C.R. Robins. FAO. 1999. species catalogue. Volume 18. Ophidiiform fishes of the world (Order Ophidiiformes). An annotated and illustrated catalogue of pearlfishes, cusk-eels, brotulas and other ophidiiform fishes known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 18. Rome, FAO. 178p., 136 figs.

Niklitschek, E., Secor, H., Toledo, P., Valenzuela, X., Cubillos, L., y Zuleta, A. 2013. Nursery systems for Patagonian grenadie off Western Patagonia: large inner sea or narrow continental shelf?. ICES J. of Mar. Sci., doi. 10.1093/icesjms/fst129

Paredes, F., and R. Bravo. 2005. Reproductive cicle. Size at first maduration and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes*, in Chile. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 39: 1085-1096.

Parma, A.M. 1993. Retrospective catch-at-age analysis of Pacfic halibut: implications on assessment of harvesting policies. In Proceedings of the International Symposium on Management Strategies of Exploited Fish Populations. Alaska Sea Grant Rep. No. 93-02. Univ. Alaska Fairbanks

Pelletier, D. and J. Ferraris. 2000. A multivariate approach for defining fishing tactics from commercial catch and effort data. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 57: 51-65.

Pequeño, G. 1989. Peces de Chile. Lista sistematica revisada y comentada. Rev. Biol. Mar., Valparaiso 24(2):1-132.

Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortes and M. Arriaza. 1997. Interacciones tróficas de recursos demersales en la zona sur austral. Informes Técnicos FIP, FIP/IT Nº 94- 32.

Press, W.H., S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery. 1992. Numerical Recipes in C. Second Ed. Cambridge University Press. 994 p.

Renzi, M. F. 1986. Food and feeding habits of *Genypterus blacodes* (Schneider) (Ophidiidae) off the Argentine coast. Fisheries Research, 4(1-2), 75-90.

Schnute, J.T. 1994. A general framework for developing sequential fisheries models. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51:1676-1688.

Schnute, J. T., and L. J. Richards. 1995. The influence of error on population estimates from catch-age models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 52(10): 2063-2077.

Smith, P. J., and R. I. C. C. Francis. 1982. A glucosephosphate isomerase polymorphism in New Zealand ling *Genypterus blacodes*. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry, 73(3), 451-455.

Stevenson, M.L. 2004. Trawl survey of the west coast of the South Island and Tasman and Golden Bays, March-april 2003 (KAH0304). New Zealand Fisheries Assessment Report 2004/4. 69 p.

SUBPESCA, Subsecretaria de Pesca y Acuicultura Subpesca. 2005. Informe Consolidado de Pesca y Acuacultura, 2004

SUBPESCA, Subsecretaria de Pesca y Acuicultura Subpesca. 2006. Informe Consolidado de Pesca y Acuacultura, 2005

Tascheri, R., J. Sateler, V. Ojeda, J. Olivares. R. Gili, R. Bravo, C. Vera, C. Montenegro, M. González,J. Merino y J. González. 2002. Investigación situación pesquería demersal zona centro – sur, 2001. Informe Final. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales. SUBPESCA – IFOP 316 p.

Ward, R. D., Appleyard, S. A., Daley, R. K., and A. Reilly. 2001. Population structure of pink ling (*Genypterus blacodes*) from south-eastern Australian waters, inferred from allozyme and microsatellite analyses. Marine and Freshwater Research, 52: 965-973.

Wiff, R., Ojeda, V., and J. C., Quiroz. 2007. Age and growth in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*) off the Chilean austral zone: evaluating differences between management fishing zones. Journal of Applied Ichthyology, 23: 270-272.

Wiff, R., and J. C. Quiroz. 2011. Convenio investigación del estatus y evaluación de estrategias de explotación sustentables 2011 en las principales pesquerías chilenas. Actividad 3: Peces demersales. Congrio dorado 2011. Informe final. Subsecretaria de Pesca. 69 p.

Withell, A. F., and J. W. J. Wankowski. 1989. Age and growth estimates for pink ling, *Genypterus blacodes* (Schneider), and gemfish, Rexea solandri (Cuvier), from eastern Bass Strait, Australia. Journal Marine and Freshwater Research, 40, 215 226.

Young, Z., Chong, J., Robotham H., Gálvez, P., y González, H. 1998. Análisis de la pesquería de merluza de cola en la zona sur austral. (FIP 96-37. Informe Final). Valparaíso. Instituto de Fomento Pesquero.

Zuleta, A. 1979. Análisis del desarrollo de la actividad pesquera generada a partir del D.L. 500. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero. 58 p.

Annex 1. Workshop schedule

Día 1 (Mejoramiento de merluza de cola)

Hora	Actividad	Relator
9.00-9.30	Bienvenida y presentación de taller y objetivos	Claudio Gatica (Jefe Proyecto)
9.30-10.00	Aspectos logísticos y de contenido Taller 2	Dr. Cristian Canales (Dirección Taller)
10.20-11.00	Principales consideraciones para propuesta de Modelo en merluza de cola basado en T1	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
11.00-11.30	Consultas y/o aclaraciones	-
11.30-11.45	Coffee brake	
12.50-13.30	Modelo(s) bases, estructura y datos.	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
13.30-14.30	Pausa Almuerzo	
14.45-16.00	Presentación de modelo (s) base y principales resultados.	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
	Estimaciones poblacionales Ajustes Test diagnósticos PBR Estatus	
16.15-17.20	Sensibilidad del modelo(s) a cambios en datos de entrada y/o modelo conceptual	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
17.30-18.25	Discusión general /consultas	Dr. Cristian Canales

Dia 2 (Mejoramiento en merluza de cola)

Hora	Actividad	Relator
9.00-9.30	Resumen de día 1 (Modelo base merluza cola)	C. Canales (director)
9.40-10.40	Identificación de mejoras en información de entrada al modelo(s) a partir de resultados y diagnósticos	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
10.40-11.00	Discusión y consultas	Dr. Cristian Canales
11.00-11.20	Pausa Cafe	
11.30-12.15	Análisis comparativo de modelo base revisión y modelo propuesto por expertos	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
12.30-13.15	Discusión y consultas	Dr. Cristian Canales
13.30-14.30	Pausa Almuerzo	
14.45-16.00	Estatus del recurso acorde a modelo base seleccionado(s)	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
Pausa café		
16.30-17.20	Discusión y cierre	Participantes

DIA 3 (Mejoramiento en congrio dorado)

Hora	Actividad	Relator
9.00-9.30	Bienvenida y presentación de taller y objetivos	Claudio Gatica (Jefe Proyecto)
9.30-10.00	Aspectos logísticos y de contenido Taller 2	Dr. Cristian Canales (Dirección Taller)
10.20-11.00	Principales consideraciones para propuesta de Modelo en merluza de cola basado en T1	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
11.00-11.30	Consultas y/o aclaraciones	-
11.30-11.45	Coffee brake	
12.50-13.30	Modelo(s) bases, estructura y datos.	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
13.30-14.30	Pausa Almuerzo	
14.45-16.00	Presentación de modelo (s) base y principales resultados.	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
	Estimaciones poblacionales Ajustes Test diagnósticos PBR Estatus	
16.15-17.20	Sensibilidad del modelo(s) a cambios en datos de entrada y/o modelo conceptual	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
17.30-18.25	Discusión general /consultas	Dr. Cristian Canales

DIA 4 (Mejoramiento en congrio dorado)

Hora	Actividad	Relator
9.00-9.30	Resumen de día 1 (Modelo base merluza cola)	C. Canales (director)
9.40-10.40	Identificación de mejoras en información de entrada al modelo(s) a partir de resultados y diagnósticos	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
10.40-11.00	Discusión y consultas	Dr. Cristian Canales
11.00-11.20	Pausa Cafe	
11.30-12.15	Análisis comparativo de modelo base revisión y modelo propuesto por expertos	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
12.30-13.15	Discusión y consultas	Dr. Cristian Canales
13.30-14.30	Pausa Almuerzo	
14.45-16.00	Estatus del recurso acorde a modelo base seleccionado(s)	Dr. J. Ianelli y Dr. J. Jurado-Molina.
Pausa café		
16.30-17.20	Discusión y cierre	Participantes

Annex 2. Example outline of a “full” stock assessment document

Title page and list of preparers

Executive Summary

1. Stock: species/area.
2. Catches: trends and current levels.
3. Data sources
4. Stock biomass
5. Recruitment
6. Management performance
7. Provide the basis for the catch advice
8. A summary of the results of any rebuilding analyses: table showing the year by which rebuilding is expected to occur, the rebuilding period, the catch for the next fishing year and probability of recovery to the proxy for B_{MSY} for a range of harvest strategies (including one for which the probability of recovery within the rebuilding period is 0.5).

A. Summary of major changes

1. Changes (if any) to the management of the fishery.
2. Changes to the input data (e.g. specify any new data sources and which data sources have been updated).
3. Changes (if any) to the assessment methodology.
4. Changes to the assessment results

B. Responses to review comments

C. Introduction

1. Scientific name.
2. Description of general distribution (including a map, showing the stock boundary and, if possible, the actual distribution).
3. Evidence of stock structure, if any.
4. Description of life history characteristics relevant to stock assessments (e.g., special features of reproductive biology).
5. Brief summary of management history. Brief description of the annual harvest strategy. All parameters for stocks with an approved harvest strategy should be provided in tables in both t and million lb.
6. Summary of the history of the basis and estimates B_{MSY} or B_{MSYPROXY}
7. Brief history of the target fishery for the stock, including a) periods of opening/closure of the fishery, b) revisions in harvest policy, and c) changes in access to the fishery.

D. Data (Items in this section should be presented primarily in tabular form.)

1. Summary of new information (the section should essentially repeat the information provided)
2. Data which should be presented as time series, separately by sex and, depending on the assessment
   a. Total catch, partitioned by strata used in the assessment model, if any.
   b. Information on bycatch and discards. Non-retained catches and discards should ideally be reported using the categories in Table 4 to this document (the table header should specify the mortality rates applied to discards and bycatch, and whether the values in the table have had these mortality rates applied or not).

c. Catch-at-length (with sample sizes) for fisheries, bycatch, discards, and surveys. For surveys include all known surveys that catch crab.
d. Survey biomass estimates (with measures of uncertainty).
e. Survey catch-at-length (with sample sizes), as appropriate.
f. Catch-per-unit effort time-series (if used in the assessment) and how the data were standardized with diagnostics tables/plots.
g. Other time series data (e.g., predator abundance, fishing effort, tagging data).

3. Data which may be aggregated over time:
   a. Growth-per-molt; frequency of molting, etc. (by sex and perhaps maturity state).
   b. Weight-at length or weight-at-age (by sex).
4. Information on any data sources that were available, but were excluded from the assessment.

E. Analytic Approach

1. *History of modeling approaches for this stock*

a. Summarize review comments from past reviews and sequentially address how those comments have been considered.

b. Provide a summary (table or bulleted list) describing model changes over time since the model was first accepted for use in the assessment.

2. *Model Description*

a. Description of overall modeling approach (e.g., age-/size-structured versus biomass dynamic, maximum likelihood versus Bayesian). If the model has not been published in its current form, its equations should be listed in full in an appendix. If there is a technical appendix, items b-f below should be included in the appendix, and only a short description of the model and its estimation scheme needs to be included in this section. Specify when the fishery is assumed to occur and, if necessary, provide a table which lists the assumed time of the fishery for each year of the assessment periods.
b. Reference software used (e.g., Synthesis, AD Model Builder).
c. Description of all likelihood components.
d. Description of how the state of the population at the start of the first year of the assessment period is determined and the size-range that the model covers.
e. Parameter estimation framework:
   i. List all of the parameters which are estimated outside of the assessment (e.g., the natural mortality rate, parameters governing the maturity schedule), along with how the values for these parameters were estimated (methods do not necessarily have to be statistical, e.g., *M* could be estimated by referencing a previously published value).
   ii. List all of the parameters that are estimated conditionally on those described above (e.g., full-selection fishing mortality rates, parameters governing the survey and fishery selectivity schedules, recruitments) and indicate any bounds and/or priors placed on these parameters and whether the parameter estimate is within x% of the bound.
   iii. List any constraints imposed on the estimated parameters (including penalties on recruitment and selectivity).
   iv. The default for average recruitment should include the entire time series. Justifications for including fewer years should be provided along with model runs of both the full and truncated time series.
f. Definition of model outputs
   i. Biomass measures (e.g., biomass of animals 50 mm and larger). Indicate the assumed time of mating and that of the fishery.
   ii. Recruitment (e.g., number of males and females in the 50-55 mm size-class).

iii. Fishing mortality (e.g., full-selection F multiplied by selectivity for lengths 80 mm and above). Whether fishing mortality is an exploitation rate or an instantaneous rate should be reported in table headers and the text. The ideal is to report "fishing mortality" as the fully-selected instantaneous fishing mortality rate at the time of the fishery to enhance comparability amongst stock assessments.

g. Critical assumptions and consequences of assumption failures (for example, highlight assumptions regarding M, q, and selectivity, to which assessments are often very sensitive).
h. Changes to any of the above since the previous assessment.
i. Outline of methods used to validate the code to implement the model and whether the code is available.

3. *Model Selection and Evaluation*

a. Describe alternative model configurations
b. Show a progression of results from the previous assessment to the preferred base model
c. Provide evidence of search for balance between realistic (but possibly over-parameterized) and simpler (but unrealistic) models
d. Provide convergence status and convergence criteria for the base-case model
e. Provide a table (or plot) of the sample sizes assumed for the compositional data, e.g.,
    i. the number of animals actually measured;
    ii. a fixed constant (e.g., 500);
    iii. the application of bootstrapping approaches (e.g., Folmer and Pennington, 2000);
    iv. as for i and iii, with a maximum imposed on the input sample size
f. Provide the basis for data weighting, including whether the input effective sample sizes are tuned and the survey CV adjusted.
g. Do parameter estimates for all models make sense and are they credible?
h. Describe criteria used to evaluate the model or to choose among alternative models, including the role (if any) of uncertainty.
i. Show residual analysis (e.g., residual plots, time series plots of observed and predicted values, or other approaches). Note that residual analysis is expected for the base-case model below.
j. Show evaluation of the model, if only one model is presented, or evaluation of alternative models and selection of a final model, if more than one model is presented.

4. *Results*

a. All tables and figures should be labeled in numerical order (i.e., 1, 2, 3, etc.) and included in the document in sequentially numbered pages.
b. List effective sample sizes, the weighting factors applied when fitting the indices, and the weighting factors applied to any penalties.
c. Include a table showing differences in likelihood.
d. Include tables of estimates (all quantities should be accompanied by confidence intervals or other statistical measures of uncertainty, unless infeasible; include estimates from previous SAFEs for retrospective comparisons), including:
    i. All parameters (include recruitments, selectivity parameters, any estimated growth parameters, catchability, etc.).
    ii. Abundance and biomass time series, including spawning biomass
    iii. Recruitment time series (including average recruitment).
    iv. Time series of catch divided by spawning biomass
e. Include graphs of estimates (all quantities should be accompanied by confidence intervals or other statistical measures of uncertainty, unless infeasible), including:
    i. Fishery and survey selectivities
    ii. Estimated full-selection F over time.

iii. Fit of a stock-recruitment relationship, if feasible.

f. Show evaluation of the fit to the data. Model fits should be represented by a solid line while population estimates should be represented by a dotted line. Estimated confidence intervals should be provided on the fit (results for the models [1-3] included in the document should be plotted together to assist with comparisons between estimates).
    i. Graphs of the fits to observed and model-predicted catches (retained catch and discards), including model-predicted catches and discards for all years to allow discards to be inferred for years for which data are not available.
    ii. Graphs of model fits to survey numbers (include confidence intervals for the data and model predictions).
    iii. Graphs of model fits to catch proportions by length (e.g., using bubble and/or line plots).
    iv. Graphs of model fits to survey proportions by length (e.g., using bubble and/or line plots).
    v. Marginal distributions for the fits to the compositional and tagging data.
    vi. Plots of implied versus input effective sample sizes and time-series of implied effective sample sizes.
    vii. Tables of the root-mean-square errors (RMSEs) for the indices and a comparison with the assumed values for the coefficients of variation assumed for the indices.
    viii. Quantile-quantile (q-q) plots and histograms of residuals (to the indices and compositional data) to justify the choices of sampling distributions for the data.

g. Include retrospective and historical analyses
    i. Retrospective analysis of the key management parameter
    ii. Historical analysis (plot of actual estimates from current and previous assessments).

h. Include uncertainty and sensitivity analyses
    i. The best approach for describing uncertainty depends on the situation. Possible approaches (not mutually exclusive) include:
        - Sensitivity analyses (tables or figures) that show ending biomass levels, over fishing limits OFLs, and/or likelihood component values obtained while systematically varying (e.g., halving and doubling) the emphasis factors for each type of data (and penalty) in the model.
        - Likelihood profiles for parameters or biomass levels.
        - CVs for biomass or OFL estimated by bootstrap, the delta method, or Bayesian methods.
        - Subjective appraisal of the magnitude and sources of uncertainty.
        - Retrospective and historical analyses (see above).
        - Comparison of alternate models and or assumptions (i.e., model structure uncertainty, as evaluated in Section E.3 of this document).
    ii. It is important that some qualitative or quantitative information about relative probability be stated if a range of model runs (e.g., based on CV's or alternative assumptions about model structure or recruitment) is used to depict uncertainty. It is important to state that all scenarios (or all scenarios between the bounds depicted by the runs) are equally likely if no statements about relative probability can be made.
    iii. Simulation results.

i. Examine retrospective patterns in estimation of recruitment deviations using squid plots. Do not include the last year in average recruitment calculations.

j. Conduct 'jitter analysis' that involves randomly adjusting all of the initial values (by ~10%), re-running the model fitting process, and recording the resulting likelihood and OFLs or terminal MMB.

5. *Stock projections*

Include a table of 5-year projections of stock abundance and fishery yields for the author's recommended model run with the following setup:

a. Projections should be based on an average fishing mortality from the last five years, with the exception of a linear extrapolation of fishing mortality for stocks with a declining trend.
b. Recruitment should be bootstrapped from historical recruitments from the period used for status determination of that stock, or for stocks with years of recent low recruitment, a shorter time period reflecting that lower recruitment level.
c. Initiate projections using either the maximum likelihood estimates (MLEs) from the recommended model or from MCMC draws from that model.
d.

F. Calculation of catch advice.

G. Data Gaps and Research Priorities

Identify information which could feasibly be collected and analyses which should be undertaken to improve the assessment. Ideally, data collection and analysis needs should be listed in priority order.

H. Ecosystem Considerations

New products have been developed to provide indicators of environmental and ecosystem conditions

Ecosystem Effects on the Stock

1. Prey availability/abundance trends (historically, in the present, and in the foreseeable future). These prey trends could affect growth or survival of a target stock.
2. Predator population trends (historically, in the present, and in the foreseeable future). These trends could affect stock mortality rates over time.
3. Changes in habitat quality (historically, in the present, and in the foreseeable future).
4. …

Fishery Effects on the Ecosystem

The following factors should be discussed:

1. Fishery-specific contribution to bycatch, marine mammals, birds, and other sensitive non-target species (including top predators such as sharks)
2. Fishery-specific concentration of target catch in space and time relative to predator needs in space and time (if known) and relative to spawning components.
3. Fishery-specific effects on amount of large-size target crab.
4. Fishery-specific contribution to discards and offal production.
5. Fishery-specific effects on size at maturity and fecundity of the target species.

I. Literature Cited