

INFORME FINAL

FIP N° 2014-02

**“PROGRAMA ANUAL DE REVISIÓN EXPERTA A LA ASESORÍA
CIENTÍFICA DE LAS PRINCIPALES PESQUERÍAS NACIONALES,
AÑO 2014: CONGRIO DORADO (*Genypterus blacodes*) Y ANCHOVETA
CENTRO SUR (*Engraulis ringens*)”**



UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

FEBRERO 2016

COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO

Agencia Nacional.

Composición del equipo de trabajo y sus principales funciones durante la ejecución del proyecto.

Profesional	Grado	Actividades
Billy Ernst E.	Ph. D. in Fisheries	Jefe Proyecto, coordinación general del proyecto, reuniones consultivas y talleres, pre-procesamiento de bases de datos, revisión de modelos de estimación en ADMB. Traducción de documentos a inglés y castellano. Confección informes.
Francisco Cruz	Santa M. Cs. (c) en Pesquerías	Participación en taller de Revisión. Redacción de Informes.
Nicole Mermoud	M. Cs. (c) en Pesquerías	Redacción de informes. Coordinación de actividades presenciales de revisores internacionales. Recolección y revisión de las bases de datos (depuración).
Pablo Rivara	Biólogo Marino	Redacción de informes. Traducción de documentos.
Milka Rubio	Traductora Bilingüe	Traducción simultánea durante el taller de Valparaíso.
Maria Aguilera	Traductora Bilingüe	Traducción de informes técnicos-

Agencia internacional

Revisores Independientes.

Profesional	Grado	Actividades
Chris Francis.	BS Mathematics	Revisor independiente internacional para congrío dorado y participación en el taller de anchoveta centro sur.
Carryn de Moor	Ph. D. Biomathematics	Revisor independiente internacional para anchoveta centro sur y participación en el taller de congrío dorado.

RESUMEN EJECUTIVO

La División de Administración Pesquera de la Subsecretaría de Pesca de Chile ha identificado la necesidad de instaurar un Programa de Revisión Experta a la Asesoría Científica de las Principales Pesquerías Nacionales. En este sentido, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura ha definido un proceso de revisión experta e independiente enfocado en los recursos anchoveta centro-sur (*Engraulis ringens*) y congrio dorado (*Genypterus blacodes*). Este programa se materializó para los recursos señalados a través de un proyecto FIP, el cual fue adjudicado por concurso público a la Universidad de Concepción, y se ejecutó principalmente durante el año 2015. El taller de Revisión se desarrolló entre los días 7 y 11 de septiembre de 2015. Contó con la participación de los destacados investigadores, la Dra. Carryn de Moor revisora de anchoveta centro-sur y el Sr. Chris Francis revisor del recurso congrio dorado. Este proceso de revisión fue independiente, transparente y basado estrictamente en estándares científicos internacionales. Durante todo el transcurso del proyecto el Instituto de Fomento Pesquero y la Subsecretaría de Pesca mostraron un alto nivel de cooperación, tanto en la voluntad para presentar los trabajos sujetos a evaluación, para realizar los ejercicios de modelación solicitados por los revisores, como para dejar a disposición los datos requeridos en las evaluaciones. La modalidad básica de este proyecto consistió en la definición de los Términos de Referencia de cada revisión, la preparación del material necesario a enviar a los revisores y el desarrollo del taller metodológico de ambos recursos en Valparaíso con la participación de IFOP, SUBPESCA, Universidad de Concepción y representantes de los Comités Científico Técnicos de cada recurso. Posterior al taller los revisores confeccionaron un reporte para cada evaluación de stock por separado, los cuales contiene una serie de recomendaciones técnicas tanto para la anchoveta centro-sur como para congrio dorado, cuyos alcances son de corto, mediano y largo plazo.

Contenido

COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO	2
Agencia Nacional.	2
Agencia internacional.....	2
RESUMEN EJECUTIVO.....	3
OBJETIVOS DEL PROYECTO	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos	6
ANTECEDENTES	7
Antecedentes anchoveta centro-sur	9
Antecedentes congrio dorado	10
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	12
Consideraciones generales	12
Objetivo 1. Poner a disposición de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) expertos internacionales de reconocida trayectoria para la revisión por pares de las pesquerías de congrio dorado (<i>Gerypterus blacodes</i>) en la pesquería demersal sur austral y Anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>) de la zona centro sur.....	13
Objetivo 2. Proveer el soporte administrativo, técnico y logístico necesario para el cumplimiento de todas las actividades contempladas dentro del proceso de revisión experta antes señalado.	15
Aspectos administrativos.....	15
Aspectos técnicos	15
Aspectos logísticos.....	16
Objetivo 3. Disponer al menos un experto nacional en la aplicación de procedimientos de revisión, con dominio del inglés y de las materias técnicas involucradas.....	17
Objetivo 4: Asegurar el total cumplimiento de la agenda definida por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, así como de las tareas y de los resultados de estas revisiones, así como la entrega oportuna de los informes a SUBPESCA, debidamente traducidos al español, cuando corresponda.	18
Coordinación y planificación del proyecto:	18
Recopilación y obtención de información:	18
Análisis de la información.....	19
Preparación, traducción y envío de reportes para revisores	19
Revisión de los modelos e evaluación.....	19
Coordinación y desarrollo taller técnico-metodológico en Valparaíso	19
Envío de reportes técnicos.....	20
Grabación audio-visual del desarrollo del taller.....	20

RESULTADOS.....	21
REPORTE DE LOS REVISORES	21
TALLER DE REVISIÓN EXPERTA.....	22
a) Agenda del taller.....	22
b) Notas.....	35
LISTA DE PARTICIPANTES	43
CONCLUSIONES.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS	48
ANEXO I: REPORTE DE LOS REVISORES DE AMBAS ESPECIES.	48
Reporte de Anchoveta en Ingles.	48
Reporte de Anchoveta en Español.....	117
Reporte de congrio dorado en Ingles.	192
Reporte congrio dorado en español.....	233
ANEXO II: Términos de Referencia (TdR) y Declaraciones de Trabajo de los revisores internacionales.	271
Términos de Referencia (TdR): Congrio Dorado.....	271
Términos de Referencia (TdR): Anchoveta Centro-Sur.....	272
Declaraciones de Trabajo para el Sr. Chris Francis.....	273
Declaraciones de Trabajo para la Dr. Carryn de Moor.....	279
ANEXO III: Cartas de solicitud de datos.	285
ANEXO IV: Actas de reuniones de coordinación.	297
ANEXO V: Documentos entregados a los revisores.	320
ANEXO VI. Listas de asistencia al taller de revisión de anchoveta centro-sur y congrio dorado.....	325

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo General

Proveer los servicios, facilidades y realizar las gestiones necesarias para ejecutar el Programa de Revisión Experta a los estudios de Asesoría Científica de las Principales Pesquerías Nacionales, mediante el apoyo administrativo, técnico y logístico de una Agencia Nacional.

Objetivos Específicos

- (1) Poner a disposición de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) expertos internacionales de reconocida trayectoria para la revisión por pares de las pesquerías de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en la pesquería demersal sur austral y Anchoveta (*Engraulis ringens*) de la zona centro sur.
- (2) Proveer el soporte administrativo, técnico y logístico necesario para el cumplimiento de todas las actividades contempladas dentro del proceso de revisión experta antes señalado.
- (3) Disponer al menos un experto nacional en la aplicación de procedimientos de revisión, con dominio del inglés y de las materias técnicas involucradas.
- (4) Asegurar el total cumplimiento de la agenda definida por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, así como de las tareas y de los resultados de estas revisiones, así como la entrega oportuna de los informes a SUBPESCA, debidamente traducidos al español, cuando corresponda.

ANTECEDENTES

La División de Administración Pesquera (DAP) de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de Chile (SUBPESCA) ha identificado la necesidad de continuar con el Programa de Revisiones Expertas a la Asesoría Científica de las Principales Pesquerías Nacionales. Este programa se orienta a la implementación de auditorías científico-técnicas de los estudios de cuantificación y determinación del estado de conservación de los principales recursos pesqueros nacionales que anualmente desarrolla el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP, Valparaíso). El estudio de los recursos naturales marinos renovables de Chile requiere de una profunda y detenida revisión para asegurar un proceso adecuado y que se proyecte exitosamente hacia el futuro. Este proceso formal de revisión comenzó en el año 2011, con la revisión de las merluzas común y austral; en el año 2013 con los recursos merluza de tres aletas y sardina común, y en el año 2014 la revisión de los stocks de bacalao de profundidad, camarón nailon y sardina austral. Todos estos proyectos fueron desarrollados por el equipo de trabajo de la Universidad de Concepción.

El proceso de revisión por pares o expertos internacionales, como un mecanismo amplio y transparente ha tenido el apoyo y reconocimiento de varias organizaciones e instituciones internacionales. Por ejemplo 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 realizados por pares. La verificación independiente de los procedimientos y técnicas aplicadas en las evaluaciones y la interpretación de resultados debe ser un proceso frecuente, que ayude a evitar errores y garantice que las decisiones de manejo se tomen en base a la mejor información disponible.

En Estados Unidos la revisión por pares ha constituido un elemento vital en el proceso científico, jugando un rol central en determinar las prioridades de investigación, financiamiento y publicaciones (Brown *et al.* 2006). Otros investigadores la han definido como un método organizado para evaluar el trabajo científico, usado por científicos para certificar la veracidad de procedimientos, establecer la plausibilidad de resultados y distribuir recursos económicos escasos de una forma eficiente (Chubin & Hackett 1990). La Sociedad Americana de Pesquerías (American Fisheries Society, AFS) se refirió al valor de las revisiones por pares para las ciencias pesqueras, incluyendo la clarificación y estimulación de nuevas ideas y el incremento en el rigor de los análisis y de sus conclusiones (Rassam & Gebeutner 2006). Por otra parte Sullivan *et al.* 2006 se refiere al proceso de revisión por pares como un componente importante de la búsqueda de la mejor ciencia disponible para las pesquerías.

Muchas agencias de manejo de recursos naturales en Estados Unidos basan en parte sus medidas regulatorias en sus propios científicos o en investigaciones que son subcontratadas, lo cual puede inducir a una percepción de conflictos de intereses y a un cuestionamiento de la credibilidad de la ciencia aplicada y de las decisiones de manejo

adoptadas. Históricamente el Servicio Marino Nacional de Pesca (NMFS-NOAA) ha desarrollado una amplia variedad de revisiones por pares, que incluye revisiones informales por colegas (reportes internos), revisiones de evaluaciones de stock de colegas de otros centros NMFS-NOAA en Estados Unidos, o revisiones más complejas sobre tópicos de interés nacional, conducidas por el Consejo Nacional de Investigación 3 (National Research Council, NRC). Los expertos externos que han abordado estas revisiones se componen principalmente de académicos con reconocimiento internacional o científicos del gobierno de Estados Unidos u otros países (Brown *et al* 2006). La demanda de las revisiones por pares de las evaluaciones pesqueras se ha incrementado en forma significativa en los Estados Unidos derivando en la creación de una organización (centro de expertos independientes, Center for Independent Experts, CIE) en el año 1998, coordinado por el Instituto Cooperativo de Estudios Marinos y Atmosféricos (Universidad de Miami). El funcionamiento del CIE ha sido específicamente diseñado para asegurar la calidad, relevancia e independencia de las revisiones. La independencia es mantenida al eliminar cualquier rol de la agencia que desarrolla las evaluaciones (NMFS-NOAA) o stakeholders (*i.e.* sector industrial) en seleccionar, pagar a los revisores o aprobar los contenidos de los informes de los revisores externos. Las modalidades de las revisiones han sido *in-situ* o *por correspondencia*. En las revisiones *in-situ* los revisores participan en reuniones, talleres o foros organizados por NMFS/NOAA. Generalmente los revisores CIE forman paneles de trabajo en grupos de 2-3 investigadores o en combinación con otros revisores. Las responsabilidades de los revisores incluyen muchas veces liderar el panel y asegurarse que los objetivos trazados son alcanzados, generar un informe independiente y un resumen ejecutivo grupal sobre los principales puntos identificados en la revisión y establecidos en los términos técnicos de referencia de la revisión. Estos reportes son enviados generalmente por los revisores en un plazo ajustado al volver a sus respectivos lugares de trabajo, y se basan en un conjunto pre-acordado de información bibliográfica, discusión de los talleres y resultados adicionales que son requeridos durante la revisión *in-situ*.

Esta modalidad de trabajo o variantes de ella también encuentran su expresión en Canadá, Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda, Islandia, Europa, y ahora en Chile.

Una forma alternativa de abordar el tema de comparación de aproximaciones modelísticas en la evaluación de stock, supuestos, resultados y consecuencias de diversas alternativas de manejo es el sistema conocido como “Evaluación de stock impugnada” (*Contested Stock Assessment*), donde científicos representando diversos grupos de interés trabajan en un mismo problema. Starr *et al.* (1998) presentan casos de estudio para Canadá y Nueva Zelanda, pero indican que esta aproximación se ha presentado desde hace mucho tiempo para diversos recursos en Estados Unidos también. En el caso puntual de Nueva Zelanda, después de la introducción del sistema de cuotas individuales transferibles en el año 1986, nació la necesidad de establecer cuotas de captura en forma anual. Con el correr del tiempo el sector pesquero industrial contrató a consultores para revisar las evaluaciones desarrolladas por el gobierno de Nueva Zelanda y en algunas de esas pesquerías ambas partes desarrollaron evaluaciones alternativas y competitivas, y en otras evaluaciones cooperativas consensuadas. Starr *et al.* (1998) indican que los “*Contested Assessments*” a pesar de su costo

adicional, son de gran importancia, dado que proveen un estándar sustancialmente más elevado que la evaluación tradicional. Además postulan que las evaluaciones de stock contendientes evolucionarían hacia un análisis cooperativo, a menos que las partes involucradas consideren que la evaluación cooperativa es opuesta a sus intereses. En el sistema pesquero chileno se han desarrollado en el pasado esporádicamente algunas revisiones por pares nacionales y en algunos casos internacionales, pero estas no han tenido el grado deseado de independencia o no han alcanzado un nivel requerido de profundidad de análisis. En el año 2011 la Universidad de Concepción desarrolló la primera revisión independiente por pares internacionales para recursos pesqueros nacionales, la cual se desarrolló en forma mixta, es decir incluyendo una revisión detallada de los procedimientos utilizados por IFOP en las evaluaciones de Stock 2011 y un ejercicio de modelación independiente por parte de los revisores y la agencia nacional que permitió verificar procedimientos y supuestos de los modelos de estimación usados en las evaluaciones de estos recursos. En el presente proyecto se desarrollará una revisión independiente por pares internacionales de los procedimientos utilizados por IFOP en las evaluaciones de stock de los recursos *congriso dorado* y *anchoveta centro sur*.

Antecedentes anchoveta centro-sur

La pesquería de pelágicos pequeños constituida por las especies sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) en la costa de Chile central ha presentado un patrón de fluctuaciones de la abundancia con alternancia entre estas especies, produciendo hace algunos años desembarques promedio de 700 mil toneladas entre ambas especies las cuales son explotadas por una flota artesanal e industrial (Cubillos *et al.*, 1998). Estos recursos habitan la zona costera centro-sur de Chile, caracterizándose por una historia de vida corta (~5 años), presentar agregaciones mixtas en los cardúmenes (Castillo *et al.*, 2009) y una fuerte variabilidad interanual en su abundancia (Cubillos, 1999; Cubillos *et al.*, 2002). Estos elementos determinan que el manejo requiera de algún grado de conocimiento acerca de los factores que están vinculados a la fuerza de las clases anuales y la interacción de especies (Cochrane *et al.*, 1998).

La administración considera como objetivo de manejo cautelar el stock parental basado en un nivel de explotación que permita mantener en el agua una biomasa desovante equivalente al 66% del stock en estado virginal. El sistema de control y estatus de cada stock es determinado mediante la utilización de modelos estadísticos estructurados a la edad y que incorporan información biológico-pesquera, índices de abundancia relativa como la Captura Por Unidad de Esfuerzo, desembarques oficiales informados por el programa de fiscalización del Servicio Nacional de Pesca y estimaciones directas de abundancia desde el año 2000 mediante hidroacústica (Castillo *et al.*, 2009). Esta información es utilizada en la calibración de los modelos de evaluación de stock, desde donde se obtienen las variables de estado representadas por abundancias, biomاسas, y niveles de mortalidad por pesca. Estas variables dan cuenta del estado de los recursos, que sumada a la estrategia de explotación utilizada y al riesgo de no sobrepasar el objetivo de manejo vinculado a la Biomasa Desovante, dan lugar a

la conformación de la Captura Total Permissible en términos biológicos aceptables (Feltrim & Canales, 2009).

El sistema de control sobre estas pesquerías se basa en metodologías que evalúan los recursos de manera monoespecífica (Canales *et al.* 2013), lo cual implica el desarrollo de una evaluación de stock anual y con información actualizada. Durante el año 2013 se desarrolló la revisión por pares de sardina común de la zona centro sur, identificándose una serie de elementos relevantes a mejorar en dicha evaluación, algunos de los cuales se comparten plenamente con esta anchoveta, debido a sus características de distribución, el desarrollo de la pesquería y la toma de información.

Antecedentes congrio dorado

El congrio dorado en Chile ha sido explotado básicamente como una pesquería incidental, donde el esfuerzo de pesca ha estado dirigido principalmente a merluza del sur (*Merluccius australis*), especie objetivo en la Pesquería Demersal Sur Austral (PDA, 41°28'S–57°00'S). Sobre dicho recurso actúan principalmente 4 flotas correspondientes a (i) arrastre fábrica, (ii) arrastre hielero (iii) espinel fábrica (iv) espinel hielero. En los últimos años, la flota espinelera artesanal se ha hecho importante, particularmente en la zona norte de la PDA (Wiff *et al.*, 2013). Además, esta especie es capturada como fauna acompañante de la pesquería de arrastre centro-sur cuya especie objetivo ha sido principalmente la merluza común (*Merluccius gayi*).

Los primeros desembarques industriales de congrio dorado se remontan a 1976, donde las capturas totales fueron cercanas a 400 toneladas. Luego de una etapa de desarrollo de la pesquería, se alcanzan 15 mil toneladas en 1988. Estos niveles de explotación, probablemente provocaron un estado de sobrepesca del recurso, produciendo una rápida disminución de los desembarques, razón por la cual -y con objeto de impedir una inminente sobreexplotación del recurso- a partir de 1992 las capturas de este recurso han estado sometidas a un régimen de cuotas de captura, oscilaron en torno a las 4 mil o 5 mil ton, las cuales se han mantenido hasta el año 2004. Desde el 2005 en adelante, tanto recomendaciones de cuotas como los desembarques reportados han estado en torno a las 3 mil toneladas. A partir de 2001, se implementa en la normativa pesquera la figura de Límite Máximo de Captura por Armador (LMCA), con la finalidad de ordenar en mejor forma la actividad (Wiff *et al.* 2013).

La evaluación de stock de este recurso en Chile, ha sido realizada bajo diferentes aproximaciones a través de su historia, tendiendo a la aplicación de criterios modernos de evaluación de stock. Esto ha conducido a un cambio en el tiempo en las metodologías empleadas, que evolucionaron desde el Análisis de Población Virtual (APV) con lo que se estimaba el estatus del recurso hasta año 1995, a un Análisis Secuencial de Población (ASP) con sexos separados (período 1996 a 2001) hacia finalmente a modelos estadísticos de captura a la edad, disgregados por flotas y con sexos combinados (2002 en adelante). Desde el año 2006 se modela la dinámica del recurso asumiendo que las áreas de la PDA

representan stocks distintos con reclutamientos y productividades independientes (Wiff *et al* 2007).

Considerando la situación de ambos recursos en términos de conservación y sostenibilidad de sus pesquerías, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura considera pertinente evaluar la incertidumbre que presentan las evaluaciones de cada recurso, mediante un análisis exhaustivo a la metodología de análisis actualmente vigente. Este proyecto abordará esta problemática a través de un proceso de revisión por pares.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Consideraciones generales

Considerando lo expuesto en la introducción se puede indicar que una adecuada gestión de la puesta en marcha de una revisión experta independiente requiere del cumplimiento de una serie de actividades fundamentales, que incluyen:

- a) Asegurar un proceso transparente e independiente de los revisores respecto de los diversos “stakeholders” que forman parte de la pesquería (incluyendo la agencia contratante).
- b) Determinar el tipo de revisión experta que se requiere.
- c) Definir claramente los Términos de Referencia para el revisor, que determine sus obligaciones y límites de trabajo respecto de los objetivos que quieren ser alcanzados.
- d) Definir claramente el material bibliográfico sobre el cual se desarrollará la revisión y asegurar de que esté disponible en el momento adecuado y con el formato apropiado.
- e) Planificar y coordinar una adecuada interacción entre el revisor y los investigadores a cargo de la evaluación anual de stock del recurso de interés, 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.

En una primera etapa de desarrollo de este proyecto, se han atendido estos puntos a medida que ha sido requerido para satisfacer los objetivos específicos. La metodología para abordar cada uno de éstos, se presenta a continuación.

Objetivo 1. Poner a disposición de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) expertos internacionales de reconocida trayectoria para la revisión por pares de las pesquerías de congrio dorado (*Genypterus blacodes*) en la pesquería demersal sur austral y Anchoveta (*Engraulis ringens*) de la zona centro sur.

Para abordar este objetivo se contactó a dos connotados dinamicistas cunatitativos de poblaciones, el Sr. Chris Francis y la Dra. Carryn de Moor. La Dra. de Moor ha estado evaluando los recursos pelágicos sudafricanos (la segunda pesquería más valiosa de Sudáfrica) por los últimos 12 años. Estos estudios han incluido el desarrollo de las evaluaciones de stock de sardina y anchoveta, actualizando la data, incorporando nuevas piezas de información y migrando hacia un procedimiento de estimación bayesiano.

La Dra. de Moor ha estado fuertemente involucrada en el desarrollo de procedimientos de manejo en Sudáfrica (OMP-04, OMP-08 and OMP-13) para la sardina y anchoveta y en correr los Procedimientos Operacionales de Manejo dos veces por año, para proveer de recomendaciones de niveles cuota de captura para la anchoveta y de bycatch para la sardina. Respecto de evaluaciones directas, la Dra. de Moor ha hecho contribuciones metodológicas para obtener una nueva fuerza de blanco en las estimaciones hidroacústicas de pelágicos pequeños, generándose recientemente una nueva serie de tiempo de estimaciones de abundancia de cruceros hidroacústicos.

La amplia experiencia de la Dra. de Moor en evaluación de stock de recursos pelágicos sudafricanos, sistema similar al chileno en la zona centro-sur, se torna invaluable para esta revisión por pares. Adicionalmente la Dra. de Moor conoce el sistema sardina-anchoveta de Chile, dado que en enero de 2014 participó en el curso de entrenamiento sobre evaluación de estrategias de manejo desarrollado para la Subsecretaría de Pesca y donde ella, junto a la Universidad de Concepción, desarrollaron un caso de estudio entorno a la pesquería de sardina y anchoveta de la zona centro sur.

Las capacidades cuantitativas, experiencia en modelación y familiaridad de los procedimientos de revisión por pares hacen de la Dra. de Moor se adecúan perfectamente para desarrollar este procedimiento de revisión.

Por otro lado, el Sr. Chris Francis ha sido investigador en el área pesquera por 35 años desarrollando su carrera profesional principalmente asociado al NIWA (Nueva Zelanda). Sus áreas de especialidad son dinámica de poblaciones (21 años de ejercicio en esta disciplina) y estadística y su participación al interior del NIWA ha sido fundamental, liderando evaluaciones de stock requeridas para los cálculos de cuota desde la instauración del sistema de manejo por cuotas (ITQs) en Nueva Zelanda. El Sr. Francis ha sido autor en 60 reportes de evaluación de stock, liderando en 43 de ellos. Estos esfuerzos se han concentrado principalmente en recursos demersales tales como orange roughy, hoki (merluza de cola), anguila, congrio, entre otros. Su experiencia como dinamicista de poblaciones es bastante amplia, incluyendo importantes contribuciones en temáticas de determinación edad y crecimiento para varias especies, estandarización de CPUE, diseño de muestreo,

implementación de modelos y programas de evaluación de stock para pesquerías neozelandesas y diseño/evaluación de estrategias de explotación de recursos naturales. Desde el punto de vista de su contribución científica el Sr. Francis ha escrito 54 publicaciones en revistas ISI, donde destacan temáticas de error en la determinación de edades, crecimiento, modelos de marcaje y recaptura, análisis de riesgo, evaluación de stock, estimadores de depleción y de razón, métodos estadísticos, ponderación de piezas información en modelos de evaluación de stock, etc.

El Sr. Francis posee habilidades de programación de alto nivel, lo que se refleja en el desarrollo de su propio software para modelos estadísticos de evaluación de stock (CASAL). Además, está familiarizado con varios lenguajes de programación.

El nivel de experiencia del Sr. Francis en talleres, paneles, y revisiones independientes es altísimo. Desde el año 2002 el Sr. Francis es un activo miembro de CIE, donde ha realizado revisiones de stocks periódicamente en USA, destacando revisiones de stocks de sardina del pacífico, lenguado, rockfish, halibut y bacalao.

El Sr. Francis conoce además la realidad nacional, dado que participó de la revisión de los recursos merluza de tres aletas y sardina común, durante el año 2013.

En resumen a lo mencionado, la experiencia como evaluadores de stock de ambos revisores, la participación en talleres de evaluación de stock, revisiones internacionales realizadas, y la familiarización con la realidad nacional pesquera en Chile, caracterizan un perfil y dan fe de las capacidades de ambos para desarrollar el taller de revisión por pares, en relación con los requerimientos expresados en las bases del proyecto.

A comienzos abril 2015 se enviaron a cada revisor los Términos de Referencia (TdR) sobre los cuales se desarrolló cada una de las revisiones expertas. Éstos fueron previamente depurados y definidos en conjunto con los sectorialistas de Subpesca. Luego de recibidos los informes de ambos revisores, éstos se compararon con lo solicitado en los TdR enviados para verificar que los informes contengan todo lo requerido.

Objetivo 2. Proveer el soporte administrativo, técnico y logístico necesario para el cumplimiento de todas las actividades contempladas dentro del proceso de revisión experta antes señalado.

Los detalles de las actividades relacionadas con el soporte administrativo, técnico y logístico que son necesarias para el desarrollo apropiado del proyecto se destacan brevemente a continuación:

Aspectos administrativos

- Firma del contrato del proyecto (actividad realizada).
- Firma de las boletas de garantía requeridas (actividad realizada).
- Desarrollar los Términos de Referencia para los revisores (actividad realizada).
- Desarrollar las Declaraciones de Trabajo de los revisores (actividad realizada).
- Emisión de una orden de compra por los servicios de cada revisor y donde se especifique claramente: (a) declaración de trabajo, (b) términos de referencia, (c) las remuneraciones.
- Advertir a los revisores respecto de la confidencialidad de la data una vez que lleguen al país.
- Consolidar los pagos a cada uno de los revisores en el formato que estime conveniente y a los investigadores nacionales.

Aspectos técnicos

- Depurar los Términos de Referencia para los revisores en conjunto con SUBPESCA. Estos fueron definidos y mejorados en conjunto con los sectorialistas de Subpesca, Víctor Espejo y Aurora Guerrero, y con otras personas de SUBPESCA. En el presente informe se presentan los TdR (Anexo II).
- Solicitud de bases de datos de ambas especies. Las solicitudes de bases de datos tanto del modelo de evaluación de stock de IFOP como los datos relacionados con los proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) fueron enviadas al Subsecretario de pesca (ver cartas en Anexo III)
- Inspección, depuración, consolidación de las bases de datos en un formato genérico y de rápido acceso para revisores. Esta actividad se desarrolló principalmente entre los meses de junio y agosto de 2015. Se revisaron los códigos de las evaluaciones, sus archivos de datos y de configuración para verificar su coincidencia con la información disponible en el informe de revisión. Se gestionó, en el caso de la evaluación del congrio, que quedaran disponibles los modelos de estandarización de CPUE (código en R) para que el revisor pudiera analizarlo.
- Desarrollo de revisiones bibliográficas, análisis y síntesis de información para generar el material bibliográfico y datos en un formato de acceso expedito para los revisores.
- Traducción de todos los documentos centrales de la revisión.

- Planificación de la agenda del Taller de Revisión. Invitación a los participantes y determinación del contenido de las presentaciones en concordancia con los TdR requeridos a los revisores.
- Traducción de presentaciones en Powerpoint a inglés, semanas previas y durante el taller.
- Coordinación del Taller durante los cinco días de desarrollo. Guiar la discusión, coordinar preguntas y estimular el debate.
- Revisión de los informes de los revisores para asegurar se ajusten a los requerido en los TdR.
- Traducción de los informes de revisión al español.

Aspectos logísticos

- Se desarrollaron dos reuniones con SUBPESCA para:
 - La coordinación general del proyecto.
 - Informar acerca del requerimiento de bases de datos.
 - Definir material bibliográfico central sobre el cual se basará la revisión por pares.
- Se realizó la compra de pasajes aéreos y reserva de hospedaje para revisores internacionales.
- Se coordinó el desarrollo del taller metodológico en el Hotel Diego de Almagro de Valparaíso. Éste se realizará los días 7 al 11 de septiembre 2015.

Objetivo 3. Disponer al menos un experto nacional en la aplicación de procedimientos de revisión, con dominio del inglés y de las materias técnicas involucradas.

Durante el desarrollo de este proyecto y para su coordinación se cuenta con la participación del Dr. Billy Ernst, académico del departamento de Oceanografía (UDEC) y dinamicista de poblaciones, con experiencia en evaluación de stock de varias especies, y con experiencia en procedimientos de revisión experta independiente de evaluaciones de stock tanto en Alaska, la costa Atlántica de Estados Unidos y el Pacífico norte y sur. Domina el idioma inglés en forma escrita y oral. Respecto de su competencia en evaluaciones de stock, el Dr. Ernst ha realizado evaluaciones indirectas de orange roughy de Nueva Zelanda, langostino colorado, Pez espada, raya volantín, sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile. En este último caso desarrolló y programó un modelo estadístico operativo con crecimiento cohorte específico y con resolución temporal mensual (Feltrim & Ernst 2010). Por otra parte mantuvo y modificó por 3 años el modelo generalizado estadístico edad estructurada (Coleraine, Universidad de Washington), el cual fue usado en numerosas evaluaciones en Nueva Zelanda. El Dr. Ernst también dirigió un proyecto FIP sobre merluza de cola en la zona centro-sur y sur-austral (Ernst *et al.*, 2005) y participó en el proyecto “Formulación e implementación de un enfoque metodológico de evaluación de stock de la merluza de cola” (Roa *et al.*, 2006). Adicionalmente el Dr. Ernst lideró el equipo que desarrolló la revisión internacional independiente de los recursos merluza común y merluza austral, en el año 2011, durante el año 2013, las revisiones de los recursos merluza de tres aletas y sardina común, y, en el año 2014 los talleres de revisión realizados a los recursos bacalao de profundidad, camarón nailon y sardina sur austral.

Objetivo 4: Asegurar el total cumplimiento de la agenda definida por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, así como de las tareas y de los resultados de estas revisiones, así como la entrega oportuna de los informes a SUBPESCA, debidamente traducidos al español, cuando corresponda.

En primera instancia, de acuerdo a la información entregada a los revisores, la experiencia obtenida en diversas revisiones internacionales previas y las características del proyecto se diseñó un cronograma de actividades. Éste cronograma consideró las fechas de inicio, término del proyecto y a las fechas en que ambos revisores acordaron estar físicamente presentes en Chile. En relación a lo anterior, se acordó en conjunto con SubPesca, IFOP y UdeC que las actividades presenciales del taller técnico-metodológico se realizaron los días al 7 al 11 de septiembre 2015.

El desarrollo del proyecto presenta 9 actividades principales:

- 1) Coordinación y planificación del proyecto
- 2) Recopilación y obtención de información
- 3) Análisis de información
- 4) Preparación, traducción y envío de reportes para revisores
- 5) Revisión de los modelos de evaluación de stock.
- 6) Coordinación y desarrollo taller técnico-metodológico en Valparaíso
- 7) Grabación audio-visual del desarrollo del taller
- 8) Envío de Reportes Técnicos
- 9) Envío de informes avance, pre-informe final e informe final.

Coordinación y planificación del proyecto:

En esta primera actividad del proyecto se realizaron dos reuniones mediante videoconferencia: (1) de coordinación general el proyecto con profesionales de SubPesca para clarificar dudas acerca del proceso de revisión por pares y definición de documentos centrales de la revisión a traducir para los revisores y (2) de presentación general del proyecto de revisión, en la que participaron los profesionales de SUBPESCA e IFOP que están involucrados en este proyecto. Las actas de cada reunión se presentan en el Anexo IV.

Recopilación y obtención de información:

Se realizó una revisión de los proyectos del Fondo de Investigación Pesquera en los que ha sido foco de investigación congrio dorado y anchoveta, y se seleccionaron los documentos más relevantes que formaron parte de la revisión. Además, se realizó una reunión con los coordinadores de SubPesca encargados del recurso congrio dorado y anchoveta para definir los documentos centrales sobre los que se basó la revisión de la evaluación de stock. En ambos recursos se decidió que la revisión se basará sobre la evaluación de stock correspondiente a la CTP 2015 (actas en Anexo IV).

Los datos solicitados para el desarrollo del presente proyecto se encuentran detallados en las cartas adjuntas del Anexo III. Todos los documentos proporcionados a los revisores se detallan en el Anexo V.

Análisis de la información

Se revisó la información y datos enviados para corroborar la correspondencia a lo solicitado por el proyecto e identificar si los formatos eran los adecuados según las demandas de los revisores. Se seleccionó la bibliografía central para ser enviada a los revisores la cual se encuentra adjunta en el Anexo V.

Preparación, traducción y envío de reportes para revisores

El proceso de traducción de los documentos al inglés incluyó las siguientes etapas: (1) síntesis y preparación del formato del material a traducir, (2) traducción de tablas y figuras de los documentos seleccionados (3) traducción propiamente al idioma especificado, a cargo de la Sra. Milka Rubio. Estas etapas fueron desarrolladas con anticipación de manera que se envió a los revisores dos semanas previas al desarrollo del taller, los documentos centrales.

Revisión de los modelos e evaluación

Debido a que el proyecto se encuentra en una etapa temprana de ejecución, y a que recientemente se solicitaron los datos de los recursos en cuestión, esta actividad será desarrollada durante julio 2015.

En primera instancia, se verificó si la versión del código del modelo de evaluación entregado por IFOP, correspondía a la versión del reporte de evaluación de stock solicitado. El modelo de cada especie, fue corrido sucesivas veces durante el desarrollo del taller para explorar la incertidumbre estructural del modelo de evaluación, en orden de los diferentes escenarios solicitados por los revisores. El material adjunto del disco duro portátil quedaron disponibles todos los archivos para correr el modelo de anchoveta y congrio dorado.

Coordinación y desarrollo taller técnico-metodológico en Valparaíso

El taller de revisión se encuentra programado para los días 7 al 11 de septiembre 2015 y se reservó para este fin, el salón de conferencias *Viña del Mar* del hotel Diego de Almagro debido a su fácil acceso para los asistentes. Durante todo el desarrollo del taller, se contará con traducción simultánea español-inglés (Sra. Rubio), dado que el idioma oficial de los talleres es español.

Durante los días 7 al 11 de septiembre del 2015 se desarrolló el taller de revisión para anchoveta y congrio dorado, en el salón de conferencias *Viña del Mar* del hotel Diego de Almagro, ubicación elegida debido a su fácil acceso para los asistentes. Durante el taller el grupo de evaluación de stock de cada recurso realizó presentaciones para explicar tanto aspectos generales de la pesquería como detalles de desarrollo de sus evaluaciones directas e indirectas, las cuales fueron moduladas por un programa o agenda previamente acordado con SubPesca (Sección 7 (a)). Los revisores pudieron hacer diversas preguntas relacionadas con las evaluaciones en el momento que ellos los estimaran conveniente. Se generaron también instancias de discusión y preguntas por parte de otros participantes del taller. Además se contó durante todo el taller con traducción simultánea español-inglés a cargo de la Sra. Rubio, dado que el idioma oficial de la revisión fue español.

Las listas de asistencias al taller por especie se encuentran adjuntas en el Anexo VI.

Envío de reportes técnicos

Posterior a la realización de las actividades del taller en Valparaíso, los revisores internacionales de ambas especies enviaron por separado su reporte del recurso, el cual incluye un resumen ejecutivo (en inglés) que sintetice los principales hallazgos de su especie. Estos reportes fueron revisados por la agencia nacional (UdeC) para verificar que se respeten los formatos y contenidos requeridos.

Grabación audio-visual del desarrollo del taller

De acuerdo a lo solicitado en las bases sobre registrar el taller con material audiovisual, se grabaron las presentaciones orales de cada expositor y el audio de la cabina donde la Sra. Rubio realizó la traducción simultánea. Todo el material audiovisual es entregado en un disco de almacenamiento portátil junto a este informe final.

RESULTADOS

REPORTE DE LOS REVISORES

Los reportes desarrollados por los revisores para ambas especies en español e inglés se encuentran adjuntos en el Anexo I.

TALLER DE REVISIÓN EXPERTA

a) Agenda del taller



Taller de Revisión Experta de las Evaluaciones de Stock de Congrio y Anchoveta Centro Sur – CTP 2015

7 – 11 de Septiembre de 2015
Hotel Diego de Almagro – Valparaíso
Molina 76, Valparaíso

Anchoveta

PRESENTACIONES

Lunes (8.30 - 12.30 hrs) (IFOP, Revisores, UDEC, SUBPESCA)

1. Palabras de bienvenida del taller de Revisión (Sr. Billy Ernst) (8.45 - 9.00)

2. Pesquería de anchoveta (IFOP- Sr. Antonio Aranís) (9.00 – 9.30)
 - Historia desembarques
 - Características flota, pasado y presente
 - Artes de pesca
 - Representación de desembarques por zonas y flotas

3. Historia de vida y parámetros biológicos utilizados en la Evaluación (IFOP- Srta. María José Zúñiga – Sr. Cristian Canales) (9.30 - 10:15)
 - Historia de vida
 - Edad y Crecimiento
 - Madurez sexual
 - Diferencias entre anchoveta norte y anchoveta centro sur en la TMM
 - Mortalidad natural
 - Modelo Conceptual de la evaluación de stock

Café (10.15 – 10.30)

4. Programa de seguimiento Artesanal e Industrial (IFOP- Sr. Antonio Aranís) (10.30 – 11.15)
 - Diseño de muestreo
 - Porcentaje de cobertura de observadores y cambios metodológicos a través del tiempo
 - Información estructurada por edad y talla
 - Estimación de variables biológicas de utilidad para la evaluación de stock



Taller de Revisión Experta de las Evaluaciones de Stock de Congrio y
Anchoveta (CTP 2015) – Valparaíso, Septiembre 2015



5. Unidades de stock de Anchoveta en la zona centro sur de Chile. (UdeC Srta. Sandra Ferrada) (11:15 – 11:45)

6. Programa de observadores científicos de descarte en pesquerías pelágicas: descarte y bycatch en la pesquería de Anchoveta y Sardina centro sur. (Sr. Rodrigo Vega y Sr. Claudio Bernal – 11:45-12:30)

Discusión (12.30 – 13.00)

Cierre Sesión Lunes (13.00)

Martes (9.00 – 13.00 hrs) (IFOP, Revisores, UDEC, SUBPESCA)

1. Conferencia telefónica con Juan Carlos Quiroz (IFOP) desde Hobart, Australia (9.00 – 10:00)
 - Método multivariado para definir intencionalidad de pesca sobre congrio dorado (consultas específicas sobre el método por parte del Sr. Chris Francis).

2. Captura utilizada en el modelo de evaluación (Sr. Antonio Aranís / Srta. María José Zuñiga - 10.00 – 10:45)
 - Estimación desembarque
 - Información disponible sobre subreportes, descartes, verificadores

3. Estimación de la edad, confección de claves talla-edad usadas en la evaluación de stock y error en la asignación de edades (IFOP - Sr Francisco Cerna) (10.45 – 11.00)
 - Metodologías (consistencia temporal)
 - Fortalezas y debilidades
 - Desagregación de la información del modelo anual (semestral, trimestral) y sus implicancias en la determinación de edad.

Café (11.00 – 11.15)

4. Evaluación directa (IFOP – Sr. Alvaro Saavedra / Sr. Sergio Lillo) Pelaces o Reclas, cual es un mejor índice para abundancia de anchoveta. (11.15 - 11:45)
 - Hidroacústica
 - Plataforma de trabajo y metodología
 - Consistencia temporal de los procedimientos
 - Cobertura espacial y temporal respecto de distribución del recurso



Taller de Revisión Experta de las Evaluaciones de Stock de Congrio y Anchoqueta (CTP 2015) – Valparaíso, Septiembre 2015



- Es Pelaces o Reclas un índice absoluto de abundancia?
- Tamaños muestrales determinación de datos estructurados
- Desafíos actuales en las estimaciones de abundancia
- Dinámica espacio temporal del recurso anchoqueta en la zona centro sur
- Distribución espacial y migraciones

Runs 1: Primera conversación sobre escenarios requeridos por los Revisores (11:45 – 13:00)

Cierre Sesión Martes (13.00)

Miércoles (8.30 - 12.30 hrs) (IFOP, Revisores, UDEC, SUBPESCA)

1. Modelo de evaluación de stock (IFOP – Srta. María José Zuñiga – Sr. Cristian Canales) (8:30 – 10.30)
 - Evaluación de stock del año 2014 (CTP-2015)
 - Estructura del modelo de dinámica
 - Modelación del reclutamiento
 - Información utilizada
 - Función de selectividad
 - Capturabilidad
 - Supuestos
 - Modelos estadísticos
 - Determinación de los tamaños muestrales y coeficientes de variación de las distintas fuentes de información
 - Justificación de los escenarios utilizados
 - Resultados de la evaluación
 - Diagnóstico de la pesquería y determinación del status de la población
 - Determinación de la CTP para el año 2015.

Café (10.30 – 10.45)

Stock Assessment model (10.45 – 12.30)

Runs 2: Escenarios requeridos por los revisores y consultas (12:30 – 13:00)

Cierre Sesión Miércoles (13.00)



Taller de Revisión Experta de las Evaluaciones de Stock de Congrio y Anchoqueta (CTP 2015) – Valparaíso, Septiembre 2015



Jueves (8.30 - 12.30 hrs) (IFOP, Revisores, UDEC, SUBPESCA)

1. Puntos de referencia y procedimientos utilizados en la proyección del stock hacia el futuro (IFOP – Srta. José Zúñiga – Sr. Cristian Canales) (08:30 – 09:30)
2. Modelo de evaluación con escala semestral (IFOP – Srta. María José Zúñiga- Sr. Cristian Canales) (09:00 – 10.00)
3. Antecedentes y resultados del análisis de una pesquería mixta de anchoqueta/sardina (IFOP – Sr. Antonio Aranís / Sr. Víctor Espejo – SUBPESCA) (10.00 – 10.45)

Café (10.45 – 11.00)

4. Presentación de resultados de runs y definición de última corridas del modelo (IFOP - Revisores 11.00 –12.45)

Cierre Sesión Jueves (12.45)

Viernes (8.30 - 13.00 hrs) (IFOP, Revisores, UDEC, SUBPESCA)

Taller de Evaluación de stock (08:30 - 10:30)

- Presentación de resultados de ejercicios adicionales requeridos por los revisores durante la semana.
- Discusión sobre hallazgos preliminares efectuados por los revisores.

Café (10:30 – 10:45)

Continuación Taller de Evaluación de stock (10:45 – 13:00)

Cierre taller.



Congrio Dorado

Lunes (14.00 - 18.30 hrs) (IFOP, Revisores, UDEC, SUBPESCA)

1. Pesquería de Congrio dorado (IFOP – Sr. Renato Céspedes) (14.00 – 14.45)

- Historia Desembarques nacionales e internacionales
- Características de la flota, pasado y presente
- Dinámica, distribución espacial y operación de la flota

2. Historia de vida y parámetros biológicos utilizados en la Evaluación (IFOP- Sr. Francisco Contreras) (14.45 – 15.45)

- Historia de vida
- Edad y Crecimiento
- Mortalidad natural
- Modelo Conceptual de la evaluación de stock

Café (15.45 – 16.00)

3. Estructuración poblacional y demográfica del congrio dorado basado en estudios genéticos (Srta. Sandra Ferrada – Sr. Ricardo Galleguillos) (16.00 – 16.45)

4. CPUE nominal y su estandarización en congrio dorado (IFOP – Sr. Francisco Contreras – Sr. Cristian Canales) (16.45 – 18.30)

- Indicadores de abundancia artesanales e industriales (CPUE)
- Revisión de procedimientos de estandarización

Cierre día lunes (18.30)



Taller de Revisión Experta de las Evaluaciones de Stock de Congrio y
Anchoveta (CTP 2015) – Valparaíso, Septiembre 2015



Martes (14.00 - 18.00 hrs.) (IFOP, Revisores, UDEC, SUBPESCA)

1. Programa de seguimiento Artesanal (IFOP- Patricio Gálvez Gálvez - Liu Chong) (14.00 - 14.45)
 - Diseño de muestreo
 - Porcentaje de cobertura de observadores y cambios metodológicos a través del tiempo.
 - Información estructurada generada por el programa (pasado y presente).
 - Estadísticos biológicos de utilidad para la evaluación de stock.

2. Programa de seguimiento Industrial (IFOP- Sr. Patricio Gálvez Gálvez - Sr. Renato Céspedes) (14.45 – 15:30)
 - Diseño de muestreo.
 - Porcentaje de cobertura de observadores y cambios metodológicos a través del tiempo.
 - Información estructurada por edad / talla.
 - Estimación de variables biológicas de utilizadas en la evaluación de stock.

3. Estimación captura utilizada en el modelo de evaluación (Desembarque/Bycatch/Descarte) (IFOP - Renato Céspedes/Francisco Contreras (15.30- 16.15)
 - Desembarque
 - Bycatch
 - Subreporte en distintas flotas y cambios en el tiempo
 - Captura total utilizada en el modelo

Café (16.15 – 16.30)

4. Estimación de la edad, confección de claves talla-edad usadas en la evaluación de stock (IFOP – Sra. Vilma Ojeda) (16.30 – 17:30)
 - Metodologías (consistencia temporal)
 - Problemas y desafíos asociados con la determinación de edad de esta especie
 - Claves talla edad

Runs 2: Escenarios solicitados por los revisores y consultas (17.30 - 18.00).

Cierre día martes (18.00)



Taller de Revisión Experta de las Evaluaciones de Stock de Congrio y
Anchoveta (CTP 2015) – Valparaíso, Septiembre 2015



Miércoles (14.00 - 18.00 hrs) (IFOP, Revisores, UDEC, SUBPESCA)

1. Modelo de evaluación de stock (IFOP – Sr. Francisco Contreras) (14.00 – 16.00)

- Evaluación de stock del año 2014 – (norte y sur) (CTP-2015)
- Estructura del modelo de dinámica
- Modelación del reclutamiento
- Información utilizada
- Función de selectividad
- Capturabilidad
- Supuestos
- Modelos estadísticos
- Determinación de los tamaños muestrales y coeficientes de variación de las distintas fuentes de información
- Justificación de los escenarios utilizados (Caso base)
- Resultados de la evaluación
- Diagnóstico de la pesquería y determinación del status
- Determinación de la CTP para el año 2015

Café (16.00 – 16.15)

2. Continuación modelo de evaluación de stock (IFOP – Sr. Francisco Contreras) (16.15 – 17:15)

Runs 3: Escenarios solicitados por los revisores y consultas (17:15 – 18:00)

Cierre día miércoles (18.00)

Jueves (14.00 - 18.00 hrs) (IFOP, Revisores, UDEC)

Discusión sobre runs del modelo y estructura de ingreso de las piezas de información (14:00 – 16:00)

Café (16.00 – 16.15)

1. Continuación discusión 4 (16.15 – 17.00).



Taller de Revisión Experta de las Evaluaciones de Stock de Congrio y
Anchoveta (CTP 2015) – Valparaíso, Septiembre 2015



2. Estimación de Puntos de Referencia y proyecciones para congrio dorado (IFOP – Francisco Contreras – Sr. Cristian Canales) (17.00 – 18.00)

Cierre Sesión Jueves (18.00)

Viernes (8.30 - 13.00 hrs) (IFOP, Revisores, UDEC, SUBPESCA)

Taller de Evaluación de stock (08:30 – 10:30)

- Presentación de resultados de ejercicios adicionales requeridos por los revisores durante la semana.
- Discusión sobre hallazgos preliminares efectuados por los revisores.

Café (10:30 – 10:45)

Continuación Taller de Evaluación de stock (10:45 – 13:00)

Cierre taller.



PROTOCOLOS DEL TALLER

Idioma

El idioma oficial del taller es español, por lo tanto las presentaciones y el material audiovisual que se presenten estarán en este idioma. Si el expositor lo estimara conveniente se podría presentar información en inglés. La Sra. Milka Rubio (traductora bilingüe) hará traducción simultánea.

Formato Presentaciones

Las exposiciones tendrán típicamente una duración 20-45 minutos, dependiendo de la extensión asignada. El formato de las presentaciones es Powerpoint. Se solicitarán el martes 1 de septiembre las presentaciones para que puedan ser traducidas debidamente al inglés. (Las presentaciones proyectadas serán en español y cada revisor tendrá una versión de la misma en inglés).

Durante las presentaciones podrá haber interrupciones por parte de los revisores, si así ellos lo consideraran pertinente. Después de la presentación habrá más tiempo para preguntas por parte de los revisores y participantes.

Coffee Break

La duración típica de los coffee breaks será de 15 minutos. Se tratará de respetar al máximo este horario.

Almuerzos

Los almuerzos se desarrollarán en el Hotel Diego de Almagro u otro lugar que se estime conveniente. A los expositores y los revisores se les cubrirá los gastos básicos de almuerzo en el hotel.



PARTICIPANTES

Coordinadores: Sr. Billy Ernst / Srta. Nicole Mermoud (Universidad de Concepción)

Anchoveta

Revisor

Dr. Carryn de Moor

Revisor Independiente

Expositores

Grupo de Evaluación de Stock de IFOP

Srta. María José Zúñiga / Cristian Canales (IFOP)

Sr. Sergio Lillo (IFOP)

Sr. Antonio Aranís (IFOP)

Sr. Francisco Cerna (IFOP)

Sr. Rodrigo Vega (IFOP)

Sr. Claudio Bernal (IFOP)

Sr. Luis Cubillos (UDEEC)

Srta. Zaida Young (UDEEC)



Congrio Dorado

Revisor

Sr. Chris Francis

Revisor Independiente

Expositores

Grupo de Evaluación de Stock de IFOP

Sr. Francisco Contreras (IFOP) / Cristian Canales (IFOP)

Sr. Renato Céspedes (IFOP)

Sra. Vilma Ojeda (IFOP)

Sr. Lui Chong (IFOP)

Sr. Patricio Gálvez (IFOP)

Srta. Sandra Ferrada / Sr. Ricardo Galleguillos (UdeC)

Sectorialista - SUBPESCA

Sra. Maria Angela Barbieri

Sr. Victor Espejo

Sr. Jorge Farias

Sr. José Acevedo

Sra. Aurora Guerrero

Sr. Lorenzo Flores

Sr. Darío Rivas



**Taller de Revisión Experta de las Evaluaciones de Stock de Congrio y
Anchoveta (CTP 2015) – Valparaíso, Septiembre 2015**



Comité Científico Pelágicos Pequeños

Sr. Rubén Alarcón

Comité Científico Recursos Demersales Sur Austral

Sr. Rodrigo Wiff

Asesores técnicos del Comité de Manejo de anchoveta y congrio dorado

Sr. Alejandro Zuleta (CEPES)

Sr. Andrés Franco (CEPES)

Sr. Marco Arteaga (INPESCA)

b) Notas

Se presentan a continuación las notas generadas durante el taller de revisión experta de bacalao de profundidad y camarón nailon.

PRESENTACIONES DEL TALLER DE REVISIÓN EXPERTA DE ANCHOVETA

Se da comienzo al taller el día lunes con la presentación inicial y palabras de bienvenida dadas por el coordinador del proyecto, Dr. Billy Ernst. Se entregan antecedentes generales del proceso de revisión experta, se presentan a los revisores internacionales, Sr. Chris Francis y la Dra. Carryn de Moor. Además, se presentan los expositores de la agencia nacional, profesionales involucrados de IFOP, de la Universidad de Concepción, Subsecretaría de Pesca y Comité Científico Técnico.

Se explica que la revisión estará enfocada en la evaluación de stock y las piezas de información que entran en la evaluación indirecta. Se basa principalmente en documentos técnicos, publicaciones científicas, presentaciones orales, datos, modelos y corridas de distintos escenarios de este último para investigar incertidumbre estructural.

Se abre la sesión de presentaciones del recurso anchoveta con la exposición denominada “Fisheries of Chilean anchovy (*Engraulis ringens*) in south central zone Chile. Expert Review”. El Sr. Antonio Aranís expone sobre aspectos generales de la historia de la pesquería de pequeños pelágicos en la zona centro sur de Chile, enfocándose principalmente sobre anchoveta. Comenta sobre las características de las capturas que generan una pesquería de tipo mixta, la que depende fuertemente de los pulsos de reclutamiento y presenta una actividad anual marcada por la estacionalidad. Dentro de la zona centro-sur, la VIII Región corresponde al lugar donde se ha desarrollado de manera más importante la pesquería. La pesquería de anchoveta nace en los años 60 en el norte de Chile, y fue el principal recurso para la pesquería nacional hasta mediados de los años 70. En la zona centro-sur las capturas comienzan en los años 60 no superando las 20mil toneladas. Luego comienza un aumento estabilizándose en las 100mil toneladas. Durante los años 90 las capturas superan las 500mil toneladas, pero en el año 97-98 la zona se vio influenciada por un Niño de gran magnitud que influyó una disminución en las capturas anuales de anchoveta y generó un aumento importante del sobre y sub reporte debido al aumento en las capturas de jurel de pequeño tamaño. Posterior a este periodo de bajas capturas, comienza un aumento sostenido hasta el año 2007, en donde la anchoveta nuevamente presenta una declinación en su abundancia, esta vez modulada por condiciones de agua fría. En los años 2014 y 2015 las capturas se estabilizaron en el orden de 70mil toneladas.

La pesquería está compuesta por una flota industrial y artesanal. La industrial presenta embarcaciones muy sofisticadas con alta tecnología y capacidad de pesca. La artesanal contempla tanto botes como lanchas, siendo muy numerosas. El límite entre ambas flotas está dado por 80 m³ de capacidad de bodega y 18 metros de eslora.

La discusión de esta presentación se centra en el proceso de corrección de las capturas de anchoveta realiza para el periodo afectado por el Niño 97-98. Hay niveles de corrección de hasta 700mil toneladas por año.

La siguiente presentación se titula “Historia de vida y parámetros biológicos utilizados en la Evaluación“. La Srta. María José Zúñiga expone sobre elementos importantes sobre la historia de vida de la anchoveta y los parámetros biológicos que se utilizan para la evaluación de stock. La anchoveta es una especie de ciclo de vida corto, de hábitos costeros, neríticos, capas de formar densos cardúmenes y que es fuertemente influenciada por factores bióticos y abióticos.

El día martes, se inicia la sesión con la presentación “Captura utilizada en el modelo de evaluación“. El Sr. Antonio Aranis presenta sobre las capturas de anchoveta utilizadas en la evaluación de stock, indica que desde el año 1998, e inducido por el desarrollo de El Niño 97/98, existieron grandes desembarques de jurel de pequeño tamaño, el cual debido a restricciones administrativas e irresponsabilidad de los pescadores, fue declarado como sardina o anchoveta. Esto genero una importante alteración en las estadísticas de captura de anchoveta. Hasta un 20% de sobre-reporte de anchoveta. Se ha desarrollado un esfuerzo en corregir las estadísticas de captura de anchoveta para el periodo 1998-2001, mediante la construcción de factores de corrección.

El mote también es una especie que ha sido utilizada en el subreporte tanto de sardina común y anchoveta. La fiscalización ha sido un punto crítico y muchas veces fallan sus niveles de cobertura. Hay una serie de dificultades para el personal de IFOP que afecta la verificación de las capturas.

Los factores de corrección se basan en la evaluación de la proporción de individuos bajo talla (IBT) de jurel. Luego se aplica la proporción de sardina común y anchoveta dentro de IBT. La proporción de sardina común y anchoveta se obtuvo a partir del monitoreo de IFOP e información de armadores de confianza. La posición longitudinal de los lances de pesca también fue un criterio para la corrección. Este periodo presenta una alta incertidumbre como dato de entrada para la evaluación de stock, por lo que se sugiere un uso cauteloso. La corrección solo se aplica para el periodo 1999-2001, el resto de la serie se asume correcta y proviene de los registros de sernapesca.

Segunda presentación titulada “Estimación de la edad, confección de claves talla-edad usadas en la evaluación de stock y error en la asignación de edades“. El Sr. Francisco Cerna expone sobre estimación de edad de anchoveta en la zona centro-sur. El muestreo de IFOP contempla extracción de otolitos sagita, almacenamiento en cartón porta-otolito y transporte al laboratorio. En laboratorio se utiliza el otolito izquierdo. El criterio desde 1970s es considerar 2 anillos hialinos como un año de vida. Las estimaciones de edad son validadas por una lectura cruzada que contrasta la lectura realizada por dos personas (<5% de error). Se leen 70 pares de otolitos por mes y por región (Talcahuano, Valdivia y Calbuco), agrupándose en 210 lecturas por trimestre. La lectura de edad se expande a la captura total por región y luego se genera una matriz global de captura a la edad. La estructuración en base

a una fecha de nacimiento el 1 de enero determina considerar solo reclutas luego del 1 de enero, lo que no tiene sentido biológico. Si fuese desde el 1 de julio sería con criterio biológico. Esta asignación basada en el 1 de enero genera una baja proporción de representación del grupo de edad-0. El modelo de crecimiento asume una edad discreta pero incorpora un proceso continuo. Se sugiere descomponer la información a nivel mensual, que considere el proceso continuo de crecimiento.

Tercera presentación titulada “Evaluación directa”. El Sr. Álvaro Saavedra expone sobre los cruceros hidroacústicos, el diseño de muestreo, procedimientos de evaluación acústica, procedimientos de análisis de datos acústicos y los estimadores de abundancia y biomasa total de sardina común y anchoveta. El crucero permite construir mapas de distribución, cobertura espacial y temporal de ambos recursos. Existen tres métodos de estimación de razón R, los que han variado su uso entre años. Luego de la exposición se sugiere utilizar el mismo método para toda la serie. Además, se sugiere re-considerar la fecha del crucero de mayo, para que acierte con el peak de reclutamiento de anchoveta. Por otra parte, el sesgo de orilla es una consideración que fue incorporada en solo una parte de la serie, y puede establecerse como un cambio metodológico dentro de la serie, por lo que es necesario conocer exactamente qué año se comienza a evaluar su uso.

El día miércoles comienza la sesión con la presentación titulada “Modelo de evaluación de stock”. La Srta. María José Zúñiga expone sobre el modelo de evaluación de stock, su estructura, componentes, supuestos e implementación. Según los revisores el modelo se concentra en alcanzar un valor de salida, pero no trabaja de buena manera con los sesgos de la estimación. Se discute el uso del modelo basado en el año calendario vs año biológico y como su estructura anual, pudiese estar dejando de lado procesos estacionales de reclutamiento, crecimiento y capturas.

Srta. Maria Jose Zúñiga presenta distintos escenarios solicitados por la Dra. de Moor.

El día jueves comienza la sesión con la presentación titulada “Puntos de referencia y procedimientos utilizados en la proyección del stock hacia el futuro”.

El día viernes la primera presentación de María José Zúñiga sobre escenarios solicitados por los revisores para el modelo de anchoveta. Los nuevos escenarios permiten comprender de mejor manera algunas inconsistencias del modelo. Se sugiere evaluar cómo se está incorporando la información de la selectividad, que no incluye información sobre la edad-0.

La Dra. de Moor presenta sus comentarios generales sobre anchoveta, los cuales se describen a continuación:

Considerar como fecha de nacimiento el 1 de enero genera un desajuste en la evaluación. Individuos de 5-6 meses son considerados como de 1.5 años. Existe una inconsistencia entre las estructuras de tallas que evidencian individuos de edad-0, pero no figuran dentro de las estructuras de edad que se implementan en el modelo. Esto afecta la curva de crecimiento y su estimación. Afecta la selectividad a la edad y la ojiva de madurez. Esto tiene un impacto

sobre los PBR que son estimados a partir de estas curvas. Hay una mala comunicación entre las claves talla-edad y el modelo.

La línea de corte para informar la proporción de inmaduros también es aplicada para informar la proporción de reclutas, lo cual es incorrecto. Hay métodos como el de la curva de progresión modal para representar de mejor manera esto.

- Es necesario re-evaluar niveles de varianza de los cruceros hidroacústicos, que estén vinculados a los niveles de cobertura de ambos cruceros. Se sugiere tomar en cuenta a los cruceros en forma separada. Interanualmente cada uno tiene una cierta variabilidad pero que es consistente en el tiempo, pero entre ellos existen muchas diferencias. Los coeficientes de capturabilidad son diferentes, aparentemente el pelaces sobreestima la abundancia de anchoveta. Se sugiere analizar las fuentes de error en cada crucero y analizar por separado sus implicancias sobre las estimaciones de biomasa.
- Las series de tiempo utilizadas en la evaluación deben ser comparables, basadas en los mismos métodos y mismas áreas de cobertura. Las estimaciones no son comparables, por lo que debiesen ser separadas en distintas series de tiempo.
- El sesgo de orilla fue evaluado en algunos años y otros no. Se sugiere que las series de tiempo no deben ser utilizadas como estándar, sino que dividir las de acuerdo a los métodos utilizados.
- La selectividad del crucero se asume como logística, pero ¿es representativa? considerando que el crucero utiliza un método de captura distinto a la flota. El crucero utiliza arrastre, tal vez está pasando por alto los peces de edad-0. La selectividad de este método no es aplicable para la estimación de biomasa acústica que supuestamente “lo ve todo” y sí identifica la presencia de individuos de edad-0.
- Es necesario evaluar la incertidumbre del modelo mediante análisis de sensibilidad. La incertidumbre puede variar según los datos de entrada (sobre todo en la parte de la serie de tiempo del año 98-02), además de la influencia del descarte o subreporte.
- El modelo anual y semestral disponibles para anchoveta se sustentan en representar una dinámica temporal distinta, pero se podría generar una versión intermedia.
- Las proyecciones en el informe no toman en cuenta la incertidumbre. No se utiliza una relación stock-recluta, pero se considera que la media del reclutamiento pasado dependen de los niveles de SSB. Esto es poco precautorio.
- Se recomienda que las proyecciones consideren escenarios y datos alternativos. Comparar escenarios con o sin pesca, para evaluar las consecuencias de escenarios sin pesca. Si se pretende alcanzar un cierto nivel objetivo, ¿porque solo se asume que se alcanza bajo un cierto nivel de captura?.
- La biomasa pre-explotación (B0) es muy difícil de estimar en pequeños pelágicos. Se sugiere utilizar un valor de referencia más reciente (punto de anclaje), en el que se

tenga una mayor certeza de que existe baja variabilidad. Realizar las recomendaciones de manejo basada en B0 muchas veces no es realista.

- En términos de la pesquería mixta, se recomienda mantener el uso de una evaluación de stock por separado para sardina común y anchoveta. Se recomienda evaluar su interacción mediante un modelo operativo que considere la interacción entre ambas especies y sea simulado hacia el futuro.

PRESENTACIONES DEL TALLER DE REVISIÓN EXPERTA DE CONGRIO DORADO

Dr. Billy Ernst abre la sesión e invita a los invitados a presentarse, indicando su nombre e institución.

Primera presentación titulada “Pesquería de Congrio Dorado”. El Sr. Renato Céspedes expone sobre la historia de la pesquería de congrio dorado en la zona austral. La pesquería ha estado compuesta por distintas flotas que han ido sustituyéndose en el tiempo (hielera, fábrica, artesanal) y que está separada espacialmente entre aguas interiores y aguas exteriores.

Los rendimientos de pesca han disminuido luego de presentar sus máximos históricos durante los años 90. Ha existido una distribución de tamaños que varía entre las flotas, con una importante variabilidad interanual. En los últimos años se ha observado un aumento en las tallas medias. El congrio presenta una actividad reproductiva marcada por ocurrir durante verano.

La historia del congrio como recurso nace en la décima región. Siempre se ha capturado como una especie acompañante y alternativa de la merluza del sur. Los desembarques están restringidos al inicio del año, donde los pescadores realizan una especie de “carrera olímpica” para obtener rápidamente la cuota asignada. El establecimiento de cuotas ha influenciado la dinámica intra-anual de las capturas.

Actualmente el desembarque del sector artesanal es explicado por lanchas y en menor por botes. Ambas pertenecen principalmente a puerto de la décima región, principalmente al puerto de Dalcahue en Chiloé. Muchas lanchas artesanales operan en aguas exteriores pero declaran como capturas realizadas en aguas interiores. Desde el año 2010 las lanchas artesanales han aumentado sus rendimientos nominales ya que han explorado nuevos caladeros, operando en aguas exteriores, reservada para la pesquería industrial.

La estructura de talla de los individuos capturados por el sector artesanal presenta una moda bastante menor a la industrial. Además las tallas van aumentando en dirección sur.

El arte de pesca utilizado por la flota industrial cambio en los años 1990, desde arrastre de fondo a red de media agua (con el objetivo de capturar más merluza del sur). La flota espinelera no ha cambiado su arte de pesca. La actividad industrial hasta el año 2001 fue tanto interior como exterior, luego de ese año opera solo en aguas exteriores.

Por efectos restrictivos de la cuota, en los últimos dos años ya no se realizan lances dirigidos a congrio dorado. Esto también ha restringido el acceso a información biológica de la población. La intencionalidad de pesca orientada a merluza del sur y la presencia de congrio como fauna acompañante ha disminuido la cuota en la temporada de mayores rendimientos.

La tasa de captura de congrio está condicionada por su situación de fauna acompañante y estacionalidad en el periodo estival. Existe una distribución de la cuota entre sector industrial y artesanal (50/50 desde el año 2013). Además los artesanales pueden ceder (transferir) su cuota a los industriales.

Segunda presentación titulada “Historia de vida y parámetros biológicos utilizados en la Evaluación”. El Sr. Francisco Contreras relata que a nivel genético y morfométrico no existen diferencias significativas que determinen la presencia de más de una unidad de stock. Si se ha revelado diferencias en parámetros de historia de vida entre la zona sur y norte de la pesquería que determinarían stocks distintos con reclutamientos y productividades independientes. Actualmente el modelo conceptual para la evaluación del stock considera dos unidades poblacionales, sexos combinados, ingreso de reclutas de edad 3, no considera migración entre las unidades poblacionales. La mortalidad natural es diferente entre zonas, siendo $M=0.27$ en la zona norte y $M=0.23$ en la zona sur. El modelo considera sexos combinados pero desde los años 1980 existe la data separada por sexo y se podría generar un modelo estructurado por sexo.

Tercera presentación titulada “Estructuración poblacional y demográfica del congrio dorado basado en estudios genéticos”. La Srta. Sandra Ferrada presenta sobre la identificación de stock y estructura genética del stock de congrio dorado en la PDA. Explica qué es y cuáles son los usos de los microsatélites y las ventajas para la identificación de stock. Se ha desarrollado un set de microsatélites específicos para las tres especies de congrio en Chile. Los indicadores genéticos revelan que no existe estructuración genética entre los 41 y 57° S, lo que está vinculado por un solapamiento de áreas de desove y un fuerte flujo génico entre poblaciones.

Se discute la necesidad de adaptar los modelos de evaluación de stock para incorporar los parámetros genéticos que permiten identificar un stock. Estos métodos estadísticos de evaluación genética permitirían conocer las tasas de migración (número de individuos por generación).

Cuarta presentación titulada “CPUE nominal y su estandarización en congrio dorado”. El Sr. Francisco Contreras expone sobre la estandarización de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como indicador de abundancia relativa de congrio dorado. Este proceso contempla tres pasos fundamentales: separación de la data, análisis multivariado para evaluar intencionalidad de pesca y estandarización. La intencionalidad de pesca se evalúa a partir de las proporciones de composición de especies en los lances en un lugar y espacio determinado, luego la aplicación de métodos multivariados para clasificar las operaciones de pesca.

La estandarización es mediante un modelo GAM que incorpora las variables año, mes, barco, latitud, longitud y profundidad. Según esto se determinan clúster a partir de su composición de especies y se estandarizan los clúster de interés.

Día martes comienza con la presentación titulada “Programa de seguimiento Artesanal”. El Sr. Liu Chong expone sobre el programa de seguimiento artesanal de congrio dorado. Desde el año 2013 la cuota artesanal e industrial está repartida equitativamente en 50/50. La flota artesanal está dividida en lanchas (>12m, operan tanto en agua interior como exterior) y botes (<12m, operan solo en aguas exteriores). El arte de pesca corresponde a un espinel horizontal calado cerca del fondo. Utilizan sardina fresca o salada como carnada. Históricamente solo se ha monitoreado las operaciones realizadas por la flota de botes, que representen solo el 30% del desembarque. La actividad es esporádica y esta incentivada por la demanda de congrio dorado por parte de los compradores. Luego del establecimiento de la cuota, las capturas se realizan durante enero, agotando la cuota rápidamente.

Segunda presentación titulada “Programa de seguimiento Industrial”. Sr. Renato Céspedes expone sobre el programa de seguimiento industrial de congrio dorado. La zona austral presenta condiciones ambientales que generan una gran dificultad para desarrollar el levantamiento de información.

Tercera presentación titulada “Estimación de la edad, confección de claves talla-edad usadas en la evaluación de stock”. La Sra. Vilma Ojeda expone sobre estimación de edad en congrio dorado. Se cuenta con una serie histórica de estimación de edad para el congrio que comienza en 1982. Desde el año 1992 comienza a realizarse el análisis de los otolitos entre zonas (norte y sur). En el año 2004 se analizó retrospectivamente la disponibilidad y ordenamiento de la data, detectando los años en donde no existe el origen espacial de los otolitos. El congrio dorado presenta un importante dimorfismo sexual pero el desagregar los datos entre sexos genera un tamaño de muestra muy bajo. Existen diferencias entre sexos de las curvas longitud-edad, pero no entre zonas. Luego del año 2005 la clave talla-edad involucra la integración de toda la información de todas las flotas y se extrapola hacia la asignación de edad de la flota artesanal.

El día miércoles durante la sesión de anchoveta (mañana) se realiza una conexión mediante Skype con Juan Carlos Quiroz (Australia) quien explica los procedimientos detrás del método multivariado implementado para la estandarización de la CPUE de congrio en la PDA. El revisor Sr. Chris Francis manifiesta muchas dudas sobre su aplicación, resultados y uso en el modelo de evaluación de stock.

La primera presentación es titulada “Modelo de evaluación de stock”. El Sr. Francisco Contreras expone el modelo utilizado por IFOP para la evaluación de congrio dorado en la PDA. Detalla su estructuración, supuestos, data utilizada e implementación. El modelo no converge de buena forma, lo que puede estar vinculado a las tendencias de los índices de abundancia relativa que son contradictorias entre las distintas flotas. Por otra parte, el ajuste

para los datos de espinel industrial presenta dos series de tiempo en donde los datos han sido procesados de manera diferente, afectando la convergencia del modelo.

El día jueves expone el Sr. Chris Francis sobre sus principales consideraciones en torno al modelo de evaluación de stock desarrollado por IFOP, destacando los siguientes tópicos fundamentales:

- La CPUE es un indicador conflictivo. Es la pieza de información más importante en la evaluación, pero sus estimaciones están en conflicto entre ellos mismos. En la zona norte las tendencias de la CPUE presentan patrones temporales totalmente distintos a la sur. Dado esto último existen dos opciones: remover una zona según la información disponible o generar modelos separados. La incertidumbre debe ser analizada y esta incongruencia está determinando mucha incertidumbre.
- Problemas en el procesamiento de agrupación (clustering) y estandarización de la CPUE. Los datos son filtrados mediante clustering y luego son sometidos a una estandarización convencional. El clustering busca identificar los lances que tuvieron la intención de captura congrio como especie objetivo, y se descarta mucha información con este método.
- El modelo tiene una sobrevaloración de la proporción de edades y el peso que se le asigna a cada set de datos. Existe una señal muy potente de un aumento en la edad media, que se presume está determinando una mala estimación del reclutamiento.
- Problemas con el Principio precautorio. La ley lo establece y la evaluación de congrio lo pasa por alto. En la evaluación no se asume una relación stock-recluta, por lo que se debe realizar un acuerdo en torno a esta consideración. No hacerlo, es incurrir en algo poco precautorio. Se consideró un reclutamiento promedio irreal para la población.
- Biomasa inicial. Hay mucha incerteza en la estimación de B_0 . Se sugiere cambiar la forma en como el modelo lo estima. Actualmente el modelo calcula 12 parámetros para el primer año, se sugiere utilizar un Fhist (Finit) que estime la presión por pesca antes de B_0 . Utilizar Fhist entrega una herramienta de estimación de B_0 y evaluar si se estima un 60% de B_0 u otro valor.
- Estructura del stock. El hecho de que existan parámetros biológicos diferentes entre la zona norte y sur, no obliga a utilizar un modelo distinto que separe en dos poblaciones. Se sugiere utilizar un modelo que considere un stock y dos áreas, que están conectados por una proporción de propagación entre ambas áreas.
- Documentación de la evaluación. Los informes no están siendo bien preparados. Es necesario describir minuciosamente todos los aspectos analíticos utilizados. Describir y explicar todos los supuestos que determinan la estructura del modelo. Los análisis de sensibilidad son fundamentales para conocer los efectos de los supuestos. Evaluar el comportamiento del modelo según distintos niveles de mortalidad natural o modelos de selectividad alternativa. La sensibilidad nos permite determinar cuanta confianza tenemos de la evaluación. Es necesario además presentar diagnósticos de las piezas de información que permitan realizar una evaluación crítica.

LISTA DE PARTICIPANTES

A continuación se presenta una tabla que resume la asistencia de los participantes y expositores al taller de revisión experta. Las listas de asistencias se encuentran adjuntas en el Anexo VI.

Tabla 1: Asistencia de los participantes y expositores al taller de revisión experta. A) Anchoqueta centro-sur, B) Congrio dorado

A) Anchoqueta centro-sur:

N°	Apellido	Nombre	Institución	07-09-2015	08-09-2015	09-09-2015	10-09-2015	11-09-2015
1	Acevedo	Jose	SUBPESCA	X	X	X	X	
2	Aranis	Antonio	IFOP	X	X	X	X	
3	Arteaga	Marcos	INPESCA		X	X	X	
4	Bernal	Claudio	IFOP					
5	Bucarey	Doris	IFOP			X		
6	Canales	Cristian	IFOP	X	X	X	X	X
7	Cerna	Francisco	IFOP		X	X		
8	Contreras	Francisco	IFOP			X		X
9	Espejo	Victor	SUBPESCA	X	X	X	X	
10	Ferrada	Sandra	UDEC	X				
11	Hernandez	Silvia	SUBPESCA	X	X			
12	Ibarra	Mauricio	IFOP			X		
13	Lillo	Sergio	IFOP		X			
14	Mardones	Mauricio	IFOP			X		
15	Nuñez	Sergio	INPESCA		X			
16	Rivas	Dario	SUBPESCA		X			X
17	Saavedra	Alvaro	IFOP		X			
18	Vega	Rodrigo	IFOP	X				
19	Yañez	Alejandro	IFOP	X	X	X		
20	Young	Zaida	IFOP		X			
21	Zuñiga	Maria Jose	IFOP	X	X	X	X	X
TOTAL				9	14	12	6	4

B) Congrio Dorado:

N°	Apellido	Nombre	Institución	07-09-2015	08-09-2015	09-09-2015	10-09-2015	11-09-2015
1	Adasme	Luis	IFOP	X	X			
2	Canales	Cristian	IFOP	X	X	X	X	
3	Céspedes	Renato	IFOP	X	X			
4	Chong	Liu	IFOP	X	X			
5	Contreras	Francisco	IFOP	X	X	X	X	
6	Ferrada	Sandra	UDEC	X				
7	Guerrero	Aurora	SUBPESCA	X	X	X	X	
8	Ibarra	Mauricio	IFOP			X		
9	Mardones	Mauricio	IFOP			X		
10	Ojeda	Vilma	IFOP	X	X	X		
11	Rivas	Dario	SUBPESCA	X	X			
12	Zúñiga	Maria Jose	IFOP			X	X	
TOTAL				9	8	7	4	

CONCLUSIONES

Las actividades del proyecto se desarrollaron con normalidad. El programa fue seguido a cabalidad y se desarrollaron los esfuerzos necesarios para resolver inquietudes manifestadas por los revisores, fundamentales para la continuidad del taller.

Todos los documentos y bases de datos fueron recopilados y traducidos a inglés en los tiempos apropiados para un buen desarrollo de la revisión.

La calidad de la traducción simultánea fue de alto nivel, favoreciendo el óptimo desarrollo del taller.

La participación de los asistentes al taller por parte de IFOP, SUBPESCA, permitiéndose explorar la sensibilidad de los resultados.

Los revisores cumplieron con la entrega de los informes para cada especie.

Los revisores identificaron una serie de puntos importantes que serán de utilidad tanto para mejorar la calidad de la ciencia disponible para evaluar estos recursos como para el manejo de ellos. Estos puntos determinan una guía de trabajo tanto para IFOP como los comités científicos en la búsqueda de mejoras en la evaluación de estos recursos en el corto y mediano plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, S., Shvllani, M., Die, D., Sampson, D. and Ting, T. 2006. The Center for Independent Experts: The National External Peer Review Program of NOAA's National Marine Fisheries Service. *Fisheries* 31(12): 590-600.
- Cubillos, L., 1999. Estrategia reproductiva, crecimiento y reclutamiento de *Strangomera bentincki* (Norman, 1936) en el sistema de la zona centro-sur de Chile. Tesis Magíster en Ciencias (Oceanografía), Escuela de Graduados, Universidad de Concepción, 180 p.
- Cubillos, L. & D. Arcos. 2002. Recruitment of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central-south Chile in the 1990s and the impact of the 1997-1998 El Niño. *Aquat. Living Resour.*, 15: 87-94.
- Chubin, D. E., and E. J. Hackett. 1990. Peerless science: peer review and U.S. science policy. State University of New York Press, Albany.
- FAO. 1977. Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable, números 2. ROMA, FAO. 1997. 64p.
- Feltrim, M. C., & Canales, M. 2009. Investigación Evaluación del Stock y CTP anchoveta y sardina austral centro sur, 2009. INFORME FINAL. IFOP- SUBPESCA. 62p.
- Feltrim, M. & B. Ernst. 2010. Inter-cohort growth variability analysis for the common sardine (*Strangomera bentincki*) off the coast of central Chile. *Fisheries Research* 106(3): 368-377.
- Methot, R. D. 2009. User manual for Stock Synthesis. Model Version 3.04b. NOAA Fisheries. Nakamura, I. 1986. Important fishes trawled off Patagonia. JAMARC. Tokyo, Japan. 369 pp.
- Rassam, G. N., and J. Geubtner. 2006. Peer review and scientific societies. *Fisheries* 31(2): 83
- Roa R., Ernst B., Tascheri R., & Cordue P., 2006. Proyecto FIP 2006-14: Formulación e implementación de un enfoque metodológico de evaluación de stock de Merluza de Cola. Co-investigador. 2007-2008.
- Starr, P.J., John H. Annala, and Ray Hilborn. 1998. Contested stock assessment: two case studies. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 529-537.
- Sullivan, P. J., J. M. Acheson, P. L. Angermeier, T. Faast, J. Flemma, C. M. Jones, E. E. Knudsen, T. J. Minello, D. H. Secor, R. Wunderlich, and B. A. Zanetell. 2006. Defining and implementing best available science for fisheries and environmental science, policy, and management. *Fisheries* 31(9): 460-465.

Wiff, R, Ojeda V & 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, J.C Quiroz, R Cespedes & L. Chong. 2013. Investigación del estatus y evaluación de estrategias de explotación en congrio dorado 2013. IFOP-SUBPESCA.

ANEXOS

ANEXO I: Reporte de los revisores de ambas especies.

Reporte de Anchoqueta en Ingles.

Report of the Review of South Central Anchovy (*Engraulis ringens*)

Dr. Carryn L. de Moor
October 2015

1. Executive Summary

A review workshop was held from 7th to 11th September 2015 to facilitate extensive presentations and discussions pertaining to the review of the 2014 stock assessments of south-central anchovy (*Engraulis ringens*) and golden kingklip (*Genypterus blacodes*). This report contains the author's independent review of the south-central anchovy stock assessment, with particular focus on the terms of reference provided. The primary focus of this review was on the 2014 stock assessment report, although a number of background documents and publications were also considered both before and after the workshop, together with the source code used to produce the stock assessment results. The work presented for review was generally of a very high standard and the scientists involved should be commended for their continued commitment to improving all aspects of the assessment and management of south-central anchovy.

Anchovy are a short-lived small pelagic species, whose recruitment is typically highly variable and subject to biotic and abiotic factors. Given its short life-span, the abundance of anchovy stocks are highly dependent on incoming recruitment. Anchovy abundances worldwide have demonstrated large-scale fluctuations, sometimes in oscillation with the abundances of other small pelagic species. Anchovy distributed in the Chilean waters of fishing regions V to X (32°10'23''S to 43°44'17''S) have been shown to have a fast growth rate in their initial year of life, with intra-annual variability and a distinct spawning season at the end of the austral winter. Anchovy are distributed at most 30 nautical miles from the coast and typically in depths of less than 70m. They aggregate in dense shoals, frequently found mixed with common sardine (*Strangomera bentincki*) and other small pelagic fish.

Considering the available information on genetic studies, together with differences in biological markers between south-central anchovy and the anchovy distributed off northern Chile and Peru, it is **recommended** that the anchovy in regions V to X continue to be assessed and managed as a single management unit. All data currently used in the stock assessment of south-central anchovy correspond with this hypothesised stock structure.

South-central anchovy are harvested by two purse-seine fleets, an artisanal fleet whose landings dominate the fishery, and an industrial fleet. Given the biological and technological interactions between common sardine and anchovy (and other small pelagic fish), the pelagic purse-seine fishery is a mixed-fishery. There are intra-annual variations in the dominant species landed in these fisheries, in addition to variations in the dominant species landed over time. The catches and variations thereof are primarily influenced by the highly variable

annual recruitment pulses of sardine and anchovy. Considering the information available on the mixing of sardine and anchovy in the purse-seine fishery at the time of review, it is **recommended** that south-central anchovy continue to be assessed independently of sardine. However, it is **recommended** that management advice consider the interactions that occur when the targeting of these two resources results in bycatch of the other.

While the anchovy fishery was extremely low in the late 1970s to 80s, it recovered to reach maximum landings of more than 400 000t in 1994 and again in 2007-2009. Hydroacoustic survey estimates of abundance have shown a negative trend in anchovy abundance since 2009, and landings have decreased to an average of 74 000t between 2008 and 2012. A sustained period of below-average recruitment has restricted the ability of this resource to recover. An accurate stock assessment for anchovy is therefore particularly critical at this point in time, given that management measures informed by the stock assessment will not only impact the future of this resource, but the entire pelagic purse-seine fishery through possible bycatch limitations.

There are three primary sources of data used in the assessment of south-central anchovy: catch data, acoustic survey indices of abundance and proportion-at-age data from both commercial landings and acoustic surveys. The assessment covers the time-period from 1990 to 2014, co-inciding with the duration for which catch-at-age data are available, although survey data are only available from 2000 onwards.

The anchovy landings data have been quantitatively corrected with the best currently available information to account for the mis-reporting of juvenile jack mackerel catch between 1998 and 2001. While this reflects the “best” time series of south-central anchovy landings, there remains some uncertainty surrounding the accuracy of the total anchovy fishing mortality due to possible mis-reporting of catch species compositions and discarding in response to quota enforcement. It is therefore **recommended** that sensitivity to the stock assessment results be tested for alternative time-series of catch data such as higher/lower catch between 1998 and 2001 or an increase in catches (due to discards) since 2005.

A time series of indices of anchovy abundance from the RECLAS acoustic survey has been estimated each January since 2000. The first two autumn PELACES acoustic surveys were conducted with a different vessel to that used for all other acoustic surveys, and the survey area in these initial years was not comparable with the rest of the time series. In some years an additional inshore acoustic survey has been conducted simultaneously to the standard acoustic survey to assess the abundance of anchovy distributed inshore. In order to maintain comparable time-series of indices of abundance in the two acoustic surveys over time it is **recommended** that the time-series of PELACES survey indices of abundance exclude the first two years of 2003 and 2005, and that survey estimates of abundance exclude the abundance from the inshore surveys for the years for which these surveys have been conducted. It is **recommended** that the CVs associated with the annual survey estimates of abundance be used (rather than a time- and survey-invariant CV of 30%), and that these should be calculated using the same method for all years. An acoustic survey review workshop is **recommended**. This could address, among other things: i) the estimation of an

inshore bias factor or prior distribution to apply to all surveys, by considering the years and surveys for which an inshore survey has been conducted simultaneously to the standard survey by the *Abate Molina*; ii) the consideration of the spatial and temporal coverage by each survey on the distribution of total anchovy biomass; and iii) the quantification of the likely individual error factors relating to the survey estimates of abundance. This could include, but is not limited to, weather effects, avoidance, undetected schools, surface correction and/or target strength. It is **recommended** that the uninformative prior distributions for survey bias be reviewed following the results from iii), which may enable the estimation of informative prior distributions.

Despite the careful attention to detail applied to ensure consistency in the interpretation of the age of anchovy sampled, the designated birthdate of 1st January used in this process does not correspond well with the actual timing of recruitment. As a result, the proportion of age 0 anchovy estimated, particularly during the surveys, likely underestimates the true proportion of the recruits of the year. This is important for the assessment and subsequent appropriate management advice for a short-lived species whose fishery depends on the incoming recruitment. It is therefore **recommended** that the designated birthdate used in ageing south-central anchovy be taken to correspond with peak spawning in August rather than January.

As a result of this inconsistency in the designated birthdate used when calculating proportion-at-age data, it is **recommended** that the stock assessment model be fit directly to proportion-at-length rather than proportion-at-age data. This change has the added benefit of being able to more closely model the anchovy dynamics relating to the fast growth rate during their first year of life. In addition, selectivity applied to commercial catches and survey trawls only, can thus be more realistically estimated to be length- rather than age-structured. It is **recommended** that the acoustic survey biomass be estimated without applying the trawl selectivity because the acoustic signals survey all the biomass covered and are thus not subject to the same selectivity as the length-structure data resulting from trawl samples.

Model results indicated the three changes recently undertaken to the base case annual stock assessment model assumptions, i.e. assuming a lower observation error for the catch tonnage data, a higher observation error for the egg survey indices of abundance, and an uninformative prior distribution for the autumn PELACES survey catchability coefficient, were reasonable.

Both the annual and semestral models contained advantageous and disadvantageous aspects. A new conceptual model for the stock-assessment of anchovy is **recommended** which contains some aspects from both the annual and semestral models, together with a number of new recommendations. This model is detailed in section 4.10. In summary, the **recommended** model is at base an age-structured model, with the length structure estimated by modelling the distributions of anchovy length-at-age. These distributions are estimated as normal distributions about a von Bertalanffy growth curve, with likely higher variance in the normal distribution estimated for the younger ages to reflect the fast growth in the first year of life and the extended spawning period. The prior distributions for the growth parameters are **recommended** to be based on parameters estimated from age data using monthly rather

than annual integer-ages. Shorter than annual time steps are **recommended** to account for the non-uniform spread of catches throughout the year. In addition to using commercial and survey length-structured data rather than age-structured data (see above), maturity-at-length and weight-at-length relationships are **recommended**. This is advantageous when estimating model biomass and spawner biomass given the typically wide distribution of lengths of fish in the younger age classes. While the assumption of annual recruitment deviating lognormally about an average value is reasonable for anchovy, care should be taken to apply the correct lognormal bias correction factor.

There may be differences in the commercial selectivity by fleet and during the course of the year, reflecting different temporal and spatial coverage by the fishery, noting that there is a general increase in the average length of anchovy from north to south. It is **recommended** that the commercial length frequencies be analysed to establish if such differences in selectivity patterns may exist, and where appropriate, flexibility in the selectivity-by-length between fleets and/or during the course of the year be modelled.

It is **recommended** that the method based on residuals of the average mean age developed by Francis (2011) be used to estimate the multinomial sample sizes for proportion-at-length data. This influences the weight these data have on the model assessment. Analyses undertaken during the review workshop suggest the proportion-at-age data were given too much weight in the assessment under review.

Three workshops have recently been undertaken to review biological reference points in Chilean marine fisheries, including those for south-central anchovy. These workshops developed methods to determine proxy biological reference points for F_{MSY} , B_{MSY} and B_{LIM} , using estimates of biomass from the current base-case stock assessment. However, reliable estimates of B_0 for short-lived, highly variable resources, such as anchovy, are extremely difficult to obtain. In addition, such estimates can fluctuate widely as new data are added to the time series used in stock assessments. Thus reference points based on B_0 , such as the ones recently calculated for south-central anchovy, can differ substantially between assessments resulting in large fluctuations in the basis for management advice. It is **recommended** that management of south-central anchovy move away from using reference points based on the uncertain estimate of B_0 , and rather move towards using more contemporary (and precise) biomass estimates as reference points.

It is **recommended** that the high variability of recruitment typical of this resource be considered in future projections. Alternative future recruitment levels selected should consider the possible influence of current and future spawner biomass levels. For example, recruitment in the immediate future is unlikely to reach the average 1990-2008 recruitment given the current low spawner biomass levels.

Future projections of the resource are **recommended** to be considered under not only alternative catch scenarios, but also under a no-future-catch scenario. The risk to the resource under alternative management strategies can then be evaluated in comparison to the risk to the resource that would result from natural variability only, excluding fishing mortality. This

method takes cognisance of the current status of the resource and the influence of highly variable recruitment when advising on the impact of alternative management scenarios, rather than, for example, comparison to a depletion level since the start of the modelled time period. For example, if the risk to the resource, evaluated as the probability of not attaining a biological target reference point within a set time frame is high under a no-future-catch scenario, it would be unrealistic to expect any future fishing strategy to maintain a low risk.

It is **recommended** that management advice consider the full range of uncertainty in the stock assessment. Stock assessment scientists should transparently report all forms of plausible uncertainty, so that managers do not make decisions under a false sense of certainty. It is recommended that stock assessments results and projections show the distributions of parameter estimates rather than point estimates. It is **recommended** that posterior distributions estimated from Markov Chain Monte Carlo runs are reported for the base case model. A Reference Set of models should be used where key uncertainties influence the stock assessment or alternatively sensitivity tests to a range of key uncertainties should be presented. Management Strategy Evaluation, which uses simulation testing with feedback-control to evaluate the ability of a management procedure to meet desired performance criteria prior to implementation of the management procedure, is **recommended** as an appropriate framework to evaluate the risk to the resource taking structural and parametric uncertainty into account.

2. Background

The author was invited and contracted by the University of Concepcion to participate in the review of the 2014 stock assessments of south-central anchovy (*Engraulis ringens*) and golden kingclip (*Genypterus blacodes*) (Appendix 2). A review workshop was held from 7th to 11th September, facilitating extensive presentations and discussions pertaining to the stock assessments of both species (Appendix 3). This report contains the independent review of the stock assessment of south-central anchovy, with particular focus on the terms of reference provided (Annex 2 of Appendix 2). The author foresees no conflict of interest in this review given that the author has had no prior direct involvement in any assessments of Chilean fish resources.

Anchovy are a short-lived species (high natural mortality rate) whose recruitment is typically highly variable and subject to biotic and abiotic factors (Aguayo and Soto 1978 as referenced by Zuñiga and Canales 2014, Serra 1983 as referenced by Zuñiga and Canales 2014, Cubillos et al. 2001, Aranís et al. 2013 as referenced by Zuñiga and Canales 2014). The anchovy distributed in the central-south of Chile (fishing regions V to X, 32°10'23''S to 43°44'17''S, **Figure 1**) have been shown to have a fast growth rate in their initial year of life, with intra-annual variability (Cubillos et al. 2001) and a distinct spawning period at the end of the austral winter (Cubillos et al. 2001, 2007). The anchovy are distributed in coastal regions, at most 30 nautical miles from the coast, and typically in neritic depths of less than 70m. They aggregate in dense shoals, frequently found mixed with common sardine (*Strangomera bentincki*) and other small pelagic fish (Gerlotto et al. 2004). There is a general increase in the average length of anchovy from region V in the north to region X in the south, reflecting the greater aggregations of recruits further north. The main feeding regions are in regions XIV and X (Cubillos et al. 2001).

Given the biological and technological interactions between sardine and anchovy, they are harvested by mixed-fishery purse-seine fleets. South-central anchovy are targeted by two fleets; an industrial fleet with larger vessels averaging trip lengths of 4.5 days, and an artisanal fleet with vessels ranging from 5 to 18m in length (A. Aranís pers comm). The landings from the artisanal fleet dominate (>70% of catch) those from the industrial fleet and more than 90% of the landings occur between the V and VIII regions and the ports of San Antonio, Talcahuano and Coronel (**Figure 1**). There is little fishing effort in region IX as the region is inaccessible by the artisanal fleets of regions VIII and XIV and the industrial fleet is prohibited from fishing less than 5nm from the coastline (Castillo et al. 2013 as referenced by Zuñiga and Canales 2014). There are intra-annual variations in the dominant species landed in these fisheries, in addition to variations in the dominant species landed over time (**Figure 2**). The catches and variations thereof are primarily influenced by the highly variable annual recruitment pulses for both species. While the anchovy fishery was extremely low in the late 1970s to 80s, it recovered to reach maximum landings of more than 400 000t in 1994 and again in 2007-2009. A decrease in the resource has resulted in landings of anchovy averaging 74 000t between 2008 and 2012 (**Figure 2**). The highest catches of anchovy are typically recorded between March and May each year (**Figure 3**).

The catches of south-central anchovy have been controlled through the setting of quotas since 2001 and almost all catches are used by the fishmeal industry. Closed areas have also been enforced for an extended period of time. Regions V to IX, XIV and X are successively closed between mid-December and mid-May each year, with some overlapping periods of closure, to avoid harvesting of the recruits of the year. Regions V to XIV and X were successively closed between August and November each year to protect the spawning. Given changes in the distribution and timing of spawning, these area closures for spawning were modified in 2013 to cover regions V to XIV and regions V to VII between the end of July and early March.

The anchovy quota, or Biologically Acceptable Catch, is updated during the course of the year. This allows for optimal harvesting of a resource where the strength of the incoming recruitment year class is still unknown at the start of the fishing season. An initial precautionary Biologically Acceptable Catch level for the following year is determined in September each year. The stock assessment is updated and projections re-done to advise on a revision to the Biologically Acceptable Catch in March each year, incorporating the results of the summer RECLAS survey. Finally, using further information on the strength of the year's recruitment and exploitable biomass obtained from the autumn PELACES survey, a final Biologically Acceptable Catch level is advised in June.

Hydroacoustic survey estimates of abundance have shown a negative trend in anchovy abundance since 2009, and landings have decreased from an average of around 300 000t between 1995 and 1997 to 74 000t between 2008 and 2012. An accurate stock assessment for anchovy is therefore particularly critical at this point in time, given that it informs appropriate management measures that will not only impact the future of this resource, but the entire pelagic purse-seine fishery. The latter results from the biological and technological interactions of the different pelagic species caught by this fishery - a small quota for anchovy may result in unviable fisheries for other pelagic species due to unavoidable anchovy bycatch.

3. Description of Role in the Review Activities

Background information in the form of the English translations of the 2014 stock assessment reports of Chile's south-central anchovy and golden kingclip resources together with a number of associated publications were provided two weeks prior to the review workshop. I carefully reviewed this background material prior to the review meeting, with a particular emphasis on the anchovy documents. I requested and was provided with a few further background reports prior to the review meeting.

I participated fully during the review workshop from 7th to 11th September 2015. The morning sessions were primarily devoted to anchovy (during which I took a lead role) and afternoon sessions to kingclip (during which I participated while Dr. Francis took a lead role). Participation included listening to all presentations and participating actively in all subsequent discussions of the material provided. Discussions focussed primarily on points pertaining to the Terms of Reference, although other presented topics were also considered.

The AD Model Builder (Fournier et al. 2012) code used to produce the results in the anchovy stock assessment report was also provided and some time during the review workshop was devoted to reviewing the code. Mr Canales and Ms Zuñiga re-ran some alternative anchovy model scenarios and results were considered during the workshop to assist in understanding the model assumptions and dynamics. At the end of the workshop I provided a presentation of a few initial comments pertaining to the review of the anchovy stock assessment.

Following the review workshop, I once more reviewed the stock assessment report and other background material including the workshop presentations. Substantial time was then invested in producing this report.

I must point out that my review was constrained by the material provided in English and knowledge gained during the review workshop. I was unable to peruse reports and publications written in Spanish to confirm some assumptions/citations. Where this applies, I have referred to the original document as cited by an English report/paper.

4. Summary of Findings Addressing Terms of Reference

The summary of findings are listed below for each individual Terms of Reference.

A general comment can be made regarding the lack of attention to detail in the stock assessment report. While this likely results to a large degree from ‘cannibalising’ old reports when updating assessments under severe time constraints, careful checking of the report prior to review would have greatly assisted the author’s ability to accurately review this stock assessment. A number of references cited within the report were not included in the reference list. There were some inconsistencies within the report providing confusion for the reader. For example, the autumn survey catchability is reported to both be assumed to be around 1 with a prior distribution (pg 15) and estimated with a non-informative prior (pg15). The CV on the landings data is reported to be 0.1 (pg 17) and 0.01 (pg 16). The CVs on the DEPM estimates of spawner biomass are reported to be 0.3 (pg 17) and 1.0 (pg 113). Annex IV and access to the source code and data files helped clear up these contradictions. The sample sizes used for the multinomial likelihoods for commercial, RECLAS and PELACES proportion-at-age data are reported to be 50, 30 and 5 (pg 17 and 113), while the actual results were generated from sample sizes of 60, 34 and 6, apparently as a result of updating the Gavaris and Ianelli (2002) method with recent data. Only a single selectivity-at-age equation is given when the model is defined (ψ_a on pg 114), and the model assumptions list define the autumn survey selectivity to be similar to that of the fleet (pg 15). In actuality, selectivity-at-age is separately estimated for the commercial catches and two surveys (pg 65, 115). While the equations were correctly coded in AD model builder, some equations were not accurately detailed in (Zuñiga and Canales 2014). Once again, it would greatly assist any reviewer if documented equations coincided accurately with those used within the code. The exclusion of a simple sub- or super-script can be misleading.

4.1 Stock assessment approach

Critically review the stock assessment approach, including underlying hypotheses of model structure and the conceptual model (for the stock and the fishery). Consider to that end the biology, dynamics, seasonality of the fishery, heterogeneity of the fleet and spatial structure. Comment on potential improvements.

Some genetic studies have suggested there are no significant differences between anchovy *Engraulis ringens* distributed from northern Peru to southern Chile (roughly 6°S to 42°S) (Galleguillos et al. 1994, Ferrada et al. 2002, Ferrada et al. 2009) and that there is an absence of physical barriers between coastal areas and open ocean that could restrict mixing between the anchovy aggregations (Grand and Bowen 1998). Claramunt et al. (1997) and Cubillos et al. (2005) (as referenced by Valdivia et al. 2007) have shown the existence of two discrete spawning areas along the Chilean coast. In addition, differences in latitudinal temperature effects, metazoan parasite fauna and maturity-at-length (Aranis et al. 2006 as referenced by Zuñiga and Canales 2014, Valdivia et al. 2007, Tarifeño et al. 2008) suggest the anchovy distributed southwards from Valparaiso (roughly 33°S to 42°S) are different from anchovy distributed further north.

Given the genetic studies, there was some concern voiced during the review workshop that management actions on the south-central anchovy (in regions V to X) in the absence of consideration of the anchovy spawning aggregations in the XIV to II regions and III to IV regions may impact negatively on these more northern aggregations of anchovy. However, given some indications of differences between these distinct anchovy spawning distributions, precautionary fisheries management would dictate that management of the smaller aggregations be considered in preference to the total 6°S to 42°S distribution. It is well known that if more than one biological population is present within a region, yet management proceeds under the assumption of a single fishery management unit, there is potential for overexploitation of one or more of the populations if catches are not spread appropriately in space or time (for example, Kirkwood 1992, 1997, Kell et al. 2009, Kerr et al. 2014).

Workshop discussions revealed little is currently known about the possibility of anchovy distribution south of 44 or 45°S. Catches from region XI have been very small and sporadic (A Aranis pers comm). It is **recommended** that the south-central anchovy in regions V to X (32°10'23''S to 43°44'17''S) continue to be assessed and managed as a single management unit. All catch and survey data used in the assessment under review are consistent with this hypothesised stock structure.

The primary stock assessment reviewed was an age-structure population dynamics model, with annual time steps on 1st January each year and a maximum age group of 4. An alternative model with bi-annual time steps is briefly discussed in section 4.4. The model is run from 1990 to 2014, with the initial year corresponding to the year from which time series of anchovy catch-at-age data are available. The time series of relative indices of abundance begin in 2000. The model assumes that the RECLAS survey corresponds to the anchovy biomass at 1st February and the PELACES survey to the anchovy biomass at 1st May.

Workshop discussions suggested these dates reasonably reflect the mid-point of these annual surveys. Spawning is modelled to occur 1st August each year, consistent with the observed peak spawning period (Cubillos et al. 2001, 2007).

The model assumes that catch is continuous during the year, using the Baranov catch equation. This is not an accurate assumption given the highly variable intra-annual catch (**Figure 3**), in response to some seasonal closed areas and resulting from the timing of the fishery to take advantage of the recruits of the year. One impact of this assumption of catch being spread equally throughout the year, for example, instead of more catch being modelled in the first half of the year, is that the model would over-estimate the abundance at the time of spawning (having assumed less fishing mortality in the first half of the year, than in reality).

Selectivity-at-age is assumed to be time invariant and differ between the two acoustic surveys and the commercial catch. A good indication as to whether time-invariant commercial selectivity is an adequate assumption would be the presence of trends in the residuals (for example, bubble plots) over time. In the last century, anchovy was primarily caught as bycatch in the jack mackerel (*Trachurus symmetricus murphyi*) fishery, while quotas were introduced for anchovy from 2001. Although there may have been a change in the industry's targeting of anchovy following the introduction of these quotas, the residuals from the reviewed model fits to the proportion-at-age data show no indications that there is a need to assume a change in selectivity over time¹.

The vessels in the industrial fleet differ in size and gear to those in the artisanal fleet. In addition, the primary fishing areas of these two fleets do not overlap, with the industry landings occurring in Valdivia and the majority (95%) of the artisanal landings occurring in Talcahuano. Acoustic survey data show a gradual increase in average anchovy length from north to south, suggesting recruits aggregate further north, while spawning and feeding occurs further south (Godoy pers comm.). Some sub-areas are closed to separately protect spawners and recruits at different times of the year, while region IX is subject to little fishing effort as it is inaccessible by the artisanal fleets of regions VIII and XIV and the industrial fleet is prohibited from fishing less than 5nm from the coastline (Castillo et al. 2013 as referenced by by Zuñiga and Canales 2014). This information suggests that there may be differences in the catch length-frequencies between the fleets and at different times of the year. The model assumes fishing selectivity is the same throughout the year (with continuous catch throughout the year) and is the same for both fleets. It is **recommended** that the adequacy of these assumptions be further investigated by comparing the catch length frequencies by fleet, month and sub-area. In addition, future stock assessments can consider selectivity to be fleet-dependent and differ during the year (cf section 4.10).

¹ This comment is based on reviewing the model fit to the proportion-at-age data, and thus should be considered in the context of other recommendations suggesting these proportion-at-age data may be biased (cf section 4.2).

Considering the residuals resulting from the base case model fit, the assumption of lognormal error for the survey and catch biomass data and multinomial error for the proportion-at-age data is acceptable.

South-central anchovy stock assessment scientists have considered various methods to weight the alternative sources of data in the likelihood. Polynomials of degrees 2 and 3 were compared to the acoustic estimates of biomass to inform on the approximate CVs for the surveys. I would **not recommend** this as a reliable method of estimating the approximate CV for the surveys for short-lived highly variable species such as anchovy. This method resulted in much higher CVs than the 0.3 historically used and these CVs were thus not considered further.

Assuming a small CV on the catch tonnage to enable the estimation of fishing mortality is reasonable. In cases where there is uncertainty about the catch data, it is **recommended** that alternative time series be considered as sensitivity tests rather than higher CVs be used (cf section 4.10). Following the advice given regarding the information content for spawning stock size from egg surveys (Polacheck 2014), the time series of egg surveys are downweighted considerably in this assessment. The impact of this downweighting on the model estimated spawner biomass is minimal (cf section 4.6).

Zuñiga and Canales 2014 employed a method adapted from Gavaris and Ianelli (2002) to estimate appropriate sample sizes to use in the multinomial likelihoods for proportion-at-age data arising from the two acoustic surveys and commercial catches. Workshop discussions revealed this adaptation may not be appropriate given that a geometric rather than arithmetic mean was used. While this method considers the residuals in the individual proportions-at-age, a method developed by Francis (2011) considers, rather, the residuals of the average mean age. It is **recommended** that the approach demonstrated by Francis (2011) be used instead, which would result in weightings of 60, 34 and 6 for the commercial, RECLAS survey and PELACES survey proportion-at-ages, respectively be downweighted to 11 (or 16), 3.7 and 3.3 (**Figure 4**). Model runs undertaken during the review workshop indicate that a lower sample size for the commercial data substantially alter the model predicted biomass trajectories at the start of the time series when no survey indices of abundance are available, given the lower influence of catch-at-age data during this time period. A slightly improved fit to the survey indices of abundance results (**Figure 5**).

Detailed **recommendations** for improvements to the stock assessment of south-central anchovy are listed in section 4.10.

4.2 Life history parameters

Critically review the life history parameters used in the assessment, with special emphasis on natural mortality, growth and age-at-sexual maturity.

Anchovy are characterised by their relatively short life span, fast growth rate, particularly for juveniles, and relatively high natural mortality. The stock assessment model assumes a time- and age-invariant natural mortality of 0.7year^{-1} for south-central anchovy. This value was selected from the weighted average by inverse variance of five different analytical methods used to estimate natural mortality (Cubillos et al. 1998 as referenced by Zuñiga and Canales 2014). However, one would typically test the sensitivity of model results to the assumption of a fixed natural mortality value. Such sensitivity analyses were lacking in the stock assessment reviewed. The choice of alternative values could be informed once again by Cubillos et al. (1998), who reported a 95% confidence interval of 0.48 to 0.99year^{-1} for south-central anchovy natural mortality. Stock assessments for anchovy worldwide have considered natural mortality rates ranging from 0.4 to 1.2year^{-1} (RAM Legacy Database; www.ramlegacy.org).

During the review workshop sensitivity tests to the baseline assessment were run assuming time- and age-invariant natural mortality rates of 0.8 , 0.9 and 1.0year^{-1} . Although one may *a priori* expect the model to be able to better fit sharp increases/decreases in survey estimates of biomass with a higher natural mortality, these runs revealed the model fits to the data were relatively insensitive to changes in the assumed rate of natural mortality (**Figure 6**). However, model predicted biomasses at the start of the time series (when no survey data were available) were sensitive to these changes, and thus the level of depletion modelled over the time period considered differs. This is important to consider when management decisions are derived from projected levels of depletion. The level of sensitivity differed depending on the weighting assigned to the proportion-at-age data in the likelihood. It is **recommended** that stock assessments of south-central anchovy report the sensitivity of results to alternative fixed values of natural mortality.

Otoliths have been collected from commercial catch landings throughout each year since 1990, in addition to samples from the RECLAS and PELACAS surveys since January 2001 and May 2007, respectively. While acknowledging that the author is not an expert in ageing methods, the team responsible for ageing anchovy have applied careful consideration to ensure consistency in interpretation of the age of fish from which the otoliths were sampled throughout the year (e.g., **Figure 7**). These data are used to construct annual commercial age-length keys and annual age-length keys for the RECLAS and PELACES acoustic surveys. The interpretation of the age of the anchovy otoliths is based upon the assumption of a designated birthdate of 1st January.

The anchovy spawning season begins during the austral winter, extending primarily from July to September with peak spawning during August (Cubillos et al. 2001, 2007). Recruits enter the population between November and March (Castillo et al. 2013 as referenced by

Zuñiga and Canales 2014). The very small anchovy observed in catches at the beginning of the year and in the January RECLAS survey (**Figure 10**) would thus be recruits originating from spawning during winter of the previous year.

By using a designated birthdate of 1st January to assign ages to the anchovy otoliths, fish with no rings in January to April and some fish with no rings in May and June are assigned an age 1 (**Figure 7**). These fish are thus assigned a birthdate 12 (January) to 17 (June) months prior to sampling. However, the more likely assumption, given winter spawning and November to March recruitment, is that these fish with no rings are 5 (January) to 10 (June) months old and should thus rather be assigned an age 0. Daily ageing corroborates this, with the small fish sampled during January having an estimated birth date of July to October of the previous year, while small fish sampled during May have an estimated birth date of January to March of the same year (**Figure 8**).

The stock assessment model under review assumes recruitment occurs on 1st January and anchovy age on 1st January each year. At first appearance, this would appear that the date used to assign anchovy ageing corresponds well with the model assumptions. However, this is not the case, particularly given the short life span of these fish which maximise their growth during their first year of life.

The age-length keys calculated using the designated birthdate of 1st January are used to create time series of observed proportions-at-age for the commercial catch (**Figure 9**) and the RECLAS (**Figure 10**) and PELACES surveys (**Figure 11**). Considering a time-invariant 12cm cut-off length for juveniles (

Table 1), the proportion of juveniles in the survey are annually reported (Castillo et al. 2012 as referenced by Zuñiga and Canales 2014)². This results in an inconsistency between the proportion-at-age 0 estimated from the age-length keys and the proportion of juveniles reported for each survey. For example, in the proportion of recruits in the RECLAS survey is reported as >70%, 42% and 66% in January 2012, 2013 and 2014, respectively, while the proportion-at-age 0 in this survey is reported as 0 in all years (**Figure 10**). If a designated birthdate of 1st August were used to assign anchovy ages, instead of 1st January, the proportions-at-age used in the assessment under review would correspond closer to the proportions of juveniles calculated when considering the length frequency data directly.

Also note that the mean size at age 0 in the commercial catch is greater than the mean size at age 0 in the PELACES survey (**Figure 12**). This would imply that most of the age 0 catch is taken after the autumn PELACES survey when recruits are larger, which appears inconsistent with the management for the fishery being updated during the year to account for the optimal harvesting of the incoming recruitment and the majority of catch being taken between March and May.

² Using the same cut-off length to separate juveniles from recruits in each month may not be appropriate if the data used to construct maturity ogives are all collected during the peak spawning period.

Maturity-at-length ogives have been estimated with the length at 50% maturity ranging between 11.5 and 12.1cm (

Table 1). Mean length-at-age distributions estimated from commercial age-length keys are used to calculate the proportion mature by age group (**Figure 13**). It would be most appropriate to use age-length keys constructed from samples collected during the spawning season, rather than throughout the year. It is unclear from the information provided during this review whether samples were indeed restricted to the spawning season. By using a designated birthdate of 1st January in constructing the age-length keys, a number of the recruits of the year are assigned to the age 1 group. Only the smallest of the recruits of the year are assigned to the age 0 group from May onwards. Thus the age-length keys used to calculate the proportions mature-at-age assign a higher proportion of recruits of the year to the age 1 group than would have occurred were a birthdate corresponding to the peak winter spawning period considered. In particular, the larger recruits would be assigned to the age 1 group and the smaller recruits (without rings from May to August) would be assigned to the age 0 group. The mean length-at-age of the age 0 group in **Figure 13** would thus be smaller than that which would reflect the recruits of the year.

The stock assessment model assumes the recruits of the year are still 0-years-old in August, when spawning is modelled to take place. During this peak spawning period of August, the recruits of the year would have a birthdate roughly 12 months earlier and have recruited to the population roughly 5 to 9 months before. Only 13% of these anchovy (which the model and ageing assignment assume are 7 months old) are assumed mature. In contrast, all anchovy that had a birthdate roughly 2 years before (or more) are assumed to be mature. Were the designated birthdate used to assign ages aligned closer to the spawning season, it is likely that a higher proportion of anchovy recruits resulting from the previous year's spawning would be estimated to be mature in August.

It is therefore **recommend** that the designated birthdate used in ageing the south-central anchovy be taken to correspond with peak spawning in August, rather than 1st January.

Cerna presented a von Bertalanffy growth curve estimated from age-length data. Although the data were collected over all months of the years, the data used to estimate the growth curve were summarised and assigned integer ages (**Figure 14**). A more accurate growth curve could be estimated if smaller time-steps, e.g. age by month, were used from the raw age-length data, thereby more accurately spreading the data across the horizontal axis. I **recommend** that the growth curve be re-estimated using the data with monthly rather than integer ages. These (and other, **Table 2**) von Bertalanffy growth curve parameters were not used directly in the annual stock assessment model under review, and thus did not have a direct impact on the results reviewed. However, the semestral stock assessment model discussed below (cf section 4.4) uses a growth curve within the model, and the recommended changes to the stock assessment of south-central anchovy include the use of a growth curve within the model (cf section 4.10).

4.3 Input data

Review the input data to the model including (i) total removals/landings (ii) acoustic surveys, (iii) size/age structured data and the underlying assumptions that justify or not its use within the stock assessment model.

Catch data

Catch statistics are recorded by landing port, fleet type and month, but are aggregated to an annual catch tonnage and associated length-frequency. Annual catches-at-age are calculated for use in the stock assessment by applying the age-length keys to the length-frequencies.

There was a change in the distribution of jack mackerel in response to pre-El Niño and El Niño conditions during the late 1990s and early 2000s, with many juvenile jack mackerel trapped in the coastal south-central zone. As a result, a substantial amount of small (<26cm) jack mackerel were caught, primarily by the industrial fishery, but mis-reported as sardine or anchovy in order to avoid penalties (Aranis 2011 as referenced by Zuñiga and Canales 2014). The original official anchovy landings from 1998-2001 peaked at over 900 000t, compared to a previous maximum of around 470 000t (**Figure 15**). In addition, some of these landings originated from offshore regions, while anchovy (and sardine) were distributed further inshore.

By considering the mode of the length frequencies of jack mackerel landings from 1983 to 2012 and proportions of species in the landings (“intentionality” of fishing trips), revised landings of jack mackerel between 1998 and 2001 were estimated. The anchovy (and sardine) landings were subsequently corrected to account for this revision in the mis-reported landings (**Figure 15**).

While this quantitative correction to the anchovy landings between 1998 and 2001 was carefully carried out with available information, there remains uncertainty surrounding the accuracy of these revised anchovy catch data. In addition, mis-reporting of purse-seine species may continue to date, due to, for example, difficulties experienced during onboard sampling or perhaps deliberately landing during periods when monitors are unavailable such as shift-changes between the monitors or night-time landings. However, there are no quantitative data to inform on the extent of this potential mis-reporting.

There is no current information on the quantitative scale of discarding within the pelagic purse seine fishery. A scientific observer program was recently implemented in this fishery, with the overall aim of reducing discards of both target and bycatch species as well as incidental catch (birds, marine mammals, reptiles). This program involves obtaining spatial-temporal information on discarding as well as biological data, and may assist in improving the accuracy of anchovy catch statistics in future.

Initial results from scientific observer program suggests discarded anchovy may be 1-10 tons (~40%) or 10-40 tons (~40%). Review workshop discussions revealed discards may have been lower prior to 2005 when quotas were not strictly enforced.

The official catch statistics include landings only, not all fishing mortality. It may thus be prudent to test sensitivity of the assessment results to the “best” time series of catch data (cf section 4.10). It is worth noting, however, that if the level of inaccuracy in catch data (for example, under-reporting or discarding) has been relatively constant over time and is expected to remain unchanged in the future, testing sensitivity to this will only re-scale the assessment parameters and have little impact on future management decisions. In contrast, if there has been an increasing or decreasing trend in, for example, discarding over time, this could impact future management decisions and sensitivity analyses to an alternative data time series would be warranted.

Acoustic survey data

Hydroacoustic surveys of small pelagic abundance in south-central Chilean waters began in December 1999 and have continued annually, usually carried out in January, with the goal being to quantify recruitment strength in addition to obtaining a relative index of stock biomass. An autumn survey (PELACES) has been conducted in most years since 2003 with the goal being to verify the summer survey (RECLAS) estimate of recruitment strength and to estimate the exploitable biomass.

The acoustic survey estimates of anchovy abundance included in the time series have been obtained from hydroacoustic surveys on the same vessel (*Abate Molina*) and using the same SIMRAD EK-60 transducers, which are calibrated at the start of each survey. The spatial coverage and survey design has remained similar over time, with most transects separated by 10nm, except in the Gulf of Arauco where the distance between transects is reduced to 5nm. Bias due to different vessel /transducer effects would thus be minimised. The standardised survey area used to estimate the acoustic biomass of anchovy has corresponded to that between 33°30'S and 41°50'S. There has been a recent extension of the survey area further north, resulting in fewer transects to the south. However, densities surveyed from this extended area have been excluded from the survey estimates of biomass used in the assessment. This maintains a comparable time series of survey indices of anchovy abundance. Trawls are periodically conducted to validate and assign echogram observations by species and to perform biological sampling. The use of underwater video cameras to further assist in species identification, particularly in areas where trawls cannot be conducted, is being considered for future surveys.

Workshop discussions revealed that the 2003 and 2005 autumn PELACES surveys were conducted using a different (artisanal) vessel to the *Abate Molina* used from 2006 onwards, and the survey area in these initial two years was not comparable with the rest of the time series. It is therefore **recommended** that the time-series of PELACES survey estimates of abundance used in the assessment exclude the estimates from 2003 and 2005.

In some years an additional acoustic survey has been conducted by an artisanal vessel between caleta Tirúa (38°30'S) and north of punta Galera (39°50'S). This is a shallow area characterized by a large continental shelf, inaccessible by the *Abate Molina*. Similar gear is used for both survey vessels. This additional survey has not been conducted every year for which survey estimates of abundance are used in the assessment, and workshop discussions revealed the inshore correction gained from this survey excludes the northern areas. It is therefore **recommended** that the inshore abundance calculated from these inshore surveys not be added to that from the *Abate Molina* in the years for which this inshore survey has been conducted. Doing so would result in an incomparable time-series of acoustic survey estimates of anchovy abundance. Rather it is **recommended** that the information available from the years for which both surveys have been simultaneously conducted should be used to inform the bias in the survey estimates of abundance due to the incomplete coverage of inshore regions. While noting that there is inter-annual variability in the proportion of acoustic biomass distributed in inshore areas inaccessible by the *Abate Molina*, workshop participants suggested the proportion of stock not surveyed in inshore regions may be of the order of 10%. The recommended analysis could, for example, inform a prior distribution of the proportion of the stock not surveyed inshore each year.

Three different methods are used to estimate the coefficients of variation (CV) for the survey estimate of abundance (Saavedra et al 2014). Discussions during the review workshop revealed that the method used to produce the CV associated with the acoustic biomass (**Table 3**) differed between years, and was chosen as the smallest CV from all methods. It is **recommended** that the CVs used in the assessment be calculated using the same method for all years. These CVs capture important information regarding the annual surveys, where the accuracy of the biomass estimate may be influenced by the timing of the survey or the 'patchiness' of the acoustic densities, particularly in relation to the number of transects surveyed. While noting that the author is not an acoustic survey expert, workshop discussions revealed that these CVs are reasonably accurate (i.e., the CV on the CV is not enormous) and can be used to inform the relative accuracy of the annual survey indices of abundance used in the assessment. It is thus **recommended** that the annual CVs associated with the survey estimates of abundance be used in the assessment, rather than a time- and survey-invariant CV of 30% (**Figure 16**).

Rather than attempting to determine which of the two surveys provides an absolute index of anchovy abundance, research should rather focus on trying to quantify the bias in the survey. There is some indication that the summery survey covers the full spatial distribution of anchovy at that time, while the May survey may not. Conversely, the summer survey may not reflect the total population, especially that of late recruitment, while the autumn survey should adequately capture all the recruits of the year that are distributed within the surveyed area. It is **recommended** that a review workshop focusing on these acoustic surveys be conducted. Acoustic survey experts could consider and advise on the likely individual error factors relating to the survey estimates of abundance. This could include, but is not limited to, the consideration of spatial coverage and availability discussed immediately above, the errors resulting from weather effects, avoidance (Gerlotto et al. 2004), undetected schools,

surface and inshore correction. In addition, it appears that target strength is estimated annually (Saavedra et al 2014), while standard practice is to consider a time-invariant target strength (J Coetzee pers comm). The output from such a workshop could be used to quantitatively estimate informative prior distributions for the bias factors (catchability coefficients) of the two hydro-acoustic surveys (**Table 4, Figure 17**).

Size/age-structure data

The samples collected from landings are used to determine the size structure in addition to the species composition of the catch. The catch length structure by month and zone is estimated by weighting the daily length structures by catch tonnage. The data are then combined to an annual commercial catch length distribution. Length-distributions by sub-zone are also calculated for the acoustic surveys, but combined to form a single length distribution for each survey for assessment purposes. The proportion-at-age distributions used as input to the stock assessments result from the combination of these length-distributions and the survey/commercial age-length keys. As discussed in detail above (cf section 4.2), there is a concern that these proportions-at-age, showing very low proportions of age 0 individuals in the surveys and commercial catches, may be biased and inconsistent with the model assumptions. The low proportions of age 0 in the surveys and catches appears counter-intuitive for a fishery whose management is fluid with quotas updated during the year to optimise the harvesting of the incoming recruitment. For example, the model estimated shapes of the selectivity curves are informed by the proportion-at-age data. Thus few age 0 individuals are modelled to be selected, while almost full selectivity is estimated from age 1+ (summer survey) and 2+ (commercial and autumn survey) (**Figure 18**). It is **recommended** that the assessments rather be tuned using the length-structured than age-structured data.

4.4 Model time step

Comment on the convenience of using a quarterly/semester/annual model, taking into account the dynamics of the resource and its fishery, the uncertainty in age-reading and the amount of available information.

The annual age-structured stock assessment model has historically shown a lack of response to proportion-at-age data. This, together with a lack of robustness to new information prompted the development of a new model (Zuñiga and Canales 2014). The “semestral” stock assessment of south-central anchovy considers bi-annual time steps and assumes there are two recruitments each year on 1st January and 1st July and ages are updated in half-year time steps at the beginning of each semester. The surveys are assumed to represent the anchovy biomass on 1st January (RECLAS) and 1st June (PELACES). The summer RECLAS survey data and autumn PELACES survey data are thus used to inform the strength of the most recent winter (1st July) and summer (1st January) recruitments, respectively. An advantage of this model structure, compared to that of the annual model which assumes fishing mortality is continuous throughout the year, is that it allows for a difference in the

spread of fishing mortality between the semesters, thereby taking cognisance of the higher catch in the first half of the year compared to that from July to December (**Figure 3**).

Another key difference between the annual and semestral stock assessment models is that the latter fits to proportion-at-length data by modelling a time-invariant growth curve (proportion of each half-age group in each length class) within the model. Maturity and weight is also considered by length rather than age. The dependence of this model on length- rather than age-structured data resulting from the conversion of length-structured data using age-length keys is preferable given the concern regarding the age data raised earlier in this report (cf section 4.2).

When considering the above differences, a number of semestral model assumptions coincide with a conceptual model that I would **recommend** (cf section 4.10). However, it must be stressed that the semestral model was not the focus of this review and thus detailed equations, results and code were not provided or reviewed. Notwithstanding this fact, the semestral model in its current form and presentation of results could be improved in the following manner:

- Model fits to the survey estimates of biomass should be shown separately for the RECLAS and PELACES surveys. Figure 1 of Annex III of Zuñiga and Canales (2014) is misleading given that workshop discussions revealed this plots model predicted biomass including the catchability coefficient to compare directly with the two time series of RECLAS and PELACES survey estimates of anchovy biomass. However, the catchability coefficient differs between the two surveys, and thus between each bi-annual estimate plotted. If a time series of biomass at bi-annual intervals is required as an output, it should be of model predicted biomass prior to accounting for any survey bias/catchability.
- The distribution of anchovy by length for each half-age class is generated as a normal distribution about the von Bertalanffy growth curve. The variance in this normal distribution is taken to be directly proportional to age, resulting in increasingly wide distributions with age (C. Canales pers comm). However, anchovy are a short-lived species with fast growth in their first year of life, and recruitment spread over a number of months. A much wider distribution about length by age is expected for age 0 than age 4 fish. It is **recommended** that variance be taken to be indirectly proportional to age, or even estimated separately for ages 0, 1 and 2+ (for example, de Moor and Butterworth 2015).
- If two cohorts of recruitment occurring each year is a reasonable assumption (following, for example, observations of lower pulses of recruitment during winter time (Castillo et al. 2013 referenced by Zuñiga and Canales 2014)), there should be different average recruitments about which annual recruitment fluctuates in January and July each year.
- One cannot comment on the ability of the semestral model to fit the commercial proportion-at-length data without seeing residual plots. An additional plot which can sometimes provide a useful diagnostic showing any bias/mis-fit in proportion data is to show the observed v predicted average (over years) proportion-at-lengths. These average plots should overlap well.
- Even without residuals, the ability of the semestral model to fit the survey proportion-at-length data appears to be poor. The reason for this cannot be determined with the information provided for this review. There appears to be a stronger bi-modal pattern

in the survey proportions-at-length compared to the commercial proportions-at-length. Future alternative model runs which may help inform this could include exploring the effect of selectivity-at-age v selectivity-at-length; the effect of assuming a logistic selectivity curve v alternative parametric curves; and the effect of forcing an increase in variability in length about the growth curve with age v estimating this variability for each age group (with a larger distribution of length about age 0).

- The sample sizes used in the multinomial likelihoods for proportions-at-length should be re-evaluated using the method of Francis (2011); see, for example, **Figure 4** showing the results from this estimation for the annual model.

A direct comparison between the results from the annual and the semestral models is not appropriate at this time due to the following differences in model assumptions:

- Different data are used, for example, the survey estimates of abundance in 2013 and 2014 used in the semestral model (e.g. Table 1 of Annex III of Zuñiga and Canales 2014) do not match those used in the annual model (**Table 3**).
- The semestral model assumes the time corresponding to the RECLAS and PELACES surveys to be 1st January and 1st June, respectively, while the annual model assumes these to be 1st February and 1st May, respectively.
- The PELACES survey had an assumed catchability = 1 in the semestral model while in the annual model it was estimated with an uninformative prior to be 2.18 (Hessian based SE = 0.11).
- The semestral commercial selectivity is assumed to differ both between the semesters and over time, while annual model assumes a time-invariant commercial selectivity curve.

I **recommend** that a new model be developed for south-central anchovy that contains aspects from both the annual and semestral model. A shorter than annual time step should be considered for catch due to the peak in landings between March and May compared to other months. Given the current concerns regarding the incompatibility of the age-structured data based on a designated birthdate of 1st January, and the model assumptions (cf section 4.2), an age-structured model which fits directly to length-structured data is preferred for these short-lived, fast growing fish. Estimating model biomass and spawner biomass from weight-at-length and maturity-at-length relationships is also advantageous, particular given the typically wide distribution of lengths of fish in the younger age classes. Early recruits of the year will weigh more throughout the year, and have a greater probability of being mature by their first spawning season than recruits emanating from late spawning. This recommended model is described in more detail below (cf section 4.10).

4.5 Recruitment

*Review the approach used to model and estimate recruitment.
Discuss about the impact it would have in the projections.*

The annual stock assessment model assumes recruitment deviates lognormally about an average recruitment level. Stock-recruitment relationships can sometimes be difficult to

estimate for small pelagic species. To avoid unduly influencing the stock assessment by imposing a potentially constraining assumed stock-recruitment relationship, the assumption of recruitment deviating about an average level is not uncommon.

The lognormal bias correction used was, however, incorrect, resulting in the estimated average recruitment being $e^{\sigma_k^2} = 1.4$ too high. This correction is discussed further in section 4.9.

Short term projections from this model assume recruitment in the next two years will be constant at either the (high) average 1990-2008 or (low) average 2008-2014 recruitment estimated from the annual stock assessment model. This process ignores any possible short-term feedback within the resource, such as the consequences of future fishing on resource abundance and subsequent influence of spawner biomass levels on recruitment. While anchovy recruitment is known to fluctuate widely due to, for example, environmental conditions, **Figure 19** shows there is some relationship between spawner biomass and recruitment. Assuming average 1990-2008 recruitment in the short-term future is thus likely optimistic given the current estimate of spawner biomass at about 80 000t. It is **recommended** that future recruitment levels, if not derived directly from a stock-recruitment relationship (with associated variance), should at least consider the possible influence of the current level of abundance on future recruitment.

Some uncertainty in short-term recruitment predictions is considered with projections being considered for the range of recruitments forming the pdf for average 1990-2008 and average 2008-2014 recruitment, calculated using the Hessian based SEs. It is important to show results under this recruitment uncertainty. Uncertainty in future recruitment due to projections being made based on the selection of a single “best” assessment only is, however, not accounted for. For example, the model estimated recruitment during the first part of the time series increases if the sample sizes in the multinomial likelihoods for the proportion-at-age data are downweighted (**Figure 5**). It is **recommended** that the uncertainty in future projections of recruitment be reflected through alternative model scenarios (or a reference set of models).

4.6 Selection of base case model

Do the selected case studies represent the main axis of model uncertainty and comment on the base case chosen for this assessment?

The only comparative results provided to review the selection of the base case for this assessment was with regards to three model assumptions recently changed in the assessment of south-central anchovy:

- i) The observation error assumed for annual catch biomass (changed from CV=10% to CV=1%)
- ii) The observation error assumed for the egg survey estimates of spawner biomass (changed from CV=30% to CV=100%)
- iii) The prior distribution assumed for the bias on the autumn PELACES survey (changed from an informative prior about 1 to an uninformative flat prior).

The decrease in the observation error assumed for annual catch biomass is necessary to facilitate the estimation of the annual fishing mortalities. As discussed elsewhere (cf sections 4.3 and 4.10), uncertainty surrounding the catch statistics could be accounted for by testing the sensitivity of model results to alternative time series of catches, rather than higher observation errors. The decrease in the weighting applied to the egg survey estimates of spawner biomass was in response to the sardine review (Polacheck 2014) advising that the information content regarding spawner biomass from egg surveys was small. The change in the prior distribution on the autumn PELACES survey is appropriate given the lack of *a priori* information that this survey provides an absolute index of anchovy abundance.

The impact of these three changes on the fit to the data is generally small, with a slightly poorer fit to the RECLAS time-series of survey estimates of abundance and a slightly better fit to the PELACES time-series of survey estimates of abundance (**Figure 20**). The model predicted abundance at the time of the autumn survey increases in the new base case, particularly for the earlier years of the time series, for which no PELACES survey data are available. The model predicted spawner biomass hardly changed, suggesting the egg survey data had little influence on the model, even with a CV of 30%. The estimated bias on the autumn survey is 2.18 (hessian based CV of 0.14), suggesting the PELACES survey overestimates the “true” (model predicted) biomass, validating the move away from constraining this to be close to 1. This, in comparison to the estimated bias on the summer survey of 0.9, but with a large (CV>100%) level of uncertainty. A review of the acoustic surveys is recommended in section 4.3, including a review of the individual contributions of all sources of error to the likely bias in the two acoustic surveys. An informative prior distribution for the bias in each survey may result from this process (for example, **Table 4, Figure 17**).

The model appropriately reflects the annual commercial data as expected (**Figure 20**). The model fit is able to replicate the general trend of higher biomasses during the mid-2000s and lower biomasses since 2009/10 observed by the acoustic surveys. However, there are a number of surveys for which the model estimate of survey biomass falls outside the 95% confidence interval of the survey observation (**Figure 16**). (Note some observations that the model were unable to fit were excluded from Figure 15 of Zuñiga and Canales (2014)). This is not ideal, particularly for a short-lived species for which the assessment is used to provide the basis of short-term management advice.

There are other areas of uncertainty surrounding the stock assessment results. It is recommended that all sensitivity tests undertaken during the course of an assessment be reported, including those to which the assessment results are shown to be insensitive as this indicates the robustness of the assessment results. Such transparency allows for a more accurate understanding of the level of uncertainty surrounding the stock assessment, which should be particularly considered when formulating management advice. A list of potential routine sensitivity tests to be considered for future south-central anchovy stock assessments is given in section 4.10.

Uncertainty about the underlying data includes the acoustic indices of abundance not being comparable over the time series used in this assessment, due to results from different survey areas/vessels being included (cf section 4.3). Given concern about possible bias in the proportion-at-age data as they are applied in the assessment (cf sections 4.2 and 4.3), a “quick sensitivity check” could include re-fitting the model to an alternative time series of proportions-at-age with a consistent percentage change in, particularly the age 1 to age 0 fish. In the medium term, however, the re-calculation of age-length keys assuming a winter birthdate is preferred. There is some remaining uncertainty surrounding the accuracy of the catch data, though this is likely of less influence on the stock assessment results than the previous two time series of data. The stock assessment results have been shown during this review to be sensitive to alternative weightings applied to the data (**Figure 5, Figure 6**).

It is important to consider the uncertainty to the assumed fixed rate of natural mortality, noting that this assumption also has an impact on the spawner biomass per recruit method used to select reference points for the current management approach for south-central anchovy (cf section 4.7). It is **recommended** that future assessments consider the uncertainty surrounding the choice of a logistic shape for the selectivity curves and the uncertainty surrounding the influence of catches being assumed to be uniformly spread throughout the year. Applying changes suggested in this review to the stock assessment, such as removing the influence of the trawl selectivity when estimating survey biomass and using the appropriate lognormal bias correction will also influence stock assessment results. A full list of **recommended** changes to the assessment is given in section 4.10.

4.7 Stock projections

Comment on the procedures used to project the stock into the future, especially on the robustness of the risk analysis to assess the risk of not achieving the desired objectives.

Three workshops have recently been undertaken to review biological reference points in Chilean marine fisheries (IFOP 2013, 2014a, 2014b). The General Law of Fishing and Aquaculture in Chile requires all established fisheries to achieve or be near Maximum Sustainable Yield (MSY). One aim of the review workshops was thus to establish F_{MSY} , B_{MSY} and B_{LIM} , or proxies thereof. South-central anchovy was defined as a “Tier 1b” stock for the determination of Biological Reference Points (BRPs). This tier contains stocks for which age- or length-structured assessments provide usable estimates of present abundance, but MSY reference points (RPs) cannot be reliably estimated from within the model. Proxies for the RPs were thus chosen considering the uncertainty in the assessment model and the degree of resilience of the species (IFOP 2013).

The proxy for F_{MSY} was chosen to be $F_{55\%B_0}$, at the upper range of $F_{40\%B_0} - F_{60\%B_0}$ suggested by IFOP (2014a). The process used to determine the values of $F_{45\%}$, $F_{55\%}$, $F_{60\%}$ and F_{LIM} involved plotting the spawner biomass per recruit (SBPR) against F and reading the levels of F off the curve that correspond to, for example, 45% or 60% SBPR (**Figure 21**). The SBPR equation uses stock-assessment model estimated numbers-at-age, weight-at-age and

selectivity-at-age. Uncertainty in this estimation is considered with regards to the selectivity-at-age, by considering alternatives where selectivity-at-age is assumed closer to maturity-at-age or mean weight-at-age. The estimated biological RPs were sensitive to these alternative selectivity assumptions. There is, additionally, currently a large uncertainty surrounding these selectivity-at-age and maturity-at-age curves due to the use of a designated birthdate of 1st January when assigning ages to sampled fish. It is possible that the maturity-at-age 0 and selectivity-at-age 0 are substantially higher than that used to calculate these proxies (cf sections 4.2 and 4.3).

The method used to determine proxies for B_{MSY} and B_{LIM} is based on using stock assessment estimates of spawner biomass and fishing mortality over a (preferably long) period during which spawner biomass was approximately in a dynamic equilibrium. The time series of 1990-2008 was used for south-central anchovy assuming the most recent years of below average recruitment and abundance were ‘unusual’. The proxy for B_{MSY} was chosen as $60\% B_0$, while the proxy for B_{LIM} was chosen as $20\% B_0$.

This process has noted the difficulty associated with calculating proxy’s for MSY-based RPs for short-lived, highly-variable species. While recognising the experts involved in the careful analysis of these reference points, I remain concerned about the choice of RPs for south-central anchovy. It is well known that B_0 is extremely difficult to estimate precisely for short-lived, highly variable species (for example, **Figure 22**). The RPs calculated for anchovy are based on a proportion of B_0 . The certainty with which these RPs can be used is thus linked to the certainty with which B_0 can be estimated. In addition, the time period of 1990-2008 from which the proxy RPs were estimated, excludes the recent years of low biomass. There is no *a priori* reason given that this low period should not be considered as typical for a species whose abundance can show large-scale fluctuations (Schwartzlose et al. 1999). As the estimation of B_0 can change with the inclusion of new data when updating assessments of short-lived highly variable species, the RPs may be subject to change from one assessment to another. Large fluctuations in the basis for management advice is not ideal. Finally, the proxies for F are subject to uncertainty surrounding the estimated selectivity-at-age and maturity-at-age and should be treated cautiously while the age-length keys are revised for a designated birthdate in winter.

It is **recommended** that management of anchovy move away from using reference points based on the uncertain estimate of B_0 , and rather move towards using more contemporary (and precise) biomass estimates as reference points (see for example, the reference levels used for South African sardine, anchovy and west coast rock lobster in de Moor et al. 2015) in addition to considering the difference in future projections in catch v unfished scenarios. On the latter point, given the highly variable nature of anchovy abundance, if projections struggle to achieve the desired reference levels in a given time frame under a no-catch scenario due to, for example, simulated poor recruitment, it would be impossible to expect such reference levels to be achieved under alternative constant F scenarios.

The Biologically Acceptable Catch quota is calculated considering short term (2-year) projections of the resource under alternative recruitment scenarios. The first assumes average

stock assessment estimated recruitment between 1990 and 2008, while the second assumes the more pessimistic average recruitment over the past seven years. **Figure 19** shows the relationship between recruitment and spawner biomass as estimated by the base case annual assessment for south-central anchovy. Given the low anchovy abundance observed since 2010, it would be unrealistic to expect the high recruitment scenario emanating from the 1990-2008 average to be realised in the immediate future. Assuming this 1990-2008 average recruitment results in projections that are not precautionary. It is **recommended** that future projections consider a relationship between spawner biomass and recruitment, if not directly (i.e. calculating recruitment directly from the relationship (and taking uncertainty in this relationship into consideration), then indirectly through considering the likely future recruitment scenarios in the light of current spawner biomass levels.

Given the need to set initial quotas (in September) before the strength of the incoming recruitment can be measured through the summer and autumn acoustic surveys, a precautionary Biologically Acceptable Catch quota is first calculated. It is important not to set the initial quota too high in case the incoming recruitment, on which the fishery partly depends, is poor. To that end, the initial quota is calculated based on $F_{66\%B_0}$. Once the data from the RECLAS and PELACES surveys become available and the projections are updated incorporating the survey information, the quota is updated using first $F_{60\%B_0}$ (in March) prior to the onset of the peak fishing period, and then using $F_{50\%B_0}$ (in June).

The short-term projections used to advise appropriate Biologically Acceptable Catch levels do not cover the full range of uncertainty. They are based on the “traditional best assessment” approach which does not consider the uncertainty associated with the choice of a wrong “best” assessment (Butterworth 2007). At minimum, it is **recommended** that the risk to the resource be considered under alternative plausible model scenarios. Although two alternative recruitment scenarios were considered for south-central anchovy, the one scenario is shown above to be likely too optimistic for current short-term projections.

The conservation management goal for south-central anchovy includes considering the probability of not meeting the BRPs when providing advice, with a risk level of at most 10% allowed (Zuñiga and Canales 2014). This was considered by projecting the anchovy spawner biomass two years into the future assuming different constant F_s , under the two alternative fixed recruitment scenarios. However, the probability of attaining the BRPs is not reported and thus the risk based on these projections cannot be reviewed. More importantly, however, this process ignores both the uncertainty surrounding the point estimates of spawner biomass given the “best” assessment in addition to the uncertainty surrounding the choice of the “best” assessment.

Management Strategy Evaluation (MSE- Butterworth 2007, De Oliveira et al. 2008, Punt et al. In Press) is **recommended** as an appropriate framework to evaluate the risk to the resource taking structural and parametric uncertainty into account. Of importance is the inclusion of feedback-control within MSE to adjust for inevitable errors in current perceptions about the resource. Harvest control rules are simulation tested to ensure performance criteria can be met before they are implemented in practice.

4.8 Mixed sardine-anchovy fishery

Discuss about the convenience of using a mix fishery approach to model the stock, given the high degree of interaction with common sardine.

The industrial and artisanal purse seine fishing fleets operating in south-central Chile target a mixed fishery of sardine (*Stangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) in addition to other species such as jack mackerel. Given the high dependence of this fishery on the annual recruitment pulses of these highly variable short-lived species, there have been intra and inter-annual alternations in the dominant species landed (**Figure 2**). As sardine and anchovy school together, at least during parts of the year (Gerlotto et al. 2004), many landings contain a mix of both these species (**Figure 23**).

The sardine and anchovy in south-central Chile have been assessed independently and management recommendations for sardine/anchovy quotas are formerly based independently on short-term projections resulting from the sardine/anchovy assessments. However, the targeting of one species generally impacts on the other through bycatch. This is important, especially when one resource has low abundance and subsequently a small catch limit. A small catch limit could be exceeded purely through bycatch when targeting the other resource. The immediate concern raised during the review workshop relating to this mixed fishery was that the anchovy resource has been low in recent years, sustaining an average catch of 74 000t between 2010 and 2014. There is a possibility that low anchovy quotas, calculated by considering only the status of the anchovy resource, may impact the viability of the sardine fishery. The anchovy catch quota in 2013 was quickly filled and bycatch allowances adjusted to maintain the region VIII artisanal fishery (RPESQ 2013 as referenced by Zuñiga and Canales 2014), while in 2014 the anchovy catch quota was set at 7-13% of common sardine's catch (Zuñiga and Canales 2014).

There was no documentation provided to assist in the critical review of this term of reference. However, a presentation during the workshop and subsequent discussion suggested that the commercial selectivity of each species should be able to be reliably estimated through independent stock assessments based on historical data. If this is the case, independent assessments of sardine and anchovy are likely to be sufficient. An example where the commercial selectivity of one species in a mixed-fishery cannot be reliably estimated in an independent assessment is that of the South African sardine. The majority of juvenile South African sardine landings result from bycatch when anchovy are targeted. This bycatch depends primarily on the amount of anchovy caught together with the fraction of juvenile sardine in anchovy shoals, rather than on the juvenile sardine abundance, making the estimation of a selectivity for this bycatch inappropriate (de Moor and Butterworth 2015).

The biological and technological interactions in the south-central anchovy and sardine fisheries should, however, not be ignored when setting catch limits as the catches of each resource cannot be maximised independently of one another. A robust method to do this

would be through Management Strategy Evaluation (for example, Butterworth 2007, De Oliveira et al. 2008, Punt et al. In Press), where Harvest Control Rules to set catch limits for a mixed sardine-anchovy fishery are simulation tested. Of importance in this process would be simulating within the Implementation Model (Operating Model) the interactions in the actual catches taken of the two species as a result of the catch limits set. For example, the Implementation Model used when developing the joint South African sardine-anchovy Management Procedure included the simulation of the closure of the anchovy fishery if the sardine bycatch limit were reached (de Moor and Butterworth In press).

It is thus **recommended** that when developing management advice for south-central sardine and anchovy, simulations of the impact of future recommended catch limits consider the interactions of targeted catch of one resource on the bycatch of the other. Historical catch data could be used to estimate such relationships. The use of Management Strategy Evaluation to develop this management advice is **recommended**.

4.9 Model implementation

To review the configuration of the model, check if it is properly implemented and assessed its performance based on additional model runs requested during the workshop.

The parameters of the model were estimated by minimising the objective function, consisting of the combination of the negative log likelihood and the log joint prior distribution. The minimisation was performed using AD Model Builder (Fournier et al. 2012). The code was reviewed, though this was partially restricted through complications due to translation. Additional model runs carried out during the review workshop indicated the model reacted as expected to adjustments in the weightings of different sources of data and to changes in the natural mortality rate and recruitment variability.

The log-likelihood equations used in the stock assessment model employ the method of ignoring the $\sqrt{2\pi\sigma^2}$ term as a constant in the lognormal likelihood. This is standard where observed CVs are fixed. However, this approach would result in objective functions that are not directly comparable between some alternative sensitivity tests. For example, one alternative model run undertaken during the review workshop used the annual acoustic survey estimates of CVs (**Table 3**) as opposed to the base case assumption of a CV=0.3 for all surveys. In this situation, it would be inappropriate to directly compare the negative log-likelihoods produced without the $\sqrt{2\pi\sigma_y^2}$ term. It is thus **recommended** that proper pdfs be used as likelihood functions, to avoid possibly drawing incorrect comparisons between the ability of alternative models to fit the data. In another example, Zuñiga and Canales (2014), compare the contributions to the objective function between the “previous base case” (February 2014) and the “current base case” (July 2014). Though it has no influence on the inferences that were drawn by the authors, these direct comparisons are inappropriate for the DEPM time series for which different time-invariant CVs are assumed.

The annual recruitments are calculated as deviates lognormally distributed about the recruitment in the initial year, with correction for log-normal bias. However, the bias correction applied was wrong. The similar mistake is applied to the deviates about the equilibrium age structure in the initial year. It is **recommended** that the equation for annual recruitment be:

$$N_{a=0,t} = R_0 e^{\varepsilon_t - 0.5\sigma_R^2}$$

and the equation for initial numbers-at-age be:

$$N_{a,t=1} = R_0 e^{-aM} e^{\varepsilon_a - 0.5\sigma_R^2}$$

Note that the normal prior distributions for ε_t and ε_a need not have the same variance. In addition, the prior distributions for $\varepsilon_a \sim N(0, \sigma_R^2)$ were missing from the model description and the code.

The model predicted biomass at the time of the acoustic survey for models such as the annual stock assessment under review, is calculated as a function of the product over all ages of the numbers-at-age at the time of the survey (taking into consideration natural and fishing mortality occurring between 1st January and the time of the survey) multiplied by weight-at-age. This is then multiplied by the catchability coefficient (survey bias). The model reviewed here included the additional weighting of the numbers-at-age by the survey trawl selectivity-at-age. However, the survey trawl selectivity-at-age, considered when calculating the model predicted proportions-at-age from the survey, reflects the selectivity of the trawl net. In contrast, the acoustic signals survey all the biomass covered, and is not subject to this selectivity. It was suggested during the review workshop that the inclusion of selectivity-at-age in the calculation of model predicted survey biomass was reasonable because the length frequencies from the survey trawls were used in the calculation of the survey estimate of biomass. The influence of the survey trawl selectivity (more appropriately by length rather than age) could rather be considered together with the target strength in the process of estimating survey biomass. It is **recommended** that survey selectivity-at-age be removed from the equations used to calculate model predicted survey biomass.

The model is set up as a Bayesian model with prior distributions on all estimable parameters. However, results are only calculated at the joint posterior mode and the variance of model outputs is approximated from Hessian-based SEs. The marginal posterior modes of estimated parameters can, however, differ from those estimated at the joint posterior mode. Given the model is already coded in AD Model Builder (Fournier et al. 2012), it is **recommended** that Markov Chain Monte Carlo be used to estimate the posterior pdfs of all model parameters and additional parameters of interest.

4.10 Recommendations

Recommend improvements to the assessment process (studies and research programs) which may ultimately lead to a reduction in stock status uncertainty.

This section summarises and groups the majority of recommendations that have already been detailed earlier in this report.

By assuming a designated birthdate of 1st January, the proportions-at-age 0, particularly during the first half of the year, may under-represent the recruits of the year. It is **recommended** that the designated birthdate used in ageing the south-central anchovy be taken to correspond with peak spawning in August, rather than 1st January.

In order to maintain a comparable time-series of indices of abundance in the two acoustic surveys over time it is **recommended** that the survey estimates of abundance exclude the abundance from the inshore surveys for the years for which these inshore surveys have been conducted. In addition, the 2003 and 2005 PELACES survey estimates of abundance should be excluded from the PELACES time-series. It is **recommended** that the CVs associated with the annual survey estimates of abundance be used (rather than a time- and survey-invariant CV=30%), and that these should be calculated using the same method for all years. An acoustic survey review workshop is **recommended**. This could address, among other things: i) the estimation of an inshore bias factor to apply to all surveys, by considering the years and surveys for which an inshore survey has been conducted simultaneously to the standard survey by the *Abate Molina*; ii) the consideration of the spatial and temporal coverage by the survey on the distribution of total anchovy biomass; and iii) the quantification of likely individual acoustic survey error factors. It is **recommended** that the prior distributions for survey bias be reviewed following the results from iii), which may enable the estimation of informative prior distributions.

It is **recommended** that a new stock assessment model for south-central anchovy be developed as follows. This model contains aspects from both the annual and semestral models, together with several new recommendations. Where recommendations intersect with current assumptions in the annual/semestral model these are noted in [brackets] below:

- Assume, at base, an age-structured population dynamics model [annual/semestral].
- Assume a birthdate of 1st August to correspond with the timing of peak spawning and the estimation of spawner biomass. All anchovy will then be modelled to age on 1st August each year.
- Model a single recruitment each year [annual] at 1st August. In reality, spawning and recruitment is spread over a few months. This variability can be partially accounted for through the large distribution for length-at-age 0 (see below).

If model fits to length frequency data remain poor, and, in particular, if the bi-modal nature of the survey length-frequencies is not easily reproduced by the model, a second cohort of recruitment can be modelled as a later stage in this model development process. Two methods could be considered. i) Assume a single recruitment each year (which would be compared against spawner biomass in any

stock-recruit relationship), with lognormal deviates about an average recruitment, and a time-invariant proportion of this recruitment occurring on 1st August with the remainder in summer. ii) Assume recruitment in August fluctuates lognormally about an average August recruitment and recruitment in summer fluctuates lognormally about an average summer recruitment. A first step would be to assume the annual deviates in recruitment are the same for both August and summer in a single season, but differing between years. This could reflect, for example, generally favourable or unfavourable environmental conditions affecting spawning and/or recruitment for the whole season. An alternative, should data enable estimation, could be to estimate the recruitment deviates in August independently of those in summer.

- The date at which model predicted biomass (subject to bias/catchability coefficient) is calculated to be used in the likelihood to compare against the RECLAS survey estimates of biomass should correspond closely to the mid-point of the timing of all the RECLAS surveys used in the assessment. Workshop discussions suggested this to be 15th January.
- The date at which model predicted biomass (subject to bias/catchability coefficient) is calculated to be used in the likelihood to compare against the PELACES survey estimates of biomass should correspond closely to the mid-point of the timing of all the PELACES surveys used in the assessment. Workshop discussions suggested this to be 15th April.
- Group the catch into three time periods: from 1st August to mid-January, from mid-January to mid-April and from mid-April to 31st July. There would then be three time steps modelled each year, co-inciding with i) spawning/recruitment (1st August), ii) the RECLAS survey (15th January) and iii) the PELACES survey (15th April). This would better account for the non-uniform spread of catch throughout the year (**Figure 3**), and the substantial catch occurring between the two surveys. It may be simpler to use the Pope rather than Baranov catch equation when making this change.
- Fit the model directly to commercial and survey proportion-at-length rather than proportion-at-age data [semestral], thereby avoiding any errors that may result from an inconsistency between the assumptions used when ageing using a designated birthdate of 1st January, and the model assumptions.
- The sample sizes to be used in the multinomial likelihoods to weight the influence of the proportions-at-length data on the assessment should be re-evaluated using the method of Francis (2011).
- Estimate model predicted numbers-at-length by multiplying the numbers-at-age by a length-at-age distribution. This length-at-age distribution is a normal distribution about the von Bertalanffy growth curve [semestral].
- Where von Bertalanffy growth curve parameters have been estimated assuming a designated birthdate of 1st January, these parameters should be re-estimated assuming a designated birthdate of 1st August and the data used to estimate the von Bertalanffy growth curve should consist of (at least) monthly, rather than integer-age steps.
- The von Bertalanffy growth curve parameters should be estimated within the model rather than fixed, using prior distributions based on the available growth studies (**Table 2**, modified as per previous point). This suggestion follows a workshop presentation revealing that there were a lack of data for small individuals when estimating the growth curve parameters. In contrast, the proportion-at-length data used in the assessment includes substantial small individuals (**Figure 9**, **Figure 10**, **Figure 11**) which may assist in the estimation of an appropriate growth curve for this

assessment.

- The variance in the normal distribution for length-at-age about the mean from the von Bertalanffy growth curve would be expected to be larger for age 0 than older fish in this short-lived species. This variability reflects not only the typical variability in length-at-age, but additionally incorporates variability resulting from true recruitment occurring over a period of time, rather than only at the designated birthdate of 1st August, together with the rapid growth experienced in the first year of life. This variance should either be estimated separately for each age group (possibly assumed the same for ages 2+), or assumed to be inversely proportional to age.
- Use maturity-at-length and weight-at-length relationships rather than age based relationships [semestral]. Annual changes in weight-at-length could be informed by the average weight information extracted from the surveys.
- Estimate commercial and survey selectivity by length rather than by age.
- By design, the survey selectivity-at-length should be relatively uniform reflecting a lack of targeting that may occur in the fishery. Deviance from uniformity in these surveys reflects the selectivity associated with the trawls from which the samples are drawn to obtain survey length-frequency data. This selectivity could result from, for example, net mesh size allowing escapement of small fish or avoidance by larger individuals. In contrast, the survey estimate of biomass results from the acoustic densities observed and this is not directly influenced by the (trawl) selectivity. Thus the equation to estimate model predicted biomass at the time of the survey should not include a (trawl) survey selectivity-at-length.
- Assume commercial and survey selectivity is constant between years [annual]. There may have been a change in industry's targeting of anchovy following the introduction of quotas from 2001. Residuals from model fits to commercial proportions-at-length should be checked for patterns that may suggest a change in commercial selectivity is required pre- and post-2000 during a later stage in the development of this assessment. The commercial selectivity-at-age curves estimated by the semestral model varied widely between semesters and years. It would be useful to evaluate whether there is a trend in, for example, the 50% selectivity over time, which may suggest there was a change in selectivity over time.
- There are changes in the spatial distribution of the catches during the year. This could have an important impact on the length-distribution of catches since acoustic survey data show a gradual increase in average anchovy length from north to south, suggesting recruits aggregate further north, while spawning and feeding occurs further south (Godoy pers comm). In addition, sub-areas are closed to separately protect spawners and recruits at different times during the year. At a later stage in the development of this model, it may be appropriate to assume that selectivity-at-length differs during the year. A starting point would be to assume a different selectivity for each of the three time steps in the model. *A priori* information to inform on the appropriate break-points for intra-annual changes in selectivity is preferred. To this end, it is recommended that the spatial structure of the fleet be compared to the distribution of the anchovy and changes in length-structure by sub-area over the course of each year.
- The vessels in the industrial fleet differ in size and gear to those in the artisanal fleet. In addition, the primary fishing areas of these two fleets do not overlap, with the industry landings occurring in Valdivia and the majority of artisanal landings occurring in Talcahuano. The length-distribution of catches may thus differ by fleet given acoustic survey data show a gradual increase in average anchovy length from north to south (Godoy pers comm). As a second stage in the development of this

model, it may be appropriate to assume selectivity-at-length differs between the fleets to account for these spatial and gear differences.

- Test whether the model can estimate numbers-at-age in the initial year to arise from an exploited equilibrium, with the initial F estimable, rather than estimating deviations-by-age about an unexploited equilibrium. If deviations-by-age about an unexploited equilibrium are still estimated, the prior distributions for $\varepsilon_a \sim N(0, \sigma_R^2)$ must be included in the objective function.
- Calculate annual recruitment with the following lognormal bias correction:

$$N_{a=0,t} = R_0 e^{\varepsilon_t - 0.5\sigma_R^2}$$
- Use proper pdfs in the likelihoods.

A stock assessment report should adequately acknowledge the key areas of uncertainty in the assessment. Where there are key areas of unresolved uncertainty, such as hypothesised changes in natural mortality over time, or models fit to alternative, conflicting sets of data, it may be most appropriate to present results for a Reference Set of models (Rademeyer et al. 2008). Alternatively sensitivity to key areas of uncertainty can be evaluated by running a number of sensitivity tests. It is **recommended** that the stock assessment of south-central anchovy consider the following sensitivity tests (in addition to others that local scientists may raise):

- Alternative time-invariant rates of natural mortality; and possibly different rates of natural mortality between juveniles and adults.
- Alternative assumed variability in the deviations about average recruitment.
- A higher/lower time series of catch data from 1998 to 2001, reflecting the remaining uncertainty following corrections for the mis-reporting of jack mackerel. This option is preferable to assuming a higher CV for the commercial catch data from 1998 to 2001)
- An initial year of 2000 (beginning at exploited equilibrium), thereby excluding the catch information pre-2000 which may not be as accurate as that post-2000, and yet may influence the average recruitment used in projections for management recommendations.
- A scenario modelling a step increase in discarding from zero prior to 2005 to a percentage of the catch between 2005 and 2014, reflecting the concern that discarding may have increased following the enforcement of anchovy quotas.
- Alternative parametric shapes for selectivity-at-length. While the low proportions of age 3+ anchovy in the commercial landings may be a reflection of their high natural mortality, it would be prudent to test sensitivity to a domed shaped selectivity curve reflecting, for example, targeting in areas of recruitment rather than spawning/feeding. 90-95% of all landings occur between regions V and VIII only, rather than over the full V to X distribution. For example, a double-normal curve could be assumed instead of logistic, which would allow the model to estimate either a dome or an asymptotic limit at higher lengths, based on the data available. The sensitivity of the model to these alternative parameteric shapes may be dependent on the assumed rate of natural mortality, and as such should be tested against more than one alternative fixed natural mortality rate.

it is **recommended** that Markov Chain Monte Carlo be used to estimate the posterior pdfs of all model parameters and additional parameters of interest. This will more adequately estimate the parameter means and variances about the means, than that estimated using Hessian-based SEs.

It is **recommended** that management of this short-lived highly variable resource move away from using reference points based on the uncertain estimate of B_0 , and rather move towards using more contemporary (and precise) biomass estimates as RPs. In addition, risk to the resource can be considered by comparing future projections under alternative catch scenarios to scenarios of no future catch. For example, if environmental conditions (poor recruitment) suggest it would be unrealistic to assume a return to a BRP in the short term under a no fishing scenario, it would be unrealistic to assume such BRPs can be achieved under alternative fishing scenarios.

It is **recommended** that the high variability of recruitment typical of this resource be considered in future projections. Alternative future recruitment levels selected should consider the possible influence of current and future spawner biomass levels. It is **recommended** that management advice consider the full range of uncertainty in the stock assessment, by undertaking projections based on the (ideally posterior) distributions of parameter estimates rather than point estimates and cover a Reference Set of models or include a range of sensitivity tests. Management Strategy Evaluation is **recommended** as an appropriate framework to evaluate the risk to the resource taking structural and parametric uncertainty into account.

5. Conclusions and Recommendations

This report contains the review of south-central anchovy conducted during September and October 2015. The work presented for review was generally of a very high standard and the scientists involved – whether those undertaking data collection and analysis or those performing the stock assessments – should be commended for their continued commitment to improving all aspects of the assessment and management of anchovy. It is recommended that future reviews of stock assessments that have previously been reviewed, include a report back of progress towards previous recommendations.

It is **recommended** that the south-central anchovy in regions V to X ($32^{\circ}10'23''S$ to $43^{\circ}44'17''S$) continue to be assessed and managed as a single management unit. All catch and survey data used in the assessment under review are consistent with this hypothesised stock structure. A number of refinements to the model structure have been recommended in detail in section 4.10, and are not repeated again here. It is hoped that the finer structure of the model defined in section 4.10 will result in more responsive model dynamics that produce a better fit to the acoustic survey data.

Zuñiga and Canales 2014 report interchangeably on the proportion of “recruits” and the proportion of “juveniles” observed in the survey each year. This proportion is calculated as

the proportion of observed individuals below a fixed cut-off length of 12cm, corresponding to the size at which 50% of individuals are mature (

Table 1). While this may be an appropriate measure to quantify the proportion of individuals mature at the time of the survey in comparison to other years (noting, however, that 12cm only corresponds to the estimated size at which 50% of individuals are mature), discussions during the review workshop revealed the goal for reporting this was to inform on the proportion of individuals that are recruits of the year at the time of the survey. The average size of recruits will be much smaller during the summer RECLAS survey compared to the autumn PELACES survey. The same fixed cut-off length is thus not an appropriate tool to use to inform on annual recruitment strength. It is **recommended** that scientists investigate the use of the modal class progression analysis methods of FiSAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) to calculate the proportion of individuals in each survey representing recruits of the year (for example, Coetzee 2006). This method also allows for inter-annual variability in the average size of recruits to account for early or late recruitment.

Stock assessment scientists are encouraged to report all plausible sensitivity tests to the stock assessment. While it is recognised that sensitivity analyses may have been routinely conducted, the transparent reporting of any uncertainty in the stock assessment is **recommended**. Scientists should acknowledge all plausible forms of uncertainty, so that managers are aware of the uncertainty surrounding the current status of the resource. For example, status could be estimated based on a Reference Set of models (Rademeyer et al. 2008). This uncertainty should also be considered when assessing the risk to the resource resulting from alternative proposed management recommendations (quotas).

While it is likely sufficient to continue to assess south-central anchovy and common sardine independently, it is **recommended** that biological and technological interactions between these two species be considered when developing management advice.

The abundance of south-central anchovy has been the lowest in its assessed time-period since 2009. Although the reviewed assessment indicated a 20% increase in total biomass in 2014 from 2013, retrospective analyses indicate the model has a tendency to over-estimate biomass in the final year. A sustained period of below-average recruitment has restricted the ability of this resource to recover. In addition, while model estimated rates of fishing mortality are shown to have decreased in recent years, they remain higher than the rate of natural mortality. Given the fragile status of this resource, an accurate stock assessment, based on the best available sources of data, should be prioritised.

6. Acknowledgements

I would like to acknowledge the contribution of all the participants of the review workshop (Appendix 3), whose helpful and willing participation during discussions assisted in my understanding of the background of this fishery and the details of the anchovy assessment. I am grateful to those participants who prepared and gave power point presentations. A special thanks must be given to the stock assessment scientists, in particular Cristian Canales and

Maria José Zuñiga for discussing their assessment code with me and running alternative scenarios during the course of the review workshop. I appreciate the assistance of the coordinators of this review, in particular Dr Billy Ernst, together with help from Nicole Mermoud and Francisco Santa Cruz, in all the logistical aspects as well as translating many documents and power point presentations. Finally, I am grateful to the tremendous assistance Mrs. Milka Rubio provided with her efficient simultaneous translation of all sessions.

References

- Anon. 2000. Survey Errors Workshop. Benguela Environment and Fisheries Interaction and Training programme report. 4-7 December, Breakwater Lodge, Cape Town.
- Aguayo M, Soto SB. 1978. Edad y crecimiento de la sardine común, *Clupea (Strangomera bentincki)*, en Coquimbo y Talcahuano. Invest. Pesq. Inst. Fom. Pesq. (Chile) N° 28:1-55.
- Aranis A, Caballero L, Böhm G, Cerna F, Vera C, Bocic V, Gómez A, Rosson G. 2006. Informe Final “Investigación Situación Pesquería Pelágica Zona Centro-Sur 2005”. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Subsecretaría de Pesca, Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile, Chile. 163pp + Anexos.
- Aranis A, Gómez A, Mora S, Muñoz G, Ossa L, Cerna F, Valero C, López A, Machuca C, Muñoz L, Vera C, Valdebenito V, Eisele G, Ramirez. 2013. Informe Final, Convenio Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2012. Actividad 1: Seguimiento general de peces y crustáceos. Subsecretaría de Pesca, Inst. Fom. Pesq. Valparaíso, Chile. 229p + Anexos.
- Butterworth DS. 2007. Why a management procedure approach? Some positives and negatives. ICES Journal of Marine Science 64:613-617.
- Castillo J, Saavedra A, Catasti V, Leiva F, Lang C, Vargas R, Reyes H, Pizarro M, Molina E, Cerna F, López A, Núñez A, Valenzuela L, Silva J. 2013. Evaluación hidroacústica reclutamiento anchoveta sardine común entre la V y X REgiones, año 2013. Informe Final FIP 2012-12. Inst. De Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile). 307pp + Figuras y Tablas.
- Claramunt G, Herrera G, Pizarro P, Pizarro Y, Escribano R, Oliva M, Olivares A, Zuleta A. 1997. Evaluación de Stock desovante de Anchoveta I y II regions. Informe técnico FIP 96-01. Available at www.fip.cl
- Coetzee J. 2006. Proposal for survey-specific cut-offs to separate recruit from adult fish. Report No SWG/NOV2006/PEL/04. Department of Environmental Affairs and Tourism. 7pp.
- Cubillos L, Alarcón R, bucarey D, Canales M, Sobarzo P, Vilugrón L. 1998. Evaluación indirecta del stock de anchoveta y sardine común en la zona centro-sur. Informes Técnicos FIP, FIP-IT/96-10, 223pp.

- Cubillos LA, Arcos DF, Bucarey DA, Canales MT. 2001. Seasonal growth of small pelagic fish off Talcahuano, Chile (37°S, 73°W): a consequence of their reproductive strategy to seasonal upwelling? *Aquat. Living Resour.* 14:115-124.
- Cubillos LA, Castro LR, Oyarzún C. 2005. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardine común entre la V y X Región. Informe Técnico Fondo Investigación Pesquera FIP 2004-03. Available at www.fip.cl
- Cubillos LA, Ruiz P, Claramunt G, Gacitúa S, Núñez S, Castro LR, Riquelme K, Alarcón C, Oyarzún C, Sepúlveda A. 2007. Spawning, daily egg production, and spawning stock biomass estimation for common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central southern Chile in 2002. *Fisheries Research* 86:228-240.
- de Moor CL, Butterworth DS. 2015. Assessing the South African sardine resource: two stocks rather than one? *African Journal of Marine Science* 37:41-51.
- de Moor CL, Butterworth DS. In press. Incorporating technological interactions in a joint Management Procedure for South African sardine and anchovy. Chapter 11. In Edwards C, Dankle (Eds), *Management science in fisheries: an introduction to simulation-based methods*. Routledge. (<https://www.routledge.com/products/9781138806801>)
- de Moor CL, Johnston SJ, Brandão A, Rademeyer RA, Glazer JP, Furman LB and Butterworth DS. 2015. A review of the assessments of the major fisheries resources in South Africa. *African Journal of Marine Science* 37:285-311.
- De Oliveira JAA, Kell LT, Punt AE, Roel BA, Butterworth DS. 2008. Managing without best predictions: the Management Strategy Evaluation framework. *In Advances in Fisheries Science. 50 years on from Beverton and Holt*, pp. 104-134. Ed. by A.I.L. Payne, A.J.R. Cotter, and T. Potter. Blackwell Publishing, Oxford.
- Ferrada S, Hernández K, Montoya R, Galleguillos R. 2002. Population study of the anchovy resource (*Engraulis Ringens* Jenyns 1842) (Clupeiformes, Engraulidae), through DNA analysis. *Gayana (Concepc.)* 66(2).243-248
- Ferrada et al. 2009
- Fournier DA, Skaug HJ, Ancheta J, Ianelli J, Magnusson A, Maunder MN et al. 2012. AD Model Builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. *Optimization Methods and Software* 27:233-249.
- Francis RICC. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 68:1124-1138
- Galleguillos et al. 1994

- Gavaris S, Ianelli JN. 2002. Statistical issues in fisheries stock assessments. *Scandinavian Journal of Statistics* 29:245-267.
- Gerlotto F, Castillo J, Saavedra A, Barbieri MA, Espejo M, Cotel P. 2004. Three-dimensional structure and avoidance behaviour of anchovy and common sardine schools in central southern Chile. *ICES Journal of Marine Science* 61:1120-1126.
- Grand and Bowen 1998
- IFOP 2013. Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the international workshop, held in Viña del Mar by IFOP, December 2013. 44 p.
- IFOP 2014a. Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the second international workshop, held in Viña del Mar by IFOP, April 2014. 74 p.
- IFOP 2014b. Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the third international workshop, held in Viña del Mar by IFOP, August 2014. 67 p.
- Kell LT, Dickey-Collas M, Hintzen NT, Nash RDM, Pilling GM, Roel BA. 2009. Lumpers or splitters? Evaluating recovery and management plans for metapopulations of herring. *ICES Journal of Marine Science* 66:1776-1783.
- Kerr LA, Cadrin SX, Kovach AI. 2014. Consequences of a mismatch between biological and management units on our perception of Atlantic cod off New England. *ICES Journal of Marine Science* 71:1366-1381.
- Kirkwood GP. 1992. Annex I. Background to the development of Revised Management Procedures. Report of the International Whaling Commission 42:236-243.
- Kirkwood GP. 1997. The Revised Management Procedure of the International Whaling Commission. In Pikitch EK, Huppert DD, Sissenwine MP (eds), *Global trends: fisheries management*. American Fisheries Society Symposium 20. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society. Pp 91-99.
- Polacheck, T. 2014. Review report on the 2012 stock assessment of the common sardine (sardina común – *Strangomera bentincki*). 74 pp.
- Punt AE, Butterworth DS, de Moor CL, De Oliveira JAA, Haddon M. In Press. Management strategy evaluation: best practices. *Fish and Fisheries*.
- Rademeyer RA, Butterworth DS, Plagányi EE. 2008. Assessment of the South African hake resource taking its two-species nature into account. *African Journal of Marine Science* 30:263-290.
- RPESQ. 2013. Fraccionamiento y distribución de la cuota global anual de captura anchoveta y sardina común, regions V a X, año 2014. Informe Técnico No 193-13.
- Schwartzlose RA, Alheit J, Bakun A, Baumgartner TR, Cloete R, Crawford RJM, Fletcher WJ, Green-Fuiz Y, Hagen E, Kawasaki T. et al. 1999. Worldwide large-scale

- fluctuations of sardine and anchovy populations. *South African Journal of Marine Science* 21:289-347.
- Serra JR. 1983. Changes in the abundance of pelagic resources along the Chilean coast. Undersecretariate of Fisheries.
- Tarifeño E, Carmona M, Llanos-Rivera A, Casto LR. 2008. Temperature effects on the anchoveta *Engraulis ringens* egg development: do latitudinal differences occur? *Environ Biol Fish* 81:387-395.
- Valdivia IM, Chávez RA, Oliva ME. 2007. Metazoan parasite of *Engraulis ringens* as tools for stock discrimination along the Chilean coast. *Journal of Fish Biology* 70:1504-1511.
- Zúñiga, M. J., C. Canales. 2014. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2015: Anchoveta V-X regiones, 2015. Informe de estatus y cuota. 78 pp + Anexos

Tables

Table 1. Parameters for the maturity ogive of anchovy, where $L_{50\%}$ denotes the size at which 50% of individuals are sexually mature. (Table 11 of Zuñiga and Canales 2014.)

Zone	β_0	β_1	$L_{50\%}$ (cm)	Method	Source
Talcahuano			12		Cubillos y Arancibia (1993)
	23.20	-2.02	11.5	SMS macroscopic	Cubillos <i>et al.</i> (1999)
	16,427	-1,370	12,0	Histology	Cubillos <i>et al.</i> (2009)
	5,26	-0.45	11,6	EMS nonlinear model	Aranis., <i>et al</i> (2006)
			12,1	SMS linear model	Aranis., <i>et al</i> (2006)

Table 2. The von Bertalanffy growth parameters for south-central anchovy, as estimated from **Figure 14** (Cerna 2012) and other studies. (Table 1 of ANNEX I of Zuñiga and Canales 2014.)

Study	Growth parameters			Fit type
	L_{∞}	K	t_0	
Aguayo (1976)	19,1	0,72	-0,68	vB conventional
Gili en Barria <i>et al</i> (1999)	19,6	0,46	-1,43	vB conventional
Cubillos <i>et al</i> (2001)	20,1	0,51	-0,04	vB seasonal
Cerna (2011)	18,0	0,73	-0,92	vB conventional

Table 3. The south-central anchovy estimates of biomass and abundance evaluated from the summer RECLAS, autumn PELACES and winter egg surveys. (Table 7 of Zuñiga and Canales 2014.)

year	Summer survey			Method	Autumn survey			Method	Egg survey		
	Acoustic biomass (t)	Abundance (thousands of millions)	CV %		Acoustic biomass (t)	Abundance (thousands of millions)	CV %		Spawning biomass (t)	Method	CV %
2000	370.054										
2001	412.103	76.668	14	conglomerates							
2002	1.494.267	96.193	15	conglomerates				112.323	DEPM	28,9	
2003	250.295	46.445	7	conglomerates	600.178						
2004	1.244.668	89.109	20	conglomerates				153.150	DEPM	36,8	
2005	877.801	98.754	10	conglomerates	1.224.101			637.223	DEPM	44,1	
2006	785.840	100.405	8	conglomerates	2.062.538						
2007	897.777	76.628	11	conglomerates	1.030.635			255.016	DEPM	38,0	
2008	1.040.062	61.942	25	Conglomerates				313.432	DEPM	105,0	
2009	184.774	43.355	12	Conglomerates	1.874.556	107.525	22	Bootstrap	73.983	DEPM	57,8
2010	17.336	6.816	7	Conglomerates	323.000	23.851	5	Bootstrap	77.613	DEPM	49,4
2011	25.864	2.750	28	Conglomerates	250.000	18.144	13	Bootstrap	109.348	DEPM	39,0
2012	100.000	13.000	14	Conglomerates	150.000	16.769	10	Bootstrap	50.772	DEPM	165,0
2013	70.990	5.368	19	Conglomerates	83.755	8.044	15	Bootstrap			
2014	116.472	9.512	5	Geoestatistical	137.375	8.692	10	Geoestatistical			

Table 4. Individual error factors for hydro-acoustic surveys of South African sardine biomass, where the values define trapezium form pdfs (Anon. 2000). Note that these error factors apply to the observed biomass, i.e. they reflect the inverse of the multiplicative bias in a stock assessment model. From Section S3 of the Supplementary Material of de Moor and Butterworth (2015).

Error	Minimum	Likely (lower)	Likely (midpoint)	Likely (upper)	Maximum	Nature
Calibration						
(On-axis sensitivity)	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	Variable
(Beam factor)	0.75	0.90	1.00	1.10	1.25	Constant
Surface Schooling	1.00	1.05	1.075	1.10	1.15	Variable
Target Identification	0.50	0.90	1.00	1.10	1.50	Variable
Weather Effects	1.01	1.05	1.15	1.25	2.00	Variable

Figures

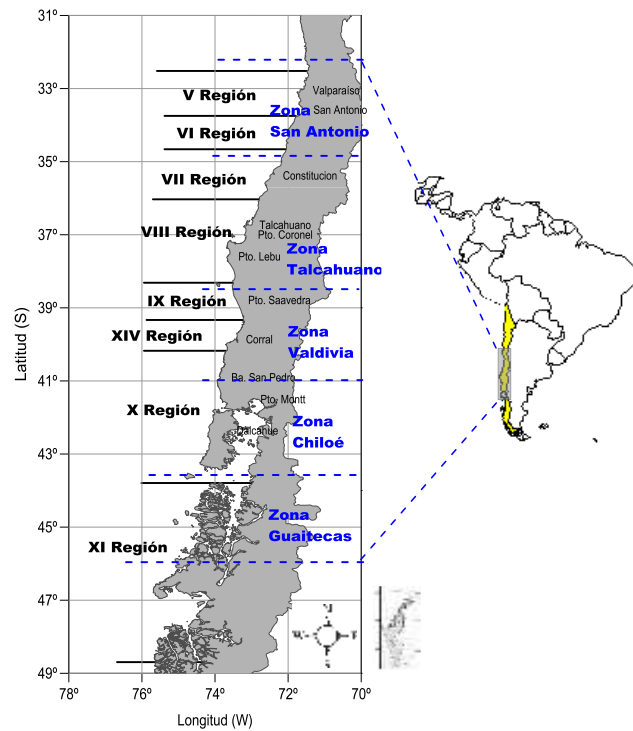


Figure 1. The south-central zone of Chilean fishing waters showing regions V to X. Figure provided by Aranís et al. during a presentation to the review workshop.

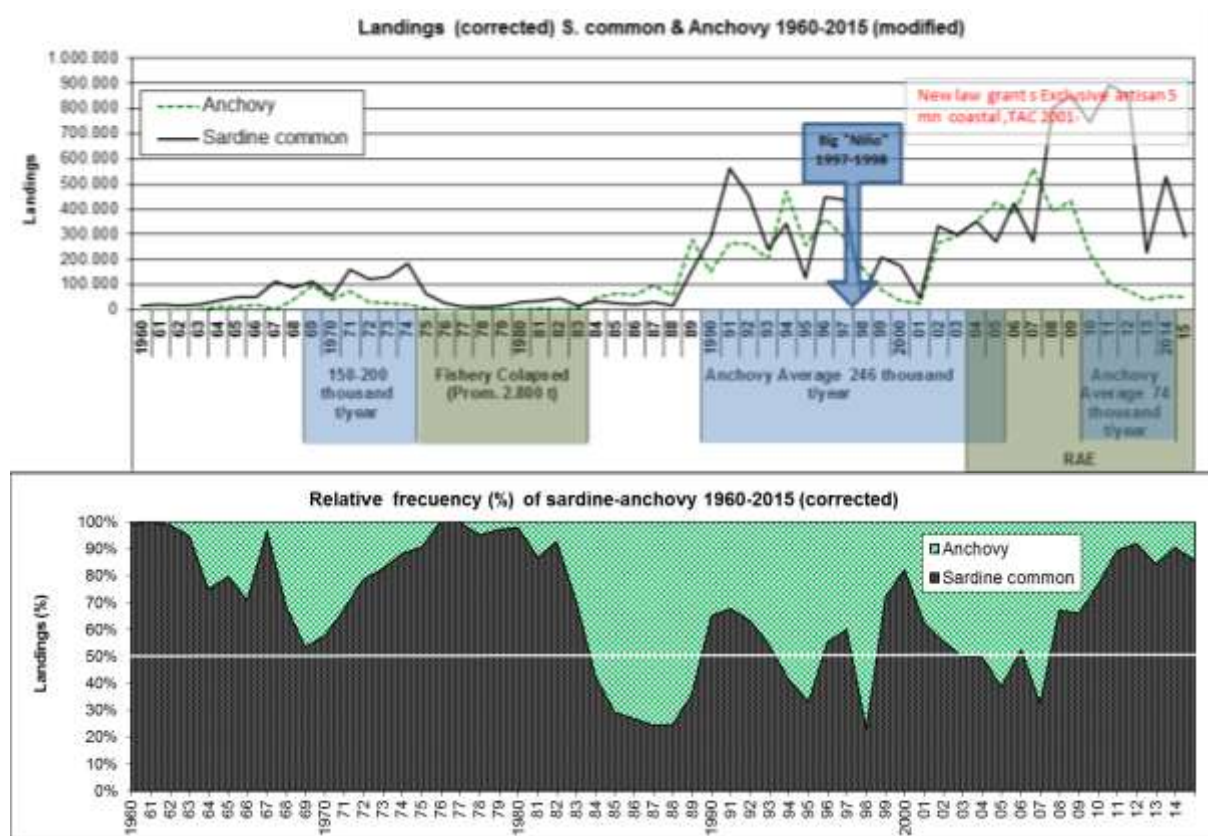


Figure 2. The corrected landings of south-central anchovy and common sardine in Chile. Figure provided by Aranís during a presentation to the review workshop.

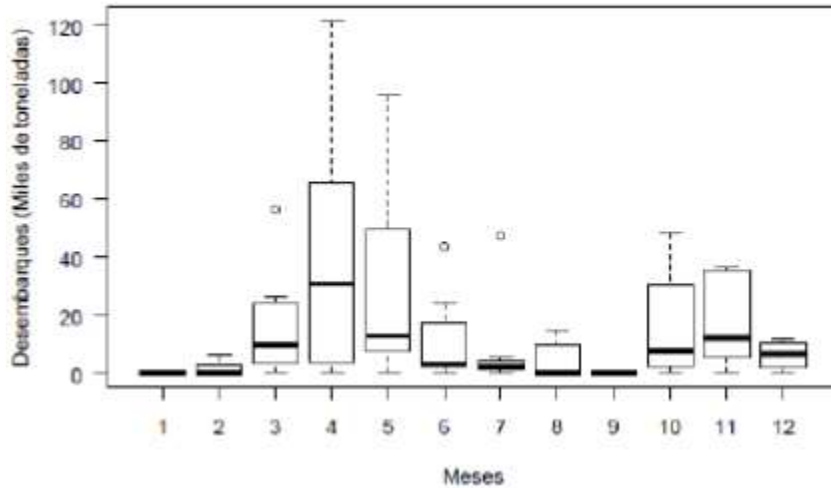


Figure 3. The average anchovy landings by month between 2007 and 2013. (Figure 2 of Annex I of Zuñiga and Canales 2014).

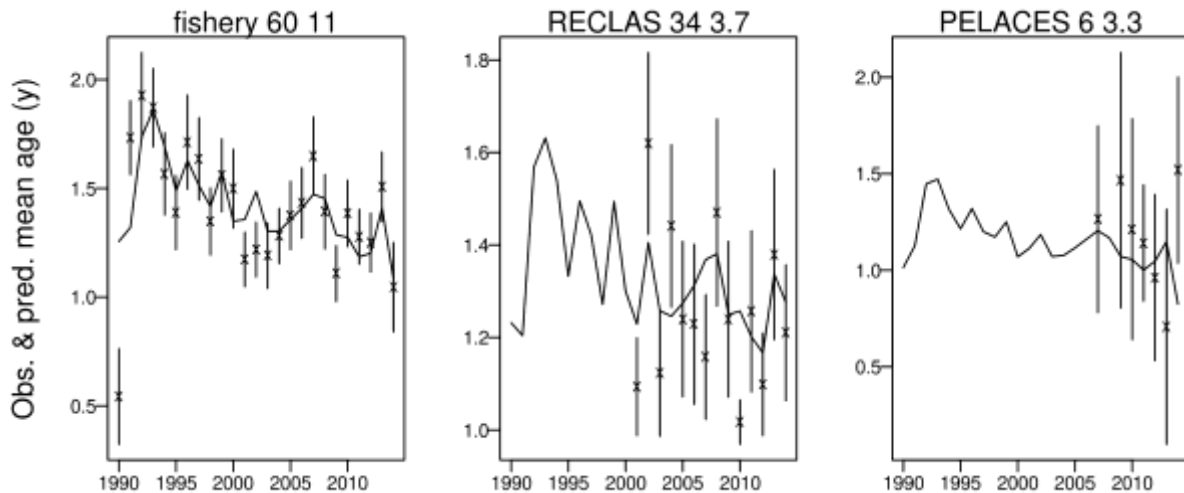


Figure 4. The observed (x) and expected (line) mean age for the three sets of age-composition data used in the south-central anchovy stock assessment: i) proportions-at-age in the annual commercial catches, ii) proportions-at-age in the summer RECLAS survey and iii) proportions-at-age in the autumn PELACES survey. The vertical lines are 95% confidence intervals for mean age, calculated assuming simple random sampling with sample sizes of i) 60 , ii) 34 and iii) 6 in each year. The weighting method ‘TA1.8’ of Francis (2011) suggests sample sizes of i) 11, ii) 3.7 and iii) 3.3. The sample size for the commercial data increases to 16 if the outlier from 1990 is excluded. Figures kindly provided by C. Francis.

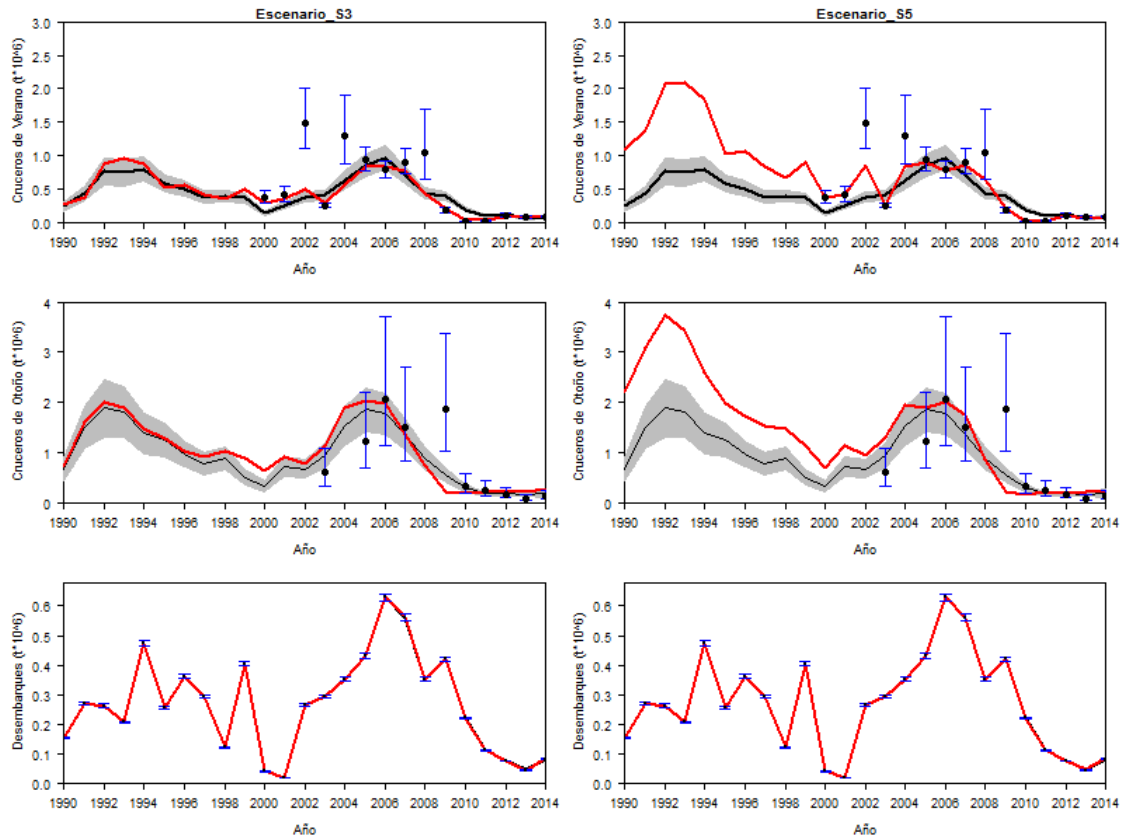


Figure 5. Comparison of the base case model (assuming a time- and survey-invariant CV of 30%) results [black line in both plots] to those obtained when the surveys CVs differ (**Table 3**) and the sample sizes for the survey proportions-at-age are downweighted to 5 [red line, left hand plot], and the sample sizes for the survey and commercial proportions-at-age are downweighted to 5 [red line, right hand plot]. The 95% confidence intervals in the survey estimates of abundance based on the individual survey CVs are shown. The plots show (top) model predicted biomass at 1st February compared to the survey estimates of abundance from the RECLAS survey, (middle) model predicted biomass at 1st May compared to the survey estimates of abundance from the PELACES survey, and (bottom) model predicted annual catch. Figure produced by M Zuñiga following additional model runs undertaken during the review workshop.

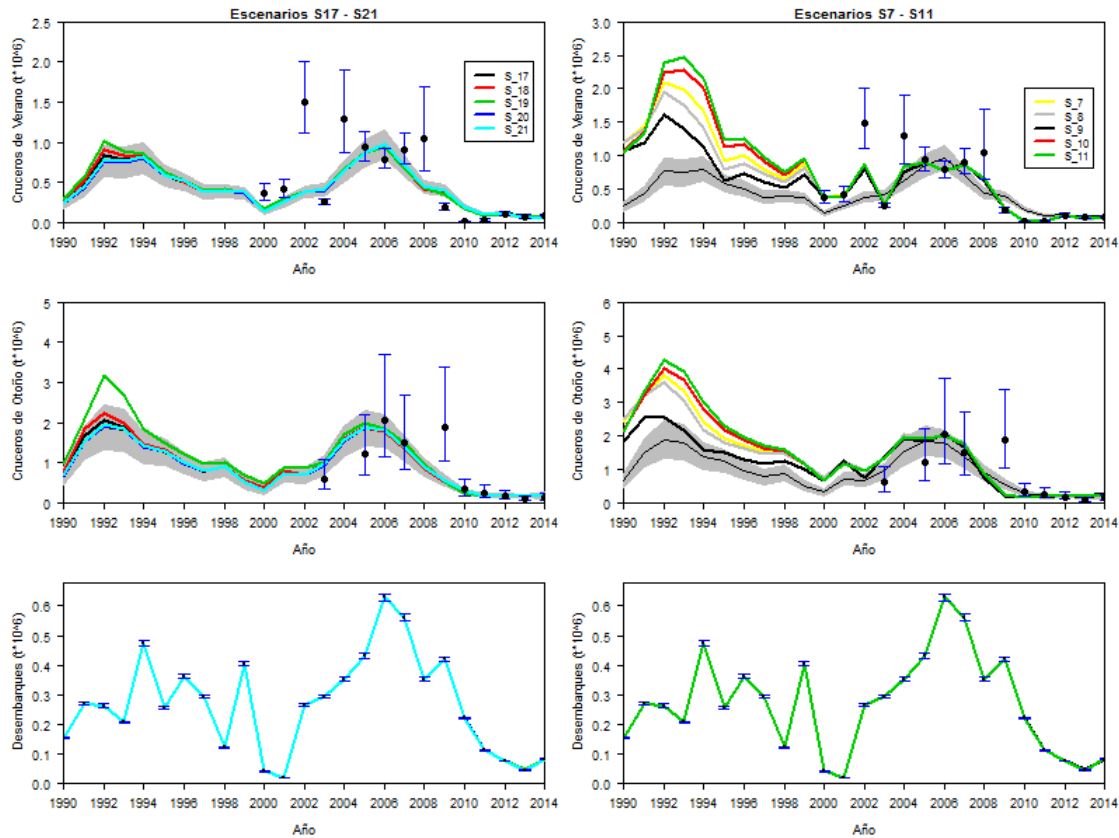


Figure 6. Comparison of the base case model (assuming a time- and survey-invariant CV of 30%) results [black line in both plots] to those obtained when S_17: $M=0.8\text{year}^{-1}$, S_18: $M=0.9\text{year}^{-1}$, S_19: $M=1.0\text{year}^{-1}$, S20: $\sigma_R=0.7$, S21: $\sigma_R=0.8$ [left hand plot], and to those obtained when S_7: $M=0.8\text{year}^{-1}$, S_8: $M=0.9\text{year}^{-1}$, S_9: $M=1.0\text{year}^{-1}$, S10: $\sigma_R=0.7$, S11: $\sigma_R=0.8$ and the survey CVs differ (**Table 3**) and the sample sizes for the survey and commercial proportions-at-age are downweighted to 5 [right hand plot]. The 95% confidence intervals in the survey estimates of abundance based on the individual survey CVs are shown. The plots show (top) model predicted biomass at 1st February compared to the survey estimates of abundance from the RECLAS survey, (middle) model predicted biomass at 1st May compared to the survey estimates of abundance from the PELACES survey, and (bottom) model predicted annual catch. Figure produced by M Zuñiga following additional model runs undertaken during the review workshop.



Figure 7. The criteria used to assign age groups for south-central anchovy. Table supplied by Cerna, Machuca and Lopez during a presentation to the review workshop.

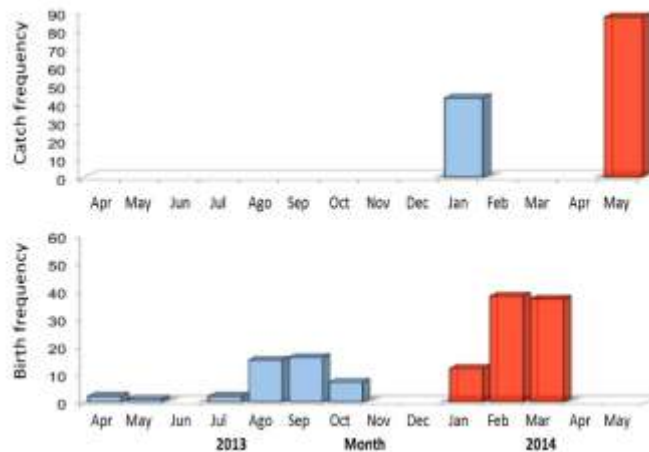


Figure 8. The estimated distribution of birthdates of anchovy sampled during January and May using daily ageing methods. Figure provided by Cerna, Machuca and Lopez during a presentation to the review workshop.

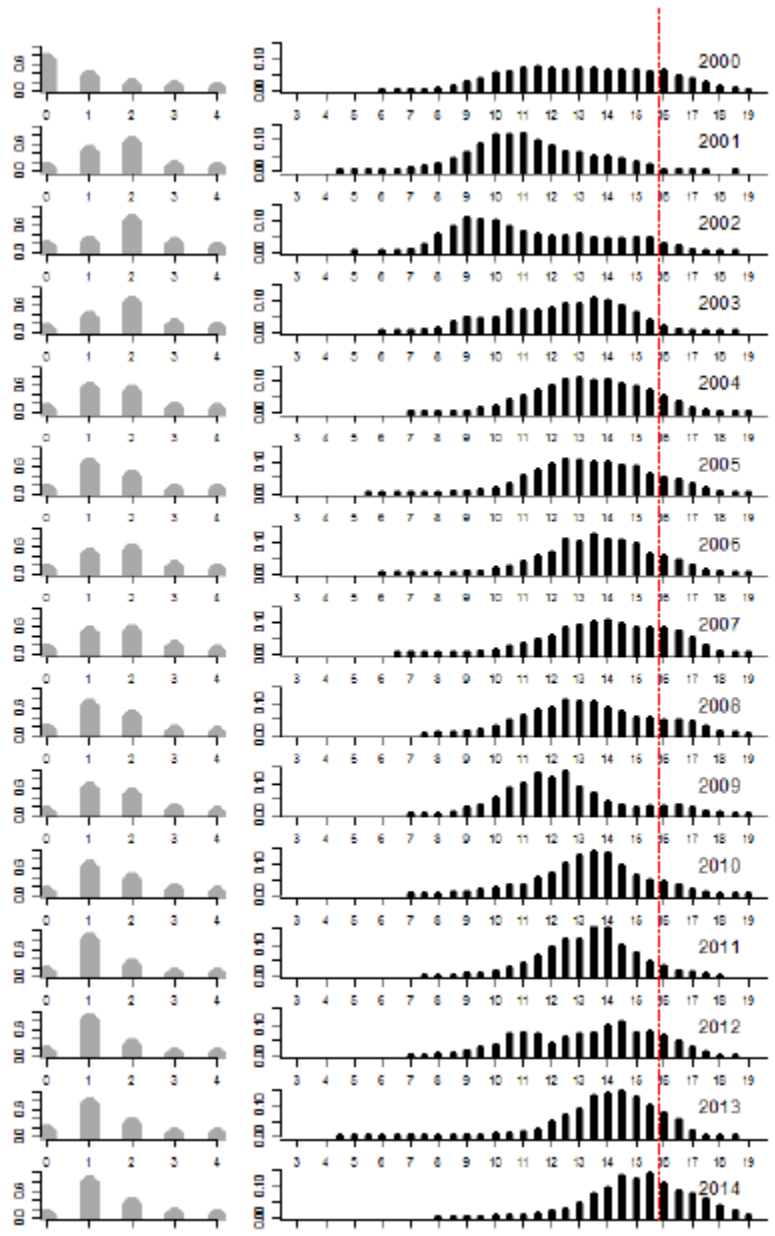


Figure 9. Proportions-at-age and proportions-at-length for anchovy catches recorded between V-X Regions. (Figure 5 of Zuñiga and Canales 2014.)

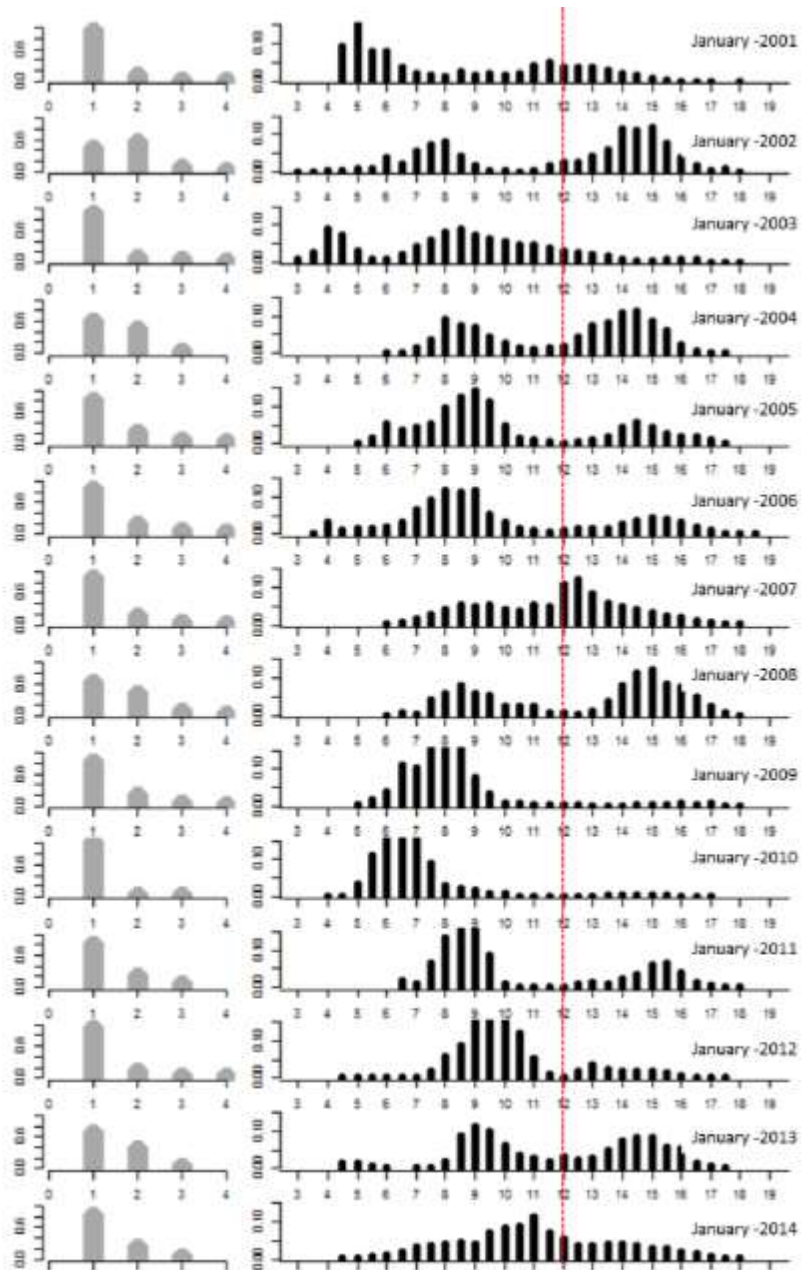


Figure 10. Proportions-at-age and proportions-at-length from the summer RECLAS survey for anchovy. (Figure 9 of Zuñiga and Canales 2014.)

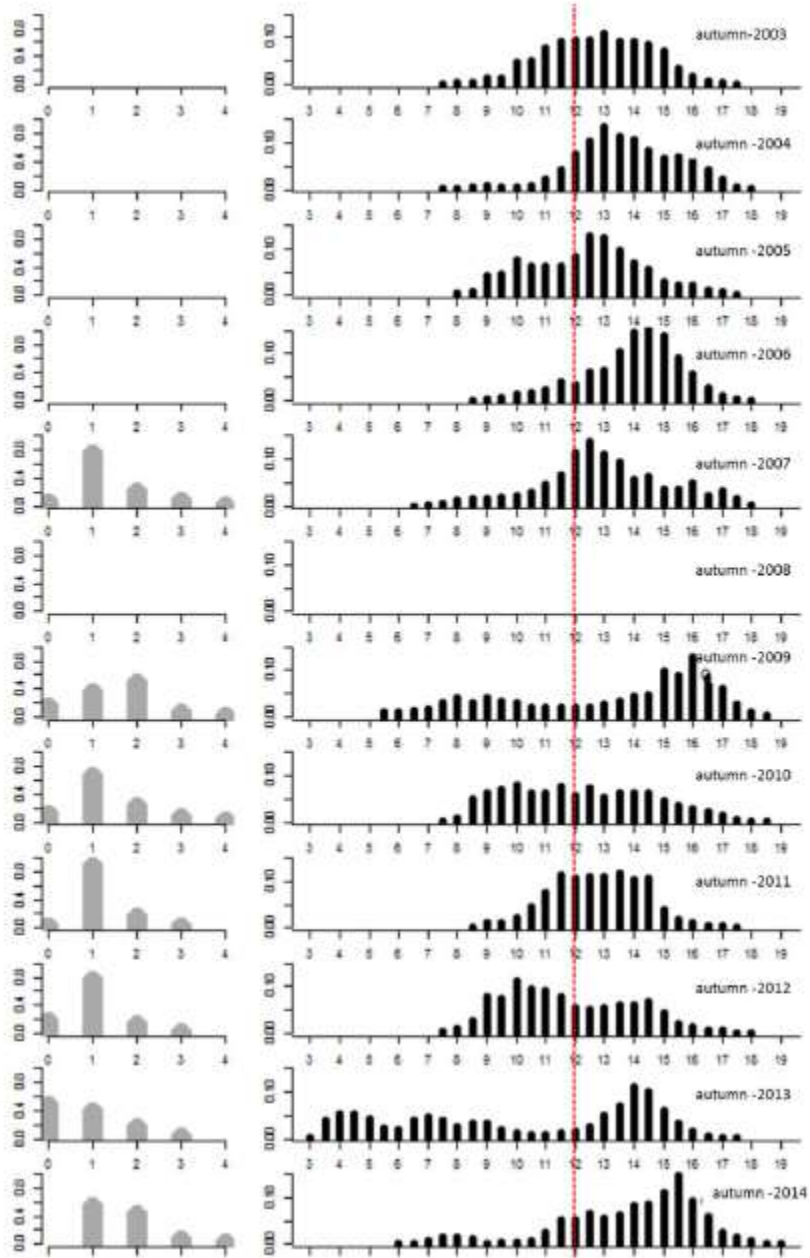


Figure 11. Proportions-at-age and proportions-at-length from the autumn PELACES survey for anchovy. (Figure 10 of Zuñiga and Canales 2014.)

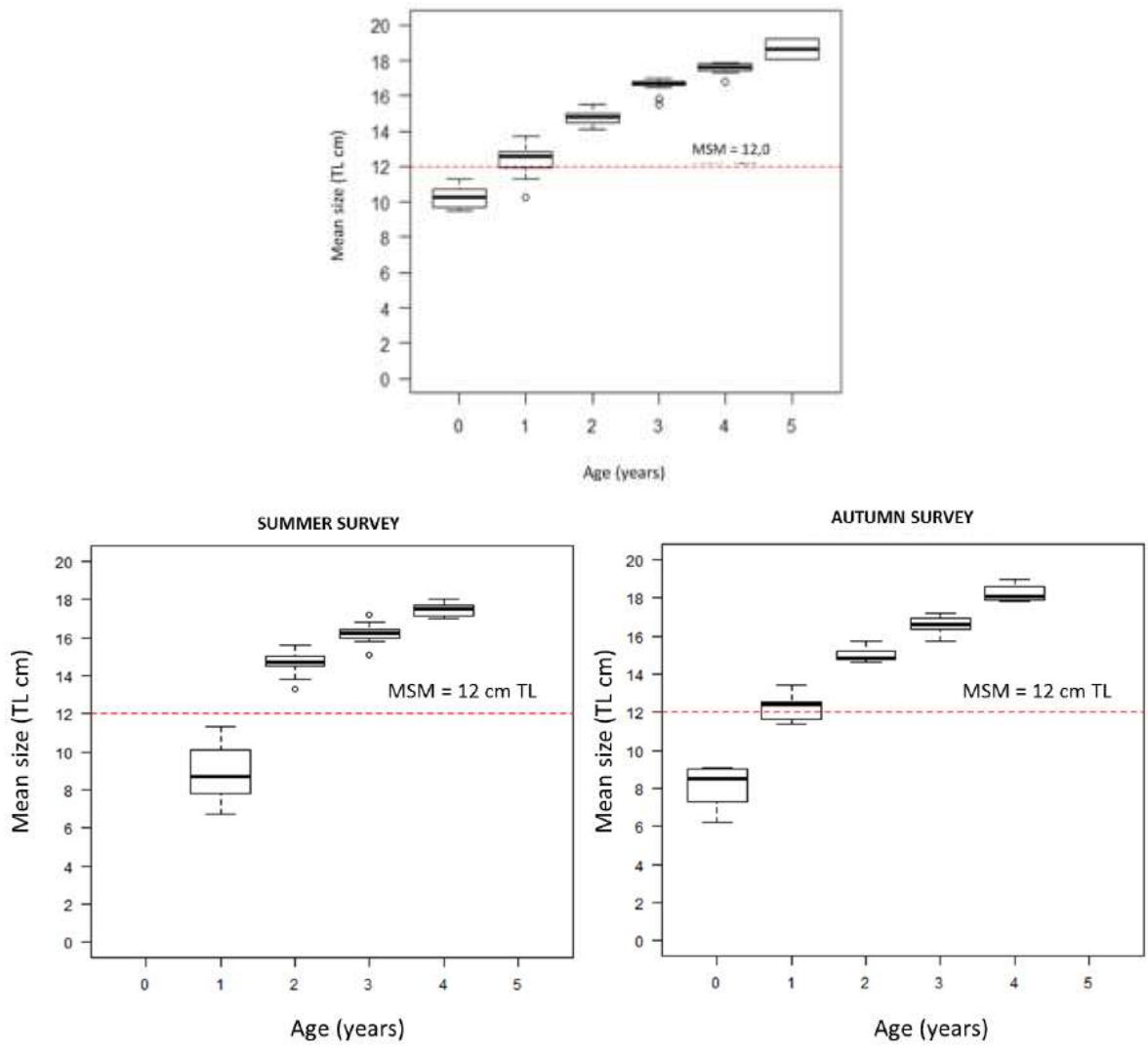


Figure 12. The mean length-at-age estimated by age-length keys for the commercial catch (top panel), the summer RECLAS survey and the autumn PELACES survey. (Figures 6 and 11 of Zuñiga and Canales 2014.)

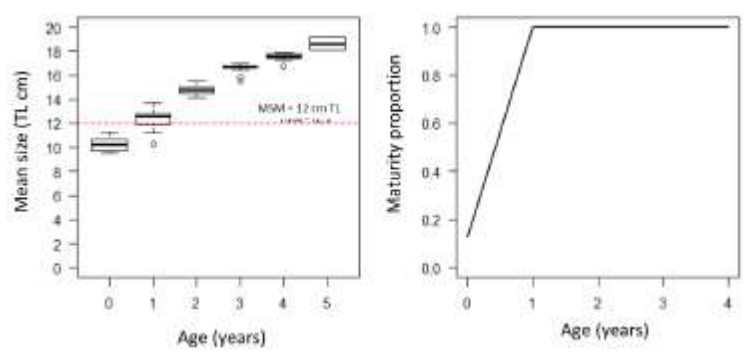


Figure 13. The mean length-at-age estimated from age-length keys from commercial data from 2001-2013, and maturity-at-age ogive for south-central anchovy. (Figure 13 of Zuñiga and Canales 2014.)

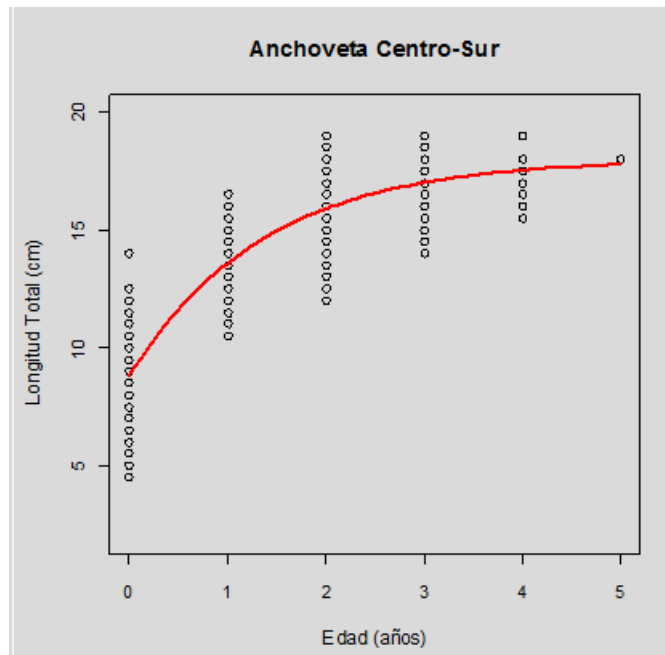


Figure 14. The von Bertalanffy growth curve estimated from ageing data with assigned birthdate 1st January. Figure provided by Cerna, Machuca and Lopez during a presentation to the review workshop.

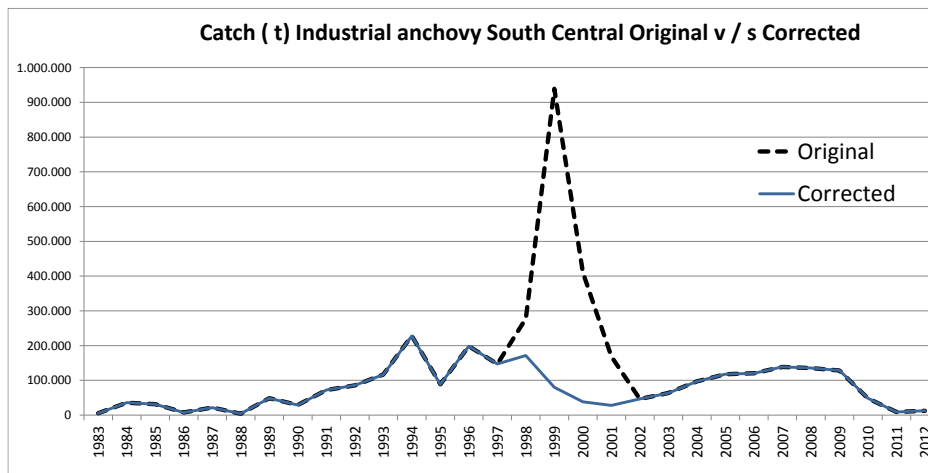


Figure 15. The industrial landings (in tons) of south-central anchovy before and after the correction for the mis-reporting of jack mackerel between 1998 and 2001. Figure provided by Aranís during a presentation to the review workshop.

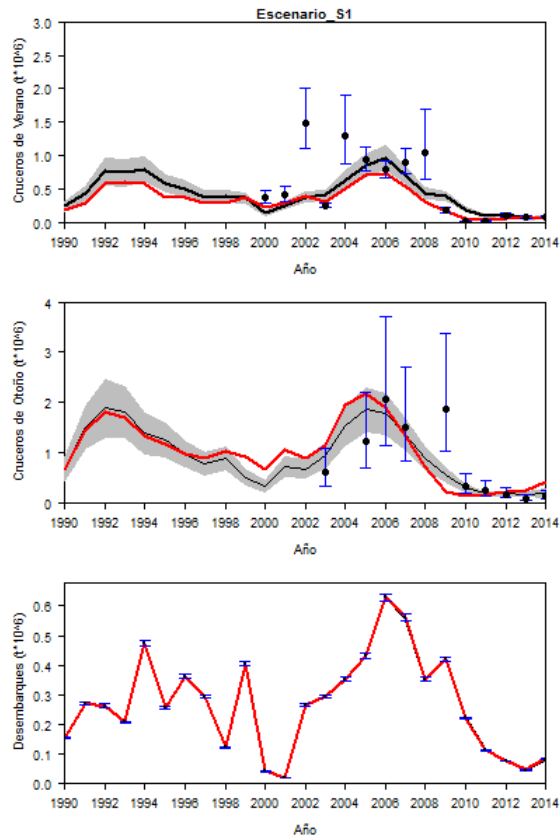


Figure 16. Comparison of the base case model (assuming a time- and survey-invariant CV of 30%) results [black line] to those obtained when the surveys CVs differ (**Table 3**) [red line]. The 95% confidence intervals in the survey estimates of abundance based on the individual survey CVs are shown. The plots show (top) model predicted biomass at 1st February compared to the survey estimates of abundance from the RECLAS survey, (middle) model predicted biomass at 1st May compared to the survey estimates of abundance from the PELACES survey, and (bottom) model predicted annual catch. Figure produced by M Zuñiga following additional model runs undertaken during the review workshop.

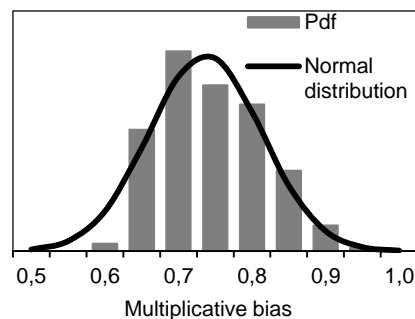


Figure 17. The probability density function for the overall bias in the estimate of South African sardine abundance from the acoustic survey, calculated by drawing 10 000 samples from the individual probability distribution functions for each source of constant error, together with the median values of the individual probability distribution functions for each source of variable and random error. From Section S3 of the Supplementary Material of de Moor and Butterworth (2015).

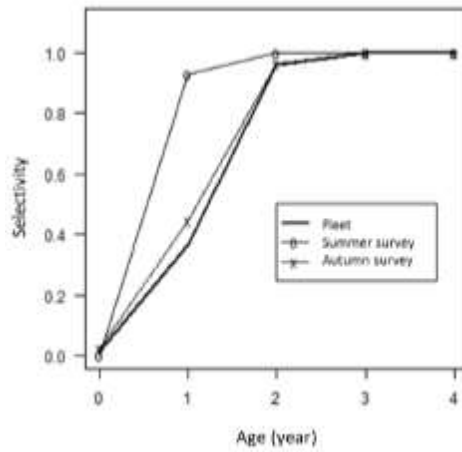


Figure 18. Model estimated commercial and acoustic survey selectivities-at-age. (Figure 28 of Zuñiga and Canales 2014.)

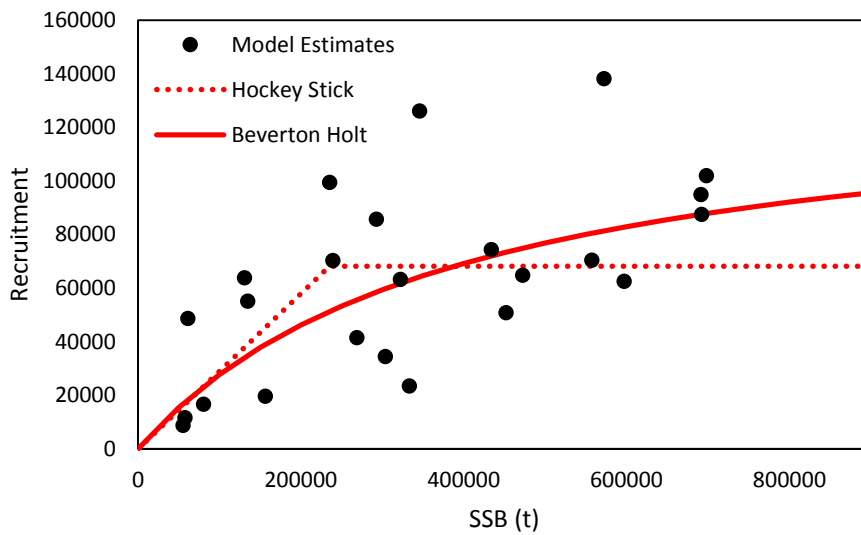


Figure 19. The spawner biomass and recruitment estimates from the annual stock assessment model for south-central anchovy, with two stock-recruitment relationships fitted, showing the probability of low recruitment in the immediate future given an estimate of ~80 000t for spawner biomass in 2014.

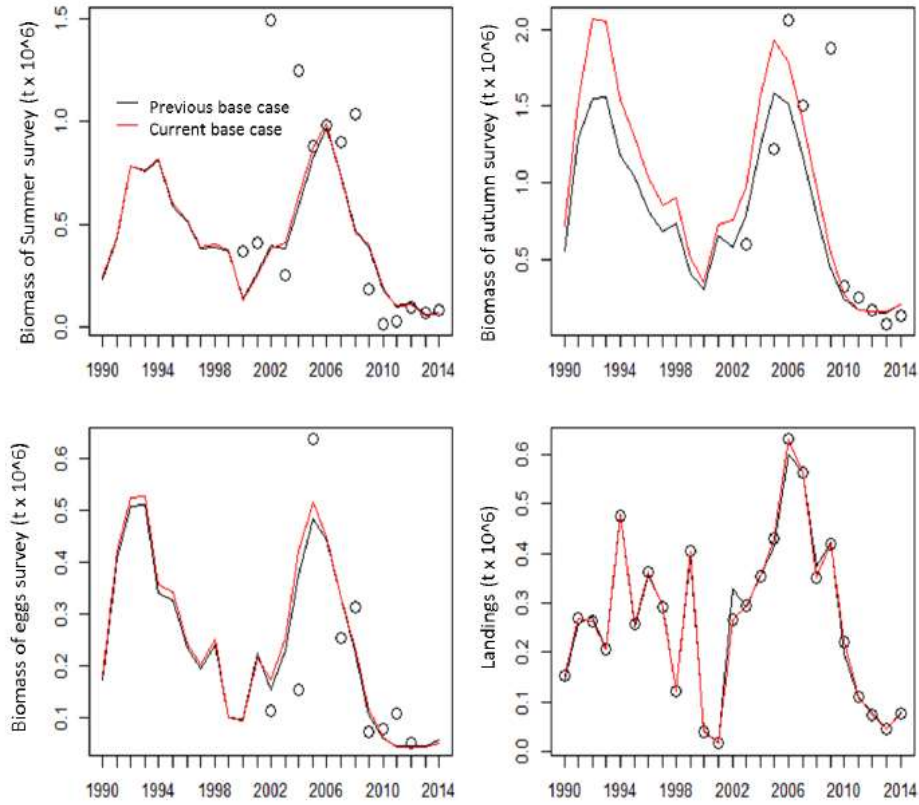


Figure 20. A comparison between the model predicted biomasses for the previous and new base case stock assessments for south-central anchovy. (Figure 1 of Annex IV of Zuñiga and Canales 2014).

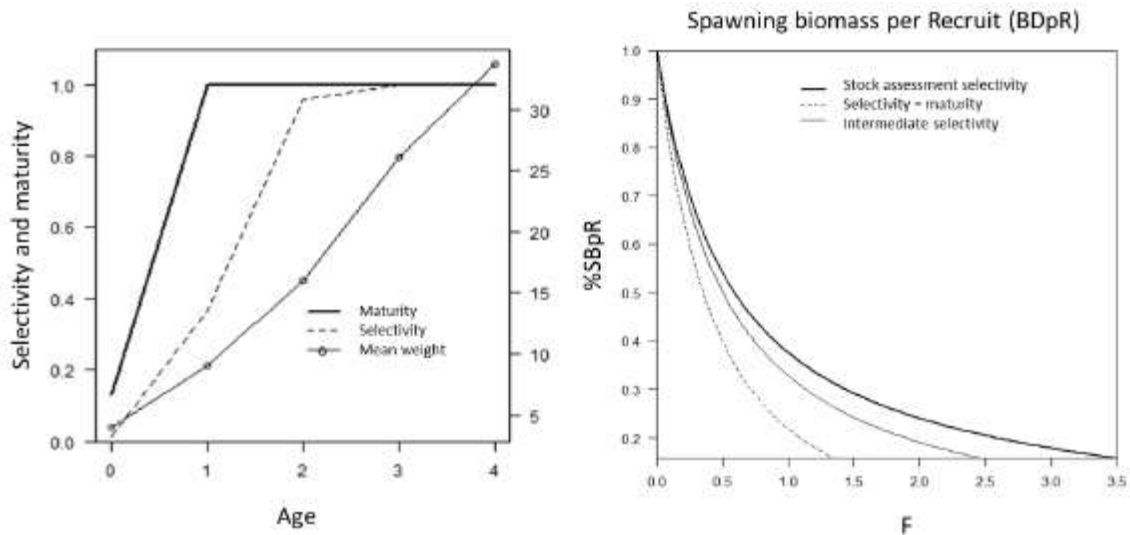


Figure 21. (Left) The maturity and mean weights-at-age assumed in the stock assessment of south-central anchovy, and the commercial selectivity-at-age estimated from the assessment. (Right) The spawner biomass per recruit (SBPR) against F under the three alternative selectivity-at-age assumptions. (Figure 29 of Zuñiga and Canales 2014).

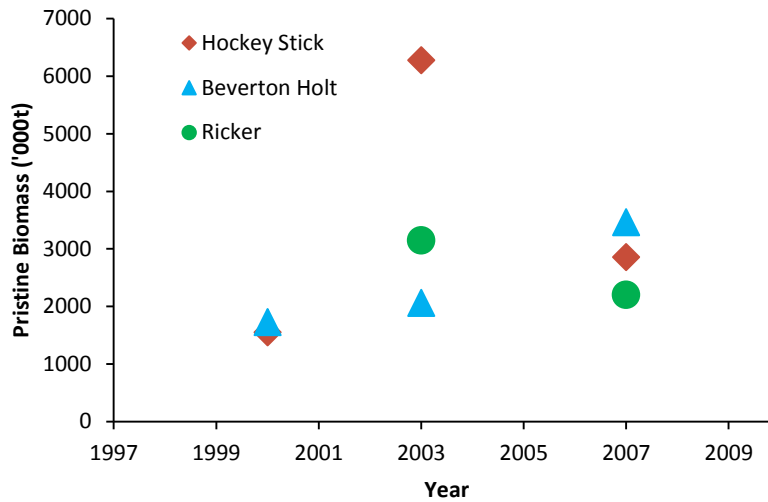


Figure 22. The estimates of B_0 for the South African sardine resource from three different stock assessments (i.e. with more data added over time) and from three different stock-recruitment relationships. This shows the high uncertainty surrounding the estimation of B_0 for short-lived highly variable species, with changes over time and between stock-recruitment curves fitted to the same time-series of data. Extracted from “Quantifying resource risk for highly variable species in MSE: should pristine biomass provide the yardstick?” presented to the 6th World Fisheries Congress, Edinburgh, May 2012 by CL de Moor.

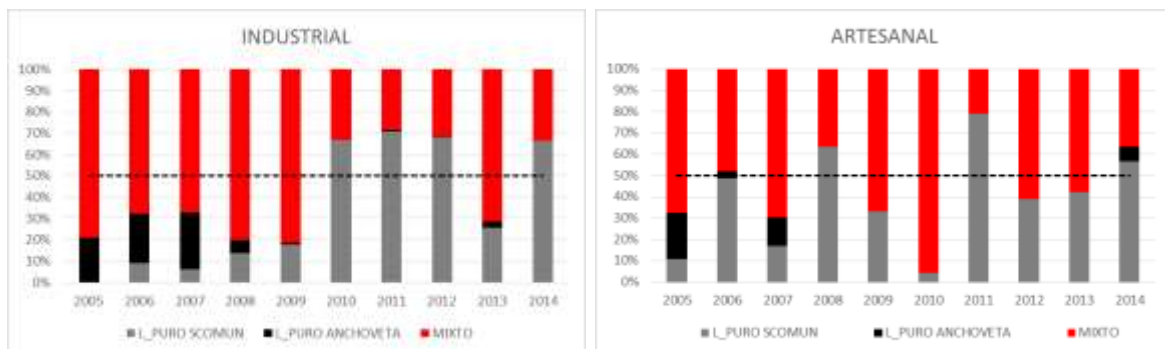


Figure 23. The proportion of hauls in the industrial and artesanal fishing fleets of south-central anchovy and sardine that contain both species. Figure provided by Aranis during a presentation to the review workshop.

Appendix 1 : Bibliography of materials provided for review

Aranis, A., A. Gómez, S. Mora, K. Walker, G. Muñoz, L. Caballero, G. Eisele, F. Cerna, A. López, C. Machuca, L. Muñoz, C. Valero, J. Letelier, M. Ramírez, C. Toledo, V. Valdebenito, M. Albornoz, S. Personglia, G. Bendel, A. Urzúa, N. Badilla, E. Reyes, M. Gómez. 2014. Programa de Seguimiento de Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur de Chile, 2014. Informe Final. 200 pp + Anexos

Castillo-Jordán, C., L. Cubillos, J. Paramo. 2007. The spawning spatial structure of two co-occurring small pelagic fish off central southern Chile in 2005. *Aquat. Living Resour.* 20: 77-84

Castillo, J., Saavedra, A., Catasti, V., Leiva, F., Lang, C. & R. Varga. Biomass hydroacoustic survey of common sardine and anchovy between the V and X Regions, Año 2012. Final Report. FIP 2011-07. 341 pp.

Castro, L., G. Salinas, E. Hernández. 2000. Environmental influences on winter spawning of the anchoveta *Engraulis ringens* off central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 197:247-258

Claramunt, G., L. Cubillos, L. Castro, C. Hernández, M. Arteaga. 2014. Variation in the spawning periods of *Engraulis ringens* and *Strangomera bentincki* off the coasts of Chile: A quantitative analysis. *Fisheries Research* 160: 96-102

Cubillos, L., D. Arcos. 2002. Recruitment of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central-south Chile in the 1990s and the impact of the 1997-1998 El Niño. *Aquat. Living Resour.* 15: 87-94

Cubillos, L., G. Claramunt. 2009. Length-structured analysis of the reproductive season of anchovy and common sardine off central southern Chile. *Marine Biology* 156: 1673-1680

Cubillos, L., D. Arcos, D. Bucarey, M. Canales. 2001. Seasonal growth of small pelagic fish off Talcahuano, Chile (37°S, 73°W): a consequence of their reproductive strategy to seasonal upwelling?. *Aquat. Living Resour.* 14: 115-124

Cubillos, L., D. Bucarey, M. Canales. 2002. Monthly abundance estimation for common sardine *Strangomera bentincki* and anchovy *Engraulis ringens* in the central-southern area off Chile (34-40°S). *Fisheries Research* 57: 117-130

Cubillos, L., P. Ruiz, G. Claramunt, S. Gacitúa, S. Núñez, L. Castro, K. Riquelme, C. Alarcón, C. Oyarzún, A. Sepúlveda. 2007. Spawning, daily egg production, and spawning biomass estimation for common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central southern Chile in 2002. *Fisheries Research* 86: 228-240

Cubillos, L., Castro, L. & G. Claramunt. 2011. Estimation of the spawning stock of anchovy and common sardine in south-central zone, year 2010. FIP 2010-02. Final Report. 85 pp

- Gerlotto, F., J. Castillo, A. Saavedra, M. A. Barbieri, M. Espejo, P. Cotel. 2004. Three-dimensional structure and avoidance behaviour of anchovy and common sardine schools in central southern Chile. *Ices Journal of Marine Science* 61: 1120-1126
- IFOP, 2013. Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the international workshop held in Viña del Mar, December 2013. 44 pp.
- IFOP, 2014. Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the second international workshop, held in Viña del Mar, April 2014. 74 pp
- IFOP, 2014. Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the third international workshop held in Viña del Mar, August 2014. 67 pp
- Polacheck, T. 2014. Review report on the 2012 stock assessment of the common sardine (sardina común – *Strangomera bentincki*). 74 pp.
- Saavedra, A., V. Catasti, F. Leiva, R. Vargas, U. Cifuentes, H. Reyes, C. Rozas, M. Pizarro, C. Lang, E. Molina, F. Cerna, A. López, S. Núñez, L. Valenzuela, J. Silva, S. Vásquez. 2014. Evaluación hidroacústica de los stocks de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2014. Informe Final. 306 pp + Anexos
- Tarifeño, E., M. Carmona, A. Llanos-Rivera, L. Castro. 2008. Temperature effects on the anchoveta *Engraulis ringens* egg development: do latitudinal differences occur?. *Environm. Biol. Fish* 81: 387-395
- Valdivia, I., R. Chávez, M. Oliva. 2007. Metazoan parasites of *Engraulis ringens* as tools for stock discrimination along the Chilean coast. *Journal of Fish Biology* 70: 1504-1511
- Zúñiga, M. J., C. Canales. 2014. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2015: Anchoveta V-X regiones, 2015. Informe de estatus y cuota. 78 pp + Anexos

Appendix 2 : Statement of work for Dr. Carryn de Moor

Independent external peer review of south central anchovy (*Engraulis ringens*) and participation in the king clip stock assessment external review workshop.

Scope of Work:

The reviewer is contracted to deliver an independent external review of the 2014 stock assessment of south central anchovy “*Anchoveta centro sur*” conducted by the Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) and participate in the kingclip “*Congrio dorado*” stock assessment external review workshop.

Project Description:

The Undersecretariat of Fisheries of Chile started in 2011 an independent peer review process to assess the soundness of IFOP stock assessment approach for their major fisheries. This year the Chilean Undersecretariat of Fisheries requested an international independent peer review for South central anchovy (*Anchoveta centro sur*) and kingclip (*Congrio dorado*).

Location of Peer Review:

The peer review process will be held in Valparaíso (Hotel Diego de Almagro) during a workshop in September of 2015.

Statement of Tasks:

The reviewer shall complete the following tasks in accordance with the terms of reference and specific tasks and deliverables herein.

Pre-review Background Documents: Two weeks before the workshop, the project coordinator, Dr. Billy Ernst will provide the reviewer the necessary background information (working documents in English, stock assessment model, etc.) for the workshop preparation. This material shall consist of stock assessment documents translated to English and other background material. The reviewer/collaborator shall read all documents in preparation for the workshop.

Workshop: The reviewer shall actively participate in the workshop and conduct an independent review of the assessment addressing each Term of Reference.

Specific Tasks for the Reviewer:

The following chronological list of tasks shall be completed by the reviewer in a timely manner.

1. Conduct necessary pre-review preparations, including all the background material and reports provided by the University of Concepcion in advance to the workshop.
2. Actively participate during the workshop in Valparaíso (September 2015), conduct a review and generate a report with recommendations in accordance with the ToRs (**Annex 2**).
3. Participate in the kingclip workshop and provide feedback (mornings).
4. No later than the October 30th of 2015, submit a report addressed to the “Department of Oceanography, University of Concepción” and sent to Dr. Billy Ernst, Lead Coordinator of the project, via email to biernst@udec.cl. The report shall be written in English addressing each ToR in **Annex 2**.
5. The report (in English) shall include an executive summary with the main conclusions and recommendations about the review process. 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. This should be a standalone document.

Schedule of Milestones and Deliverables:

The group shall complete the tasks and deliverables described in this Statement of work in accordance with the following schedule.

<i>August 2015</i>	Project coordinator sends the Reviewer the pre-review documents.
<i>September 2015</i>	The reviewer participates and conducts an independent peer review during the panel review meeting in Valparaíso.
<i>October 2015</i>	Reviewers submit the independent peer review reports to the project lead coordinator.
<i>November 2015</i>	University of Concepción translates and submits Independent peer review reports to the Undersecretariat of Fisheries.
<i>November 2015</i>	Review and approval of Peer review reports upon compliance with Statement of Work and Terms of References.

Acceptance of Deliverables:

Upon review and acceptance of the independent peer review reports by the Project Lead Coordinator (Dr. Billy Ernst), these reports shall be sent to the Undersecretariat of Fisheries for final approval as contract deliverables based on compliance with the Statement of Work and Terms of reference. As specified in the Schedule of Milestones the University of Concepción shall send via e-mail the contract deliverables (Independent peer review reports) to the Undersecretariat of Fisheries project coordinator.

Applicable Performance Standards:

The contract is successfully completed when the Chilean Undersecretariat of Fisheries project coordinator provides final approval of the contract deliverables. The acceptance of the contract deliverables shall be based on three performance standards:

- (1) The report shall be completed with the format and content in accordance with **Annex 1**,
- (2) The report shall address each ToR as specified in **Annex 2**,
- (3) The reports shall be delivered in a timely manner as specified in the schedule of milestones and deliverables.

Support Personnel:

Project Coordinator
Dr. Billy Ernst
Department of Oceanography
University of Concepción
Barrio Universitario s/n Concepción, Chile.
Phone: +56-41-2204012
biernst@udec.cl

Annex 1

Format and Contents of the Independent Peer Review Report

1. Each independent report shall be prefaced with an Executive Summary providing a concise summary of the findings and recommendations, and specify 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, of the science, conclusions, and recommendations.
 - b. Reviewer should elaborate on any points raised in the Executive Summary 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:
 - Appendix 1: 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.

Annex 2

Provide feedback, recommendations and an independent peer review on:
South central Anchovy

1. To critically review the stock assessment approach, including underlying hypotheses of model structure and the conceptual model (for the stock and the fishery). Consider to that end the biology, dynamics, seasonality of the fishery, heterogeneity of the fleet and spatial structure. Comment on potential improvements.
2. To critically review the life history parameters used in the assessment, with special emphasis on natural mortality, growth and age-at-sexual maturity.
3. To review the input data to the model including (i) total removals/landings (ii) acoustic surveys, (iii) size/age structured data and the underlying assumptions that justify or not its use within the stock assessment model.
4. Comment on the convenience of using a quarterly/semester/annual model, taking into account the dynamics of the resource and its fishery, the uncertainty in age-reading and the amount of available information.
5. Review the approach used to model and estimate recruitment. Discuss about the impact it would have in the projections.
6. Do the selected case studies represent the main axis of model uncertainty and comment on the base case chosen for this assessment?
7. Comment on the procedures used to project the stock into the future, especially on the robustness of the risk analysis to assess the risk of not achieving the desired objectives.
8. Discuss about the convenience of using a mix fishery approach to model the stock, given the high degree of interaction with common sardine.
9. To review the configuration of the model, check if it is properly implemented and assessed its performance based on additional model runs requested during the workshop.
10. Recommend improvements to the assessment process (studies and research programs) which may ultimately lead to a reduction in stock status uncertainty.

Appendix 3 : Panel membership or other pertinent information from the review meeting

List of Participants

Coordinator: Billy Ernst (Universidad de Concepción)
Nicole Mermoud, Francisco Santa Cruz (Universidad de Concepción)

Reviewers

Kingclip Chris Francis Independent Consultant
Anchovy Carryn de Moor MARAM

Participants – kingclip

Francisco Contreras	Instituto de Fomento Pesquero
Sandra Ferrada	Universidad de Concepción
Liu Chong	Instituto de Fomento Pesquero
Renato Céspedes	Instituto de Fomento Pesquero
Vilma Ojeda	Instituto de Fomento Pesquero
Cristian Canales	Instituto de Fomento Pesquero
Dario Rivas	Subsecretaria de Pesca
Luis Adasme	Instituto de Fomento Pesquero
Aurora Guerrero	Subsecretaria de Pesca
Mauricio Ibarra	Instituto de Fomento Pesquero
Mauricio Mardones	Instituto de Fomento Pesquero
Maria Jose Zúñiga	Instituto de Fomento Pesquero

Participants – anchovy

Antonio Aranís	Instituto de Fomento Pesquero
Cristian Canales	Instituto de Fomento Pesquero
Maria José Zuñiga	Instituto de Fomento Pesquero
Sandra Ferrada	Universidad de Concepción
Rodrigo Vega	Instituto de Fomento Pesquero
Claudio Bernal	Instituto de Fomento Pesquero
Francisco Cerna	Instituto de Fomento Pesquero

Sergio Lillo	Instituto de Fomento Pesquero
Zaida Young	Instituto de Fomento Pesquero
Alvaro Saavedra	Instituto de Fomento Pesquero
Victor Espejo	Subsecretaria de Pesca
Jose Acevedo	Subsecretaria de Pesca
Alejandro Yañez	Instituto de Fomento Pesquero
Silvia Hernández	Subsecretaria de Pesca
Marcos Arteaga	Instituto de Investigación Pesquera
Sergio Núñez	Instituto de Investigación Pesquera
Dario Rivas	Subsecretaria de Pesca
Mauricio Mardones	Instituto de Fomento Pesquero
Mauricio Ibarra	Instituto de Fomento Pesquero
Doris Bucarey	Instituto de Fomento Pesquero
Francisco Contreras	Instituto de Fomento Pesquero

Program

International Independent Peer Reviews for the Golden Kingclip and south central Anchovy Assessments

7 – 13 of September 2015

Hotel Diego de Almagro – Valparaíso

Molina 76, Valparaíso

International independent peer review panel members

Dr. **Carryn de Moor** (MARAM) - Anchovy

Mr. **Chris Francis** (Independent Consultant) – Golden Kingclip

Workshop dynamics

This workshop will run from Monday 7th to Friday 11th of December. It includes a series of presentations on technical information associated to IFOPs 2014 stock assessment of south central Anchovy (during the morning) and 2014 stock assessment of Golden Kingclip (during the afternoon). Presentations shall include at least the suggested topics to provide the reviewers with information to address their Terms of Reference. During the workshop there will be time for the reviewers to request additional overnight model runs and in the case of Kingclip to rerun CPUE standardization.

Presentation will be given mostly in Spanish, but a professional simultaneous translation service will be available for the entire workshop.

Anchovy (Anchoveta centro sur)

Reviewer: Dr. **Carryn de Moor**

Participant: Mr. **Chris Francis**

PRESENTATIONS

Monday (8.30 - 13.00)

Welcome to the participants and introduction to the independent expert stock assessment review workshop of both species (Dr. Billy Ernst). (8.45 - 9.00)

Anchovy fishery (IFOP- Antonio Aranís) (9.00 – 9.30)

Landings

Fleet composition, past and present

Fishing gears

Landing distribution by zone and fleet

Biology of the species (IFOP- María José Zúñiga – Cristian Canales) (9.30 - 10:15)

Life history

Age and growth

Sexual maturity

Differences between northern and southcentral anchovy with respect to minimum maturity size

Natural mortality

Conceptual model of the stock assessment

Coffee Break (10.15 – 10.30)

Industrial and Artisanal fisheries monitoring program (IFOP- Antonio Aranís) (10.30 - 11.15)

- Sampling design
- Sampling coverage and methodological changes over time
- Size and age structured data
- Processing of biological data used in the stock assessment

Stock units for Anchovy in the south central zone of Chile. (UDEDEC Sandra Ferrada) (11:15 – 11:45)

Scientific observers discard program of small pelagic fisheries: Discard and bycatch of Anchovy and south central Sardine. (Rodrigo Vega y Claudio Bernal – 11:45-12:30)

Discussion (12.30 – 13.00)

End of session (13.00)

Tuesday (9.00 - 13.00)

Conference call with Juan Carlos Quiroz (IFOP) from Hobart, Australia (9.00 – 10:00)

Multivariate method to define fishing intentionality on Golden kingclip (specific requests from Chris Francis).

Catch used in the assessment model (Landings/Bycatch/Discards) (Antonio Aranís / Maria José Zúñiga, - 10.00 – 10.45)

- Estimation of Landings

- Available information on Underreporting, discards and verification

Ageing, construction of length-age keys and estimation of error matrix in the assignation of ages (IFOP - Francisco Cerna) (10.45 – 11.15)

- Methodologies

- Strength and weakness

- Various aspects of grouping annual age data

Coffee Break (11.05 – 11.30)

Acoustic surveys (IFOP – Alvaro Saavedra and Sergio Lillo) (11.30 – 12.00)

Pelaces o Reclas, which is a better index for anchovy abundance?

Acoustics

Methodology

Temporal consistency

Spatial and temporal coverage with respect to the spatial distribution of the resource

Are Pelaces or Reclas an absolute index of abundance?

Sample size of age/length comps.

Challenges for the abundance estimation

Spatial/temporal dynamics and migrations of south central Anchovy.

Runs 1: First conversation on model runs scenarios for South Central Anchovy requested by reviewers (12:00 – 13:00)

End of session (13.00)

Wednesday (9.00 - 12.30)

Stock Assessment model (IFOP – Ms. María José Zuñiga / Cristian Canales) (9.00 – 10.30)

2014 Stock Assessment (TAC-2015)

Model structure

Modeling recruitment

Data

Selectivity function

Catchability

Assumptions

Statistical models

Sample size determination and cv

Cases used in the assessment

Results

Stock Status and diagnostics

TAC calculation for 2015

Coffee Break (10.30 – 10.45)

Modelo de Evaluación de Stock (10.45 – 12.30)

Runs 2: Model runs requested by reviewers (12:30 – 13:00)

End of session (13.00)

Thursday (9.00 - 12.45) (IFOP, Reviewers, UDEC)

Reference points estimation for anchovy and procedures used in the stock projections (IFOP – María José Zúñiga) (08:30 – 09.30)

Semestral stock assessment model (IFOP – María José Zúñiga- Cristian Canales) (9.00 – 10.00)

Background information on sardine/anchovy as a mixed fishery (IFOP – Antonio Aranís / Víctor Espejo – SUBPESCA) (10.00 – 10.45)

Coffee break (10.45 – 11.00)

Presentation of model re-run results and defining last model runs (IFOP – Reviewers 11.00 – 12.45)

End of session (12.45)

Friday (8.30 - 13.00) (IFOP, Reviewers, UDEC)

Stock assessment workshop (08:30 - 10:30)

Report on additional model runs.

Reviewers present some major findings

Coffee break (10:30 – 10:45)

Continued review stock assessment workshop (10:45 – 13:00)

Closing workshop.

Golden Kingclip (Ling)

Reviewer: Mr. **Chris Francis** (Independent Consultant)

Participant: Dr. **Carryn de Moor**

Monday (14.00 - 18.00 hrs)

Golden Kingclip fishery (IFOP – Renato Céspedes) (14.00 – 14.45)

Landings

Characteristics of the fleet, past and present

Dynamics, distribution and operation of the fleet

Life History and biological parameters used in the stock assessment (IFOP- Francisco Contreras) (14.45 – 15.45)

Life History

Age and Growth

Age of sexual maturity

Natural Mortality

Stock Assessment conceptual model

Coffee Break (15.45 – 16.00)

Population structure based on genetic analysis (Sandra Ferrada – Ricardo Galleguillos) (16.00 – 16.45)

Population structure and genetics

Spatial distribution and migrations

Stocks

Life history

CPUE nominal y su estandarización en congrio dorado (IFOP – Francisco Contreras – Sr. Cristian Canales) (16.45 – 18.30)

Indicadores de abundancia artesanales e industriales (CPUE)

Revisión de procedimientos de estandarización

End of session (18.30)

Tuesday (14.00 - 18.00 hrs)

Artisanal Monitoring program (IFOP – Patricio Galvez and Liu Chong (14.00 – 14.45)

- Sampling design
- Percentage of coverage by observers and methodological changes over time
- structured data generated by the program
- biological statistics of importance to the assessment

Industrial Monitoring program (IFOP – Patricio Galvez - Renato Céspedes (14.45 – 15.30)

- Sampling design
- Sampling coverage and temporal consistency
- Age/length structured information
- Estimation of biological variables used in the assessment

Catch estimates used in the assessment model (landings/Bycatch/Discards) (IFOP - Renato Céspedes/Francisco Contreras (15.30- 16.15)

- Landings
- Bycatch
- Underreporting by fleet and changes over time
- Total catch used in the model

Coffee break (16.15 – 16.30)

Estimation of Age, length-age keys used in the stock assessment (IFOP - Sra Vilma Ojeda) (16.30 – 17.30)

- Methodologies
- Challenges associated to the age determination of this species.
- Age-length keys

Runs 2: Scenarios requested by reviewers and questions (17.30 – 18.00)

End of session (18.00)

Wednesday (14.00 - 18.00)

Stock assessment model (IFOP – Mr. Francisco Contreras) (14.00 – 16.00)

2014 Stock assessment (north and south) (TAC-2015)

- Model structure
- Modeling recruitment
- Data
- Selectivity function
- Catchability
- Assumptions
- Statistical models
- Sample size determination and cv
- Cases used in the assessment and justification for base case
- Results
- Stock Status and diagnostics
- TAC calculation for 2015

Coffee Break (16.00 – 16.15)

Continuation of stock assessment review (IFOP – Francisco Contreras) (16.15 – 17.15)

Runs 3: Additional runs requested by reviewers (17:15 – 18:00)

End of session (18:00)

Thursday (14.00 - 18.00)

Discussion on model runs and data inputs (14:00 – 16:00)

Coffee break (16.00 – 16.15)

Discussion continues (16.15 – 17.00).

Estimation of Reference Points and projections for Golden Kingklip (IFOP – Francisco Contreras – Cristian Canales) (17.00 – 18.00)

End of Session (18.00)

Friday (9.00 - 13.00) (IFOP, Reviewers, UDEC)

- Presentation of results of different model runs requested by reviewers throughout the week.
- Presentation of preliminary findings by the reviewers on the stock assessment

Closing workshop.

Reporte de Ancholeta en Español.

Reporte de la revisión de la Anchoveta (*Engraulis ringens*) en la zona centro-sur

Dr. Carryn L.de Moor

Octubre 2015

5. Resumen Ejecutivo

Desde el 7 hasta el 11 de Septiembre de 2015 se realizó un Taller para facilitar las extensas presentaciones y análisis relacionados a la revisión de las evaluaciones de stock 2014 de la anchoveta de la zona centro-sur (*Engraulis ringens*) y del congrio dorado (*Genypterus blacodes*). Este informe contiene la revisión independiente del autor con respecto a la evaluación del stock de anchoveta de la zona centro-sur con un enfoque particular con respecto a los términos de referencia que le fueron suministrados. El enfoque principal de esta revisión fue el informe de evaluación de stock del año 2014, aunque también se consideraron una serie de documentos y publicaciones de respaldo, tanto previos como posteriores al taller, además del código fuente empleado para producir los resultados de esta evaluación de stock. El trabajo presentado en la revisión fue en general de un muy alto nivel y se debe felicitar a los científicos involucrados en este proyecto por su continuo compromiso para mejorar todos los aspectos de la evaluación y el manejo de la anchoveta de la zona centro-sur.

La anchoveta es una especie pelágica pequeña de vida corta cuyo reclutamiento es típicamente muy variable, sujeto a factores bióticos y abióticos. Debido a su corta vida, la abundancia del stock de anchoveta es altamente dependiente de los reclutamientos entrantes. El nivel de abundancia de esta especie a nivel mundial ha mostrado fluctuaciones a gran escala, las que a veces oscilan con la abundancia de otras especies pelágicas pequeñas. La anchoveta distribuida en aguas chilenas en las zonas de pesca desde la V Región hasta la X Región (32°10'23''S hasta 43°44'17''S) ha mostrado una tasa de crecimiento rápida en su primer año de vida, con una variabilidad intra-anual y una clara temporada de desove hacia fines del invierno austral. La anchoveta se distribuye hasta las 30 millas náuticas fuera de la costa y a profundidades típicamente menores a 70m. Se congregan en densos cardúmenes, que a menudo se mezclan con sardina común (*Strangomera bentincki*) y otros peces pelágicos pequeños.

En consideración a la información disponible sobre estudios genéticos, junto a las diferencias en marcadores biológicos existentes entre la anchoveta de la zona centro-sur y la anchoveta que se distribuye en aguas del norte de Chile y Perú, **se recomienda** que se continúe evaluando la anchoveta desde la V hasta la X Regiones y que ésta se considere como una sola

unidad de manejo. Toda la información y datos empleados actualmente en uso en evaluación de stock de anchoveta de la zona centro-sur sostienen esta hipótesis de estructura de stock.

La anchoveta de la zona centro-sur es capturada por dos flotas pesqueras de cerco, una artesanal cuyos desembarques dominan la pesquería, y una flota industrial. Dadas las interacciones biológicas y tecnológicas existentes entre la sardina común y la anchoveta (y otros peces pelágicos pequeños), la pesquería pelágica de cerco es una pesquería de tipo mixto. Existen variaciones intra-anales en las especies dominantes desembarcadas en estas pesquerías, además de variaciones en las especies dominantes desembarcadas a través del tiempo. Las capturas y las variaciones de las mismas están primeramente influenciadas por los pulsos de reclutamiento anuales altamente variables de sardina y anchoveta. Si se considera la información disponible con respecto a la mezcla de sardina y anchoveta en la pesquería de cerco durante la época de la revisión, **se recomienda** que la anchoveta de la zona centro-sur continúe siendo evaluada en forma independiente con respecto a la sardina. Sin embargo, **se recomienda** que el asesoramiento con respecto a su manejo considere las interacciones que ocurren cuando el objetivo de estos dos recursos resultan en una especie acompañante de la otra.

Aunque la pesquería de anchoveta estuvo en un nivel extremadamente bajo a fines de la década del 70 y hasta los años 80, ésta se recuperó hasta alcanzar desembarques máximos de más de 400 000t en 1994 y nuevamente en 2007-2009. Los cruceros hidroacústicos de abundancia han mostrado una tendencia negativa en cuanto a abundancia de anchoveta desde 2009, y los desembarques han disminuido hasta un promedio de 74 000t entre 2008 y 2012. Un período sostenido de reclutamiento por debajo del promedio ha limitado la capacidad de recuperación de este recurso, por lo tanto una evaluación del stock de anchoveta precisa es particularmente relevante, dado que las medidas de manejo informadas por la evaluación de stock no sólo causarán un impacto en el futuro de este recurso, sino también en toda la pesquería pelágica cerquera mediante posibles limitantes producto de la fauna acompañante.

Existen tres fuentes de datos básicas empleadas en la evaluación de la anchoveta de la zona centro-sur: datos de captura, índices de abundancia mediante cruceros acústicos e información de índices de proporción a la edad provenientes tanto de desembarques comerciales como de los cruceros acústicos. La evaluación de stock abarca el período desde el año 1990 hasta el año 2014 y coincide con el período en que está disponible la información de captura a la edad, aunque los datos de los cruceros están disponibles sólo a partir del año 2000 en adelante.

La información respecto a los desembarques de anchoveta ha sido corregida cuantitativamente con la mejor información disponible hasta ahora para justificar los errores en los informes relativos a la captura de jurel juvenil entre 1998 y 2001. Si bien esto refleja la “mejor” serie de tiempo de desembarques de anchoveta en la zona centro-sur, permanece un cierto grado de incertidumbre con respecto a la precisión de la mortalidad por pesca total de la anchoveta debido a posibles informes no fidedignos acerca de las composiciones de especies de las capturas y los descartes en respuesta al cumplimiento de la cuota de pesca. Por lo tanto, **es recomendable** que se revise la sensibilidad de los resultados de la evaluación

de stock con respecto a series de tiempo alternativas de datos de captura, tales como mayor/menor captura entre 1998 y 2001, o el aumento en capturas (debido a descartes) desde 2005.

Se ha estimado una serie de tiempo de índices de abundancia de anchoveta proveniente de cruceros acústico RECLAS de Enero desde el año 2000. Los dos primeros cruceros acústicos PELACES de otoño fueron realizados en embarcaciones diferentes a la empleada en todos los otros cruceros acústicos, y el área de estudio en aquellos años iniciales no es comparable al resto de la serie de tiempo. En algunos años se realizó en forma simultánea un estudio acústico adicional en la costa además del estudio acústico estándar para evaluar la abundancia de anchoveta distribuida en la costa. Para mantener series de tiempo con índices de abundancia comparables en los dos cruceros acústicos a lo largo del tiempo **se recomienda** que las series de tiempo con los índices de abundancia de la campaña PELACES excluyan los dos primeros años, correspondientes a 2003 y 2005, y que las estimaciones del estudio de abundancia excluyan la abundancia proveniente de los estudios costeros en los años en que se realizaron estas campañas. **Se sugiere** que se empleen los CVs asociados a las estimaciones del crucero anual sobre abundancia (en vez de un CV invariable de 30% de tiempo y estudio) y que éstos se calculen usando el mismo método para todos los años. **Se recomienda** realizar un taller sobre revisiones de estudios acústicos. Este taller podría analizar, entre otros temas: i) estimación de un factor de sesgo en la costa o distribución a priori para aplicar a todos los cruceros, considerando los años y los cruceros en los que se ha realizado también un estudio costero en forma simultánea con respecto al estudio estándar realizado por el *Abate Molina*; ii) consideración de una cobertura espacial y temporal en cada estudio con respecto a la distribución de la biomasa total de anchoveta; y iii) cuantificación de factores de error individual probables relacionados con los estudios de estimación de abundancia. Esto podría incluir, pero no limitarse a, efectos del clima, evasión, cardúmenes no detectados, corrección de superficie y/o fuerza de blanco. **Se sugiere** que se revisen las distribuciones a priori no informativas en busca de sesgos en los cruceros haciendo un seguimiento de los resultados del punto iii), lo que permitiría la estimación de distribuciones a priori informativas.

A pesar de la cuidadosa atención aplicada para asegurar la consistencia en la interpretación de la edad de la anchoveta, la fecha de nacimiento asignada al 1 ° de enero empleada en este proceso no corresponde al tiempo real del reclutamiento. Como resultado, es probable que la proporción estimada de anchoveta de edad cero, especialmente durante los cruceros, subestime la verdadera proporción de reclutas del año. Esto es importante para la evaluación y consecuentes recomendación de manejo apropiada en el caso de especies de vida corta cuya pesquería depende del reclutamiento entrante. Por lo tanto, **se sugiere que** se tome la fecha de nacimiento empleada en el proceso de asignación de edad de la anchoveta de la zona centro-sur para que corresponda al periodo de máximo desove de agosto en vez de enero.

Como resultado de esta inconsistencia en cuanto a la fecha de nacimiento designada para calcular la proporción a la edad **se recomienda** que el modelo de evaluación de stock se ajuste directamente a la proporción a la talla, más que a la proporción a la edad. Esta modificación tiene el beneficio adicional de modelar en forma más certera la dinámica de la anchoveta en relación al rápido ritmo de crecimiento que muestra esta especie durante su

primer año de vida. Además, la selectividad aplicada solamente a las capturas comerciales y a los lances del crucero puede estimarse en forma más realista. **Se recomienda** que la biomasa del crucero acústico se estime sin aplicar la selectividad de los lances, porque las señales acústicas registran toda la biomasa cubierta y no están sujetas a la misma selectividad de los datos de la estructura de tallas provenientes de las muestras del lance.

Los resultados del modelo indicaron que los tres cambios recientemente realizados con respecto a los supuestos del modelo de evaluación de stock anual provenientes del caso base, esto es, el asumir un bajo error de observación en los datos de captura, un alto error de observación en los índices de abundancia del crucero de huevos y una distribución a priori no informativa con respecto al coeficiente de capturabilidad del crucero PELACES de otoño, fueron razonables.

Tanto el modelo anual como semestral presentaron aspectos ventajosos y desventajosos. **Se recomienda** un nuevo modelo conceptual para la evaluación de stock de anchoveta que contenga algunos aspectos tanto del modelo anual como semestral, junto con una serie de nuevas recomendaciones. Este modelo se detalla en la Sección 4.10. En resumen, el modelo **recomendado** está en base a un modelo estructurado a la edad, con la estructura de talla estimada mediante la modelación de las distribuciones de talla a la edad. Estas distribuciones se estiman como una distribución normal con respecto a la curva de crecimiento de von Bertalanffy con una varianza ligeramente más elevada estimada para las edades más tempranas, para reflejar el rápido crecimiento durante el primer año de vida y el período de desove más extenso. **Se recomienda** que las distribuciones a priori de los parámetros de crecimiento se basen en parámetros estimados a partir de los datos de edad utilizando edades mensuales en vez de anuales. **Se recomienda** emplear una escala de tiempo más breves que la anual para justificar la desagregación no uniforme de capturas a lo largo del año. Además de usar la información comercial y de los cruceros estructurada a la talla en vez de estructurada a la edad, (véase más arriba), **se sugiere** emplear relaciones de madurez y peso a la talla. Esto constituye una ventaja cuando se estima la biomasa del modelo y la biomasa desovante dada la típica amplia distribución tallas de peces en las clases de edad más jóvenes. A pesar de ser razonable para la anchoveta el supuesto que indica que el reclutamiento anual presenta una desviación de tipo lognormal sobre un valor promedio, se debe tener cuidado en aplicar el factor de corrección de sesgo lognormal apropiado.

Podrían existir diferencias en la selectividad comercial según la flota y durante el curso del año, lo que reflejaría una cobertura temporal y espacial diferente por parte de la pesquería, lo que indica que existe un incremento general en la talla promedio de la anchoveta de norte a sur. **Se recomienda** que se analicen las frecuencias de talla comerciales para establecer si pudieran existir tales diferencias en cuanto a patrones de selectividad y cuando sea pertinente, se realice una modelación que considere la flexibilidad en la selectividad a la talla entre las flotas y/o durante el transcurso del año.

Se sugiere que se emplee el método basado en los residuales de la media de la edad promedio desarrollado por Francis (2011) para estimar los tamaños de muestra multimodal para la información de proporción a la talla. Esto influye en el peso que estos datos puedan tener en

el modelo de evaluación. Los análisis realizados durante el taller de revisión sugieren que se le dio mucho peso a la información de proporción a la edad en la evaluación bajo revisión.

Recientemente se realizaron tres talleres para revisar los puntos biológicos de referencia de las pesquerías marinas chilenas, incluyendo aquellos referentes a la anchoveta de la zona centro-sur. Estos talleres desarrollaron métodos para determinar puntos biológicos de referencia proxy (indirectos) para F_{MSY} , B_{MSY} y B_{LIM} , usando estimaciones de biomasa a partir de la evaluación de stock del caso base actual. Sin embargo, es extremadamente difícil obtener estimaciones confiables de B_0 para recursos de vida corta altamente variables tales como la anchoveta. Además, tales estimaciones pueden fluctuar tremendamente si se agregan nuevos datos a las series de tiempo empleadas en las evaluaciones de stock. De este modo, los puntos de referencia basados en B_0 , tales como los que fueron calculados recientemente en el caso de la anchoveta de la zona centro-sur pueden diferir sustancialmente entre evaluaciones, lo que da como resultado grandes fluctuaciones en las bases empleadas para asesoría en administración de recursos. **Se recomienda** que el manejo de la anchoveta de la zona centro-sur se aleje de los puntos de referencia basados en una estimación incierta de B_0 , y se incline más bien por puntos de referencia tales como el uso de estimaciones de biomasa más contemporáneas (y precisas).

Se sugiere considerar en las proyecciones futuras el alto grado de variabilidad del reclutamiento típico de este recurso. La selección de niveles alternativos de reclutamientos futuros debe considerar la posible influencia de los niveles de biomasa desovante actual y futura. Por ejemplo, es poco probable que el reclutamiento en el futuro cercano llegue al promedio de reclutamiento de 1990-2008 considerando los bajos niveles actuales de biomasa desovante.

Se recomienda que se consideren en las futuras proyecciones del recurso no sólo escenarios de captura alternativos, sino también un escenario futuro sin pesca. Así se puede evaluar el riesgo que existe bajo distintas estrategias de manejo en comparación al riesgo resultante de considerar sólo una variabilidad natural que excluya la mortalidad del recurso. Este método toma en cuenta el estado actual del recurso y la influencia que ejerce un reclutamiento altamente variable cuando se asesora acerca del impacto que ejercen los escenarios de manejo alternativos en vez de realizar, por ejemplo, una comparación hasta un nivel de agotamiento desde el comienzo del período de tiempo modelado. Por ejemplo, si es alto el riesgo para el recurso, evaluado como la probabilidad de no lograr un punto de referencia biológico objetivo dentro de un marco de tiempo establecido en un escenario sin capturas, sería irreal esperar que cualquier estrategia de pesca a futuro mantenga un nivel bajo de riesgo.

Se recomienda que la consultoría de manejo considere todo el rango de incertidumbre en la evaluación de stock. Los científicos expertos en evaluación de stock deben informar de manera transparente todas las formas plausibles de incertidumbre, de tal modo que los encargados del manejo del recurso no tomen decisiones bajo una falsa sensación de seguridad. Se sugiere que los resultados de las evaluaciones de stock y las proyecciones muestren más bien las distribuciones de las estimaciones de parámetros en vez de estimaciones puntuales. Se recomienda que se informen las distribuciones a posteriori

estimadas a partir del método de Monte Carlo de la Cadena de Markov para el modelo del caso base. Se debe emplear un conjunto de modelos de referencia donde las incertidumbres clave influyan en la evaluación de stock o se presenten como pruebas de sensibilidad alternativas en un rango de incertidumbres clave. Se recomienda aplicar una Evaluación de Estrategia de Manejo que emplea pruebas de simulación con control de retro-alimentación para evaluar la capacidad que posee el procedimiento de manejo para cumplir con los criterios de desempeño deseados, antes de la implementación del procedimiento de manejo en un marco adecuado para evaluar el riesgo para el recurso considerando la incertidumbre tanto estructural como paramétrica.

6. Antecedentes

El autor fue invitado y contratado por la Universidad de Concepción, Chile, para participar en la revisión de las evaluaciones de stock del 2014 de la anchoveta de la zona centro-sur (*Engraulis ringens*) y congrio dorado (*Genypterus blacodes*) (Apéndice 2). Se realizó un Taller de Revisión entre el 7 al 11 de Septiembre que promovió la realización de extensas presentaciones y discusiones relativas a las evaluaciones de stock de ambas especies (Apéndice 3). Este informe contiene la revisión independiente de la evaluación del stock de anchoveta de la zona centro-sur, con un enfoque específico en los términos de referencia proporcionados (Anexo 2 del Apéndice 2). El autor no prevé ningún conflicto de interés en esta revisión, dado que no posee ninguna relación directa en ninguna evaluación de recursos de pesca chilenos.

La anchoveta es una especie de vida corta (con una alta tasa de mortalidad natural), cuyo reclutamiento es altamente variable y sujeto a factores bióticos y abióticos (Aguayo y Soto 1978, según referencia de Zúñiga y Canales 2014, Serra 1983, según referencia de Zúñiga y Canales 2014, Cubillos et al. 2001, Aranís et al. 2013, según referencia de Zúñiga y Canales 2014). Se ha visto que la anchoveta distribuida en la zona centro-sur de Chile (zonas de pesca desde la V hasta la X regiones, 32°10'23''S hasta 43°44'17''S, **Figure 1**), ha demostrado tener una tasa de crecimiento rápida en su año inicial de vida con variabilidad intra-anual (Cubillos et al. 2001) y un período de desove característico a fines del invierno austral (Cubillos et al. 2001, 2007). La anchoveta se distribuye en regiones costeras, a 30 millas náuticas como máximo de la costa, y típicamente en profundidades neríticas de menos de 70m. Se reúnen en cardúmenes muy densos, que frecuentemente están mezclados con sardina común (*Strangomera bentincki*) y otros peces pelágicos pequeños (Gerlotto et al. 2004). Existe un aumento general en la talla promedio de la anchoveta desde la V Región en el norte hasta la X Región en el sur, lo que refleja la mayor agregación de reclutas más al norte. Las zonas principales de alimentación se sitúan en las Regiones XIV y X (Cubillos et al. 2001).

Dadas las interacciones tanto biológicas como tecnológicas que se producen entre la sardina y la anchoveta, ambas especies son capturadas por flotas de pesca de cerco mixta. Dos tipos de flota pescan anchoveta de la zona centro-sur; una es de tipo industrial, con buques grandes cuyo promedio de pesca es de 4.5 días, y una flota pesquera de tipo artesanal con lanchas que miden desde 5m hasta 18m de largo (A. Aranís com. pers.). Los desembarques de la flota artesanal son los que predominan (>70% de captura); los desembarques de la flota industrial y más del 90% de los desembarques se realizan entre la V y VIII Regiones en los puertos de San Antonio, Talcahuano y Coronel (**Figure 1**). Existe muy poco esfuerzo de pesca en la IX Región, ya que esta zona es inaccesible para las flotas artesanales de las VIII y XIV Regiones, y la flota industrial tiene prohibición de pescar a menos de 5mn de la línea de costa (Castillo et al. 2013, según referencia de Zúñiga y Canales 2014). Existen variaciones intra-anales en las especies dominantes desembarcadas por estas pesquerías además de variaciones en las especies dominantes descargadas a lo largo del tiempo (**Figure 2**). Las capturas y variaciones de las mismas están básicamente influenciadas por los pulsos de reclutamiento

altamente variables de ambas especies. A pesar que la pesquería de anchoveta mostró un nivel extremadamente bajo a fines de la década del 70 y hasta la década de los 80, se recuperó para alcanzar desembarques máximos de más de 400 000t en 1994 y nuevamente en 2007-2009. Una disminución del recurso ha resultado en desembarques de anchoveta que promedian las 74 000t entre los años 2008 y 2012 (**Figure 2**). Las más altas capturas de anchoveta se registran típicamente entre marzo y mayo de cada año (**Figure 3**).

Las capturas de anchoveta de la zona centro-sur han estado controladas mediante el establecimiento de cuotas de pesca desde el año 2001 y prácticamente toda la captura es utilizada para fabricar harina de pescado. También se han impuesto cierre de áreas por un período de tiempo prolongado. Las Regiones V hasta la IX, XIV y X se cierran en forma sucesiva entre mediados de diciembre hasta mediados de mayo de cada año, con algunos períodos de cierre que se superponen para evitar la captura de los reclutas del año. Las Regiones V hasta la XIV y la X se cierran en forma sucesiva entre agosto y noviembre de cada año para proteger el desove. Dados los cambios en la distribución y sincronización del desove, estas áreas cerradas para el desove se modificaron en 2013 para abarcar desde la V hasta la XIV Regiones, y las Regiones V hasta VII entre fines de julio y comienzos de marzo.

La cuota de la anchoveta, o Captura Biológicamente Aceptable, se actualiza durante el transcurso del año. Esto permite una captura óptima de un recurso, cuando aún se desconoce la fuerza del reclutamiento al inicio de la temporada de pesca. En septiembre de cada año se determina un nivel preventivo de Captura Biológicamente Aceptable para el año siguiente. Se actualiza la evaluación de stock y se trabaja en las proyecciones para asesorar con respecto a la revisión de la Captura Biológicamente aceptable en marzo de cada año y se incorporan los resultados del crucero RECLAS del verano. Finalmente, con información adicional respecto a la fuerza del reclutamiento del año y la biomasa explotable obtenida a partir del crucero PELACES de otoño, se aconseja un nivel de Captura Biológicamente Aceptable en el mes de junio.

Las estimaciones de los cruceros hidroacústicos sobre abundancia de anchoveta han mostrado una tendencia negativa desde 2009, y los desembarques han disminuido de un promedio de alrededor de 300 000t entre 1995 y 1997 hasta 74 000t entre 2008 y 2012. Por lo tanto, la realización de una evaluación de stock que sea precisa en este punto del tiempo es especialmente relevante, dado que informará sobre medidas de manejo apropiadas que no sólo impactarán en el futuro de este recurso, sino sobre toda la pesquería pelágica de cerco. Los últimos resultados provenientes de las interacciones biológicas y tecnológicas de las diferentes especies pelágicas capturadas por esta pesquería, con una cuota reducida en el caso de la anchoveta, podrían resultar en pesquerías inviables en el caso de otras especies pelágicas debido a las inevitables especies acompañantes de la anchoveta.

7. Descripción del Rol en la Actividad de Revisión

Se me entregaron dos semanas antes del taller, los informes de evaluación de stock del año 2014 de los recursos anchoveta de la zona centro-sur y congrio dorado, traducidos al inglés, junto a una cantidad de publicaciones asociadas al tema. Estudié cuidadosamente todo el material y puse particular énfasis en los documentos relativos a la anchoveta. Solicité y se me brindó material adicional en forma de informes de antecedentes antes del taller de revisión.

Participé activamente durante el taller de revisión que se realizó desde el 7 hasta el 11 de septiembre de 2015. Las sesiones de la mañana estuvieron dedicadas mayoritariamente a la anchoveta (en ellas tuve un papel preponderante y activo) y las sesiones de la tarde estuvieron dedicadas al congrio dorado (en ellas participé, aunque el rol de liderazgo lo ejerció el Dr. Francis). La participación incluyó escuchar todas las presentaciones y participar activamente en todas las discusiones sucesivas con respecto al material proporcionado. Las discusiones se enfocaron básicamente en puntos pertenecientes a los Términos de Referencia, aunque también se consideraron otros tópicos presentados.

Se me proporcionó el código AD Model Builder (Fournier et al. 2012) empleado para producir los resultados del informe de evaluación de stock de anchoveta y se destinó parte del tiempo del taller a revisar este código. El Sr. Canales y la Srta. Zúñiga ejecutaron nuevamente algunos escenarios alternativos de modelos de anchoveta y se analizaron los resultados durante el taller para contribuir a la comprensión de los supuestos del modelo y su dinámica. Al final del taller hice una presentación con respecto a unos pocos comentarios iniciales correspondientes a la revisión de la evaluación de stock de anchoveta.

Después del taller de revisión revisé una vez más el informe sobre evaluación de stock y otros antecedentes incluyendo las presentaciones del taller. En la producción de este informe se empleó una gran cantidad tiempo.

Debo señalar que mi revisión se vio limitada por el material proporcionado en inglés y por el conocimiento adquirido durante el taller de revisión. No pude examinar los informes y publicaciones redactados en español para confirmar ciertos supuestos/citas. Donde aplica, hago referencia al documento original tal como se cita en el informe/reporte en inglés.

8. Resumen de Resultados Abordados en los Términos de Referencia

Se enlista a continuación el resumen de resultados para cada Término de Referencia individual.

Se puede realizar un comentario general con respecto a la falta de atención puesta en el detalle del informe de evaluación de stock. Si bien esto se debe probablemente a “canibalizar” antiguos reportes al actualizar las evaluaciones, bajo severas limitaciones de tiempo, una revisión cuidadosa del informe previo a la revisión habría contribuido tremendamente a la capacidad del autor para revisar en forma precisa esta evaluación de stock. Una cantidad de referencias citadas en el informe no fue incluida en la lista de referencias. Hay algunas inconsistencias en el informe que causan confusión en el lector. Por ejemplo, se informa que la capturabilidad del crucero de otoño se asume en torno de 1 con una distribución a priori (pág. 15), y también se estima con una distribución a priori no-

informativa (pág. 15). El CV con respecto a los datos de desembarque aparece como 0.1 (pág. 17) y como 0.01 (pág. 16). Se informa que los CVs de las estimaciones de DEPM de la biomasa desovante corresponden a 0.3 (pág. 17) y de 1.0 (pág. 113). El Anexo IV y el acceso al código de fuente y archivos de datos contribuyeron a aclarar estas contradicciones. Se informa que los tamaños de muestra empleados para las verosimilitudes multimodales de la proporciones a la edad de los datos comerciales y los cruceros RECLAS y PELACES son 50, 30 y 5 (pág. 17 y 113), a pesar que los resultados reales fueron generados a partir de tamaños de muestra de 60, 34 y 6, aparentemente como resultado de la actualización del método de Gavaris y Ianelli (2002) usando datos recientes. Sólo se entrega una sola ecuación de selectividad a la edad cuando se define el modelo (ψ_a en la pág. 114), y la lista de supuestos del modelo define que la selectividad del crucero de otoño es similar al de la flota (pág. 15). En realidad, la selectividad a la edad está calculada en forma separada en el caso de las capturas comerciales y los dos cruceros (pág. 65, 115). A pesar que las ecuaciones estaban correctamente codificadas en el AD model builder, algunas ecuaciones no fueron detalladas en forma precisa (Zúñiga y Canales 2014). Una vez más, a cualquier revisor le ayudaría enormemente el hecho que las ecuaciones documentadas coincidieran en forma precisa con aquellas empleadas dentro del código. La exclusión de un simple sub-índice o súper-índice puede conducir a error.

4.1 Enfoque de Evaluación de Stock

Revisión crítica del enfoque de evaluación de stock que incluye las hipótesis subyacentes de la estructura del modelo y el modelo conceptual (para el stock y la pesquería). Considere con este fin la biología, la dinámica, la temporalidad de la pesquería, la heterogeneidad de la flota y la estructura espacial. Comentarios con respecto a las posibles mejoras a efectuar.

Algunos estudios genéticos han sugerido que no existen diferencias significativas entre la anchoveta *Engraulis ringens* distribuida desde el norte de Perú hasta el sur de Chile (aproximadamente de 6°S a 42°S) (Galleguillos et al. 1994, Ferrada et al. 2002, Ferrada et al. 2009) y que existe una ausencia de barreras físicas entre las áreas costeras y el mar abierto que podría restringir la mezcla que se produce entre las agregaciones de anchoveta (Grand y Bowen 1998). Claramunt et al. (1997) y Cubillos et al. (2005) (según referencia de Valdivia et al. 2007) han mostrado la existencia de dos áreas discretas de desove a lo largo de la costa chilena. Además, las diferencias en los efectos latitudinales de temperatura, la fauna parásita metazoaria y la madurez a la talla (Aranis et al. 2006, según referencia de Zúñiga y Canales 2014, Valdivia et al. 2007, Tarifeño et al. 2008) sugieren que la anchoveta distribuida en dirección sur con respecto a Valparaíso (aproximadamente desde 33°S hasta 42°S) es diferente de la anchoveta distribuida más al norte.

Dados los estudios genéticos, durante el desarrollo del taller de revisión surgieron algunas voces que expresaron su preocupación con respecto a que las acciones de manejo sobre la anchoveta de la zona centro-sur (desde la V hasta la X Región), sin tomar en consideración las agregaciones de desovantes en las regiones desde la XIV hasta la II, y desde la III Región

hasta la IV, podrían impactar negativamente en estas agregaciones nortinas de anchoveta. Sin embargo, tomando en consideración algunas indicaciones acerca de diferencias entre estas distribuciones de anchoveta desovante, el manejo precautorio de las pesquerías debería apuntar más bien al manejo de agregaciones más pequeñas en vez de la distribución total desde 6°S hasta 42°S. Es un hecho bien sabido que si existe más de una población biológica en una región, la política de manejo actúa bajo el supuesto que existe sólo una unidad de manejo de pesquería y se produce la posibilidad de una sobre-explotación de una o más de las poblaciones, si las capturas no se distribuyen en forma apropiada en el espacio o en el tiempo (por ejemplo, Kirkwood 1992, 1997, Kell et al. 2009, Kerr et al. 2014).

Las discusiones sostenidas durante el taller revelaron que se sabe poco en la actualidad con respecto a la posibilidad que exista distribución de anchoveta al sur de 44 ó 45°S. Las capturas provenientes de la XI Región han sido muy reducidas y esporádicas (com. pers. de A. Aranis). **Se recomienda** que se continúe evaluando y manejando la anchoveta de la zona centro-sur en las Regiones V hasta X (32°10'23''S hasta 43°44'17''S) como una sola unidad de manejo. Todos los datos de captura y de estudio empleados en la evaluación que se está revisando son consistentes con esta hipotética estructura de stock.

La evaluación de stock básica revisada fue un modelo dinámico de población estructurado a la edad, con pasos de tiempo anuales partiendo el 1° de Enero de cada año y un grupo de edad máxima de 4. En la Sección 4.4 se analiza brevemente un modelo alternativo con pasos de tiempo bi-anuales. El modelo se implementó desde 1990 hasta 2014, con el año inicial correspondiente al año en que estaban disponibles las series de tiempo de datos de captura a la edad. Las series de tiempo con índices de abundancia relativos empiezan en el año 2000. El modelo supone que el crucero RECLAS corresponde a la biomasa de anchoveta al 1° de febrero y el crucero PELACES a la biomasa de anchoveta al 1° de mayo. Los análisis del taller sugirieron que estas fechas reflejan en forma razonable el punto medio de estos cruceros anuales. El desove está modelado para que ocurra el 1° de Agosto de cada año, lo que es consistente con el período de peak de desove observado (Cubillos et al. 2001, 2007).

El modelo asume que la captura es continua durante el año, empleando la ecuación de captura de Baranov. Este no es un supuesto preciso, dada la captura intra-anual altamente variable (**Figure 3**), en respuesta a ciertas áreas cerradas de acuerdo a la temporada y como resultado de la programación de la pesquería para aprovechar los reclutas del año. Un impacto de este supuesto de captura en que ésta se distribuye en forma pareja a través de todo el año, por ejemplo, es que en vez de modelar más volumen de captura en la primera mitad del año, el modelo sobre-estimaría la abundancia en la época del desove (suponiendo una menor mortalidad por pesca en la primera mitad del año en vez de lo que ocurre en realidad).

Se supone que la selectividad a la edad es invariable con respecto al tiempo y difiere entre los dos cruceros acústicos y la captura comercial. Una buena indicación de que la selectividad comercial es invariable con respecto al tiempo sería la presencia de tendencias en los residuales (por ejemplo, gráficos de burbujas) a lo largo del tiempo. En el siglo pasado, la anchoveta se pescaba básicamente como fauna acompañante en la pesquería de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) mientras que las cuotas de pesca para la anchoveta se

introdujeron a partir del año 2001. Aunque puede que haya habido un cambio en el objetivo de la industria con respecto a la anchoveta después de la introducción de estas cuotas, los residuales del modelo revisado se ajustan a los datos de proporción a la edad y no muestran señales que exista la necesidad de asumir un cambio en cuanto a la selectividad a través del tiempo³.

Los barcos de la flota industrial difieren en cuanto a tamaño y artes de pesca con respecto a aquellos de la flota artesanal. Además, las principales áreas de pesca de estas dos flotas no se superponen, ya que los desembarques de la industria ocurren en Valdivia y la mayoría de los desembarques artesanales (95%) ocurren en Talcahuano. Los cruceros acústicos muestran un aumento gradual en el promedio de la talla de la anchoveta desde el norte hacia el sur, lo que sugiere que los reclutas se agregan más al norte, mientras que el desove y la alimentación ocurre más hacia el sur (Godoy com. pers.). Algunas sub-áreas están cerradas para proteger en forma separada a los desovantes y a los reclutas en diferentes épocas del año, mientras que la IX Región está sometida a muy poco esfuerzo de pesca, ya que es inaccesible para las flotas artesanales de las VIII y XIV Regiones y la flota industrial tiene prohibición de pescar a menos de 5mn desde la línea de costa (Castillo et al. 2013, según referencia de Zúñiga y Canales 2014). Esta información sugiere que podrían existir diferencias en las frecuencias de talla y captura entre las flotas y en diferentes épocas del año. El modelo asume que la selectividad de pesca es la misma a lo largo de todo el año (con captura continua a través de todo el año) y que es la misma para ambas flotas. **Se recomienda** que se investigue en forma adicional la idoneidad de estos supuestos mediante la comparación de las frecuencias de captura por talla, por flota, mes y sub-área. Además, las futuras evaluaciones de stock pueden considerar a la selectividad como dependiente de la flota y que difiere durante el año (cf. sección 4.10).

Si se consideran los residuales resultantes del ajuste del modelo en el caso base, es aceptable el supuesto de error lognormal para los datos del crucero y la biomasa de captura, y error multimodal para proporción a la edad.

Los científicos a cargo de la evaluación de stock de anchoveta de la zona centro-sur han considerado diferentes métodos para ponderar las diferentes fuentes de datos en cuanto a la probabilidad. Se compararon polinomios de grados 2 y 3 con las estimaciones acústicas de biomasa para informar acerca de los CVs aproximados para los cruceros. Yo **no recomendaría** esto como método confiable de estimación del CV aproximado en estudios de especies de vida corta altamente variables como es el caso de la anchoveta. Este método produjo CVs mucho más altos que el 0.3 que se ha empleado históricamente y estos CVs no fueron considerados posteriormente.

El asumir un CV reducido con respecto a la captura para permitir la estimación de la mortalidad por pesca es razonable. En los casos en que existe incertidumbre con respecto a los datos de captura **se recomienda** que las series de tiempo alternativas sean consideradas

³ Este comentario está basado en la revisión del modelo ajustado a los datos sobre proporción a la edad, y así debe considerarse dentro del contexto de otras recomendaciones que sugieren que esta información sobre proporción a la edad podría estar sesgada (cf. sección 4.2).

como pruebas de sensibilidad en vez de emplear CVs más elevados (cf. sección 4.10). Siguiendo la recomendación dada con respecto al contenido de la información relativa al tamaño del stock desovante a partir de los cruceros de huevos (Polacheck 2014), las series de tiempo de estos cruceros han sido reducidas en forma considerable en esta evaluación. El impacto de esta reducción de la biomasa desovante estimada es mínimo (cf sección 4.6).

Zúñiga y Canales 2014 emplearon un método adaptado de Gavaris y Ianelli (2002) para estimar tamaños de muestra apropiados para usar en probabilidades multimodales en datos de proporción a la edad provenientes de los dos cruceros acústicos realizados y las capturas comerciales. Las discusiones en el taller revelaron que esta adaptación podría ser inapropiada considerando que se empleó una media geométrica en vez de una aritmética. Mientras que este método considera los residuales individuales en las proporciones según la edad, un método desarrollado por Francis (2011) considera, más bien, los residuales de la edad media promedio. **Es recomendable** emplear el enfoque demostrado por Francis (2011) y usarlo en vez del otro; esto resultaría en ponderaciones de 60, 34 y 6 en el caso de las proporciones a la edad comerciales, y cruceros RECLAS y PELACES respectivamente y que se redujeran respectivamente a 11 (ó 16), 3.7 y 3.3 (**Figure 4**). Las ejecuciones del modelo realizadas durante el taller de revisión indican que un tamaño de muestra más bajo en el caso de los datos comerciales alteran las trayectorias de biomasa predichas por el modelo en forma substancial al comienzo de la serie de tiempo cuando no hay disponibilidad de índices de abundancia provenientes del crucero, dada la escasa influencia de los datos sobre captura a la edad durante este período de tiempo. La consecuencia es un ajuste ligeramente mejorado con respecto a los índices de abundancia del crucero (**Figure 5**).

Las **recomendaciones** para mejoras con respecto a la evaluación de stock de la anchoveta de la zona centro-sur se enumeran en la sección 4.10.

4.2 Parámetros de historia de vida

Revisión crítica de los parámetros de historia de vida empleados en la evaluación, con énfasis especial en la mortalidad natural, crecimiento y edad a la madurez sexual.

La anchoveta se caracteriza por su ciclo de vida relativamente corto, rápido ritmo de crecimiento, especialmente en el caso de los juveniles, y una relativamente alta mortalidad natural. El modelo de evaluación de stock de anchoveta centro-sur asume una mortalidad natural de 0.7año^{-1} , invariable en el tiempo y edad. Este valor fue seleccionado a partir del promedio ponderado mediante varianza inversa de cinco métodos analíticos diferentes empleados para estimar la mortalidad natural (Cubillos et al. 1998 según referencia de Zúñiga y Canales 2014). Sin embargo, uno típicamente probaría la sensibilidad de los resultados del modelo con el supuesto de un valor de mortalidad natural fijo. Tales análisis de sensibilidad estuvieron ausentes en la evaluación de stock revisada. La elección de valores alternativos fueron informados nuevamente por Cubillos et al. (1998), quienes reportaron un intervalo de confianza de 95% de 0.48 a 0.99año^{-1} en el caso de la mortalidad natural de la anchoveta de la zona centro-sur. Las evaluaciones de stock de anchoveta en todo el mundo han considerado

tasas de mortalidad natural que van desde 0.4 hasta 1.2año⁻¹ (RAM Legacy Database; www.ramlegacy.org).

Durante el taller de revisión, se ejecutaron pruebas de sensibilidad con respecto a la evaluación de base suponiendo tasas de mortalidad natural invariables en el tiempo y edad de 0.8, 0.9 and 1.0año⁻¹. Aunque *a priori* se pudiera esperar que el modelo es capaz de ajustarse mejor a aumentos/disminuciones abruptas en cuanto a las estimaciones de biomasa del crucero con una mortalidad natural mayor, estas ejecuciones revelaron que aunque el modelo se ajusta a los datos, éste fue relativamente insensible a los cambios en la tasa de mortalidad natural considerada (**Figure 6**). Sin embargo, la biomasa predicha por el modelo en el inicio de la serie de tiempo (cuando no existía información disponible del crucero) fue sensible a los cambios de *M*, aun así el nivel de agotamiento modelado a lo largo del período de tiempo considero diferencias. Este es un factor importante a tener en mente, cuando las decisiones de manejo derivan de niveles proyectados de agotamiento. El nivel de sensibilidad fue diferente dependiendo de la ponderación asignada a los datos sobre proporción a la edad en la probabilidad. **Se recomienda** que las evaluaciones de stock de anchoveta de la zona centro-sur informen sobre la sensibilidad de resultados con respecto a valores fijos alternativos de mortalidad natural.

Se recolectaron otolitos de desembarques de capturas comerciales todos los años desde 1990, además de muestras provenientes de los estudios RECLAS y PELACES de Enero del 2001 y de Mayo del 2007, respectivamente. A pesar que se reconoce que el autor no es un experto en métodos de asignación de edades, el equipo responsable de la asignación en la anchoveta aplicó una cuidadosa consideración a lo largo del año para asegurar consistencia en la interpretación de la edad de los peces de donde fueron muestreados los otolitos (por ej., **Figure 7**). Estos datos se utilizan para diseñar claves comerciales anuales de talla-edad y claves anuales de talla-edad para los estudios acústicos RECLAS y PELACES. La interpretación de la edad de los otolitos de anchoveta se basa en el supuesto de una fecha de nacimiento designada es el 1° de Enero.

La época de reproducción de la anchoveta se inicia durante el invierno austral, y se extiende básicamente desde el mes de Julio hasta Septiembre con un máximo de desove que se produce durante el mes de Agosto (Cubillos et al. 2001, 2007). Los reclutas ingresan a la población entre Noviembre y Marzo (Castillo et al. 2013, según las referencias de Zúñiga y Canales 2014). Las anchovetas muy pequeñas observadas en capturas al comienzo del año y en el estudio RECLAS de Enero (**Figure 10**) serían, de esta forma, reclutas que se originaron del desove durante el invierno del año anterior.

Mediante una fecha de nacimiento designada correspondiente al 1° de enero se le asigna una edad a los otolitos de anchoveta; los peces sin anillos corresponden a los meses de enero hasta abril y algunos otros sin anillos de mayo y junio se les asigna una edad 1 (**Figure 7**). De esta forma, a estos peces se les asigna una fecha de nacimiento de 12 (Enero) a 17 (Junio) meses de edad antes de efectuar el muestreo. Sin embargo, el supuesto más probable considerando el desove en invierno y el reclutamiento de Noviembre a Marzo es que estos peces sin anillos tengan de 5 (Enero) a 10 (Junio) meses de edad y se les debería designar con

una edad 0. La asignación de edad diaria corrobora esto, con los peces pequeños muestreados durante enero con una fecha de nacimiento estimada de julio a octubre del año anterior, mientras que los peces pequeños muestreados durante mayo tienen una fecha de nacimiento estimada de enero a marzo del mismo año (**Figure 8**).

El modelo de evaluación de stock en revisión supone que el reclutamiento ocurre el 1° de Enero y la edad de la anchoveta el 1° de Enero de cada año. A primera vista, pareciera que la fecha empleada para asignar la edad de la anchoveta muestra una buena correspondencia con los supuestos del modelo. Sin embargo, este no es el caso, especialmente debido al corto ciclo de vida de estos peces, que maximizan su crecimiento durante el primer año de sus vidas.

Las claves talla-edad calculadas mediante el uso de la fecha de nacimiento designada para el 1° de Enero se emplean para generar series de tiempo de proporción a la edad de la captura comercial (**Figure 9**) y para los cruceros RECLAS (**Figure 10**) y PELACES (**Figure 11**). Se considera una talla de corte invariable de 12cm para los juveniles (

Table 1), y se informa anualmente acerca de la tasa de juveniles en el crucero (Castillo et al. 2012, según referencia de Zúñiga y Canales 2014)⁴. Esto produce una inconsistencia entre la proporción a la edad 0 estimada a partir de las claves talla-edad y la proporción de juveniles informados en cada crucero. Por ejemplo, la proporción de reclutas informada en el crucero RECLAS es de >70%, 42% y 66% en Enero de 2012, 2013 y 2014, respectivamente, mientras que la proporción a la edad 0 en este crucero corresponde a 0 en todos los años (**Figure 10**). Si se empleara una fecha de nacimiento designada para el 1° de Agosto para asignar las edades de la anchoveta en vez del 1° de Enero, las proporciones a la edad empleadas en la evaluación que se está revisando estarían más cerca de las proporciones de juveniles existentes calculadas cuando se consideran directamente los datos relativos a la frecuencia de tallas.

Nótese también que el tamaño promedio a la edad 0 en la captura comercial es mayor que el tamaño promedio a la edad 0 en el crucero PELACES (**Figure 12**). Esto implicaría que la mayor parte de la captura de edad 0 se logra después del estudio PELACES de otoño, cuando los reclutas son más grandes, lo que parece ser inconsistente con que el manejo de la pesquería sea actualizado durante el año para explicar una captura óptima del reclutamiento entrante y el hecho que la mayor parte de la captura se realice entre marzo y mayo.

Las ojivas de madurez a la talla se estimaron con una longitud de 50% de madurez, que fluctúa entre 11.5 y 12.1cm (

Table 1). Para calcular la proporción de madurez a la edad se emplean distribuciones talla media a la edad estimadas a partir de claves comerciales de talla- edad (**Figure 13**). Sería muy apropiado emplear claves edad-talla construida a partir de muestras recolectadas durante la temporada de desove en vez de a lo largo del año. No está claro a partir de la información proporcionada durante esta revisión si las muestras estuvieron de hecho restringidas a la

⁴ El uso de la misma talla de corte para separar los juveniles de los reclutas en cada mes podría ser inapropiado si los datos que se usan para construir las ojivas de madurez se recolectan durante el período de máximo desove.

temporada de desove. Mediante el empleo de una fecha de nacimiento designada el 1° de enero para la construcción de claves edad-talla, se asigna una cierta cantidad de reclutas al grupo de edad 1. Sólo a los más pequeños de los reclutas del año se les asigna el grupo de edad 0 a partir de Mayo en adelante. Así, las claves edad-talla empleadas para calcular la proporción de madurez a la edad asignan una alta proporción de reclutas del año al grupo de edad 1 lo que hubiera ocurrido si se hubiera considerado una fecha de nacimiento correspondiente al período máximo de desove en el invierno. Específicamente, los reclutas más grandes serían asignados al grupo de edad 1 y los más pequeños (sin anillos desde Mayo hasta Agosto) serían asignados al grupo de edad 0. La talla media a la edad del grupo de edad 0 en la **Figure 13** sería, entonces, menor que el que reflejaría a los reclutas del año.

El modelo de evaluación de stock asume que los reclutas del año tienen todavía 0-años en agosto, cuando se modela el desove. Durante este período de máximo desove de agosto, los reclutas del año tendrían cumpleaños alrededor de 12 meses antes y se habrían reclutado a la población aproximadamente de 5 a 9 meses antes. Sólo el 13% de estas anchovetas (donde el modelo y la asignación de edad suponen 7 meses de vida) es asumido como maduro. Por el contrario, se supone que todas las anchovetas que tuvieron un cumpleaños aproximadamente 2 años atrás, (o más) se supone que están maduras. Si el día de cumpleaños designado empleado para asignar edad se alinea de forma más estrecha con la temporada de desove, es probable que se estime que una mayor proporción de reclutas de anchoveta resultantes del desove del año anterior va a estar madura en agosto.

Por lo tanto es **recomendable** que la fecha designada de cumpleaños empleada en la asignación de edad en la anchoveta de la zona centro-sur corresponda con el punto máximo del desove en agosto, en vez del 1° de enero.

Cerna presentó una curva de crecimiento de von Bertalanffy estimada a partir de datos de edad-talla. Aunque la información fue recolectada durante todos los meses del año, los datos empleados para estimar la curva de crecimiento fueron resumidos y se les asignó edades de números enteros (**Figure 14**). Se podría estimar una curva de crecimiento más precisa si los pasos de tiempo más pequeños, esto es, edad por mes, se emplearan a partir de datos crudos de talla y edad, y de ese modo, desagregar en forma más precisa los datos a lo largo del eje horizontal. Yo **recomiendo** volver a estimar la curva de crecimiento mediante los datos de edades mensuales en vez de datos de edades enteras. Estos parámetros de curva de crecimiento de von Bertalanffy (y otros, ver **Table 2**), no se emplearon directamente en el modelo de evaluación de stock anual bajo revisión, y por lo tanto no tuvieron un impacto directo sobre los resultados revisados. Sin embargo, el modelo de evaluación de stock semestral discutido a continuación (cf sección 4.4) emplea una curva dentro del modelo, y los cambios recomendados para la evaluación de stock de anchoveta de la zona centro-sur incluyen el empleo de una curva de crecimiento en éste (cf sección 4.10).

4.3 Datos de Entrada

Revisión de datos de entrada para el modelo que incluyen i) remoción/desembarques totales (ii) cruceros acústicos,(iii) datos estructurados a la talla y edad y los supuestos subyacentes que justifican o no su empleo dentro del modelo de evaluación de stock.

Datos de captura

Las estadísticas de captura se registran según puerto de desembarque, tipo de flota y mes, pero también se agregan a un tonelaje de captura anual y a una frecuencia de talla asociada. Las capturas a la edad anual se calculan para usarse en evaluación de stock mediante la aplicación de las claves de edad y talla con respecto a las frecuencias de talla.

Hubo un cambio en la distribución del jurel en respuesta a las condiciones previas al Niño y las condiciones del Niño mismo durante fines de los 90 y comienzos de los 2000s, con muchos jureles juveniles atrapados en la zona costera centro-sur. Como consecuencia, se pescó una cantidad sustancial de jurel pequeño (<26cm) principalmente por la pesquería industrial, pero fue mal reportado como sardina o anchoveta para evitar multas (Aranis 2011, según referencia de Zúñiga y Canales 2014). Los desembarques oficiales originales desde 1998-2001 alcanzaron un máximo de más de 900 000t, en comparación a un volumen máximo previo de alrededor de 470 000t (**Figure 15**). Además, algunos de estos desembarques se originaron en regiones de alta mar, mientras que la anchoveta (y la sardina) se distribuyeron más hacia la costa.

Se estimaron los desembarques revisados de jurel entre 1998 y 2001, mediante la consideración de la moda de las frecuencias de talla de los desembarques de jurel desde 1983 hasta 2012 y la proporción de especies en los desembarques (“intencionalidad” de los viajes de pesca). Posteriormente, los desembarques de anchoveta (y sardina) fueron corregidos para justificar en esta revisión los desembarques mal-informados (**Figure 15**).

A pesar que esta corrección cuantitativa de los desembarques de anchoveta entre 1998 y 2001 fue realizada cuidadosamente con la información que estaba disponible, existe un grado de incertidumbre con respecto a la precisión de estos datos revisados sobre captura de anchoveta. Además, los informes erróneos con respecto a especies pescadas con cerco podrían continuar hasta el día de hoy, debido, por ejemplo, a las dificultades experimentadas durante el muestreo a bordo o desembarque deliberado durante períodos en que no había disponibilidad de inspectores, tales como cambios de turno o desembarques nocturnos. Sin embargo, no existen datos cuantitativos como para informar con respecto a la magnitud de estos potenciales informes erróneos.

No existe información actual a escala cuantitativa con respecto al descarte dentro de la pesquería pelágica de cerco. Recientemente se implementó un programa de observadores

científicos en esta pesquería, con el objetivo global de reducir los descartes tanto de la especie objetivo como de la fauna acompañante, así como también evitar la captura incidental (pájaros, mamíferos marinos, reptiles). Este programa implica la obtención de información espacio-temporal con respecto a los descartes, así como también datos biológicos, y podría ayudar a mejorar la precisión de las estadísticas de captura de la anchoveta a futuro.

Los resultados iniciales provenientes del programa de observadores científicos sugieren que la anchoveta descartada podría ser de 1-10 ton (~40%) o 10-40 ton (~40%). Las discusiones sostenidas en el taller de revisión revelaron que los descartes podrían haber sido menores antes de 2005, cuando las cuotas de pesca no se aplicaban en forma tan estricta.

Las estadísticas oficiales de captura incluyen solamente los desembarques, no toda la mortalidad por pesca. Podría, entonces, ser prudente probar la sensibilidad de los resultados de la evaluación con respecto a la “mejor” serie de tiempo de datos de captura (cf sección 4.10). Nótese, sin embargo, que si el nivel de imprecisión que existe con respecto a los datos de captura (por ejemplo, cantidades bajas reportadas o descartes) ha sido relativamente constante a través del tiempo, y se espera que esta situación no cambie a futuro, la prueba de sensibilidad a este respecto sólo va a situar en otra escala los parámetros de evaluación y será poco el impacto con respecto a futuras decisiones de manejo. Por el contrario, si se ha producido una tendencia creciente o decreciente a través del tiempo en el descarte, por ejemplo, esto impactaría las futuras decisiones de manejo y los análisis de sensibilidad frente a series de tiempo con datos alternativos estarían garantizados.

Datos de cruceros acústicos

Los cruceros hidroacústicos de abundancia de pelágicos pequeños en aguas de la zona centro-sur de Chile empezaron en Diciembre de 1999 y han continuado en forma anual, normalmente realizados en el mes de Enero, con el objeto de cuantificar la fuerza del reclutamiento, además de obtener un índice relativo de biomasa del stock. La mayor parte de estos años se ha realizado un estudio de otoño (PELACES) desde el año 2003, con el objeto de estimar la fuerza del reclutamiento y estimar la biomasa explotable.

Las estimaciones acústicas de abundancia de anchoveta incluidas en las series de tiempo se han obtenido de cruceros hidroacústicos realizados en el mismo buque (*Abate Molina*); se emplean los mismos transductores SIMRAD EK-60 que son calibrados en el inicio de cada crucero. La cobertura espacial y el diseño del estudio han permanecido similares a través del tiempo, con la mayor parte de las transectas separadas por 10mn, salvo en el Golfo de Arauco, donde la distancia entre transectas se reduce a 5mn. Los sesgos en la información debido a efectos de los transductores en diferentes embarcaciones serían así disminuidos. El área de estudio estandarizada empleada para estimar la biomasa acústica de anchoveta corresponde a la zona situada entre 33°30'S y 41°50'S. Recientemente se extendió el área de estudio más hacia el norte, lo que dio como resultado una menor cantidad de transectas hacia el sur. Sin embargo, las densidades observadas en esta área fueron excluidas de las estimaciones del estudio de biomasa empleada en esta evaluación. Esto mantiene una serie de tiempo de abundancia acústica de anchoveta comparable en el tiempo. Periódicamente se

realizan lances para validar y asignar las observaciones de ecogramas según la especie y para realizar muestreos biológicos. Se considera la posibilidad a futuro de emplear video cámaras submarinas para ayudar en la identificación de especies, especialmente en áreas donde no se puede realizar arrastre.

Los análisis del Taller revelaron en los años 2003 y 2005 los cruceros PELACES se realizaron con otra embarcación (artesanal), diferente del *Abate Molina* empleado desde el 2006 en adelante y que el área inspeccionada en aquellos dos años iniciales no fue comparable al resto de las series de tiempo. Por lo tanto, **se recomienda** que se excluyan los años 2003 y 2005 de las estimaciones de abundancia de las series de tiempo del crucero PELACES.

Durante algunos años también una embarcación artesanal realizó un estudio acústico adicional entre Caleta Tirúa (38°30'S) y la zona ubicada al norte de punta Galera (39°50'S). Esta es una zona poco profunda caracterizada por una gran plataforma continental inaccesible para el *Abate Molina*. Se emplearon los mismos aparejos empleados para ambos buques de investigación. Este estudio adicional no se hizo todos los años, por lo cual las estimaciones de abundancia se emplean en la evaluación, y las discusiones sostenidas durante el taller revelaron que la corrección costera obtenida de este estudio excluyen las áreas del norte. Por lo tanto, **se recomienda** que no se agregue la abundancia costera calculada a partir de estos estudios costeros a aquellos cálculos provenientes del *Abate Molina* en los años en que se realizó este estudio costero. Si se lo considerase, esto resultaría en una serie de tiempo de estudios acústicos de abundancia de anchoveta incomparable. En vez de eso, **se sugiere** que se emplee la información disponible de los años en los cuales se realizaron ambos estudios en forma simultánea para informar acerca del **sesgo** en las estimaciones de abundancia debido a la cobertura incompleta de las regiones costeras. A pesar de hacer notar que existe una variabilidad inter-anual en la proporción de biomasa acústica distribuida en las áreas costeras que es inaccesible de parte del *Abate Molina*, los participantes del taller sugirieron que la proporción de stock no inspeccionado en las regiones costeras podría ser del orden del 10%. El análisis recomendado, podría, por ejemplo, informar acerca de una distribución a priori de la proporción del stock costero no inspeccionado cada año.

Se usan tres métodos diferentes para estimar los coeficientes de variación (CV) en la estimación de abundancia del crucero (Saavedra et al 2014). Los análisis durante la realización del taller de revisión revelaron que el método empleado para producir el CV asociado a la biomasa acústica (**Table 3**) fue diferente según los años y se escogió el CV menor entre todos los métodos. **Se recomienda** que los CVs empleados en la evaluación se calculen con el mismo método para todos los años. Estos CVs capturan información importante con respecto a los estudios anuales, en que la precisión de la estimación de biomasa puede estar influenciada por la sincronización en el tiempo del crucero o la “agregación” de las densidades acústicas, especialmente en relación a la cantidad de transectas inspeccionadas. A pesar que el autor no es un experto en estudios acústicos, las discusiones del taller revelaron que estos CVs son razonablemente precisos (esto es, el CV sobre el CV no es enorme) y se pueden emplear para informar acerca de la precisión relativa de los índices del crucero anual de abundancia empleados en la evaluación. De esta forma, se

recomienda que se empleen los CVs asociados a las estimaciones de abundancia del crucero, en vez de emplear un CV de 30 % invariable en el tiempo y crucero (**Figure 16**).

En vez de intentar determinar cuál de los dos cruceros proporciona un índice absoluto con respecto a la abundancia de anchoveta, la investigación debería enfocarse en tratar de cuantificar el sesgo en el estudio. Existen indicaciones que señalan que el crucero abarca la totalidad de la distribución espacial de la anchoveta en esa época, mientras que el crucero de mayo no lo hace. Inversamente, el crucero de verano puede no reflejar toda la población, especialmente aquella del reclutamiento tardío, mientras que el crucero de otoño debería capturar en forma adecuada todos los reclutas del año que están distribuidos dentro del área inspeccionada. **Se recomienda** que se realice un taller de revisión que se enfoque en estos estudios acústicos a realizar. Expertos en investigación acústica podrían considerar y orientar acerca de los probables factores de error individual relacionados con las estimaciones de abundancia del crucero. Esto podría incluir, pero no limitarse a consideraciones acerca de cobertura espacial y disponibilidad acerca de lo que se menciona anteriormente, errores resultantes de efectos climáticos, evasión (Gerlotto et al. 2004), cardúmenes no detectados, corrección de superficie y costera. Además, pareciera que la fuerza de blanco se estima de forma anual (Saavedra et al 2014), mientras que la práctica habitual es considerar una intensidad de blanco invariable con respecto al tiempo (com. pers. de J. Coetzee). Los resultados de este taller podrían emplearse para estimar cuantitativamente las distribuciones a priori informativas con respecto a los factores de sesgo (capturabilidad, coeficientes) de los dos cruceros hidroacústicos (**Table 4, Figure 17**).

Datos acerca de estructura talla/edad

Las muestras recolectadas a partir de los desembarques se emplean para determinar la estructura de talla además de la composición de especies de la captura. La estructura de talla de la captura mensual y por zona se estima con la ponderación de las estructuras de talla diaria por el tonelaje de la captura. Los datos se combinan entonces con respecto a una distribución de talla por captura comercial anual. También se calculan las distribuciones por sub-zona para los cruceros acústicos, pero para propósitos de la evaluación son combinados para formar una sola distribución de talla para cada crucero. Las distribuciones de proporción a la edad empleadas como entradas para las evaluaciones de stock resultan de las combinaciones de estas distribuciones de talla y de las claves de talla/edad tanto comerciales como provenientes de los cruceros. Tal como se explicó en detalle anteriormente (cf. sección 4.2), existe preocupación por el hecho que estas proporciones a la edad, que muestran niveles muy bajos de individuos con edad 0 en los cruceros y en las capturas comerciales, puedan estar sesgadas y sean inconsistentes con los supuestos del modelo. La baja proporción de edad 0 en los cruceros y capturas parecieran ser contrarios al sentido común para una pesquería cuyo manejo es fluido con cuotas actualizadas durante el año para optimizar la captura del reclutamiento entrante. Por ejemplo, las formas estimadas del modelo en cuanto a las curvas de selectividad son informadas por información de proporción a la edad. Así, existen pocos individuos de edad 0 modelados para ser seleccionados, mientras que prácticamente toda la selectividad se estima a partir de la edad 1+ (crucero de verano) y de 2+ (captura comercial y crucero de otoño) (**Figure 18**). **Se recomienda** que las evaluaciones se ajusten a datos estructurados a la talla, y no a la edad.

4.4 Temporalidad del modelo

Comentarios respecto a la conveniencia de emplear un modelo trimestral/semestral/anual, tomando en consideración la dinámica del recurso y su pesquería, la incertidumbre en cuanto a lectura de edades y la cantidad de información disponible.

El modelo de evaluación de stock anual estructurado a la edad ha demostrado históricamente una falta de respuesta con respecto a los datos de la proporción a la edad. Esto, junto a la falta de solidez con respecto a la información nueva impulsó el desarrollo de un nuevo modelo (Zúñiga y Canales 2014). La evaluación “semestral” de stock de anchoveta de la zona centro-sur considera una temporalidad bi-anual y asume que existen dos reclutamientos cada año, el del 1° de enero y el del 1° de julio; las edades se actualizan al comienzo de cada semestre. Se asume que los cruceros representan la biomasa de anchoveta del 1° de Enero (RECLAS) y del 1° de Junio (PELACES). Los datos del crucero RECLAS del verano y del crucero PELACES de otoño se emplean de esta forma para informar acerca de la fuerza de los reclutamientos del último invierno (1° de julio) y verano (1° de enero), respectivamente. Una ventaja de esta estructura de modelo en comparación a la del modelo anual que asume que la mortalidad por pesca es continua a lo largo de todo el año, es que aquí se admite una diferencia en cuanto a la desagregación de la mortalidad por pesca entre los semestres, reconociendo así la mayor captura realizada en la primera mitad del año en comparación a la que va desde julio hasta diciembre. (**Figure 3**).

Otra diferencia clave entre los modelos de evaluación de stock anual y semestral es que el último se ajusta a los datos de proporción a talla mediante la modelación de una curva de crecimiento invariable en el tiempo (proporción de cada mitad de grupo de edad en cada clase de talla) dentro del modelo. La madurez y el peso también son incluidos según la talla y no según la edad. La dependencia que demuestra este modelo con respecto a los datos estructurados en torno a la talla y no en torno a la edad resultante de la conversión de los datos estructurados a la talla empleando claves talla-edad es preferible, dada la preocupación que existe con respecto a los datos de edad planteada anteriormente en este informe (cf sección 4.2).

Al considerar las diferencias anteriores, una serie de supuestos del modelo semestral coinciden con un modelo conceptual que yo **recomendaría** (cf. sección 4.10). Sin embargo, debo hacer notar que el modelo semestral no constituía el centro de esta revisión, por lo que no se proporcionaron ni revisaron ecuaciones, resultados o códigos en detalle. No obstante, el modelo semestral en su forma actual y presentación de resultados podría mejorarse de la siguiente forma:

- El ajuste del modelo a las estimaciones de biomasa del crucero debería ser en forma separada para el crucero RECLAS y PELACES. La Figura 1 del Anexo III de Zúñiga

y Canales (2014) es errónea, ya que durante las discusiones del taller se reveló que este gráfico de la biomasa predicha por el modelo, incluye el coeficiente de capturabilidad para comparar directamente las dos series de tiempo de los cruceros RECLAS y PELACES con respecto a las estimaciones de biomasa de anchoveta. Sin embargo, el coeficiente de capturabilidad difiere entre los dos cruceros, y de esta forma, también difiere entre cada estimación bi-anual graficada. Si se requiere como salida una serie de tiempo de biomasa a intervalos bi-anales, debe ser de biomasa predicha por el modelo antes de justificar cualquier sesgo/capturabilidad en el crucero.

- La distribución de anchoveta según la talla para clase de mitad de edad se genera como una distribución normal alrededor de la curva de crecimiento de von Bertalanffy. La varianza en esta distribución normal se considera como directamente proporcional a la edad resultando en distribuciones cada vez más amplias con respecto a la edad (com. pers. C. Canales). Sin embargo, la anchoveta es una especie de ciclo de vida corto con un rápido crecimiento durante su primer año de vida, y un reclutamiento que se dispersa en una cantidad de meses. Se espera una distribución mucho más amplia con respecto a la talla según edad para peces con edad 0 que para peces con edad 4. **Se recomienda** que la varianza se considere como indirectamente proporcional a la edad, o incluso calculada en forma separada para las edades 0, 1 y 2+ (por ejemplo, de Moor and Butterworth 2015).
- Si un supuesto razonable lo constituyen dos cohortes de reclutamiento que ocurren cada año (siguiendo, por ejemplo, observaciones de pulsos de reclutamiento inferiores durante el período de invierno (Castillo et al. 2013, según referencia de Zúñiga y Canales 2014)), debería haber reclutamientos promedio diferentes con respecto a los cuales el reclutamiento anual fluctuara durante Enero y Julio cada año.
- No se puede comentar con respecto a la capacidad del modelo semestral para ajustarse a los datos de proporción a la talla sin ver los gráficos de residuales. Un gráfico adicional que a veces puede proporcionar un diagnóstico útil y mostrar cualquier sesgo/desajuste en cuanto a proporción de datos es mostrar la proporción a la talla observada *versus* la promedio estimada (a través de los años). Estos gráficos de promedios deberían solaparse de buena forma.
- Incluso sin residuales, la capacidad que demuestra el modelo semestral para ajustarse a los datos de proporción a la talla del crucero se ve insuficiente. La razón de esto no puede ser determinada con la información proporcionada para esta revisión. Pareciera existir un patrón bimodal más fuerte en la proporción a la talla del crucero en comparación a la proporción a la talla de las capturas comerciales. Futuras corridas de modelos alternativos que pudieran ayudar a informar esto podrían incluir la exploración del efecto de selectividad a la edad *versus* selectividad a la talla; el efecto de asumir una curva de selectividad logística *versus* curvas paramétricas alternativas; y el efecto de forzar un aumento en la variabilidad en cuanto a la talla con respecto a la curva de crecimiento con una edad *versus* la estimación de esta variabilidad para cada grupo de edad (con una mayor distribución de talla con respecto a la edad 0).
- Los tamaños de muestra empleados en las verosimilitud multimodal para la proporción a la talla deben ser re-evaluados usando el método de Francis (2011); ver, por ejemplo, la **Figure 4** que muestra los resultados de esta estimación para el modelo anual.

Una comparación directa entre los resultados de los modelos anuales y semestrales no es apropiada en este momento debido a las siguientes diferencias en cuanto a los supuestos del modelo:

- Se emplean datos diferentes, como por ejemplo, las estimaciones del crucero de abundancia del 2013 y 2014, empleadas en el modelo semestral (esto es, la Tabla 1 del Anexo III de Zúñiga y Canales 2014) no se ajusta a aquellas empleadas en el modelo anual (**Table 3**).
- El modelo semestral asume que el tiempo correspondiente a los cruceros RECLAS y PELACES son el 1° de enero y el 1° de junio, respectivamente, mientras que el modelo anual asume que estos son el 1° de febrero y el 1° de mayo, respectivamente.
- El crucero PELACES tenía una capturabilidad asumida = 1 en el modelo semestral, mientras que en el modelo anual se estimó con una distribución a priori no informativa de 2.18 (Hessiana basada en SE = 0.11).
- Se asume que la selectividad comercial difiere tanto entre los semestres como a través del tiempo, mientras que el modelo anual asume una curva de selectividad comercial invariable a través del tiempo.

Yo **recomiendo** que se desarrolle un nuevo modelo para la anchoveta de la zona centro-sur que contenga aspectos tanto del modelo semestral como del anual. Se debe considerar una temporalidad más corta que la anual para la captura debido al máximo de desembarques que ocurren entre marzo y mayo en comparación a otros meses. Dadas las preocupaciones actuales con respecto a la incompatibilidad de los datos estructurados en base a la edad asentados sobre una fecha de nacimiento designada para el 1° de Enero y los supuestos del modelo, (cf. sección 4.2), es preferible un modelo estructurado según la edad que se ajuste directamente a los datos de estructura de talla para estos peces de ciclo de vida corta y que crecen rápido. Es ventajoso la estimación de biomasa y biomasa desovante a partir del peso a la talla y madurez a la talla, especialmente dada la típicamente amplia distribución de talla de peces en las clases de edad más jóvenes. Los reclutas tempranos del año pesarán más a lo largo del año, y tendrán una mayor probabilidad de estar maduros para su primera temporada de reproducción que los reclutas que provienen del desove tardío. Este modelo recomendado se describe con más detalle a continuación (cf sección 4.10).

4.5 Reclutamiento

Revisión de los enfoques utilizado para modelar y estimar el reclutamiento. Discusión acerca del impacto que tiene en las proyecciones.

El modelo de evaluación de stock anual asume que el reclutamiento se desvía en forma log normal con respecto a un cierto nivel de reclutamiento promedio. A veces es difícil estimar las relaciones stock-reclutamiento en el caso de especies pelágicas pequeñas. No es poco común el asumir un reclutamiento que se desvía de un cierto nivel promedio para evitar influenciar en forma indebida la evaluación de stock mediante la imposición de una relación potencialmente limitante para el reclutamiento de éste.

Sin embargo, la corrección de sesgo lognormal utilizada fue incorrecta, resultando en un reclutamiento promedio estimado de $e^{\sigma^2} = 1.4$ demasiado alto. Esta corrección se analiza más en detalle en la sección 4.9.

Las proyecciones a corto plazo a partir de este modelo suponen que el reclutamiento para los próximos dos años será constante, ya sea con el promedio de reclutamiento (alto) de 1990-2008 o el promedio (bajo) de 2008-2014 estimado a partir del modelo de evaluación de stock anual. Este proceso ignora cualquier posible retroalimentación a corto plazo dentro del recurso, tal como las consecuencias de una pesca futura sobre la abundancia del recurso y la consiguiente influencia de los niveles de biomasa desovante sobre el reclutamiento. A pesar que se sabe que el reclutamiento de la anchoveta fluctúa tremendamente debido a, por ejemplo, condiciones ambientales, la **Figure 19** muestra que existe cierta relación entre la biomasa desovante y el reclutamiento. Suponiendo que el reclutamiento promedio de 1990-2008 en el futuro a corto plazo sea más bien optimista dadas las estimaciones actuales de la biomasa desovante situada alrededor de 80 000t, es **recomendable** que los niveles de reclutamiento futuros, si no están derivados directamente de una relación de reclutamiento de stock (con una varianza asociada), consideren al menos la posible influencia del nivel actual de abundancia en el reclutamiento futuro.

Se considera cierto grado de incertidumbre en las predicciones de reclutamiento a corto plazo con proyecciones consideradas para el rango de reclutamiento que forma el pdf para el reclutamiento promedio 1990-2008 y el reclutamiento promedio 2008-2014, calculado con la hessiana basada en SEs. Es importante mostrar resultados bajo esta incertidumbre del reclutamiento. Sin embargo, la incertidumbre con respecto a futuros reclutamientos debido a proyecciones hechas en base a la elección de sólo una “mejor” evaluación, no es justificable. Por ejemplo, el reclutamiento estimado por el modelo durante la primera parte de la serie de tiempo aumenta si el tamaño muestral de la verosimilitud multimodal para los datos de la proporción a la edad se reduce (**Figure 5**). Se **recomienda que** la incertidumbre en futuras proyecciones de reclutamiento se refleje mediante escenarios de modelos alternativos (o mediante un conjunto de modelos de referencia).

4.6 Selección del modelo de caso base

¿Los estudios de casos elegidos representan el eje principal de la incertidumbre del modelo? ¿Comentarios sobre el caso base escogido para esta evaluación?

Los resultados comparativos proporcionados para revisar la elección del caso base para esta evaluación fueron con respecto a tres supuestos de modelo cambiados recientemente para la evaluación de la anchoveta de la zona centro-sur:

- iv) Error de observación asumido para biomasa de captura anual (cambiado de CV=10% a CV=1%)
- v) El error de observación asumido en el crucero de huevos para la estimación de la biomasa desovante (cambiado de CV=30% a CV=100%)
- vi) La distribución a priori asumida para el sesgo del crucero PELACES de otoño

(cambiado de una distribución a priori informativa en torno a 1, a una priori plana no informativa).

La disminución en el error de observación asumido para la biomasa de captura anual es necesaria para facilitar la estimación de las mortalidades por pesca anuales. Como ya se ha visto (cf. secciones 4.3 y 4.10), la incertidumbre que circunda las estadísticas de captura podrían explicarse mediante una prueba de sensibilidad de los resultados del modelo frente a series de tiempo alternativas de captura, en vez de errores de observación más elevados. La disminución en la ponderación aplicada a las estimaciones de la biomasa desovante del crucero de huevos fue en respuesta a la revisión de la sardina (Polacheck 2014), que informaba que el contenido de la información con respecto a la biomasa desovante proveniente del crucero de huevos era reducido. El cambio en la distribución del prior del crucero PELACES es apropiado, considerando la falta de información *a priori*, que este estudio proporciona un índice absoluto de abundancia de anchoveta.

El impacto de estos tres cambios en el ajuste de los datos es generalmente pequeño, con un ajuste para las estimaciones de abundancia ligeramente más pobre con respecto a la serie de tiempo del crucero RECLAS ligeramente mejor con respecto a las series de tiempo del crucero PELACES (**Figure 20**). El modelo predijo abundancia en la época del crucero de otoño donde incremento en el nuevo caso de base, especialmente en los primeros años de la serie de tiempo, para los que no hay información disponible del crucero PELACES. El modelo predijo que la biomasa desovante no cambiaría prácticamente nada, lo que sugiere que los datos sobre el crucero de huevos tenían muy poca influencia sobre el modelo, incluso con un CV de 30%. El sesgo estimado del crucero de otoño es de 2.18 (CV de 0.14, basado en la matriz hessiana), lo que sugiere que el crucero PELACES sobreestima la biomasa “verdadera” (predicha por el modelo), lo cual valida el debilitamiento de la restricción para que este sea cercano a 1. Esto ocurre en comparación al sesgo de 0.9 estimado en el crucero de verano, pero con un gran nivel de incertidumbre (CV>100%). En la sección 4.3 se recomienda una revisión de los cruceros acústicos en la sección 4.3, que incluye una revisión de las contribuciones individuales de todas las fuentes de error con respecto al probable sesgo en los dos cruceros acústicos. De este proceso podría resultar una distribución a priori informativa para el sesgo en cada crucero (por ejemplo, **Table 4, Figure 17**).

El modelo refleja en forma correcta los datos comerciales anuales tal como se esperaba (**Figure 20**). El ajuste del modelo es capaz de replicar la tendencia general de biomazas mayores durante mediados del 2000 y biomazas inferiores desde octubre del 2009/10 observadas por los cruceros acústicos. Sin embargo, existe una serie de cruceros en los cuales las estimaciones de biomasa del modelo caen fuera del 95% del intervalo de confianza de la observación del crucero (**Figure 16**). (Nótese algunas observaciones en que el modelo fue incapaz de ajustarse y que fueron excluidas de la Figura 15 de Zúñiga y Canales (2014)). Esto no es lo ideal, especialmente en el caso de una especie de ciclo de vida corto, para la cual se emplea la evaluación para proporcionar las bases de una consultoría de manejo a corto plazo.

Existen otras áreas de incertidumbre que rodean los resultados de evaluación de stock. Se **recomienda** que todas las pruebas de sensibilidad realizados durante el curso de una

evaluación sean informados, incluyendo aquellos en que los resultados de la evaluación han demostrado ser insensibles, ya que esto indica la solidez de los resultados de la evaluación. Tal transparencia permite que se produzca una comprensión mayor del nivel de incertidumbre que rodea la evaluación de stock, que debe ser considerada en forma especial cuando se formula la consultoría de manejo. En la sección 4.10 se entrega una lista de potenciales pruebas de sensibilidad de rutina para que sean considerados para futuras evaluaciones de stock de anchoveta de la zona centro-sur.

La incertidumbre con respecto a los datos subyacentes incluye los índices acústicos de abundancia que no son comparables a través de las series de tiempo empleadas en esta evaluación, debido a resultados de diferentes áreas de estudio/embarcaciones incluidas (cf. sección 4.3). Se debe prestar atención a posibles sesgos en los datos sobre proporción a la edad, que son aplicados en la evaluación (cf. Secciones 4.2 y 4.3), un “chequeo rápido de sensibilidad” podría incluir un reajuste del modelo hacia una serie de tiempo alternativa de proporción a la edad con un cambio consistente en el porcentaje, especialmente en los peces desde la edad 1 hasta la edad 0. Sin embargo, a mediano plazo, es preferible volver a calcular las claves de talla-edad y suponer una fecha de nacimiento de invierno. Existe cierto grado de incertidumbre que rodea la precisión de los datos de captura, aunque esto probablemente ejerce menos influencia en los resultados de evaluación de stock en comparación a las otras dos series de tiempo de los datos. Ya se ha mostrado durante esta revisión que los resultados de la evaluación de stock demostraron ser sensibles a las ponderaciones alternativas aplicadas a los datos (**Figure 5, Figure 6**).

Es importante considerar la incertidumbre con respecto a asumir una mortalidad natural fija, y hacer notar que este supuesto causa también un impacto en el método de biomasa desovante por recluta empleado para seleccionar los puntos de referencia para el enfoque actual de manejo de la anchoveta de la zona centro-sur (cf sección 4.7). Es **recomendable** que las evaluaciones futuras consideren la incertidumbre que rodea la elección de una forma logística para las curvas de selectividad y el hecho que se asuma que la incertidumbre que rodea la influencia en las capturas sea repartida en forma uniforme a través del año. La aplicación de los cambios sugeridos para la evaluación de stock en esta revisión, tales como eliminar la influencia de la selectividad del lance al estimar la biomasa del crucero y el empleo de las correcciones de sesgo lognormal apropiadas también influirán en los resultados de la evaluación de stock. Una lista de cambios **recomendados** con respecto a la evaluación se entrega en la sección 4.10.

4.7 Proyecciones de stock

Comentarios respecto a los procedimientos empleados para proyectar el stock hacia el futuro, especialmente con respecto a la solidez del análisis de riesgo para evaluar el riesgo de no lograr los objetivos deseados.

Recientemente se realizaron tres Talleres de Trabajo para revisar los puntos biológicos de referencia en las pesquerías marinas chilenas (IFOP 2013, 2014a, 2014b). La Ley General de

Pesca y Acuicultura en Chile requiere que todas las pesquerías establecidas alcancen o se sitúen cerca del Rendimiento Máximo Sostenible (MSY). Así, un objetivo de los talleres de revisión fue establecer el F_{MSY} , B_{MSY} y B_{LIM} , o los proxys de los mismos. La anchoveta de la zona centro-sur fue definida como stock de “Nivel 1b” para la determinación de los Puntos Biológicos de Referencia (BRPs). Este nivel contiene stocks para los que las evaluaciones estructuradas en base a la talla o a la edad proporcionan estimaciones útiles de abundancia actual, pero los puntos de referencia MSY (RPs) no pueden calcularse en forma confiable desde dentro del modelo. De este modo, se escogieron proxies para los RPs considerando la incertidumbre en el modelo de evaluación y el grado de resiliencia de las especies (IFOP 2013).

El proxy que se escogió para F_{MSY} fue $F_{55%B_0}$, en el rango superior de $F_{40%B_0} - F_{60%B_0}$ sugerido por el IFOP (2014a). El proceso empleado para determinar los valores de $F_{45\%}$, $F_{55\%}$, $F_{60\%}$ y F_{LIM} involucró graficar la biomasa desovante por recluta (SBPR) contra F y medir los niveles de F en la curva que corresponde, por ejemplo, a 45% ó 60% SBPR (**Figure 21**). La ecuación de SBPR emplea un modelo de evaluación de stock que estima números a la edad, peso a la edad y selectividad a la edad. En esta estimación la incertidumbre se considera con respecto a la selectividad a la edad mediante el empleo de alternativas donde se supone que la selectividad a la edad está más cerca de la madurez a la edad o del peso promedio a la edad. Los Puntos de Referencia Biológicos (RPs) eran sensibles a estos supuestos de selectividad alternativos. Además, existe actualmente una gran incertidumbre que rodea estas curvas de selectividad a la edad y la madurez a la edad debido al empleo de una fecha de nacimiento designada que corresponde al 1° de enero cuando se asignan edades a los peces muestreados. Es posible que la madurez a la edad 0 y la selectividad a la edad 0 sean sustancialmente más elevadas que las que se emplearon para calcular estos proxies (cf. Secciones 4.2 y 4.3).

El método empleado para determinar las proxies para B_{MSY} y B_{LIM} se basa en las estimaciones de evaluación de stock de la biomasa desovante y la mortalidad por pesca durante un cierto período (de preferencia prolongado) durante el cual la biomasa desovante se encontraba más bien cercana a un equilibrio dinámico. Se empleó la serie de tiempo de 1990-2008 para la anchoveta de la zona centro-sur y se asumieron los años más recientes en los que el promedio de reclutamiento fue bajo y la abundancia fue ‘inusual’. Se escogió para B_{MSY} un proxy de $60%B_0$, mientras que para B_{LIM} el proxy seleccionado fue de $20%B_0$.

Este proceso ha hecho notar la dificultad asociada al cálculo de proxys para MSY en base a los PRs en el caso de especies altamente variables con ciclos de vida corta. Aunque reconozco a los expertos involucrados en el análisis cuidadoso de estos puntos de referencia, me preocupa la elección de los PRs en el caso de la anchoveta de la zona centro-sur. Es bien sabido que el B_0 es extremadamente difícil de calcular, precisamente en el caso de especies con ciclos de vida corta y altamente variables (por ejemplo, **Figure 22**). Los PRs calculados para la anchoveta se basan en un porcentaje de B_0 . La certidumbre con que se pueden utilizar estos PRs está ligada a la certidumbre con la cual se puede estimar el B_0 . Además, el período de tiempo de 1990-2008 desde donde se estimó el proxy de estos PRs excluye los años recientes con un bajo nivel de biomasa. No existe una razón *a priori* para que este período no

pueda considerarse como típico para especies cuyo nivel de abundancia puede mostrar fluctuaciones a gran escala (Schwartzlose et al. 1999). Ya que la estimación de B_0 puede cambiar con la inclusión de información nueva cuando se actualicen las evaluaciones de especies de vida corta altamente variables, los PRs pueden estar sujetos a cambios de una evaluación a otra. No es lo ideal que se produzcan grandes fluctuaciones en la base de una consultoría de manejo. Finalmente, las proxies de F están sujetas a incertidumbre relacionada con la selectividad a la edad estimada y con la madurez a la edad, y deben manejarse en forma cuidadosa y con precaución mientras se revisan las claves edad-talla para designar una fecha de nacimiento en invierno.

Se recomienda que el manejo de la anchoveta se aleje de los puntos de referencia en base a la estimación incierta de B_0 , y en vez de esto, se traslade a emplear estimaciones de biomasa más contemporáneas (y precisas) como puntos de referencia (ver, por ejemplo, los niveles de referencia empleados en el caso de la sardina de Sudáfrica, la anchoveta y la langosta de roca de la Costa Oeste en de Moor et al. 2015), además de considerar la diferencia en proyecciones futuras de captura versus escenarios sin pesa. Con respecto al último punto, dada la naturaleza altamente variable de la abundancia de anchoveta, si las proyecciones luchan por alcanzar los niveles de referencia deseados en un marco de tiempo dado en un escenario sin captura, debido, por ejemplo, a un reclutamiento escaso simulado, sería imposible esperar lograr tales niveles de referencia bajo escenarios F constantes alternativos.

La cuota de Captura Biológicamente Aceptable se calcula considerando proyecciones de corto plazo (2 años) del recurso bajo escenarios alternativos de reclutamiento. La primera asume un reclutamiento estimado para evaluación de stock promedio entre 1990 y 2008, mientras que la segunda asume el reclutamiento promedio más bien pesimista de los últimos siete años. La **Figure 19** muestra la relación existente entre el reclutamiento y la biomasa desovante tal como ha sido estimada por la evaluación anual del caso base para la anchoveta de la zona centro-sur. Dado el bajo nivel de abundancia de anchoveta observado desde 2010, sería irreal esperar que emane un escenario de alto nivel de reclutamiento del promedio de los años 1990-2008 y que se concrete en un futuro inmediato. Si asumimos estos resultados del reclutamiento promedio de 1990-2008 en proyecciones que no son precautorias, se **recomienda** que las proyecciones futuras consideren una relación entre la biomasa desovante y el reclutamiento, si no directamente (es decir, calcular el reclutamiento directamente a partir de la relación (y tomar en cuenta la incertidumbre en la consideración de esta relación), y luego, hacer el cálculo en forma indirecta, mediante la consideración de escenarios de reclutamiento futuro probables a la luz de los niveles de biomasa desovante actuales.

Dada la necesidad que existe de establecer cuotas iniciales (en septiembre) antes que se pueda medir la fuerza del reclutamiento entrante mediante los cruceros acústicos de verano y otoño, se calcula primero una cuota de Captura Biológicamente Aceptable preventiva. Es importante no fijar la cuota inicial demasiado alta, en caso que el reclutamiento entrante del que depende en parte la pesquería, sea escaso. Con ese fin, la cuota inicial se calcula en base a $F_{66\%B_0}$. Una vez que ya está disponible la información de los cruceros RECLAS y PELACES y se han actualizado las proyecciones incorporando estos datos, la cuota se actualiza usando

primero $F_{60\%B0}$ (en Marzo) antes del inicio del apogeo del período de pesca y luego se usa $F_{50\%B0}$ (en Junio).

Las proyecciones a corto plazo empleadas para recomendar en forma correcta los niveles de Captura Biológicamente Aceptables no abarcan todo el rango de incertidumbre. Estas se basan en el enfoque de la “Mejor Evaluación Tradicional”, que no considera la incerteza asociada a la elección de una “mejor evaluación” errónea (Butterworth 2007). Como mínimo, se **recomienda** que el riesgo para el recurso sea considerado bajo modelos de escenarios alternativos. Aunque se consideraron dos escenarios de reclutamiento alternativos para la anchoveta de la zona centro-sur, el único escenario que se muestra anteriormente es probablemente demasiado optimista para las proyecciones actuales de corto plazo.

El objetivo de manejo de conservación para la anchoveta de la zona centro-sur incluye considerar la posibilidad de no cumplir con los BRPs al proporcionar consultoría, con un nivel de riesgo de cómo máximo un 10% permitido (Zúñiga y Canales 2014). Esto fue considerado al proyectar la biomasa desovante de la anchoveta dos años hacia el futuro asumiendo diferentes constantes para F_s , bajo los dos escenarios de reclutamiento fijos alternativa. Sin embargo, la probabilidad de lograr los BRPs no está reportada y así no se puede revisar el riesgo basado en estas proyecciones. Sin embargo, algo más importante es el hecho que este proceso ignora tanto la incertidumbre que rodea las estimaciones de puntos de la biomasa desovante dada la “mejor” evaluación además de la incertidumbre que rodea la elección de la “mejor” evaluación.

Se **recomienda** la Evaluación de Estrategias de Manejo (MSE- Butterworth 2007, De Oliveira et al. 2008, Punt et al. In Press) como un marco apropiado para evaluar el riesgo para el recurso tomando en consideración la incertidumbre estructural y paramétrica. Es importante también la inclusión de un control de retroalimentación dentro de la Evaluación de la Estrategia de Manejo (MSE) para ajustar los inevitables errores en cuanto a percepciones actuales del recurso. Las reglas de control de captura se prueban mediante pruebas de simulación para asegurar que se cumple con los criterios de desempeño antes de llevarlas a la práctica.

4.8 Pesquería mixta sardina-anchoveta

Discusión con respecto a la conveniencia de usar un enfoque de pesquería mixta para modelar el stock, dado el alto grado de interacción con la sardina común.

Las flotas pesqueras de cerco tanto artesanales como industriales que operan en el centro y sur de Chile apuntan a una pesquería mixta de sardina (*Stangomera bentincki*) y de anchoveta (*Engraulis ringens*), además de otras especies, tales como el jurel. Dado el alto grado de dependencia de esta pesquería con respecto a los pulsos de reclutamiento anuales de estas especies de ciclo de vida corto y altamente variable, se han producido alternancias intra e inter-anuales en las especies dominantes desembarcadas (**Figure 2**). Como la sardina y la

anchoveta tienen cardúmenes comunes, por lo menos una parte del año (Gerlotto et al. 2004), muchos desembarques contienen una mezcla de ambas especies. (**Figure 23**).

La sardina y la anchoveta en la zona centro-sur de Chile han sido evaluadas en forma independiente y las recomendaciones de manejo para las cuotas han estado basadas en proyecciones a corto plazo independientes en la evaluación de cada especie. Sin embargo, el apuntar a una especie generalmente impacta sobre la otra, como captura incidental. Esto es importante, especialmente cuando un recurso tiene un bajo nivel de abundancia y por consiguiente un límite de captura pequeño. Este pequeño límite podría ser sobrepasado solamente en forma de captura incidental cuando se apunta al otro recurso. La preocupación inmediata planteada durante el taller de revisión en relación a esta pesquería mixta era que el recurso anchoveta ha estado bajo en los últimos años, y se ha logrado una captura promedio de 74 000t entre 2010 y 2014. Existe la posibilidad que cuotas bajas de anchoveta calculadas considerando solamente el status del recurso anchoveta, pudiera impactar la viabilidad de la pesquería de la sardina. La cuota de captura de anchoveta en 2013 fue copada rápidamente y la asignación para fauna acompañante fue ajustada para mantener la pesquería artesanal de la VIII Región (RPESQ 2013, según referencia de Zúñiga y Canales 2014), mientras que en 2014 la cuota de captura de la anchoveta fue establecida en 7-13% con respecto a la captura de sardina común (Zúñiga y Canales 2014).

No hubo documentación proporcionada para poder asistir en la revisión crítica de este término de referencia. Sin embargo, una presentación realizada durante el taller y la consiguiente discusión sugirieron que la selectividad comercial de cada especie debería hacer posible la realización de una estimación confiable mediante una evaluación de stock independiente basada en datos históricos. Si este es el caso, es probable que las evaluaciones independientes de sardina y anchoveta sean suficientes. Un ejemplo donde la selectividad comercial de una especie en una pesquería mixta no puede ser estimada en forma confiable por medio de una evaluación independiente es el de la sardina Sudafricana. La mayor parte de los desembarques de sardina Sudafricana juvenil son el resultado de captura incidental cuando se apunta a la anchoveta. Esta fauna acompañante depende básicamente de la cantidad de anchoveta cogida junto con la fracción de sardina juvenil en cardúmenes de anchoveta, y no de la abundancia misma de sardina juvenil, lo que hace que la estimación de selectividad para esta fauna acompañante sea inapropiada (de Moor y Butterworth 2015).

Las interacciones biológicas y tecnológicas en las pesquerías de anchoveta de la zona centro-sur y de sardina deberían, sin embargo, no ser ignoradas cuando se establecen límites de captura, ya que las capturas de cada recurso no pueden ser maximizadas independientemente unas de otras. Un método robusto de lograr esto sería mediante la Evaluación de la Estrategia de Manejo (por ejemplo, Butterworth 2007, De Oliveira et al. 2008, Punt et al. In Press), donde se prueban mediante pruebas de simulación Reglas de Control de Captura para establecer límites de captura para una pesquería mixta de sardina y anchoveta. Algo relevante en este proceso sería simular dentro del Modelo de Implementación (Modelo de Operación) las interacciones que se presentan en las capturas reales tomadas de las dos especies como resultado de la configuración de los límites de captura. Por ejemplo, el Modelo de Implementación que se usó cuando se desarrolló el Procedimiento Conjunto de Manejo de

Sardina Sudafricana y anchoveta incluyó la simulación del cierre de la pesquería de anchoveta si se hubiera llegado al límite de captura incidental de la sardina (de Moor and Butterworth In press).

Se **recomienda**, entonces, que cuando se desarrollen consejerías de manejo para la sardina y anchoveta de la zona centro-sur las simulaciones acerca del impacto de los futuros límites de captura recomendados consideren las interacciones de la captura de un recurso al que se apunta por una parte, y a la fauna acompañante por otra. Se podrían emplear los datos históricos de captura para estimar tales relaciones. Se **recomienda** el empleo de una Evaluación de Estrategia de Manejo para desarrollar esta consultoría.

4.9 Implementación del Modelo

Para revisar la configuración del modelo revise si éste está correctamente implementado y si su desempeño ha sido evaluado en base a ejecuciones de un modelo adicional solicitadas durante el taller.

Se estimaron los parámetros del modelo mediante la reducción de la función objetivo, que consiste en la combinación de la verosimilitud logarítmica negativa y la distribución a priori de probabilidad conjunta. La minimización se realizó con el software AD Model Builder (Fournier et al. 2012). Se revisó el código, aunque esto fue restringido parcialmente debido a complicaciones en la traducción. Las ejecuciones adicionales del modelo llevadas a cabo durante el taller de revisión indicaron que el modelo reaccionó de la forma esperada frente a los ajustes en la ponderación de las diferentes fuentes de datos y frente a los cambios en la tasa de mortalidad natural y variabilidad en el reclutamiento.

Las ecuaciones de verosimilitud logarítmica empleadas en el modelo de evaluación de stock emplean el método de ignorar el término $\sqrt{2\pi\sigma^2}$ como una constante en la verosimilitud lognormal. Esto es el procedimiento estándar cuando los CVs observados son fijos. Sin embargo, este enfoque resultaría en funciones objetivas que no son directamente comparables entre algunas pruebas de sensibilidad alternativas. Por ejemplo, una ejecución de modelo alternativo llevada a cabo durante el taller de revisión empleó las estimaciones de CVS del crucero acústico anual (**Table 3**) al contrario de la presunción del caso base de un CV=0.3 para todos los cruceros. En esta situación, sería incorrecto comparar directamente las verosimilitudes lognormal producidas sin el término $\sqrt{2\pi\sigma_y^2}$. De esta forma, es **recomendable** que se empleen los pdfs apropiados como funciones de verosimilitud, para evitar establecer posiblemente comparaciones incorrectas entre la capacidad que tiene los modelos alternativos para ajustarse a los datos. En otro ejemplo, Zúñiga y Canales (2014), comparan las contribuciones a la función objetivo entre el “caso base previo” (Febrero de 2014) y el “caso base actual” (Julio de 2014). Aunque esto no ejerció influencia con respecto a las inferencias que realizaron los autores, estas comparaciones directas son inapropiadas para las series de tiempo de DEPM en las cuales se asumen diferentes CVs invariables con respecto al tiempo.

Los reclutamientos anuales se calculan como desviaciones de distribución lognormal con respecto al reclutamiento en el año inicial, con una corrección para un sesgo lognormal. Sin embargo, la corrección aplicada para el sesgo fue errónea. Un error similar se aplica a las desviaciones con respecto al equilibrio de la estructura de edad en el año inicial. Es **recomendable** que la ecuación para el reclutamiento anual sea la siguiente:

$$N_{a=0,t} = R_0 e^{\varepsilon_t - 0.5\sigma_R^2}$$

Y la ecuación para números iniciales a la edad sea:

$$N_{a,t=1} = R_0 e^{-aM} e^{\varepsilon_a - 0.5\sigma_R^2}$$

Nótese que las distribuciones normales a priori para ε_t y ε_a no necesitan tener la misma varianza. Además, las distribuciones priores para $\varepsilon_a \sim N(0, \sigma_R^2)$ estaban ausentes en la descripción del modelo y en el código.

La biomasa predicha por el modelo en la época del crucero acústico para modelos del tipo de evaluación de stock anual que se está revisando se calcula como función del producto con respecto a todas las edades de los números a la edad en la época del crucero (tomando en consideración la mortalidad natural y de pesca ocurrida entre el 1° de Enero y la época del crucero) multiplicada por el peso a la edad. Esto se multiplica entonces por el coeficiente de capturabilidad (sesgo del crucero). El modelo aquí revisado incluyó la ponderación adicional del número a la edad por la selectividad a la edad de los lances del crucero. Sin embargo, la selectividad a la edad de los lances del crucero considerada cuando se calculan las proporciones la edad predichas por el modelo en el crucero refleja la selectividad de la red de cerco de la flota. Inversamente, las señales acústicas estudian toda la biomasa cubierta, y no están sujetas a esta selectividad. Se sugirió durante el taller de revisión que la inclusión de la selectividad a la edad en el cálculo de la biomasa predicha del crucero por el modelo era razonable, porque se emplearon las frecuencias de talla provenientes de los registros de lances del crucero en el cálculo de la estimación de biomasa del crucero. Más bien se debería considerar la influencia de la selectividad del crucero (más correctamente por talla que por edad) en conjunto con la fuerza del blanco en el proceso de estimación de la biomasa del crucero. Se **recomienda** que se elimine la selectividad a la edad de las ecuaciones empleadas para calcular la biomasa del crucero predicha por el modelo.

El modelo ha sido configurado como un modelo de tipo Bayesiano con distribuciones a priori para todos los parámetros estimables. Sin embargo, los resultados sólo se calculan en la moda posterior conjunta y la varianza de las salidas del modelo se aproxima a partir de los SEs basados en el método Hessiano. Las modas posteriores marginales de los parámetros estimados, sin embargo, pueden diferir de aquellas estimadas mediante la moda posterior conjunta. Ya que el modelo ya está codificado en el Software AD Model Builder (Fournier et al. 2012), se **recomienda** que se empleen las Cadenas de Markov de Monte Carlo para estimar los pdfs a posteriori de todos los parámetros del modelo y los parámetros adicionales que sean de interés.

4.10 Recomendaciones

Mejoras recomendadas para el proceso de evaluación (de estudios y programas de investigación) que pudiesen en última instancia llevar a una reducción de la incertidumbre en cuanto al status del stock.

En esta sección se resume y se agrupa la mayoría de las recomendaciones que ya se han detallado anteriormente en este informe.

Al suponer una fecha de nacimiento designada para el día 1° de Enero, la proporción a la edad 0, especialmente durante el primer año de vida podrían subestimar a los reclutas del año. Se **recomienda** que la fecha de nacimiento designada empleada en calcular la edad de la anchoveta de la zona centro-sur se haga corresponder con el máximo desove en agosto en vez del 1° de enero.

Para lograr mantener una serie de tiempo comparable de índices de abundancia en los dos cruceros acústicos a lo largo del tiempo, se **recomienda** que las estimaciones del crucero de abundancia excluyan la abundancia proveniente de los estudios costeros en los años en que estos estudios costeros se realizaron. Además, las estimaciones de abundancia de los cruceros PELACES del 2003 y del 2005 deben ser excluidas de la serie de tiempo PELACES. Se **recomienda** que se empleen los CVs asociados a las estimaciones de abundancia del crucero anual (en vez de un valor CV invariable según el tiempo y el estudio CV=30%), y esto debería calcularse usando el mismo método para todos los años. Se **recomienda** la realización de un Taller de Trabajo sobre revisión de estudios acústicos. Este podría considerar, entre otros, los siguientes temas: i) la estimación de un sesgo de orilla (o costero) para aplicar a todos los cruceros, considerando los años y estudios para los que se ha realizado simultáneamente un crucero costero junto a un crucero estándar con el *Abate Molina*; ii) consideración de una cobertura tanto espacial como temporal realizada por el crucero con respecto a la distribución de la biomasa total de anchoveta y iii) la cuantificación de probables factores de error del crucero acústico. Se **recomienda** que se revisen las distribuciones a priori del sesgo del crucero, siguiendo los resultados de iii), que puede permitir la estimación de distribuciones a priori informativas.

Se **recomienda** también que se desarrolle un nuevo modelo de evaluación de stock para la anchoveta de la zona centro-sur de la siguiente forma. Este modelo contendrá aspectos tanto de los modelos semestrales como anuales, junto con varias recomendaciones nuevas. Donde las recomendaciones se crucen con los supuestos actuales en el modelo anual/semestral, se anotará entre paréntesis cuadrados:

- Asume, como base, un modelo dinámico de población estructurado en cuanto a la edad [anual/semestral].
- Asume una fecha de nacimiento del 1° de agosto para que exista correspondencia con la sincronización del punto máximo del desove y la estimación de la biomasa desovante. Todas las anchovetas, entonces, se modelarán según la edad con fecha 1° de agosto cada año.
- Se modelará un solo reclutamiento cada año [anual] con fecha 1° de agosto. En

realidad, la reproducción y el reclutamiento se extienden a lo largo de unos pocos meses. Esta variabilidad puede explicarse parcialmente por la gran distribución que se produce en cuanto a la talla según la edad 0 (ver a continuación).

Si el ajuste del modelo a los datos de frecuencia de talla es insuficiente, y, especialmente, si la naturaleza bi-modal de las frecuencias de talla del estudio no es fácilmente reproducida por el modelo, se puede modelar una segunda cohorte de reclutamiento en una etapa posterior en este proceso de desarrollo del modelo. Se podrían considerar dos métodos: i) Suponer que se produce un solo reclutamiento cada año (que se compararía con la biomasa desovante en cualquier relación stock-recluta), con desviaciones lognormal con respecto a un reclutamiento promedio y un porcentaje invariable en el tiempo de este reclutamiento que ocurriría el 1° de Agosto con el resto en verano. ii) Suponer que el reclutamiento en Agosto fluctúa en forma lognormal con un reclutamiento promedio en Agosto y un reclutamiento en el verano, que fluctúe en forma lognormal con respecto al reclutamiento normal de verano. Un primer paso sería asumir que la desviación anual en cuanto a reclutamiento es la misma tanto en agosto como en verano en una misma temporada, pero diferente entre años. Esto podría reflejar, por ejemplo, condiciones ambientales generalmente favorables o desfavorables que afecten el desove y/o el reclutamiento para toda la temporada. Una alternativa si los datos son los que permiten llevar a cabo la estimación, sería estimar las desviaciones del reclutamiento en agosto, en forma independiente a aquellos seguimientos de verano.

- La fecha con la cual la biomasa predicha por el modelo (sujeta a sesgo/coeficiente de capturabilidad) se calcula para emplearse en la probabilidad para comparar contra las estimaciones de biomasa del estudio RECLAS debería corresponder muy cercanamente al punto medio de la sincronización de todos los estudios RECLAS empleados en la evaluación. En el Taller se sugirió que esto se haga el 15 de enero. .
- La fecha en la que se calcula la biomasa predicha por el modelo (sujeta a sesgo/coeficiente de capturabilidad) para ser empleada en la verosimilitud para comparar contra las estimaciones de biomasa debería corresponder estrechamente al punto medio de la sincronización de todos los cruceros PELACES empleados en la evaluación. En el Taller se sugirió que esto se haga el 15 de abril.
- Se agrupa la captura en tres períodos; desde el 1° de agosto hasta mediados de enero, desde mediados de enero hasta mediados de Abril, y desde mediados de Abril hasta el 31 de Julio. Así, habría tres pasos de tiempo modelados cada año, y coincidiría con i) desove y reclutamiento (1° de agosto), ii) el crucero RECLAS (15 de enero) y iii) el crucero PELACES (15 de abril). Esto explicaría mejor la dispersión no-uniforme de la captura a lo largo del año (**Figure 3**), y la captura sustancial que ocurre entre los dos cruceros. Sería más simple emplear la ecuación de captura de Pope en vez de la de Baranov al hacer este cambio.
- Se ajusta el modelo directamente a la proporción a la talla comercial y de crucero en vez de emplear los datos de proporción a la edad [semestrales], y así se evitan errores que podrían resultar de alguna inconsistencia entre los supuestos empleados con el proceso de asignación de edad usando una fecha de nacimiento designada que corresponde al 1° de Enero y los supuestos del modelo.
- Se debería re-evaluar los tamaños de muestras empleados en las verosimilitudes multimodales para ponderar la influencia de las proporciones a la talla en las evaluaciones usando el método de Francis (2011).

- Estimar los números a la talla predichos por el modelo mediante la multiplicación de los números a la edad por la distribución de talla a la edad. Esta distribución de talla a la edad es una distribución normal con respecto a la curva de crecimiento de von Bertalanffy [semestral].
- Donde se hayan estimado los parámetros de la curva de crecimiento de von Bertalanffy suponiendo una fecha de nacimiento designada para el 1° de Enero, estos parámetros deberían volver a estimarse suponiendo una fecha de nacimiento del 1° de Agosto y los datos empleados para estimar la curva de crecimiento de von Bertalanffy debería consistir de pasos de tiempo (al menos) mensuales en vez de pasos de edad con enteros.
- Los parámetros de la curva de crecimiento de von Bertalanffy deberían estimarse dentro del modelo en vez de hacerlo en forma fija, empleando distribuciones a priori basadas en estudios de crecimiento disponibles (**Table 2**, modificada de acuerdo al punto previo). Esta sugerencia sigue a una presentación que se hizo en el taller donde se reveló que faltaba información con respecto a especímenes pequeños cuando se estimaban los parámetros de la curva de crecimiento. En contraste, los datos de proporción a la talla empleados en las evaluaciones incluye una cantidad sustancial de individuos pequeños (**Figure 9, Figure 10, Figure 11**) que podrían ser de utilidad para la estimación de una curva de crecimiento apropiada para esta evaluación.
- Se esperaría que la varianza en la distribución normal de la talla a la edad con respecto a la media de la curva de crecimiento de von Bertalanffy fuera mayor para la edad 0 en comparación a peces con más edad en esta especie de ciclo de vida corta. Esta variabilidad refleja no sólo la variabilidad típica de la talla a la edad, sino también incorpora la variabilidad resultante del reclutamiento real ocurrido durante un cierto período de tiempo, en vez de sólo considerar lo ocurrido en una fecha de nacimiento designada para el 1° de Agosto, junto con el rápido crecimiento experimentado durante el primer año de vida. Esta varianza debe ser estimada ya sea en forma separada para cada grupo de edad (posiblemente asumir lo mismo para edades 2+), o bien, suponer que es inversamente proporcional a la edad.
- Conviene emplear relaciones de madurez a la talla y peso a la talla en vez de relaciones en base a la edad [semestral]. Los cambios anuales de peso con respecto a la talla podrían ser informados mediante la información del peso promedio extraída de los cruceros.
- Estimar la selectividad comercial y de crucero de acuerdo a la talla en vez de la edad.
- Por diseño, la selectividad a la talla del crucero debería ser relativamente uniforme y reflejar la falta de intencionalidad que podría ocurrir en la pesquería. La desviación de la uniformidad en estos estudios refleja la selectividad asociada con los lances de pesca, de los cuales se obtienen las muestras para obtener datos de frecuencia y talla para los cruceros. Esta selectividad podría resultar de, por ejemplo, el tamaño de la malla de la red, que permite el escape de los peces pequeños o la evasión de especímenes mayores. En cambio, la estimación de biomasa del crucero es el resultado de densidades acústicas observadas y esto no está directamente influenciado por la selectividad (del lance de pesca). De este modo, la ecuación para estimar la biomasa predicha por el modelo en la época del crucero no debería incluir una selectividad (de lance) a la talla del crucero.
- Asumir que la selectividad comercial y del crucero es contante entre años [anual]. Podría haberse producido un cambio en el objetivo de la industria en cuanto a las expectativas de la pesca de anchoveta después de la introducción de las cuotas desde el año 2001. Se deben revisar los residuales de los ajustes del modelo con respecto a la proporción a la edad comercial en busca de patrones que pudieran sugerir un

cambio en la selectividad comercial requerida pre y post 2000 durante una etapa posterior dentro del desarrollo de esta evaluación. Las curvas de selectividad comercial a la edad estimada por el modelo semestral varió tremendamente entre semestres y años. Sería útil evaluar si existe alguna tendencia en, por ejemplo, el 50% de selectividad a través del tiempo que pudiera sugerir que sí hubo un cambio en la selectividad a través del tiempo.

- Existen cambios en la distribución espacial de las capturas durante el año. Esto podría causar un impacto importante con respecto a la distribución de tallas de las capturas, ya que el crucero acústico muestra un incremento gradual en la talla promedio de la anchoveta desde la zona norte hacia el sur, lo que sugiere que los reclutas se agregan más hacia el norte mientras que el desove y la alimentación ocurren más hacia la zona sur (com. pers. de Godoy). Además, existen sub-áreas que se cierran para proteger en forma separada a los desovantes y a los reclutas en diferentes períodos durante el año. En una etapa posterior del desarrollo de este modelo sería apropiado suponer que la selectividad a la talla difiere durante el año. Un punto de partida podría ser el suponer que existe una selectividad diferente para cada uno de los tres pasos de tiempo en el modelo. Se prefiere contar con información *a priori* para entregar los puntos de quiebre en los cambios intra-anales de selectividad. Con este objeto, se recomienda que se compare la estructura espacial de la flota con respecto a la distribución de la anchoveta y los cambios de la estructura de tallas por sub-área a lo largo del año.
- Las embarcaciones de la flota industrial difieren en cuanto a tamaño y artes de pesca de la flota artesanal. Además, las áreas de pesca primarias de estas dos flotas no se superponen, ya que los desembarques de la pesca industrial se realizan en Valdivia y la mayoría de la actividad de la flota artesanal ocurre en Talcahuano. La distribución de tallas de las capturas podría así diferir según la flota considerando que los datos de los cruceros acústicos muestran un aumento gradual en la talla promedio de la anchoveta desde el norte hacia el sur (com. pers. de Godoy). En una segunda etapa del desarrollo de este modelo, podría ser apropiado asumir que la selectividad a la talla difiere entre las flotas, para explicar estas diferencias espaciales y de artes de pesca.
- Probar si el modelo puede estimar el número a la edad en el año inicial para surgir desde un equilibrio explotado con la F inicial estimable, en vez de estimar desviaciones por la edad con respecto a un equilibrio no explotado. Si todavía se estiman las desviaciones por edad con respecto a un equilibrio no explotado, se deben incluir las distribuciones a priori para $\varepsilon_a \sim N(0, \sigma_R^2)$ en la función objetivo.
- Calcular el reclutamiento anual con la siguiente corrección de sesgo lognormal:

$$N_{a=0,t} = R_0 e^{\varepsilon_t - 0.5\sigma_R^2}$$
- Emplear pdfs apropiados en las verosimilitudes.

Un informe de evaluación de stock debería reconocer en forma adecuada las áreas clave de incertidumbre en la evaluación. Donde existen áreas clave con incertidumbres no resueltas, tales como cambios hipotéticos en mortalidad natural a través del tiempo, o modelos que se ajusten a conjuntos de datos en conflicto o alternativos, lo más apropiado podría ser presentar resultados para un Conjunto de Modelos de Referencia (Rademeyer et al. 2008). Evaluar la sensibilidad existente frente a las áreas claves de incertidumbre puede ser evaluada ejecutando una cierta cantidad de pruebas de sensibilidad. Se **recomienda** que la evaluación

de stock de la anchoveta de la zona centro-sur considere las siguientes pruebas de sensibilidad (además de otros que los científicos locales pudieran sugerir):

- Tasas de mortalidad natural alternativas invariables en el tiempo; y posiblemente, diferentes tasas de mortalidad natural entre juveniles y adultos.
- Variabilidad alternativa asumida para las desviaciones del reclutamiento promedio.
- Una mayor/menos serie de tiempo de datos de captura desde 1998 hasta 2001, que refleje la incertidumbre permanente después de las correcciones de la información errónea sobre el jurel. Esta opción es preferible al hecho de asumir un CV mayor para los datos de captura comercial desde 1998 hasta 2001.
- Establecer como año inicial el 2000 (partiendo con un equilibrio explotado), de este modo se excluye la información de captura pre-2000 que podría no ser tan precisa como la post-2000, aunque aun así influir en el reclutamiento promedio empleado en proyecciones para recomendaciones de manejo del recurso.
- Un escenario que modele un paso adelante el descarte desde cero antes de 2005 hasta el porcentaje de la captura entre 2005 y 2014, que refleje la preocupación con respecto a que el descarte pudiera haber aumentado debido a la aplicación de las cuotas de anchoveta.
- Configuraciones paramétricas alternativas para la selectividad a la talla. Mientras que de la baja proporción de edad 3+ en el desembarque comercial de anchoveta, podría ser un reflejo de su alta mortalidad natural, sería prudente probar la sensibilidad con una curva de selectividad en forma de domo que muestre, por ejemplo, la intensión de pesca en áreas de reclutamiento en vez de áreas de desove/alimentación. 90-95% de todos el desembarque ocurre solo entre las Regiones V y VIII, en vez de ocurrir en todo el rango de distribución desde la V Región hasta la X. Por ejemplo, se podría asumir una curva normal doble en vez de una logística, que permitiría que el modelo estimara si existe un domo o un límite asintótico en tallas más grandes, en base a datos disponibles. La sensibilidad del modelo frente a estas formas paramétricas podría ser dependiente de la tasa de mortalidad asumida y de esa forma debería probarse en oposición a más de una alternativa de tasa de mortalidad natural fija.

Se **sugiere** que se emplee la técnica de la cadena de Markov de Monte Carlo para estimar los pdfs a posteriori de todos los parámetros del modelo y los parámetros adicionales que sean de interés. Esto contribuirá a estimar en forma más adecuada la media de los parámetros y las varianzas de las medias, en vez de la estimada usando los SEs basado en la Hessiana.

Se **recomienda** que el manejo de este recurso altamente variable y de corta vida se aleje de los puntos de referencia basados en la estimación incierta de B_0 , y se traslade hacia el uso de estimaciones de biomasa más contemporáneas (y precisas) tales como los RPs. Además, se puede considerar el riesgo para el recurso mediante la comparación de proyecciones futuras bajo escenarios de captura alternativos hasta escenarios futuros sin captura. Por ejemplo, si las condiciones ambientales (reclutamiento pobre) sugieren que sería poco realista el asumir un retorno a los BRP a corto plazo en un escenario sin pesca ninguna, sería irreal asumir que se puede lograr tales BRPs bajo escenarios de pesca alternativos.

Se **recomienda** que se considere en las proyecciones futuras la alta variabilidad de reclutamiento típica de este recurso. Los niveles de reclutamiento futuro escogidos deben considerar la posible influencia de niveles de biomasa desovante presentes y futuros. Se

sugiere que la recomendación de manejo considere todo el rango de incertidumbre en la evaluación de stock, llevando a cabo proyecciones en base a estimados de distribuciones de parámetros (idealmente a posteriori) en vez de estimaciones puntuales, y cubrir un Conjunto de Modelos de Referencia o incluir un rango de pruebas de sensibilidad. Se **recomienda** realizar una Evaluación de Estrategias de Manejo como marco de referencia apropiado para evaluar el riesgo existente para el recurso tomando en consideración la incertidumbre tanto estructural como paramétrica.

5. Conclusiones y Recomendaciones

Este informe contiene la revisión de la información sobre la anchoveta de la zona centro-sur en un taller que se realizó durante septiembre y octubre de 2015. El trabajo presentado para su revisión mostró en general un grado muy alto de calidad y los científicos involucrados en él – tanto quienes se encargaron de la recolección de datos como quienes se ocuparon de la evaluación de stock – deben ser felicitados por su continuo compromiso para mejorar todos los aspectos de la evaluación y manejo de la anchoveta. Se sugiere que las futuras revisiones de las evaluaciones de stock que hayan sido revisadas previamente incluyan un informe de progreso con respecto a las recomendaciones efectuadas anteriormente.

Se **recomienda** que la anchoveta de la zona centro-sur desde la V Región hasta la X ($32^{\circ}10'23''S$ hasta $43^{\circ}44'17''S$) continúe siendo evaluada y manejada como una sola unidad de manejo. Toda la información de captura y de estudio empleada en esta evaluación bajo revisión es consistente con esta hipótesis de estructura de stock. Se ha recomendado una serie de perfeccionamientos para la estructura del modelo en detalle en la Sección 4.10, y no se repiten de nuevo aquí. Se espera que la estructura fina del modelo definido en la Sección 4.10 producirá una dinámica de modelo más responsable que conduzca hacia un mejor ajuste con respecto a los datos del crucero acústico.

Zúñiga y Canales 2014 informan acerca de una capacidad de intercambio en la proporción de “reclutas” y la proporción de “juveniles” observada en el crucero cada año. Esta proporción se calcula como la proporción de individuos observados en una talla de corte fijada en los 12cm, que corresponde al tamaño en que el 50% de los especímenes están maduros (

Table 1). A pesar que esto pudiera ser una forma apropiada de cuantificar la proporción de especímenes que están maduros al momento del estudio en comparación a otros años, (nótese, sin embargo, que 12cm corresponde solamente a la talla estimada en que el 50% de los individuos están maduros), los análisis sostenidos durante el desarrollo del taller de revisión revelaron que el objetivo de reportar este hecho fue informar acerca de la proporción de individuos que son reclutas del año en la época del crucero. La talla promedio de los reclutas será mucho menor durante el crucero RECLAS del verano, en comparación al crucero PELACES de otoño. Asimismo, la misma talla de corte fija no constituye una herramienta apropiada para informar acerca de la fuerza del reclutamiento anual. Se **recomienda** que los científicos investiguen acerca de los métodos de análisis de progresión modal de clases de FiSAT (Herramientas de Evaluación de Stock de FAO-ICLARM) para calcular la proporción de individuos que en cada crucero representan a los reclutas del año

(por ejemplo, Coetzee 2006). Este método también es útil para justificar la variabilidad inter-anual en la talla promedio de los reclutas para explicar un reclutamiento temprano o tardío.

Se alienta a los científicos encargados de evaluaciones de stock a que informen acerca de todas las pruebas de sensibilidad convincentes para su trabajo. A pesar que se reconoce que los análisis de sensibilidad pueden haberse realizado en forma rutinaria, se **recomienda** el reporte transparente de cualquier incertidumbre que se observe en la evaluación de stock. Los científicos deben admitir todas las formas verosímiles de incertidumbre, de tal forma que los encargados de la administración del recurso estén conscientes de la incertidumbre que rodea el estado actual del recurso. Por ejemplo, se puede estimar el status en base a un Conjunto de Modelos de Referencia (Rademeyer et al. 2008). Esta incertidumbre también debe considerarse cuando se evalúa el riesgo para el recurso resultante de sugerencias de recomendaciones de manejo alternativas propuestas (cuotas).

A pesar que probablemente sea suficiente continuar evaluando la anchoveta de la zona centro-sur y la sardina en forma independiente, se **recomienda** que se considere las interacciones biológicas y tecnológicas existentes entre estas dos especies, cuando se desarrollen recomendaciones de manejo.

La abundancia de anchoveta de la zona centro-sur ha caído a su nivel más bajo desde el 2009, en relación a todo el período de tiempo evaluado. Aunque la evaluación revisada indica que se produjo un aumento de un 20% en la biomasa total desde 2013 hasta 2014, los análisis retrospectivos indican que el modelo tiene una cierta tendencia a sobre-estimar la biomasa en el año final. Un período sostenido de reclutamiento bajo el nivel del promedio ha restringido la capacidad de este recurso para recuperarse. Además, se muestra que aunque las tasas estimadas de mortalidad por pesca del modelo han disminuido en los últimos años, éstas permanecen más elevadas que la tasa de mortalidad natural. Dado el frágil status de este recurso, se debe dar prioridad a una evaluación de stock precisa, basada en las mejores fuentes de datos disponibles.

6. Reconocimientos

Quisiera agradecer la contribución de todos los participantes al taller de revisión (Apéndice 3), cuya valiosa ayuda y voluntad de participación me ayudaron mucho en la comprensión del trasfondo de esta pesquería y en los detalles de la evaluación de la anchoveta. Quiero agradecer también a aquellos participantes que prepararon e hicieron presentaciones en Power Point. Un agradecimiento muy especial para los científicos de evaluación de stock, especialmente a Cristián Canales y María José Zúñiga por analizar su código de evaluación conmigo y ejecutar escenarios alternativos durante el transcurso del Taller de Revisión. Aprecio la asistencia de los coordinadores de este taller, especialmente el trabajo del Dr. Billy Ernst, junto con la ayuda de Nicole Mermoud y Francisco Santa Cruz, en todos los aspectos logísticos, así como también en la traducción de muchos documentos y presentaciones de Power Point. Finalmente, quisiera expresar mi agradecimiento por la tremenda asistencia que prestó la Sra. Milka Rubio con su eficiente trabajo de traducción simultánea en todas las sesiones de trabajo.

Referencias

- Anon. 2000. Survey Errors Workshop. Benguela Environment and Fisheries Interaction and Training programme report. 4-7 December, Breakwater Lodge, Cape Town.
- Aguayo M, Soto SB. 1978. Edad y crecimiento de la sardine común, *Clupea (Strangomera bentincki)*, en Coquimbo y Talcahuano. Invest. Pesq. Inst. Fom. Pesq. (Chile) N° 28:1-55.
- Aranis A, Caballero L, Böhm G, Cerna F, Vera C, Bocic V, Gómez A, Rosson G. 2006. Informe Final “Investigación Situación Pesquería Pelágica Zona Centro-Sur 2005”. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Subsecretaría de Pesca, Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile, Chile. 163pp + Anexos.
- Aranis A, Gómez A, Mora S, Muñoz G, Ossa L, Cerna F, Valero C, López A, Machuca C, Muñoz L, Vera C, Valdebenito V, Eisele G, Ramirez. 2013. Informe Final, Convenio Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2012. Actividad 1: Seguimiento general de peces y crustáceos. Subsecretaría de Pesca, Inst. Fom. Pesq. Valparaíso, Chile. 229p + Anexos.
- Butterworth DS. 2007. Why a management procedure approach? Some positives and negatives. ICES Journal of Marine Science 64:613-617.
- Castillo J, Saavedra A, Catasti V, Leiva F, Lang C, Vargas R, Reyes H, Pizarro M, Molina E, Cerna F, López A, Núñez A, Valenzuela L, Silva J. 2013. Evaluación hidroacústica reclutamiento anchoveta sardine común entre la V y X REgiones, año 2013. Informe Final FIP 2012-12. Inst. De Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile). 307pp + Figuras y Tablas.
- Claramunt G, Herrera G, Pizarro P, Pizarro Y, Escribano R, Oliva M, Olivares A, Zuleta A. 1997. Evaluación de Stock desovante de Anchoveta I y II regions. Informe técnico FIP 96-01. Available at www.fip.cl
- Coetzee J. 2006. Proposal for survey-specific cut-offs to separate recruit from adult fish. Report No SWG/NOV2006/PEL/04. Department of Environmental Affairs and Tourism. 7pp.
- Cubillos L, Alarcón R, bucarey D, Canales M, Sobarzo P, Vilugrón L. 1998. Evaluación indirecta del stock de anchoveta y sardine común en la zona centro-sur. Informes Técnicos FIP, FIP-IT/96-10, 223pp.
- Cubillos LA, Arcos DF, Bucarey DA, Canales MT. 2001. Seasonal growth of small pelagic fish off Talcahuano, Chile (37°S, 73°W): a consequence of their reproductive strategy to seasonal upwelling? Aquat. Living Resour. 14:115-124.
- Cubillos LA, Castro LR, Oyarzún C. 2005. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardine común entre la V y X Región. Informe Técnico Fondo Investigación Pesquera FIP 2004-03. Available at www.fip.cl

- Cubillos LA, Ruiz P, Claramunt G, Gacitúa S, Núñez S, Castro LR, Riquelme K, Alarcón C, Oyarzún C, Sepúlveda A. 2007. Spawning, daily egg production, and spawning stock biomass estimation for common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central southern Chile in 2002. *Fisheries Research* 86:228-240.
- de Moor CL, Butterworth DS. 2015. Assessing the South African sardine resource: two stocks rather than one? *African Journal of Marine Science* 37:41-51.
- de Moor CL, Butterworth DS. In press. Incorporating technological interactions in a joint Management Procedure for South African sardine and anchovy. Chapter 11. In Edwards C, Dankle (Eds), *Management science in fisheries: an introduction to simulation-based methods*. Routledge. (<https://www.routledge.com/products/9781138806801>)
- de Moor CL, Johnston SJ, Brandão A, Rademeyer RA, Glazer JP, Furman LB and Butterworth DS. 2015. A review of the assessments of the major fisheries resources in South Africa. *African Journal of Marine Science* 37:285-311.
- De Oliveira JAA, Kell LT, Punt AE, Roel BA, Butterworth DS. 2008. Managing without best predictions: the Management Strategy Evaluation framework. *In Advances in Fisheries Science. 50 years on from Beverton and Holt*, pp. 104-134. Ed. by A.I.L. Payne, A.J.R. Cotter, and T. Potter. Blackwell Publishing, Oxford.
- Ferrada S, Hernández K, Montoya R, Galleguillos R. 2002. Population study of the anchovy resource (*Engraulis Ringens* Jenyns 1842) (Clupeiformes, Engraulidae), through DNA analysis. *Gayana (Concepc.)* 66(2):243-248
- Ferrada et al. 2009
- Fournier DA, Skaug HJ, Ancheta J, Ianelli J, Magnusson A, Maunder MN et al. 2012. AD Model Builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. *Optimization Methods and Software* 27:233-249.
- Francis RICC. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 68:1124-1138
- Galleguillos et al. 1994
- Gavaris S, Ianelli JN. 2002. Statistical issues in fisheries stock assessments. *Scandinavian Journal of Statistics* 29:245-267.
- Gerlotto F, Castillo J, Saavedra A, Barbieri MA, Espejo M, Cotel P. 2004. Three-dimensional structure and avoidance behaviour of anchovy and common sardine schools in central southern Chile. *ICES Journal of Marine Science* 61:1120-1126.
- Grand and Bowen 1998
- IFOP 2013. Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the international workshop, held in Viña del Mar by IFOP, December 2013. 44 p.
- IFOP 2014a. Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the second international workshop, held in Viña del Mar by IFOP, April 2014. 74 p.

- IFOP 2014b. Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the third international workshop, held in Viña del Mar by IFOP, August 2014. 67 p.
- Kell LT, Dickey-Collas M, Hintzen NT, Nash RDM, Pilling GM, Roel BA. 2009. Lumpers or splitters? Evaluating recovery and management plans for metapopulations of herring. *ICES Journal of Marine Science* 66:1776-1783.
- Kerr LA, Cadrin SX, Kovach AI. 2014. Consequences of a mismatch between biological and management units on our perception of Atlantic cod off New England. *ICES Journal of Marine Science* 71:1366-1381.
- Kirkwood GP. 1992. Annex I. Background to the development of Revised Management Procedures. Report of the International Whaling Commission 42:236-243.
- Kirkwood GP. 1997. The Revised Management Procedure of the International Whaling Commission. In Pikitch EK, Huppert DD, Sissenwine MP (eds), *Global trends: fisheries management*. American Fisheries Society Symposium 20. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society. Pp 91-99.
- Polacheck, T. 2014. Review report on the 2012 stock assessment of the common sardine (sardina común – *Strangomera bentincki*). 74 pp.
- Punt AE, Butterworth DS, de Moor CL, De Oliveira JAA, Haddon M. In Press. Management strategy evaluation: best practices. *Fish and Fisheries*.
- Rademeyer RA, Butterworth DS, Plagányi EE. 2008. Assessment of the South African hake resource taking its two-species nature into account. *African Journal of Marine Science* 30:263-290.
- RPESQ. 2013. Fraccionamiento y distribución de la cuota global anual de captura anchoveta y sardina común, regions V a X, año 2014. Informe Técnico No 193-13.
- Schwartzlose RA, Alheit J, Bakun A, Baumgartner TR, Cloete R, Crawford RJM, Fletcher WJ, Green-Fuiz Y, Hagen E, Kawasaki T. et al. 1999. Worldwide large-scale fluctuations of sardine and anchovy populations. *South African Journal of Marine Science* 21:289-347.
- Serra JR. 1983. Changes in the abundance of pelagic resources along the Chilean coast. Undersecretariate of Fisheries.
- Tarifeño E, Carmona M, Llanos-Rivera A, Casto LR. 2008. Temperature effects on the anchoveta *Engraulis ringens* egg development: do latitudinal differences occur? *Environ Biol Fish* 81:387-395.
- Valdivia IM, Chávez RA, Oliva ME. 2007. Metazoan parasite of *Engraulis ringens* as tools for stock discrimination along the Chilean coast. *Journal of Fish Biology* 70:1504-1511.
- Zúñiga, M. J., C. Canales. 2014. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2015: Anchoveta V-X regiones, 2015. Informe de estatus y cuota. 78 pp + Anexos

Tablas

Tabla 5. Parámetros de la ojiva de madurez de anchoveta, donde $L_{50\%}$ denota la talla en la cual el 50% de los individuos está maduro sexualmente (Tabla 11 de Zúñiga & Canales 2014).

Zone	β_0	β_1	$L_{50\%}$ (cm)	Method	Source
Talcahuano			12		Cubillos y Arancibia (1993)
	23.20	-2.02	11.5	SMS macroscopic	Cubillos <i>et al.</i> (1999)
	16,427	-1,370	12,0	Histology	Cubillos <i>et al.</i> (2009)
	5,26	-0.45	11,6	EMS nonlinear model	Aranis., <i>et al</i> (2006)
			12,1	SMS linear model	Aranis., <i>et al</i> (2006)

Tabla 6. Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy para la anchoveta centro-sur, según las estimaciones de la figura 14 (Cerna 2012) y otros estudios. (Tabla 1 del anexo I de Zúñiga & Canales 2014).

Study	Growth parameters			Fit type
	L_{∞}	K	t_0	
Aguayo (1976)	19,1	0,72	-0,68	vB conventional
Gili en Barria <i>et al</i> (1999)	19,6	0,46	-1,43	vB conventional
Cubillos <i>et al</i> (2001)	20,1	0,51	-0,04	vB seasonal
Cerna (2011)	18,0	0,73	-0,92	vB conventional

Tabla 7. Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta centro-sur evaluadas a partir del RECLAS de verano, PELACES de otoño y crucero invernal de huevos (Tabla 7 de Zúñiga & Canales 2014).

year	Summer survey				Autumn survey				Egg survey		
	Acoustic biomass (t)	Abundance (thousands of millions)	CV %	Method	Acoustic biomass (t)	Abundance (thousands of millions)	CV %	Method	Spawning biomass (t)	Method	CV %
2000	370.054										
2001	412.103	76.668	14	conglomerates							
2002	1.494.267	96.193	15	conglomerates					112.323	DEPM	28,9
2003	250.295	46.445	7	conglomerates	600.178						
2004	1.244.668	89.109	20	conglomerates					153.150	DEPM	36,8
2005	877.801	98.754	10	conglomerates	1.224.101				637.223	DEPM	44,1
2006	785.840	100.405	8	conglomerates	2.062.538						
2007	897.777	76.628	11	conglomerates	1.030.635				255.016	DEPM	38,0
2008	1.040.062	61.942	25	Conglomerates					313.432	DEPM	105,0
2009	184.774	43.355	12	Conglomerates	1.874.556	107.525	22	Bootstrap	73.983	DEPM	57,8
2010	17.336	6.816	7	Conglomerates	323.000	23.851	5	Bootstrap	77.613	DEPM	49,4
2011	25.864	2.750	28	Conglomerates	250.000	18.144	13	Bootstrap	109.348	DEPM	39,0
2012	100.000	13.000	14	Conglomerates	150.000	16.769	10	Bootstrap	50.772	DEPM	165,0
2013	70.990	5.368	19	Conglomerates	83.755	8.044	15	Bootstrap			
2014	116.472	9.512	5	Geoestatistical	137.375	8.692	10	Geoestatistical			

Tabla 8. Factores de error individuales para los cruceros hidroacústicos de biomasa de la sardina sudafricana, donde los valores definen la forma de trapecio de la pdfs (Anon, 2000). Notar que estos factores se aplican a la biomasa observada, es decir, estos reflejan el inverso del error multiplicativo en un modelo de evaluación de stock. Obtenido desde la Sección S3 del material suplementario de de Moor & Butterworth (2015).

Error	Minimum	Likely (lower)	Likely (midpoint)	Likely (upper)	Maximum	Nature
Calibration						
(On-axis sensitivity)	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	Variable
(Beam factor)	0.75	0.90	1.00	1.10	1.25	Constant
Surface Schooling	1.00	1.05	1.075	1.10	1.15	Variable
Target Identification	0.50	0.90	1.00	1.10	1.50	Variable
Weather Effects	1.01	1.05	1.15	1.25	2.00	Variable

Figuras

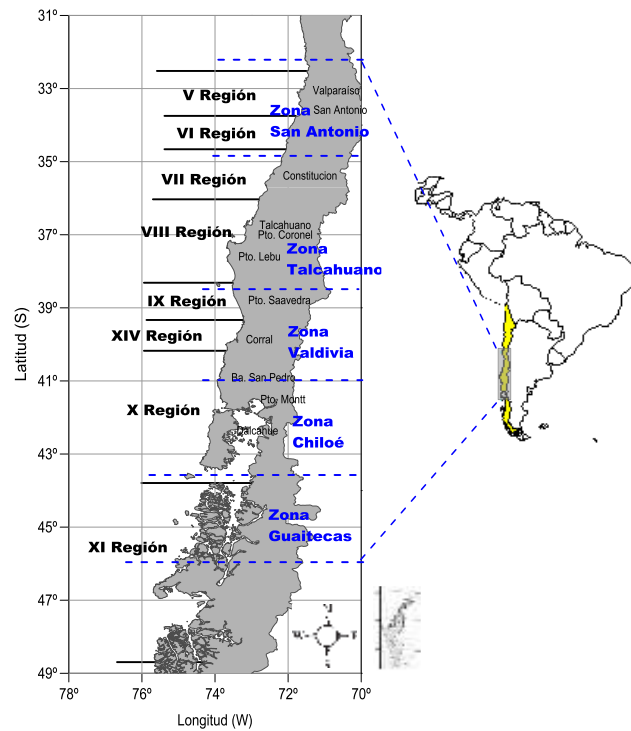


Figura 24. Zona centro-sur de aguas pesqueras chilenas que muestran las regiones V a X. Figura proporcionada por Aranís et al. durante una presentación en el taller de revisión.

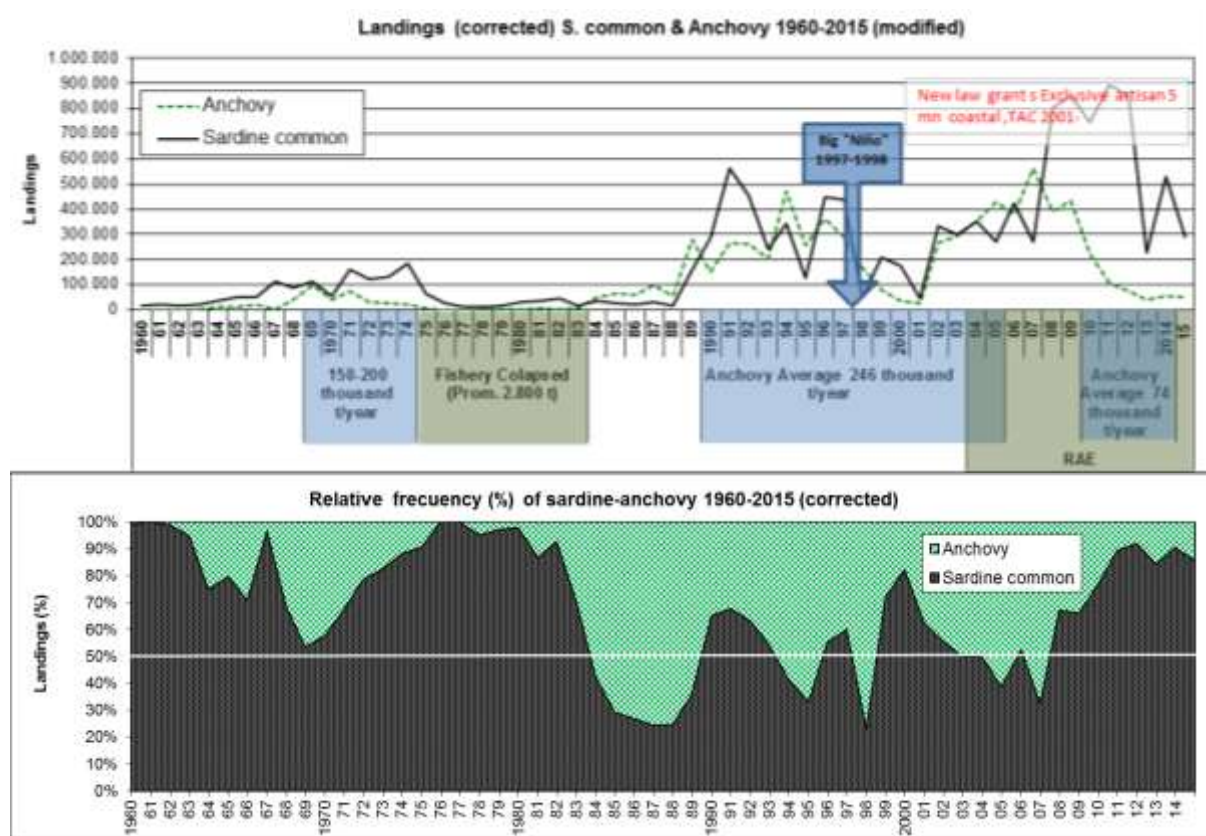


Figura 25. Desembarques corregidos de anchoveta centro-sur y sardina común en Chile. Figura proporcionada por Aranís durante una presentación en el taller de revisión.

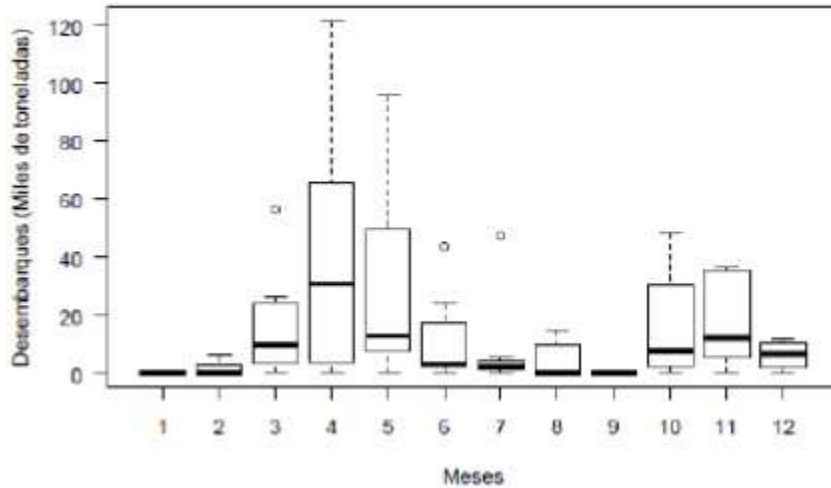


Figura 26. Desembarques promedio de anchoveta por mes entre el año 2007 y 2013. (Figura 2 del Anexo I de Zúñiga & Canales 2014).

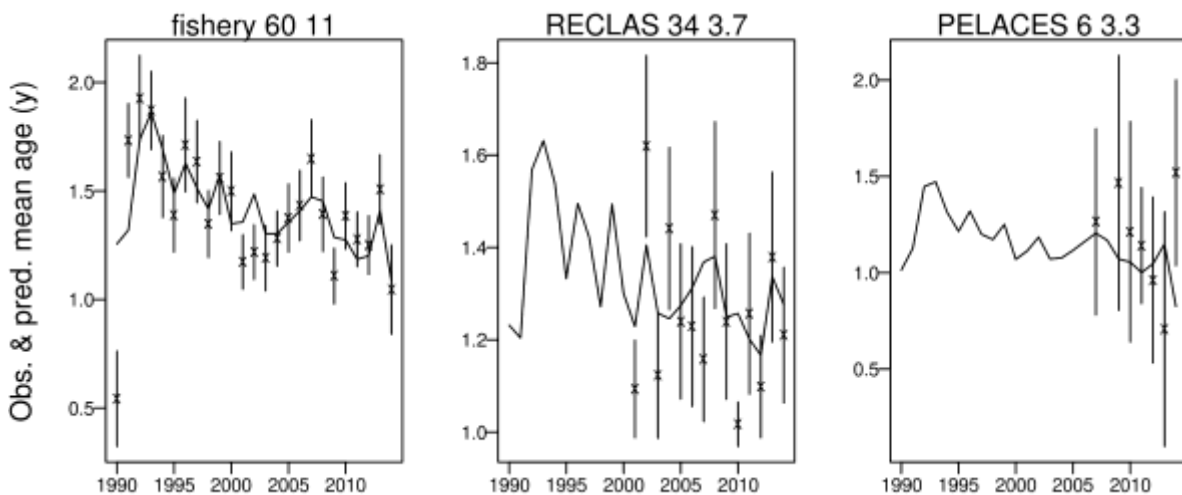


Figura 27. Edad media observada (x) y esperada (línea) para los tres set de datos de composición de edades usadas en la evaluación de stock de anchoveta centro-sur: i) proporción a la edad en las capturas comerciales anuales, ii) proporción a la edad en crucero RECLAS de verano y iii) proporción a la edad en el crucero PELACES de otoño. Las líneas verticales son los intervalos de confianza al 95% de la edad media, calculados asumiendo un muestreo aleatorio simple con tamaños de muestra en cada año de i) 60, ii) 34 y iii) 6. El método de ponderación “TA1.8” de Francis (2011) sugiere tamaños muestrales de i) 11, ii) 3.7 y iii) 3.3. El tamaño de muestra para los datos de capturas comerciales aumenta a 16 si se excluye el valor atípico del año 1990. Figuras proporcionadas amablemente por C. Francis.

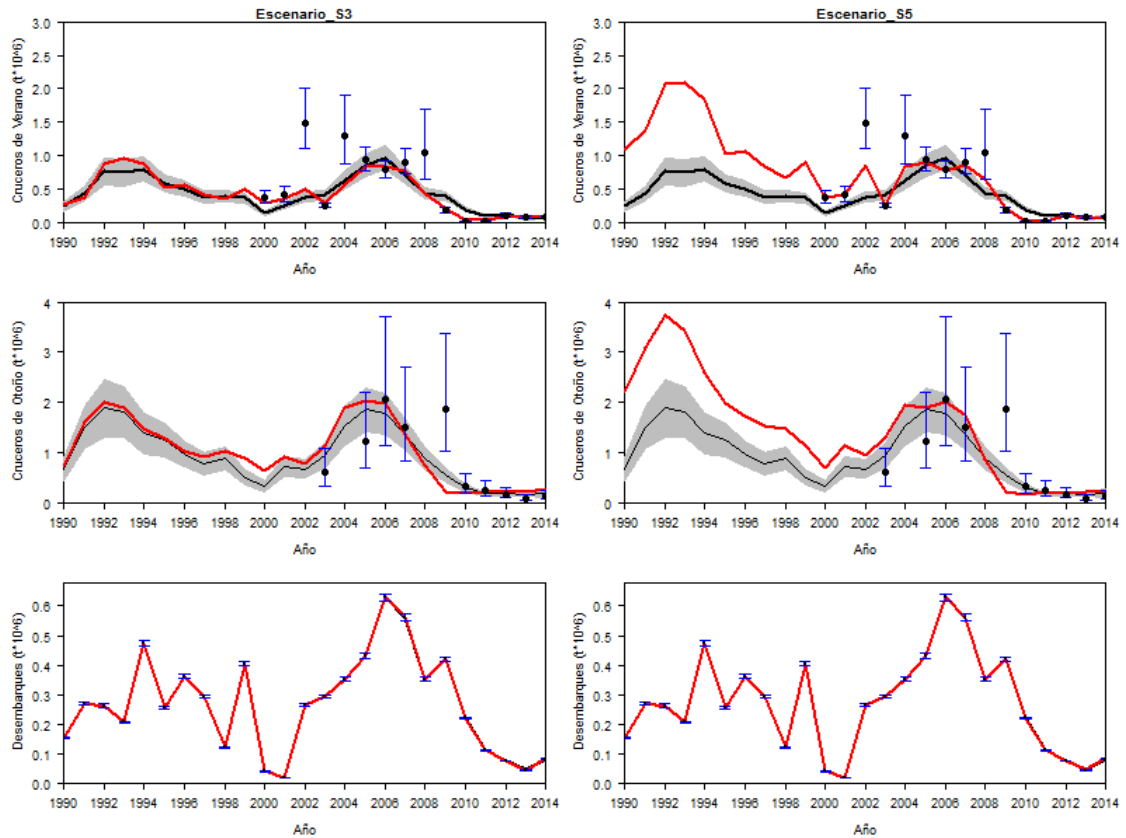


Figura 28. Comparación del modelo de caso base (asumiendo un CV invariante de 30% por año y cruceo) y del resultado [línea negra en ambos gráficos] a los obtenidos cuando los CVs del cruceo varían (Tabla 3) y los tamaños de muestra para la proporción a la edad de los cruceos son reducidos a 5 [línea roja, gráfico mano derecha]. Se muestran los intervalos de confianza al 95% de los estimados de abundancia del cruceo basados en los CV de los cruceos individuales. Los gráficos muestran: (superior) la biomasa predicha por el modelo al 1^{er} de febrero comparada con las estimaciones de abundancia a partir del cruceo RECLAS, (medio) biomasa predicha por el modelo al 1^{er} de mayo comparada con la estimación de abundancia del cruceo PELACES e (inferior) capturas anuales predichas por el modelo. Figura producida por M. Zúñiga siguiendo una corrida adicional del modelo llevado a cabo durante el taller de revisión.

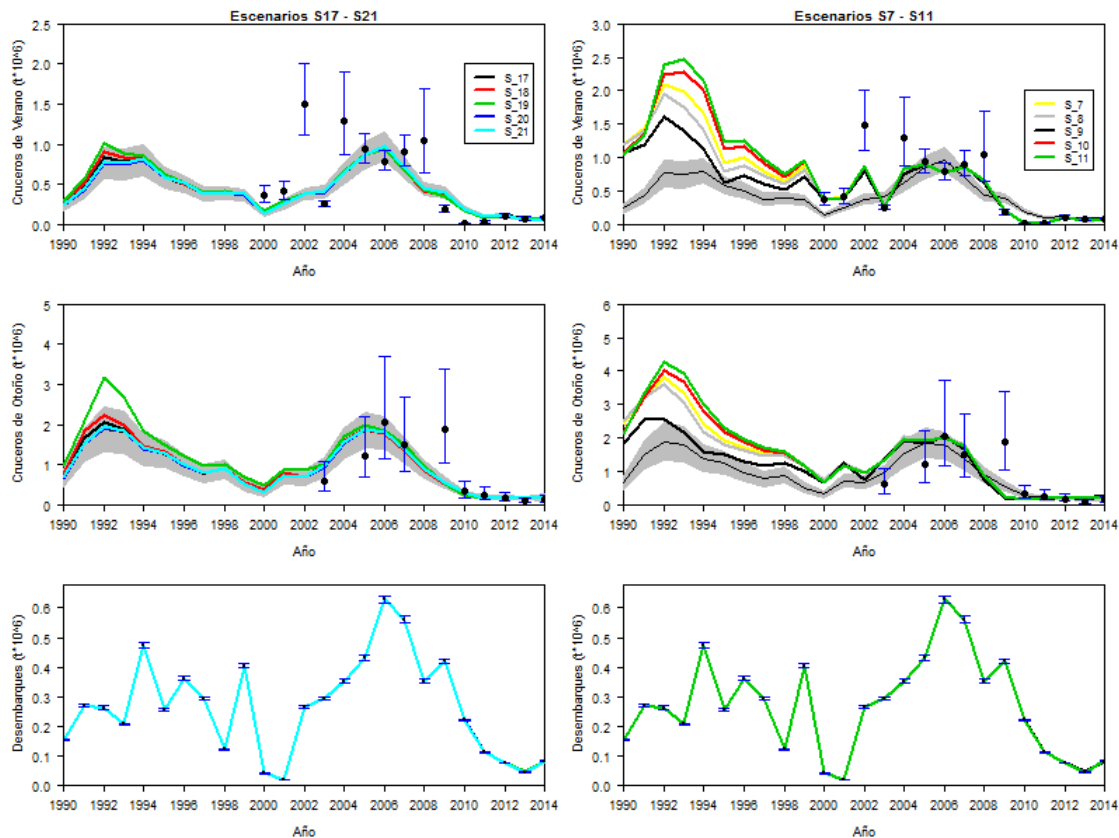


Figura 29. Comparación del modelo de caso base (asumiendo un CV invariante de 30% por año y crucero) y del resultado [línea negra en ambos gráficos] obtenido cuando S₁₇: $M=0.8$ año⁻¹, S₁₈: $M=0.19$ año⁻¹, S₁₉: $M=1.0$ año⁻¹, S₂₀: $\sigma_R=0.7$, S₂₁: $\sigma_R=0.8$ [gráfico mano izquierda], y a los obtenidos cuando S₇: $M=0.8$ año⁻¹, S₈: $M=0.9$ año⁻¹, S₉: $M=1.0$ año⁻¹, S₁₀: $\sigma_R=0.7$, S₁₁: $\sigma_R=0.8$ y los CV de los cruceros varían (Table 3) y los tamaños de muestra de la proporción a la edad del crucero y capturas comerciales son reducidos a 5 [gráfico mano derecha]. Se muestran los intervalos de confianza al 95% de los estimados de abundancia del crucero basados en los CV de los cruceros individuales. Los gráficos muestran: (superior) la biomasa predicha por el modelo al 1^{ero} de febrero comparada con las estimaciones de abundancia a partir del crucero RECLAS, (medio) biomasa predicha por el modelo al 1^{ero} de mayo comparada con la estimación de abundancia del crucero PELACES e (inferior) capturas anuales predichas por el modelo. Figura producida por M. Zúñiga siguiendo una corrida adicional del modelo llevado a cabo durante el taller de revisión.



Figura 30. Criterio utilizado para asignar los grupos de edad en la anchoveta centro-sur. Tabla suministrada por Cerna, Machuca & Lopez durante una presentación en el taller de revisión.

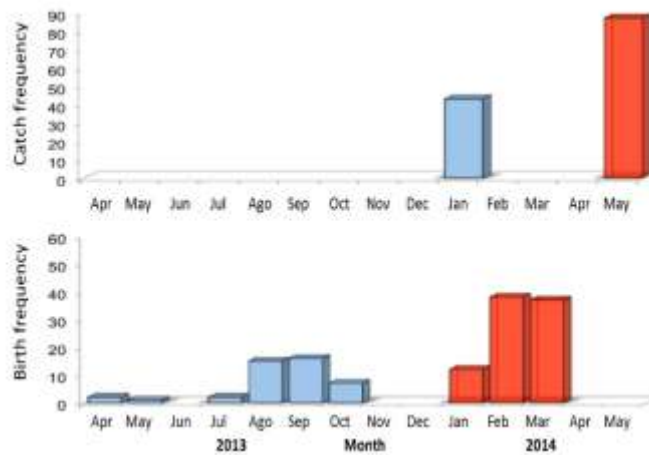


Figura 31. Distribución estimada de fechas de nacimiento de anchoveta muestreada durante enero y mayo utilizando métodos de asignación de edad diaria. Figura proporcionada por Cerna, Machuca & Lopez durante una presentación en el taller de revisión.

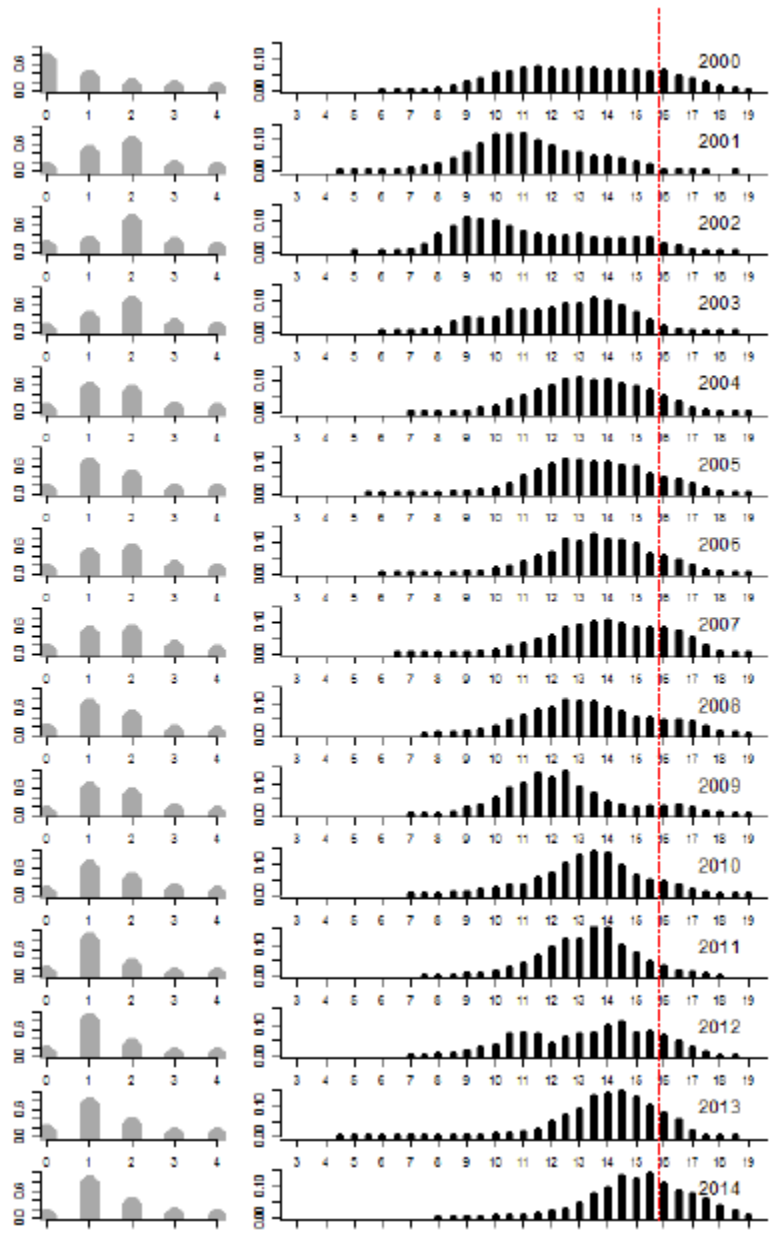


Figura 32. Proporción a la edad y proporción a la talla de las capturas de anchoveta registradas entre la V-X Regiones. (Figura 5 de Zúñiga & Canales 2014).

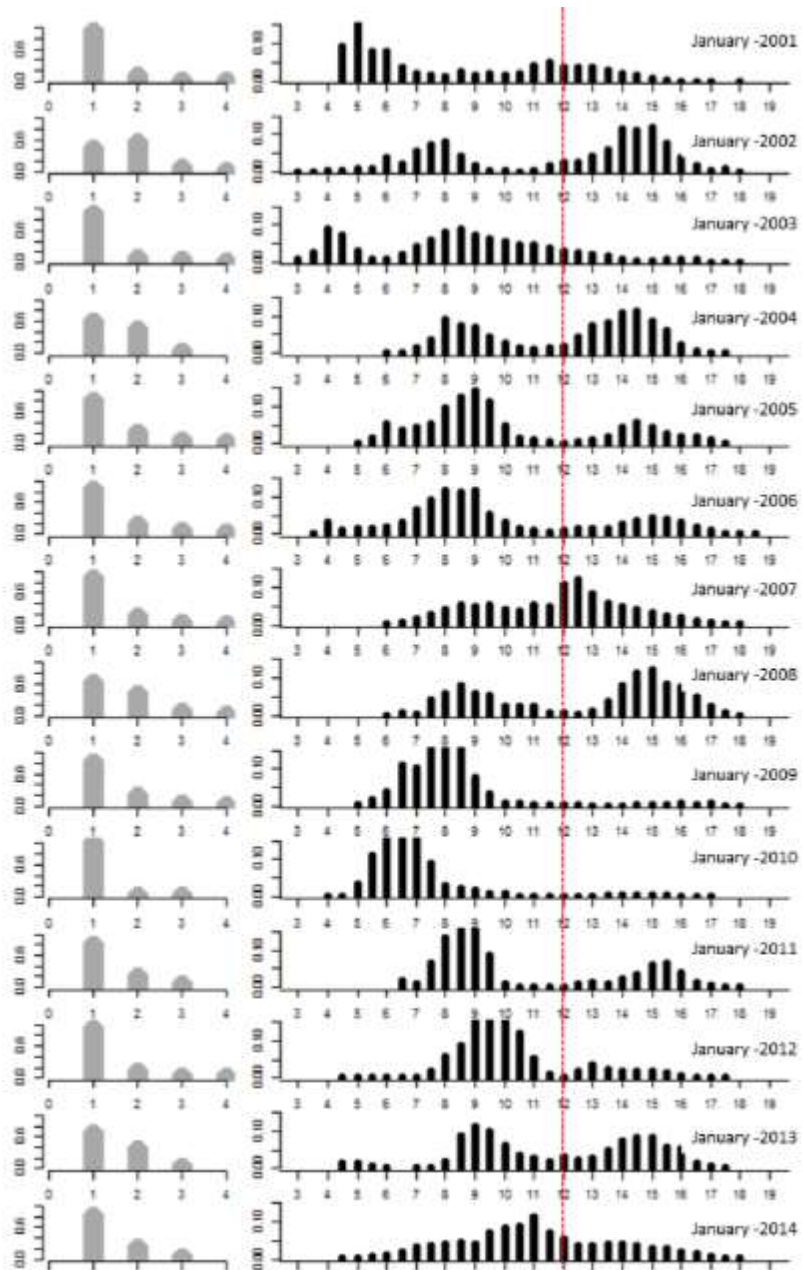


Figura 33. Proporción a la edad y proporción a la talla del crucero de verano RECLAS para anchoveta. (Figura 9 de Zúñiga & Canales 2014).

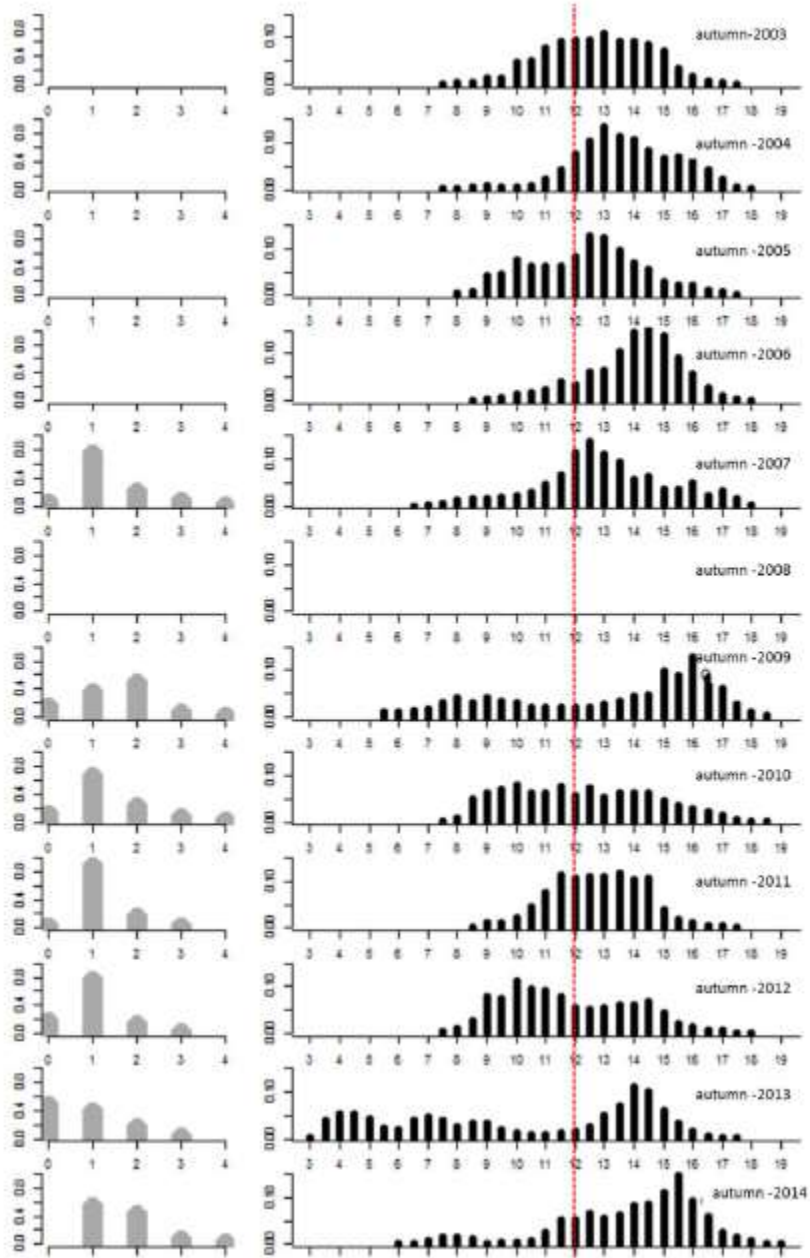


Figura 34. Proporción a la edad y proporción a la talla del crucero de otoño PELACES para anchoveta. (Figura 10 de Zúñiga & Canales 2014).

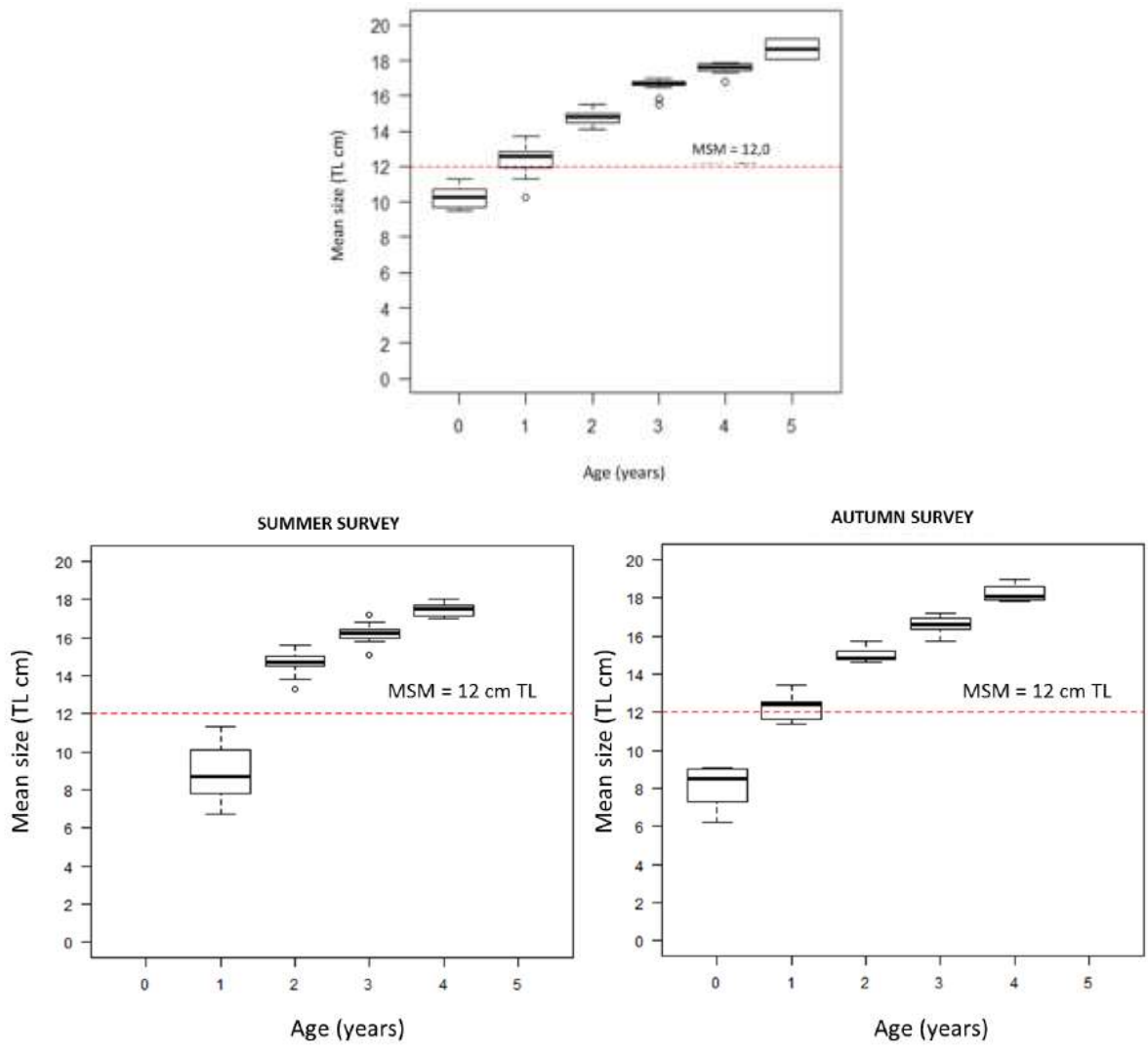


Figura 35. Talla media a la edad estimada mediante claves talla-edad para las capturas comerciales (panel superior), el crucero de verano RECLAS y el crucero de otoño PELACES. (Figura 6 y 11 de Zúñiga & Canales 2014).

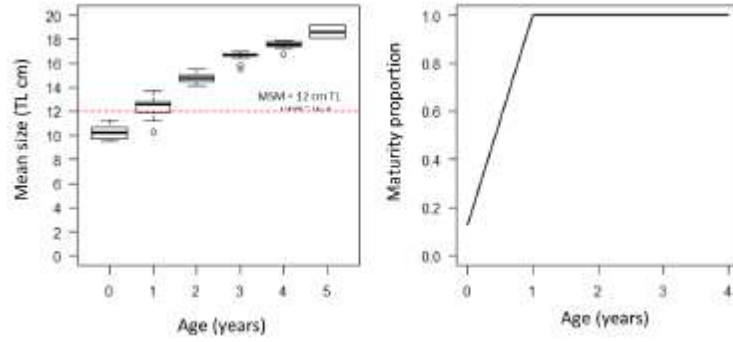


Figura 36. Talla media a la edad estimada mediante claves talla-edad de datos de capturas comerciales entre 2001-2013, y ojiva de madurez a la edad para la anchoveta centro-sur. (Figura 13 de Zúñiga & Canales 2014).

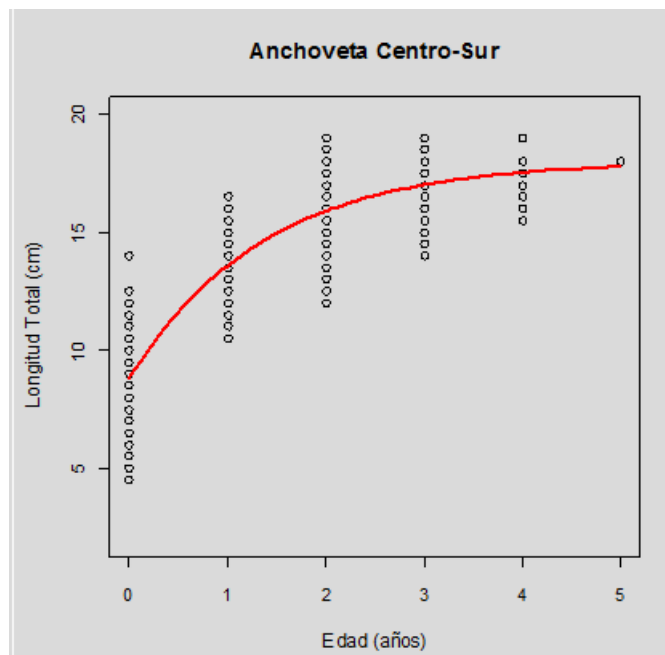


Figura 37. Curva de crecimiento de von Bertalanffy estimada a partir de data de edad de nacimiento asignada al 1^{ero} de enero.

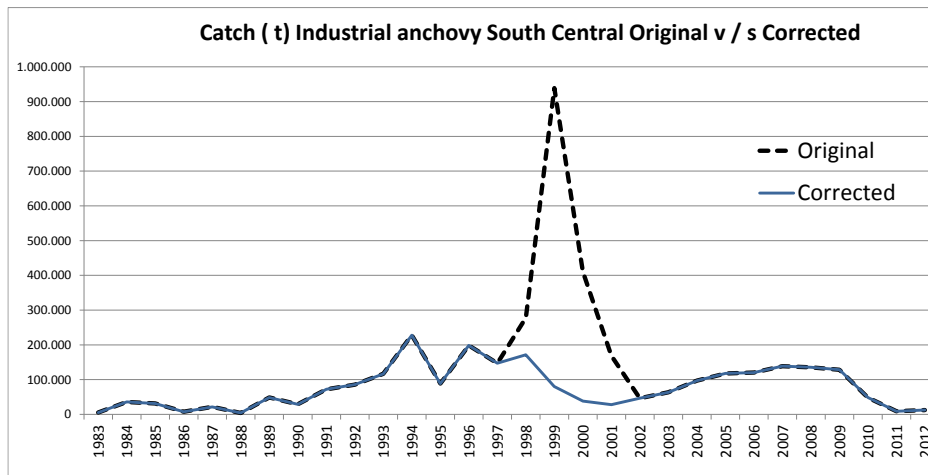


Figura 38. Desembarque industrial (en toneladas) de anchoveta centro-sur antes y después de la corrección del sub-reporte de jurel durante 1998 y 2001. Figura proporcionada por Aranis durante una presentación en el taller de revisión.

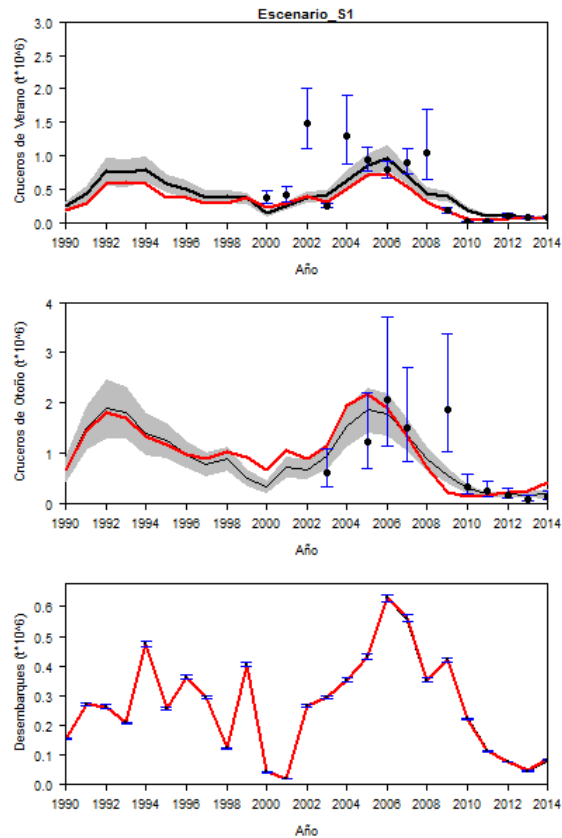


Figura 39. Comparación del modelo de caso base (asumiendo un CV invariante de 30% por año y crucero) y del resultado [línea negra] a los obtenidos cuando los CVs del crucero varían (Tabla 3) [línea roja]. Se muestran los intervalos de confianza al 95% de los estimados de abundancia del crucero basado en los CVs de los cruceros individuales. Los gráficos muestran: (superior) la biomasa predicha por el modelo al 1^{er} de febrero comparada con las estimaciones de abundancia a partir del crucero RECLAS, (medio) biomasa predicha por el modelo al 1^{er} de mayo comparada con la estimación de abundancia del crucero PELACES e (inferior) capturas anuales predichas por el modelo. Figura producida por M. Zúñiga siguiendo una corrida adicional del modelo llevado a cabo durante el taller de revisión.

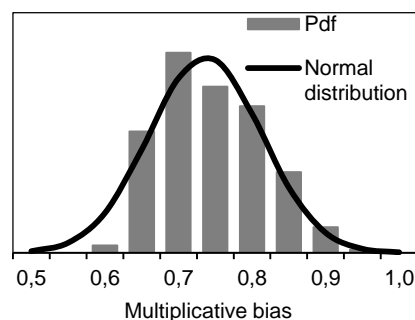


Figura 40. Función de densidad de probabilidades para el sesgo global en la estimación de la abundancia de la sardina sudafricana mediante el crucero hidroacústico, calculado mediante la toma de 10000 muestras a partir de la función de distribución de probabilidades individual de cada fuente de error constante, junto a los valores medios de la función de distribución de probabilidades de cada fuente de error variable y aleatorio. Obtenido de la Sección S3 del material suplementario de de Moor & Butterworth (2015).

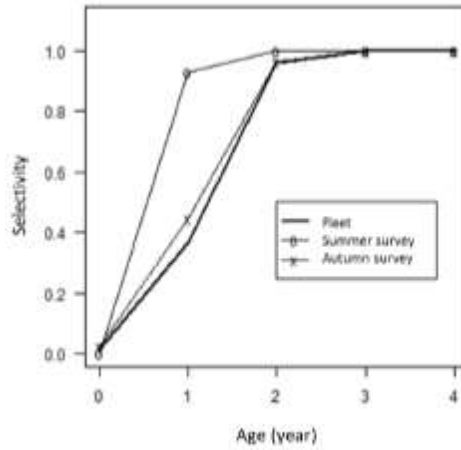


Figura 41. Selectividad a la edad estimada por el modelo para capturas comerciales y crucero acústico.

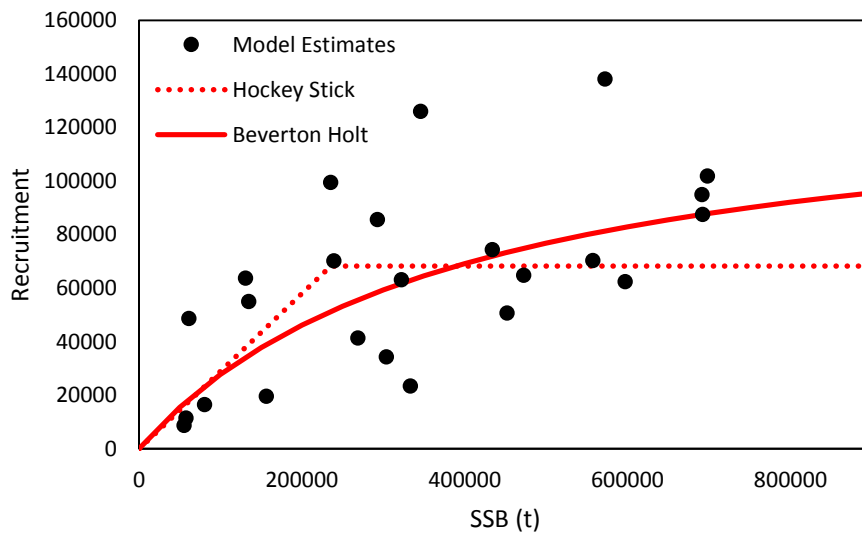


Figura 42. Biomasa desovante y reclutamiento estimado mediante el modelo de evaluación de stock de anchoveta centro-sur, con dos relaciones stock-recluta ajustadas, mostrando la probabilidad de un bajo reclutamiento en el futuro cercano dado una biomasa desovante estimada en el 2014 de ~80 000t.

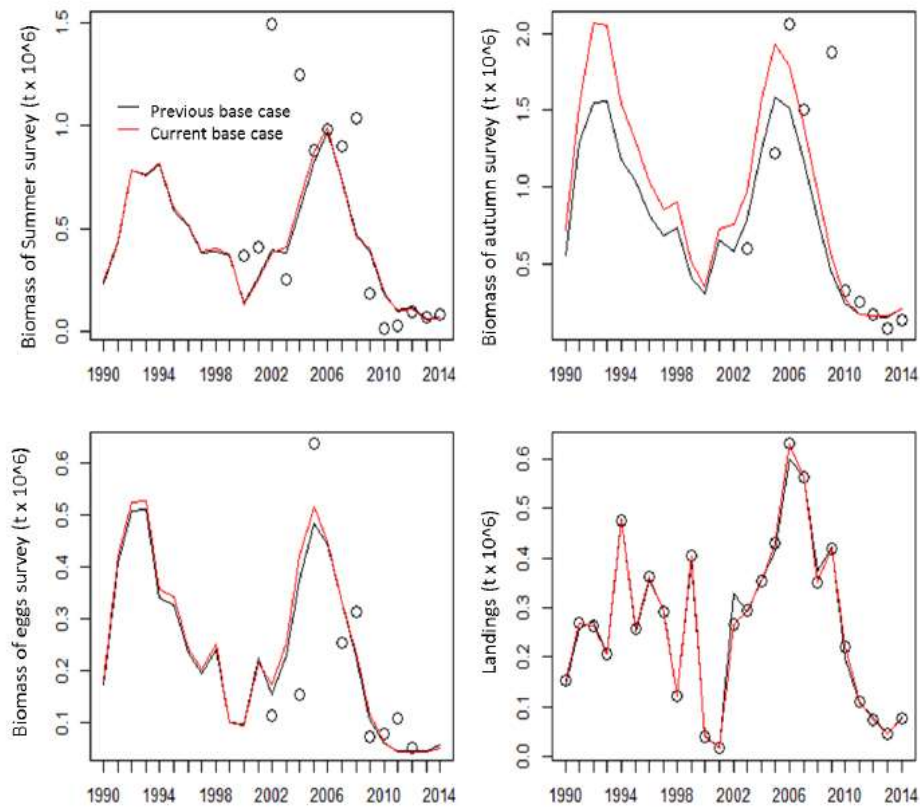


Figura 43. Comparación entre la predicción de biomasa de anchoveta centro-sur, según el modelo de evaluación de stock con el caso base previo y el nuevo (Figura 1 del Anexo IV de Zuñiga & Canales 2014).

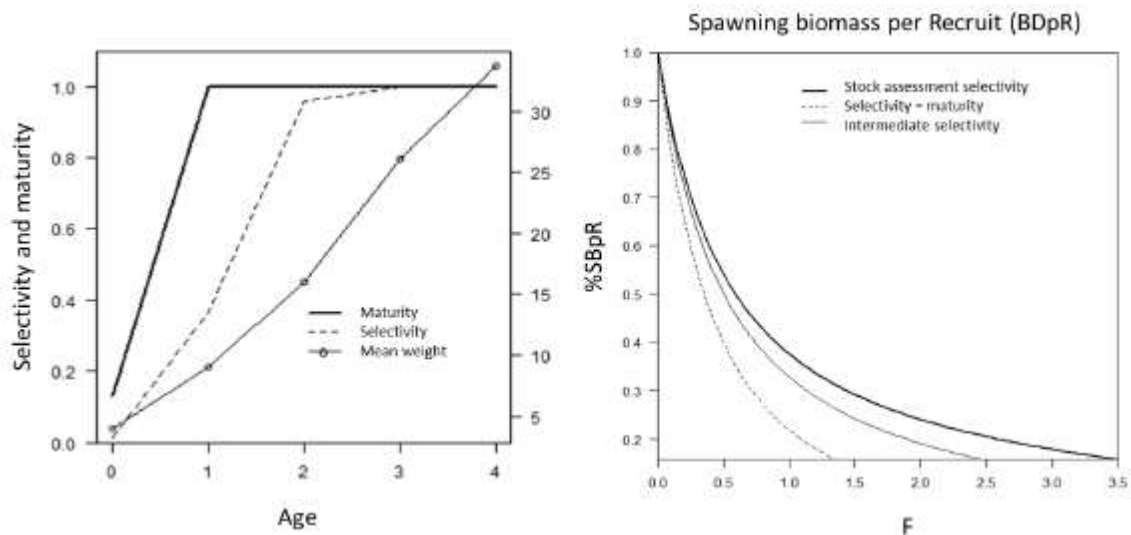


Figura 44. (Izquierda) Madurez y peso medio a la edad asumido en la evaluación de stock de anchoveta centro-sur, y la selectividad a la edad estimada en la evaluación. (Derecha) Biomasa desovante por recluta contra F bajo los tres supuestos alternativos de selectividad a la edad. Figura 29 de Zuñiga & Canales 2014).

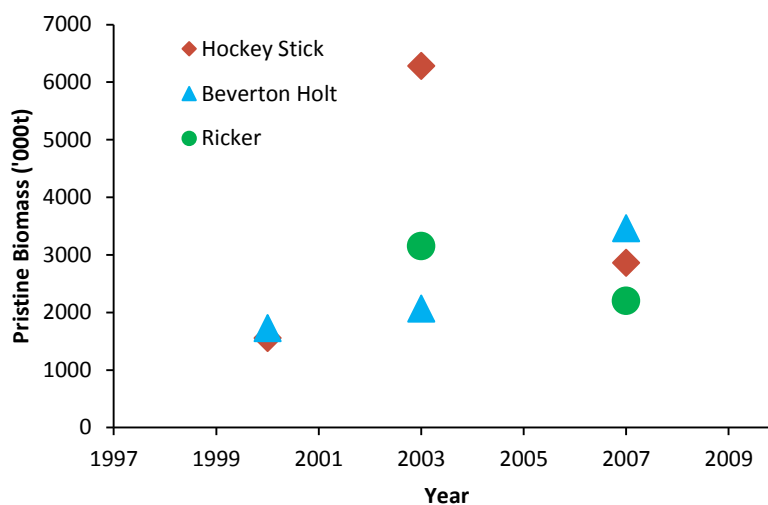


Figura 45. Estimados de B0 para el recurso sardina sudafricana proveniente de tres evaluaciones de stock diferentes (i.e. con más datos agregados en el tiempo) y de tres diferentes relaciones stock-recluta. Esto muestra la gran incerteza en torno a la estimación de B0 para especies de vida corta altamente variables, con cambios en el tiempo y entre las curvas de la relación stock-recluta ajustadas para las mismas series de tiempo de datos. Extraído desde “Quantifying resource risk for highly variable species in MSE: should pristine biomass provide the yardstick?” presentado por CL de Moor en el 6th World Fisheries Congress, Edinburgh, Mayo 2012.

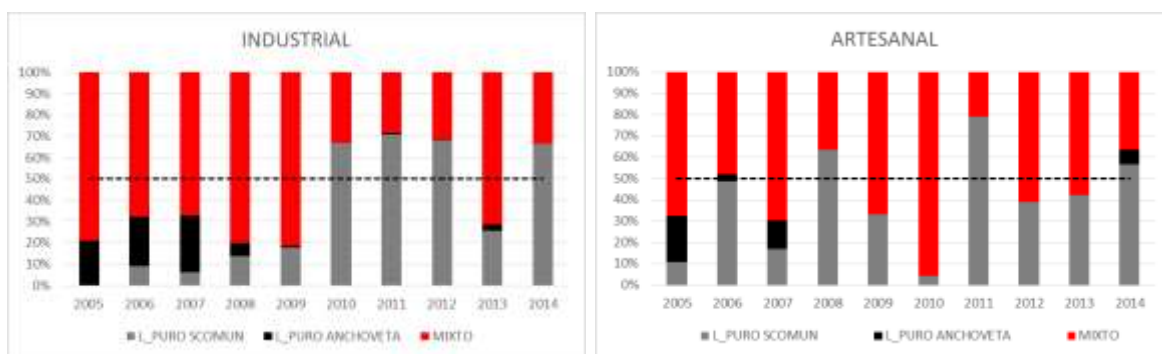


Figura 46. Proporción de lances de la flota pesquera industrial y artesanal que contienen anchoveta centro-sur y sardina común. Figura proporcionada por Aranís durante una presentación en el taller de revisión.

Apéndice 1: Bibliografía de los materiales disponibles para la revisión.

Aranis, A., A. Gómez, S. Mora, K. Walker, G. Muñoz, L. Caballero, G. Eisele, F. Cerna, A. López, C. Machuca, L. Muñoz, C. Valero, J. Letelier, M. Ramírez, C. Toledo, V. Valdebenito, M. Albornoz, S. Personglia, G. Bendel, A. Urzúa, N. Badilla, E. Reyes, M. Gómez. 2014. Programa de Seguimiento de Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur de Chile, 2014. Informe Final. 200 pp + Anexos

Castillo-Jordán, C., L. Cubillos, J. Paramo. 2007. The spawning spatial structure of two co-occurring small pelagic fish off central southern Chile in 2005. *Aquat. Living Resour.* 20: 77-84

Castillo, J., Saavedra, A., Catasti, V., Leiva, F., Lang, C. & R. Varga. Biomass hydroacoustic survey of common sardine and anchovy between the V and X Regions, Año 2012. Final Report. FIP 2011-07. 341 pp.

Castro, L., G. Salinas, E. Hernández. 2000. Environmental influences on winter spawning of the anchoveta *Engraulis ringens* off central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 197:247-258

Claramunt, G., L. Cubillos, L. Castro, C. Hernández, M. Arteaga. 2014. Variation in the spawning periods of *Engraulis ringens* and *Strangomera bentincki* off the coasts of Chile: A quantitative analysis. *Fisheries Research* 160: 96-102

Cubillos, L., D. Arcos. 2002. Recruitment of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central-south Chile in the 1990s and the impact of the 1997-1998 El Niño. *Aquat. Living Resour.* 15: 87-94

Cubillos, L., G. Claramunt. 2009. Length-structured analysis of the reproductive season of anchovy and common sardine off central southern Chile. *Marine Biology* 156: 1673-1680

Cubillos, L., D. Arcos, D. Bucarey, M. Canales. 2001. Seasonal growth of small pelagic fish off Talcahuano, Chile (37°S, 73°W): a consequence of their reproductive strategy to seasonal upwelling?. *Aquat. Living Resour.* 14: 115-124

Cubillos, L., D. Bucarey, M. Canales. 2002. Monthly abundance estimation for common sardine *Strangomera bentincki* and anchovy *Engraulis ringens* in the central-southern area off Chile (34-40°S). *Fisheries Research* 57: 117-130

Cubillos, L., P. Ruiz, G. Claramunt, S. Gacitúa, S. Núñez, L. Castro, K. Riquelme, C. Alarcón, C. Oyarzún, A. Sepúlveda. 2007. Spawning, daily egg production, and spawning biomass estimation for common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central southern Chile in 2002. *Fisheries Research* 86: 228-240

Cubillos, L., Castro, L. & G. Claramunt. 2011. Estimation of the spawning stock of anchovy and common sardine in south-central zone, year 2010. FIP 2010-02. Final Report. 85 pp

- Gerlotto, F., J. Castillo, A. Saavedra, M. A. Barbieri, M. Espejo, P. Cotel. 2004. Three-dimensional structure and avoidance behaviour of anchovy and common sardine schools in central southern Chile. *Ices Journal of Marine Science* 61: 1120-1126
- IFOP, 2013. Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the international workshop held in Viña del Mar, December 2013. 44 pp.
- IFOP, 2014. Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the second international workshop, held in Viña del Mar, April 2014. 74 pp
- IFOP, 2014. Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the third international workshop held in Viña del Mar, August 2014. 67 pp
- Polacheck, T. 2014. Review report on the 2012 stock assessment of the common sardine (sardina común – *Strangomera bentincki*). 74 pp.
- Saavedra, A., V. Catasti, F. Leiva, R. Vargas, U. Cifuentes, H. Reyes, C. Rozas, M. Pizarro, C. Lang, E. Molina, F. Cerna, A. López, S. Núñez, L. Valenzuela, J. Silva, S. Vásquez. 2014. Evaluación hidroacústica de los stocks de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2014. Informe Final. 306 pp + Anexos
- Tarifeño, E., M. Carmona, A. Llanos-Rivera, L. Castro. 2008. Temperature effects on the anchoveta *Engraulis ringens* egg development: do latitudinal differences occur?. *Environm. Biol. Fish* 81: 387-395
- Valdivia, I., R. Chávez, M. Oliva. 2007. Metazoan parasites of *Engraulis ringens* as tools for stock discrimination along the Chilean coast. *Journal of Fish Biology* 70: 1504-1511
- Zúñiga, M. J., C. Canales. 2014. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2015: Anchoveta V-X regiones, 2015. Informe de estatus y cuota. 78 pp + Anexos

Apéndice 2: Declaración de trabajo de la Dra. Carryn de Moor

Independent external peer review of south central anchovy (*Engraulis ringens*) and participation in the king clip stock assessment external review workshop.

Scope of Work:

The reviewer is contracted to deliver an independent external review of the 2014 stock assessment of south central anchovy “*Anchoveta centro sur*” conducted by the Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) and participate in the kingclip “*Congrio dorado*” stock assessment external review workshop.

Project Description:

The Undersecretariat of Fisheries of Chile started in 2011 an independent peer review process to assess the soundness of IFOP stock assessment approach for their major fisheries. This year the Chilean Undersecretariat of Fisheries requested an international independent peer review for South central anchovy (*Anchoveta centro sur*) and kingclip (*Congrio dorado*).

Location of Peer Review:

The peer review process will be held in Valparaíso (Hotel Diego de Almagro) during a workshop in September of 2015.

Statement of Tasks:

The reviewer shall complete the following tasks in accordance with the terms of reference and specific tasks and deliverables herein.

Pre-review Background Documents: Two weeks before the workshop, the project coordinator, Dr. Billy Ernst will provide the reviewer the necessary background information (working documents in English, stock assessment model, etc.) for the workshop preparation. This material shall consist of stock assessment documents translated to English and other background material. The reviewer/collaborator shall read all documents in preparation for the workshop.

Workshop: The reviewer shall actively participate in the workshop and conduct an independent review of the assessment addressing each Term of Reference.

Specific Tasks for the Reviewer:

Specific Tasks for the Reviewer:

The following chronological list of tasks shall be completed by the reviewer in a timely manner.

1. Conduct necessary pre-review preparations, including all the background material and reports provided by the University of Concepcion in advance to the workshop.
2. Actively participate during the workshop in Valparaíso (September 2015), conduct a review and generate a report with recommendations in accordance with the ToRs (**Annex 2**).
3. Participate in the kingclip workshop and provide feedback (mornings).
4. No later than the October 30th of 2015, submit a report addressed to the “Department of Oceanography, University of Concepción” and sent to Dr. Billy Ernst, Lead Coordinator of the project, via email to biernst@udec.cl. The report shall be written in English addressing each ToR in **Annex 2**.
5. The report (in English) shall include an executive summary with the main conclusions and recommendations about the review process. 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. This should be a standalone document.

Schedule of Milestones and Deliverables:

The group shall complete the tasks and deliverables described in this Statement of work in accordance with the following schedule.

<i>August 2015</i>	Project coordinator sends the Reviewer the pre-review documents.
<i>September 2015</i>	The reviewer participates and conducts an independent peer review during the panel review meeting in Valparaíso.
<i>October 2015</i>	Reviewers submit the independent peer review reports to the project lead coordinator.
<i>November 2015</i>	University of Concepción translates and submits Independent peer review reports to the Undersecretariat of Fisheries.
<i>November 2015</i>	Review and approval of Peer review reports upon compliance with Statement of Work and Terms of References.

Acceptance of Deliverables:

Upon review and acceptance of the independent peer review reports by the Project Lead Coordinator (Dr. Billy Ernst), these reports shall be sent to the Undersecretariat of Fisheries for final approval as contract deliverables based on compliance with the Statement of Work and Terms of reference. As specified in the Schedule of Milestones the University of Concepción shall send via e-mail the contract deliverables (Independent peer review reports) to the Undersecretariat of Fisheries project coordinator.

Applicable Performance Standards:

The contract is successfully completed when the Chilean Undersecretariat of Fisheries project coordinator provides final approval of the contract deliverables. The acceptance of the contract deliverables shall be based on three performance standards:

- (1) The report shall be completed with the format and content in accordance with **Annex 1**,
- (2) The report shall address each ToR as specified in **Annex 2**,
- (3) The reports shall be delivered in a timely manner as specified in the schedule of milestones and deliverables.

Support Personnel:

Project Coordinator
Dr. Billy Ernst
Department of Oceanography
University of Concepción
Barrio Universitario s/n Concepción, Chile.
Phone: +56-41-2204012
biernst@udec.cl

Anexo 1: Format and Contents of the Independent Peer Review Report

1. Each independent report shall be prefaced with an Executive Summary providing a concise summary of the findings and recommendations, and specify 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, of the science, conclusions, and recommendations.
 - b. Reviewer should elaborate on any points raised in the Executive Summary 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:
 - Appendix 1: 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.

Anexo 2

Provide feedback, recommendations and an independent peer review on:

South central Anchovy

1. To critically review the stock assessment approach, including underlying hypotheses of model structure and the conceptual model (for the stock and the fishery). Consider to that end the biology, dynamics, seasonality of the fishery, heterogeneity of the fleet and spatial structure. Comment on potential improvements.
2. To critically review the life history parameters used in the assessment, with special emphasis on natural mortality, growth and age-at-sexual maturity.
3. To review the input data to the model including (i) total removals/landings (ii) acoustic surveys, (iii) size/age structured data and the underlying assumptions that justify or not its use within the stock assessment model.
4. Comment on the convenience of using a quarterly/semester/annual model, taking into account the dynamics of the resource and its fishery, the uncertainty in age-reading and the amount of available information.
5. Review the approach used to model and estimate recruitment. Discuss about the impact it would have in the projections.
6. Do the selected case studies represent the main axis of model uncertainty and comment on the base case chosen for this assessment?
7. Comment on the procedures used to project the stock into the future, especially on the robustness of the risk analysis to assess the risk of not achieving the desired objectives.
8. Discuss about the convenience of using a mix fishery approach to model the stock, given the high degree of interaction with common sardine.
9. To review the configuration of the model, check if it is properly implemented and assessed its performance based on additional model runs requested during the workshop.
10. Recommend improvements to the assessment process (studies and research programs) which may ultimately lead to a reduction in stock status uncertainty.

Apéndice 3: Miembros del Panel de Revisión y Asistentes

Lista of Participantes

Coordinador: Billy Ernst (Universidad de Concepción)
Nicole Mermoud, Francisco Santa Cruz (Universidad de Concepción)

Revisores

Kingclip Chris Francis Independent Consultant
Anchovy Carryn de Moor MARAM

Participantes – Congrio Dorado

Francisco Contreras	Instituto de Fomento Pesquero
Sandra Ferrada	Universidad de Concepción
Liu Chong	Instituto de Fomento Pesquero
Renato Céspedes	Instituto de Fomento Pesquero
Vilma Ojeda	Instituto de Fomento Pesquero
Cristian Canales	Instituto de Fomento Pesquero
Dario Rivas	Subsecretaria de Pesca
Luis Adasme	Instituto de Fomento Pesquero
Aurora Guerrero	Subsecretaria de Pesca
Mauricio Ibarra	Instituto de Fomento Pesquero
Mauricio Mardones	Instituto de Fomento Pesquero
Maria Jose Zúñiga	Instituto de Fomento Pesquero

Participantes – Anchoqueta

Antonio Aranís	Instituto de Fomento Pesquero
Cristian Canales	Instituto de Fomento Pesquero
Maria José Zuñiga	Instituto de Fomento Pesquero
Sandra Ferrada	Universidad de Concepción
Rodrigo Vega	Instituto de Fomento Pesquero
Claudio Bernal	Instituto de Fomento Pesquero

Francisco Cerna	Instituto de Fomento Pesquero
Sergio Lillo	Instituto de Fomento Pesquero
Zaida Young	Instituto de Fomento Pesquero
Alvaro Saavedra	Instituto de Fomento Pesquero
Victor Espejo	Subsecretaria de Pesca
Jose Acevedo	Subsecretaria de Pesca
Alejandro Yañez	Instituto de Fomento Pesquero
Silvia Hernández	Subsecretaria de Pesca
Marcos Arteaga	Instituto de Investigación Pesquera
Sergio Núñez	Instituto de Investigación Pesquera
Dario Rivas	Subsecretaria de Pesca
Mauricio Mardones	Instituto de Fomento Pesquero
Mauricio Ibarra	Instituto de Fomento Pesquero
Doris Bucarey	Instituto de Fomento Pesquero
Francisco Contreras	Instituto de Fomento Pesquero

Program

International Independent Peer Reviews for the Golden Kingclip and south central Anchovy Assessments

7 – 13 of September 2015

Hotel Diego de Almagro – Valparaíso

Molina 76, Valparaíso

International independent peer review panel members

Dr. **Carryn de Moor** (MARAM) - Anchovy

Mr. **Chris Francis** (Independent Consultant) – Golden Kingclip

Workshop dynamics

This workshop will run from Monday 7th to Friday 11th of December. It includes a series of presentations on technical information associated to IFOPs 2014 stock assessment of south central Anchovy (during the morning) and 2014 stock assessment of Golden Kingclip (during the afternoon). Presentations shall include at least the suggested topics to provide the reviewers with information to address their Terms of Reference. During the workshop there will be time for the reviewers to request additional overnight model runs and in the case of Kingclip to rerun CPUE standardization.

Presentation will be given mostly in Spanish, but a professional simultaneous translation service will be available for the entire workshop.

Anchovy (Anchoveta centro sur)

Reviewer: Dr. **Carryn de Moor**

Participant: Mr. **Chris Francis**

PRESENTATIONS

Monday (8.30 - 13.00)

Welcome to the participants and introduction to the independent expert stock assessment review workshop of both species (Dr. Billy Ernst). (8.45 - 9.00)

Anchovy fishery (IFOP- Antonio Aranís) (9.00 – 9.30)

Landings

Fleet composition, past and present

Fishing gears

Landing distribution by zone and fleet

Biology of the species (IFOP- María José Zúñiga – Cristian Canales) (9.30 - 10:15)

Life history

Age and growth

Sexual maturity

Differences between northern and southcentral anchovy with respect to minimum maturity size

Natural mortality

Conceptual model of the stock assessment

Coffee Break (10.15 – 10.30)

Industrial and Artisanal fisheries monitoring program (IFOP- Antonio Aranís) (10.30 - 11.15)

- Sampling design
- Sampling coverage and methodological changes over time
- Size and age structured data
- Processing of biological data used in the stock assessment

Stock units for Anchovy in the south central zone of Chile. (UDEDEC Sandra Ferrada) (11:15 – 11:45)

Scientific observers discard program of small pelagic fisheries: Discard and bycatch of Anchovy and south central Sardine. (Rodrigo Vega y Claudio Bernal – 11:45-12:30)

Discussion (12.30 – 13.00)

End of session (13.00)

Tuesday (9.00 - 13.00)

Conference call with Juan Carlos Quiroz (IFOP) from Hobart, Australia (9.00 – 10:00)

Multivariate method to define fishing intentionality on Golden kingclip (specific requests from Chris Francis).

Catch used in the assessment model (Landings/Bycatch/Discards) (Antonio Aranís / Maria José Zúñiga, - 10.00 – 10.45)

- Estimation of Landings

- Available information on Underreporting, discards and verification

Ageing, construction of length-age keys and estimation of error matrix in the assignation of ages (IFOP - Francisco Cerna) (10.45 – 11.15)

- Methodologies

- Strength and weakness

- Various aspects of grouping annual age data

Coffee Break (11.05 – 11.30)

Acoustic surveys (IFOP – Alvaro Saavedra and Sergio Lillo) (11.30 – 12.00)

Pelaces o Reclas, which is a better index for anchovy abundance?

Acoustics

Methodology

Temporal consistency

Spatial and temporal coverage with respect to the spatial distribution of the resource

Are Pelaces or Reclas an absolute index of abundance?

Sample size of age/length comps.

Challenges for the abundance estimation

Spatial/temporal dynamics and migrations of south central Anchovy.

Runs 1: First conversation on model runs scenarios for South Central Anchovy requested by reviewers (12:00 – 13:00)

End of session (13.00)

Wednesday (9.00 - 12.30)

Stock Assessment model (IFOP – Ms. María José Zuñiga / Cristian Canales) (9.00 – 10.30)

2014 Stock Assessment (TAC-2015)

Model structure

Modeling recruitment

Data

Selectivity function

Catchability

Assumptions

Statistical models

Sample size determination and cv

Cases used in the assessment

Results

Stock Status and diagnostics

TAC calculation for 2015

Coffee Break (10.30 – 10.45)

Modelo de Evaluación de Stock (10.45 – 12.30)

Runs 2: Model runs requested by reviewers (12:30 – 13:00)

End of session (13.00)

Thursday (9.00 - 12.45) (IFOP, Reviewers, UDEC)

Reference points estimation for anchovy and procedures used in the stock projections (IFOP – María José Zúñiga) (08:30 – 09.30)

Semestral stock assessment model (IFOP – María José Zúñiga- Cristian Canales) (9.00 – 10.00)

Background information on sardine/anchovy as a mixed fishery (IFOP – Antonio Aranís / Víctor Espejo – SUBPESCA) (10.00 – 10.45)

Coffee break (10.45 – 11.00)

Presentation of model re-run results and defining last model runs (IFOP – Reviewers 11.00 – 12.45)

End of session (12.45)

Friday (8.30 - 13.00) (IFOP, Reviewers, UDEC)

Stock assessment workshop (08:30 - 10:30)

Report on additional model runs.

Reviewers present some major findings

Coffee break (10:30 – 10:45)

Continued review stock assessment workshop (10:45 – 13:00)

Closing workshop.

Golden Kingclip (Ling)

Reviewer: Mr. **Chris Francis** (Independent Consultant)

Participant: Dr. **Carryn de Moor**

Monday (14.00 - 18.00 hrs)

Golden Kingclip fishery (IFOP – Renato Céspedes) (14.00 – 14.45)

Landings

Characteristics of the fleet, past and present

Dynamics, distribution and operation of the fleet

Life History and biological parameters used in the stock assessment (IFOP- Francisco Contreras) (14.45 – 15.45)

Life History

Age and Growth

Age of sexual maturity

Natural Mortality

Stock Assessment conceptual model

Coffee Break (15.45 – 16.00)

Population structure based on genetic analysis (Sandra Ferrada – Ricardo Galleguillos) (16.00 – 16.45)

Population structure and genetics

Spatial distribution and migrations

Stocks

Life history

CPUE nominal y su estandarización en congrio dorado (IFOP – Francisco Contreras – Sr. Cristian Canales) (16.45 – 18.30)

Indicadores de abundancia artesanales e industriales (CPUE)

Revisión de procedimientos de estandarización

End of session (18.30)

Tuesday (14.00 - 18.00 hrs)

Artisanal Monitoring program (IFOP – Patricio Galvez and Liu Chong (14.00 – 14.45)

- Sampling design
- Percentage of coverage by observers and methodological changes over time
- structured data generated by the program
- biological statistics of importance to the assessment

Industrial Monitoring program (IFOP – Patricio Galvez - Renato Céspedes (14.45 – 15.30)

- Sampling design
- Sampling coverage and temporal consistency
- Age/length structured information
- Estimation of biological variables used in the assessment

Catch estimates used in the assessment model (landings/Bycatch/Discards) (IFOP - Renato Céspedes/Francisco Contreras (15.30- 16.15)

- Landings
- Bycatch
- Underreporting by fleet and changes over time
- Total catch used in the model

Coffee break (16.15 – 16.30)

Estimation of Age, length-age keys used in the stock assessment (IFOP - Sra Vilma Ojeda) (16.30 – 17.30)

- Methodologies
- Challenges associated to the age determination of this species.
- Age-length keys

Runs 2: Scenarios requested by reviewers and questions (17.30 – 18.00)

End of session (18.00)

Wednesday (14.00 - 18.00)

Stock assessment model (IFOP – Mr. Francisco Contreras) (14.00 – 16.00)

2014 Stock assessment (north and south) (TAC-2015)

- Model structure
- Modeling recruitment
- Data
- Selectivity function
- Catchability
- Assumptions
- Statistical models
- Sample size determination and cv
- Cases used in the assessment and justification for base case
- Results
- Stock Status and diagnostics
- TAC calculation for 2015

Coffee Break (16.00 – 16.15)

Continuation of stock assessment review (IFOP – Francisco Contreras) (16.15 – 17.15)

Runs 3: Additional runs requested by reviewers (17:15 – 18:00)

End of session (18:00)

Thursday (14.00 - 18.00)

Discussion on model runs and data inputs (14:00 – 16:00)

Coffee break (16.00 – 16.15)

Discussion continues (16.15 – 17.00).

Estimation of Reference Points and projections for Golden Kingklip (IFOP – Francisco Contreras – Cristian Canales) (17.00 – 18.00)

End of Session (18.00)

Friday (9.00 - 13.00) (IFOP, Reviewers, UDEC)

- Presentation of results of different model runs requested by reviewers throughout the week.
- Presentation of preliminary findings by the reviewers on the stock assessment

Closing workshop.

Reporte de congrio dorado en Ingles.

Report on the 2014 Stock Assessment of Chilean Kingclip

by R.I.C. Chris Francis
123 Overtoun Terrace
Wellington 6021
New Zealand

October 2015

Prepared for

Department of Oceanography
University of Concepción

Executive Summary

A workshop was held 7-11 September 2015 in Valparaíso to review the 2014 assessments of Chilean stocks of kingclip and anchovy. The assessments, and related material, were presented and discussed, as were additional analyses requested by the reviewers. The workshop was well run, and the discussion was greatly enhanced by very able simultaneous translation.

I conclude that the kingclip assessment has some good features but can not be considered best available science because of the following three points.

1. The status of Chilean kingclip was not well established because of uncertainty about whether the catch per unit effort (CPUE) series used in the assessment were proportional to abundance.
2. The approach used to estimate uncertainty in this assessment will tend to produce an underestimate because model uncertainty was not considered, too much weight was given to age and length composition data, and projections ignored uncertainty about future recruitment.
3. Two aspects of the modelling seemed inconsistent with the requirement of the Ley General de Pesca y Acuicultura for a precautionary approach: the lack of a stock-recruit relationship, and the assumption in projections that future recruitments will be average.

For future assessments I recommend that consideration be given to

1. Using a stock-recruit relationship and exploring a single-stock model
2. Reviewing the method of calculation of CPUE
3. Improving the estimation of uncertainty by including alternative models, more appropriate weighting of composition data, and (for projections) stochastic recruitment
4. Avoiding the use of conflicting CPUE series in the same model, exploring the estimation of initial biomass, and reviewing selectivity assumptions and recruitment bias adjustment
5. Reviewing the mean recruitment level and risk calculations used in projections
6. Improving the assessment documentation

1. Background

This report reviews, at the request of the University of Concepción (see Appendix 2), the 2014 assessment of Chilean kingclip (congrío dorado, *Genypterus blacodes*) by IFOP (Instituto de Fomento Pesquero). The author was provided with the draft assessment report and other relevant documents (Appendix 1) and participated in the workshop, which reviewed both this assessment and one for Chilean anchovy (anchoveta, *Engraulis ringens*) in regions V-X.

2. Review Activities

The review workshop met 7-11 September 2015 at hotel Diego de Almagro in Valparaíso. Those attending the meeting included two reviewers (the author, and the reviewer for anchovy), the IFOP stock assessment teams, other representatives of IFOP, SUBPESCA, INPESCA, and the University of Concepción, and the meeting coordinator and his assistants (Appendix 3). The assessments, and related material, were presented and discussed; then some additional analyses were requested, carried out, and discussed. Both reviewers participated in the discussion of each assessment and all discussions were simultaneously translated (from Spanish to English and vice versa).

3. Findings

I found this a very well run workshop. I was particularly impressed by the simultaneous translation, which coped well with technical terms, and allowed all present to participate much more fully than has been possible at some other Chilean workshops that I have attended, in which the main language was English. The Coordinator was always keen and effective in facilitating discussion and clarifying the exposition of complex technical issues. As well as ensuring that documents were translated into English before the meeting, he also provided, at very short notice, translations of PowerPoint presentations and an international skype connection to discuss details of the kingclip CPUE (catch per unit effort) calculations. I was also pleased by the willingness of all participants to answer my questions, and their courtesy in doing so.

My main findings on the kingclip stock assessment are grouped below according to the seven Terms of References (TORs) for the review (see Annex 2 of Appendix 2). To conclude I present some comments on the documentation of the assessment.

3.1 TOR 1: Stock assessment approach

To critically review the stock assessment approach, including underlying hypotheses of model structure and the conceptual model (for the stock and the fishery). Comment on potential improvements.

The model concept and structures were generally sound, except for the lack of a stock-recruit relationship. There are also two other aspects of the model structure that I think merit reconsideration for future assessments: stock structure, and sex.

Stock-recruit relationship

I think it was a mistake to assume no stock-recruit relationship. I agree with the stock assessment team's view that it would have been difficult to estimate the steepness of a stock-recruit relationship for kingclip. This is true in many stock assessments, and the usual response is to fix the steepness at some default value. Since Chile's law (el Ley General de Pesca y Acuicultura [LGPA]) mandates a precautionary approach (see annex 4 of the Assessment Report) it is important to understand that high values of steepness are less precautionary than low values. The assumption in this assessment of no stock-recruit relationship is equivalent to assuming a steepness of 1, which is the least precautionary value because it means that recruitment will not be affected even when spawning biomass is reduced to very low levels. Using a lower steepness may not have much changed the estimated biomass trajectories for the two stocks, but it would have produced more realistic projections.

Stock structure

I think that the decision to treat kingclip in the PDA (Pesquería Demersal Austral, or Austral Demersal Fishery) as consisting of two separate stocks (separated at latitude 37°S) would be worth reconsidering in future assessments. This decision seems to have been based mostly on differences in life history parameters between the two areas, though the existence of spawning activity in both areas (figure 47, Céspedes et al. 2014) is also relevant, as is the lack of evidence of migration (commented on by Francisco Contreras during the review meeting). I agree with the suggestion (see section 9 of the Assessment Report) that since (a) the life-history differences could be due to a latitudinal gradient, rather than separate stocks, and (b) estimated recruitments in the two areas were very similar (I calculated a correlation of 0.88), individual assessments might not be required for the two areas.

Bearing in mind the necessity to provide separate catch quotas for the two areas (north and south of 37°S), I suggest that the following one-stock model structure be considered for future assessments. The model would have one stock living in two areas (north and south). There would be a single recruitment in each year (calculated as a deviation from a stock-recruit relationship using the combined spawning biomass from the two areas) but this would be divided between the two areas in the ratio P_{north} to $(1-P_{\text{north}})$, where P_{north} is an estimable (but time-invariant) parameter. No migration would be allowed between the two areas, and each fishery would occur in a single area. Thus it would be possible to calculate spawning biomass (and thus depletion), fishing mortality, and biological reference points separately by area. Moreover, projections could be used, as in the current assessment, to calculate separate levels of Acceptable Biological Catch by area.

Sex structure

It might also be worth considering adding sex structure to the assessment model, though this is less important than the above issues (stock structure and the stock-recruit relationship), and may turn out not to be helpful. In principle, a sex-structured model ought to be superior to one with sexes combined: it should enable (a) better growth parameters and fits to length

composition data (see Section 3.2) and (b) better conversion within the model from numbers of fish to biomass (because the mean weight at age vectors would be sex structured). The information that catch sex ratios differed systematically from 50:50, and for some fisheries show a trend over time (figure 42, Céspedes et al. 2014) is ignored in the current assessment, but could be used in a sex-structured model. However, it's important to understand that a sex-structured model is not always better than one with sexes combined. I have seen assessments in which a sex-structure model was worse because the model's attempts to replicate large variations in catch sex ratios seemed to compromise its ability to fit more important data. Thus, if a sex-structured model is considered for future kingclip assessments this should be done with the intention of determining whether this is superior to a sexes-combined model, rather than with the assumption that it must be superior. One possible problem in adding sex structure to the model is the lack of a maturity ogive for males, but I note that this is a problem with the current model, in which the maturity ogive for females is assumed to apply to both sexes.

3.2 TOR 2: Life history parameters

To critically review the life history parameters of this resource, with special emphasis on natural mortality, growth and age-at-sexual maturity.

The life history parameters used in the assessment – all stock-dependent – were natural mortality, M ; von Bertalanffy growth coefficients; and time-invariant vectors of mean weight and proportion mature by age. The values used for these parameters all seemed reasonable, and consistent with the available information. However, as is true for most fish species, there is significant uncertainty about the value of M (this is discussed further in Section 3.4).

I had two minor concerns about the growth coefficients, which, because the model lacked sex structure (see Section 3.1), were for sexes combined. First, the coefficients may have been biased because they depended on the sex ratio that happened to occur in the data set used to estimate growth (Wiff et al., 2007), rather than that in the catches or population. Second, a consistent lack of fit to the observed length compositions (Figure 1) could indicate biased growth coefficients. However, these coefficients had little influence on the assessment because their only use was in fitting to the length composition data, which were sparse (for both stocks, more than 80% of compositions were by age, rather than length).

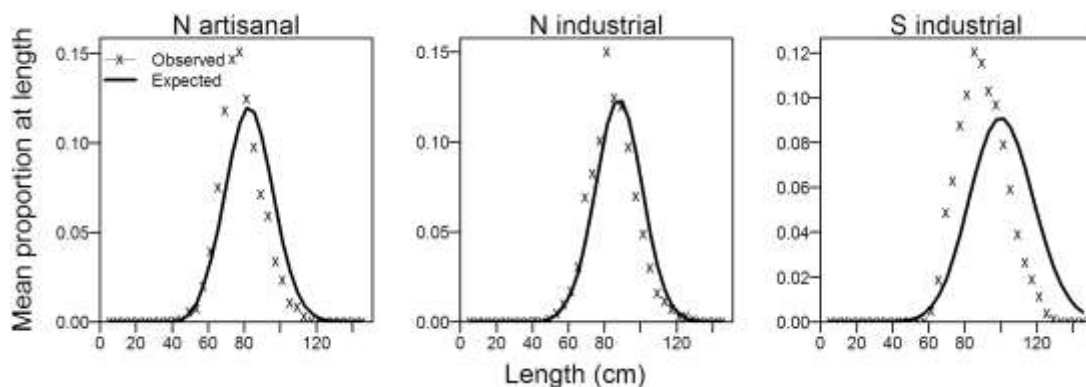


Figure 1: Comparison of observed ('x') and expected (line) longline length compositions, averaged across years, for the north (N) and south (S) stocks. Note that the expected compositions are consistently shifted to the right of the observed.

3.3 TOR 3: Input data and their estimation procedures

To review the quality and reliability of input data and estimation procedures used in the monitoring of the fishery, including CPUE, catch, age reading.

Two types of input data – both from the commercial fisheries – were used in the assessment: time series of CPUE (catch per unit effort); and compositions (proportions at age or length, by year and fishery).

3.3.1 CPUE data

The stock assessment team's task of constructing CPUE time series that are proportional to kingclip abundance was difficult because most fishing activity is not targeted at this species. This means that, rather than reflecting changes in kingclip abundance, annual changes in kingclip catch rates may well be caused by changes in fishing activity related to either the abundance of, or market demand for, other more important species. Because of the way in which the CPUE series were constructed I was not confident that they were indices of kingclip abundance. I will first briefly describe the stock assessment team's approach to the construction of these series, as I understand it, then discuss my reservations about this approach, and finally present some ideas about how the approach might be improved.

Method of construction

Each CPUE time series was created from data matrices in which each row was a single set (by a trawler or longliner) and the columns contained variables such as vessel, date, latitude, longitude, effort, the weight of kingclip in the catch, and the proportion by weight of the catch in each of a large collection of species (including kingclip). Rare species were omitted, and the catch proportions by weight were adjusted to sum to 1 in each row. The procedure used to construct the CPUE time series from these matrices was in three stages:

Stage 1: *Filtering*. This removed sets with zero kingclip catch or missing effort. For the longline data matrices, sets in which more than 50% of the catch was Chilean sea bass were also removed.

Stage 2: *Clustering*. A combination of principal component analysis and clustering was used to group the rows of the matrix into several clusters using only the columns containing catch weight proportions. Then the cluster that was deemed to best represent sets in which kingclip was targeted was retained, and the other clusters were removed. Thus the clustering was intended to characterise the targeting intention of the fishers, on the theory that fishers with similar targeting intentions would catch the different species in similar proportions.

Stage 3: *Standardisation*. A regression model of some type (e.g., a GAM or GLM) was applied to the remaining sets to quantify the relationship between kingclip catch rate

and a series of potential predictors such as year, month, vessel, latitude, and longitude. The “year effects” estimated from this model are the CPUE series.

An important feature of this procedure is that stages 1 and 2 were carried out separately for each year’s data (except that the last two years – 2012 and 2013 – were analysed together), and then stage 3 was applied to a matrix formed by combining the outputs from all the stage 2 analyses.

Main concerns

My main concerns about this procedure are to do with the clustering stage. First, I don’t believe that the clustering will always clearly identify a group of sets in which kingclip is targeted. This is well illustrated with the 2012-13 clustering in Figure 2: for north longline, cluster 2 is the obvious choice, but for south trawl, no cluster is clearly associated with targeting (note that cluster 2 contains the sets with the highest proportion of kingclip, but cluster 3 has a higher mean catch). Second, over the several decades covered by the main CPUE series in this assessment we can expect that there would have been many significant changes in patterns of fishing because of changes in various factors such as: the abundance of the main species; quotas and other fishery regulations; fishing gear and its method of deployment (e.g., Renato Cespedes mentioned a change from bottom to midwater trawls in mid 1990s); and market demand (and thus price) for different species. Because of these changes, the mode of fishing represented by a targeting cluster in 1980, say, may well not exist in 1990. Therefore any change in kingclip catch rate between the selected clusters in 1980 and 1990 could be due partly to a change in kingclip abundance, and partly to a change in the mode of fishing. The problem is that the standardisation may not be able to distinguish between these two causes, and so may treat all the change as being caused by a change in kingclip abundance. This would mean that the CPUE series would not properly index kingclip abundance.

It might seem that this second concern could be obviated by applying the clustering stage to all years at once, rather than one year at a time. I think this might work for a short time series, but for the multi-decadal series used in this assessment the pattern of fishing associated with a given cluster at the beginning of the series will differ from that at the end of the series.

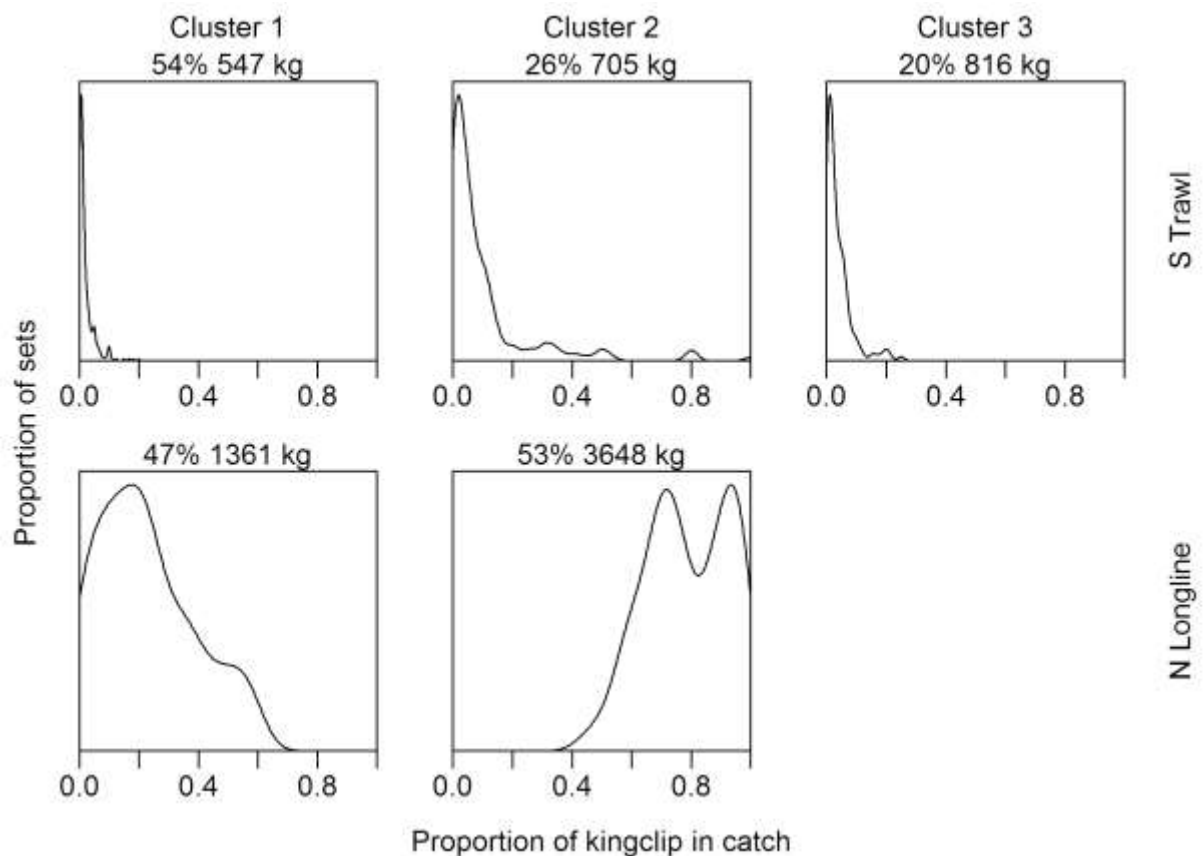


Figure 2: Illustration of clustering results for two fisheries for 2012-13: south trawl (upper panels) and north longline (lower panels). Each panel corresponds to one cluster of sets and shows the distribution in that cluster of the proportion by weight of kingclip in each set. The numbers above each panel show the percentage of sets and the mean kingclip catch in the cluster. Plotted from output files (named `data_cluster_estandarizacion_2012_2013.csv`) provided by the assessment team.

Lesser concerns with the procedure

I also have two concerns about the filtering stage, though these are less serious. Sets that fail to catch the target species are not uncommon in target fisheries, and sometimes an increase over time in the proportion of such sets is a useful signal of a decrease in abundance of the target species. Filtering out these zero catches removes that signal. Also, I can see the point of removing catches that appear to be targeting Chilean sea bass but I wonder whether that wouldn't be more accurately done at the clustering stage, which is intended to characterise intentionality.

Standardisation

I'm not able to say much about the quality of the standardisation stage because very little was presented in the way of useful diagnostics (see Section 3.8 below). I'm not much convinced by the application of AIC (Akaike 1974) to choose between different standardisation models (table 4 of the Assessment Report) because real fishery data do not satisfy the statistical assumptions which this test requires (e.g., independent and identically distributed errors).

However, I note that in the CPUE plots (figures 14, 17, 20, and 23 of the Assessment Report), the estimated CPUE series (labelled 'fitGAM') seem not to differ much from what I take to be the unstandardised series (labelled 'meanCPUE').

Problems with 2012-13 analyses

I was given a set of R scripts and spreadsheets for the 2012-2013 CPUE analysis. Though this was most helpful in clarifying some details of the CPUE analysis procedure, it also undermined my confidence in this procedure because of the many inconsistencies I found in these files. I will refer to three of the spreadsheets for each fishery as 'infile' (the 2012-13 data after filtering, but before clustering), 'outfile1' (the same as infile, but with an additional column 'cluster', giving the cluster number for each set), and 'outfile2' (the same as outfile1, but with an additional column of kingclip catch rates and with only those rows for the selected cluster).

I found the following inconsistencies:

- for N trawl, the sets in outfile2 are not a subset of those in infile (this can be seen by plotting set positions for each file);
- the data filtering was not done (or was incomplete) for both N and S longline: infile contains zero catches, catches with more than 50% Chilean sea bass, and some sets with missing effort;
- the selection of the cluster which best represented kingclip targeting should have used kingclip catch data, but the R code says that cluster 1 was always selected;
- despite what was said in the R code I found, by comparing the kingclip catches in the selected cluster in outfile2 with those in each cluster in outfile1 that:
 - for S trawl, cluster 1 was selected (though this was the cluster with the lowest mean kingclip catch – see Figure 2);
 - for N longline, it looks like cluster 2 was selected, but this cluster has 200 sets in outfile1 and 238 sets in outfile2;
 - for S longline, it looks like cluster 3 was selected (no sets in the other clusters caught any kingclip at all!), but this cluster has 909 sets in outfile1 and 648 sets in outfile2
- my attempts to run the R scripts to create replica copies of outfile1 from infile were not successful: for example, with S trawl, my three clusters contained 425, 127, and 113 sets, respectively, whereas the corresponding numbers in outfile1 were 357, 172, and 136; I found a similar mismatch for S longline.

With the information to hand I have no way of distinguishing between the following three scenarios:

- the above CPUE construction procedure was properly followed with the 2012-13 data but I was, accidentally, given the wrong files;
- the above CPUE construction procedure was properly followed in all earlier years, but not with the 2012-13 data;
- there are several, or even many, years in which the above CPUE construction procedure was not properly followed.

However, even with the first, most optimistic, scenario, my main concerns (described above) mean that I have serious doubts as to whether any of the CPUE series used in the 2014 assessment accurately indexed kingclip abundance.

Possible improvements

I think that the stock assessment team's decision to restrict the calculation of CPUE to sets that target kingclip was a good one. Also, multivariate techniques like cluster analysis are a good way of characterising targeting behaviour, and also, when applied separately by year, identifying changes in targeting behaviour which might suggest that a series be split into two or more subseries, with a separate catchability for each subseries (as was done for artisanal longline in the north and trawl in the south). However, the criteria used to omit non-target sets should be the same for all years in each subseries. Another valuable source of information about targeting behaviour which should not be ignored is the people responsible for monitoring the fisheries. For instance the change from bottom to midwater trawls mentioned by Renato Céspedes is likely to have had a significant effect on catch rates of a bottom-oriented fish like kingclip, and should be considered as a possible reason to split the trawl CPUE series.

In the standardisation stage it was assumed that catch was directly proportional to effort, which is not always the case (doubling the trawl duration may not double the expected catch). Nowadays it is common to drop this assumption. This involves changing the independent variable in the standardisation from catch rate to catch, and adding effort as a potential explanatory variable.

3.3.2 Composition data

I was impressed by presentations during the meeting on the procedures for sampling the catch, ageing a sample of fish, and constructing length and age compositions. The programs seemed well designed, and I was pleased to see that the estimation algorithms were well documented. This is not to say that the compositions were always fully representative of the catches, because logistic and other difficulties sometimes restricted access to parts of the fleet. This is a common problem in fishery monitoring programs and it was reassuring to hear that IFOP was aware of these difficulties and were doing what they could to resolve them. However, the data that were available seemed to be well analysed.

3.4 TOR 4: Estimation of uncertainty

To review procedures, methods and estimation models used to account for estimating uncertainty. Do the selected case studies represent the main axis of model uncertainty and comment on the base case chosen for this assessment? Comment on potential improvements.

I believe the uncertainty associated with this assessment was underestimated, probably substantially. This uncertainty has two components: *model uncertainty* (i.e., uncertainty about what are the correct model assumptions), and *estimation uncertainty* (i.e., uncertainty in model outputs, given that the model assumptions are true). The first component, which was not considered in this assessment, is best investigated by considering a series of alternative models. The second component was estimated – using standard errors output by ADMB (as illustrated in figures 45 and 47 of the Assessment Report), which are calculated using the delta method (Magnusson et al. 2012) – but the standard errors were underestimated because of inappropriate data weighting. Finally, the uncertainty in the projection outputs was further underestimated because all projections were done with constant recruitment.

Alternative models

The usual way of quantifying model uncertainty is to present, in addition to the base model, results from a small set of plausible alternative models which demonstrated the sensitivity of the assessment outputs to changes in model assumptions. Often an assessment team will consider many alternative models but present only those whose outputs differ most from those of the base model. The selected alternative models are then said to represent the main axis (or axes) of uncertainty. No alternative models were presented in the assessment report, and only a few were considered during the review meeting, so I do not know what the main axis (or axes) of uncertainty are for this assessment.

The alternative models considered during the review meeting (see Section 3.5.6) investigated one source of model uncertainty: which of the conflicting CPUE series best indexed abundance for each stock. It is notable that the estimates of depletion in 2013 from alternative models S1 and S2 (23.9% and 15.2%, respectively) were both outside the 95% confidence interval for depletion from the base model for the north stock: ([15.8%, 21.7%] – see section 10.3.1 of the Assessment Report). These alternative models also expand the uncertainty in the projections (Figure 3). Another obvious source of model uncertainty concerns the value of natural mortality, M . This is often a major axis of uncertainty. It can be investigated by choosing a pair of values, M_{low} and M_{high} , that span the plausible range of M for kingclip, and fitting alternative models using these values. A similar approach could be taken to deal with uncertainty about the steepness of the stock-recruit relationship.

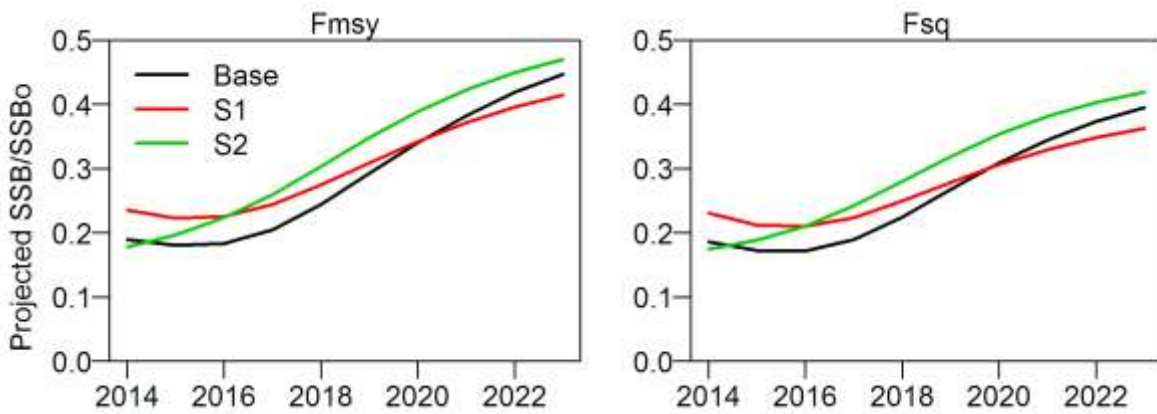


Figure 3: Comparison between the projected biomass estimates for the north stock from the base model and two alternative models, S1 and S2. These are shown for projections with $F = F_{MSY}$ (left panel) and $F = F_{sq}$ (right panel).

Data weighting

An important type of model assumption is the weight assigned to each data point. This is discussed more fully in Section 3.5, but the key points to understand here are (a) the standard errors that were calculated in this assessment depend (sometimes strongly) on the data weights, and (b) the data weights used in the assessment seem to have been chosen rather arbitrarily (there was certainly very little justification given for the chosen values), with no apparent attempt to check whether they were appropriate.

I show below (see Figures 5 and 6 and associated text) that the effective sample sizes for the composition data were inappropriately large, and should have been lower by factors of between 5 and 20. When the composition data for the south stock were more appropriately weighted in alternative model S3 (see Section 3.5.6) the standard errors of model inputs increased substantially: by 49% for SBo (the spawning biomass in the unfished population), 31% for depletion, and 21% for F_{2013} . Thus I conclude that the standard errors presented in the assessment report were underestimates of estimation uncertainty.

Stochastic recruitment in projections

Another significant source of uncertainty for projections is the level of future recruitment. This was ignored in the kingclip assessment. A common way to incorporate this uncertainty is to do multiple 10-year projections (say $n = 100$), with the recruitment deviation (from the stock-recruit relationship) for each projected year being sampled at random from the most recent recruitment deviations (e.g., estimates for the last 5 or 10 years). This approach is particularly appropriate for kingclip because the estimated recruitments showed a clear trend (see figures 33 and 42 of the Assessment Report), which means that our best estimate of recruitment for the near future is the values estimated for the recent past, rather than the average over all years.

3.5 TOR 5: Model configuration and performance

To review the configuration of the model, check if it is properly implemented and assessed its performance based on additional model runs requested during the workshop.

There were five aspects of the assessment model configuration that I thought could be improved. I will first discuss these, in decreasing order of importance, and then describe three alternative models that I requested during the review meeting.

3.5.1 Conflict between CPUE series

A simple plot of the data shows that for both stocks the two industrial CPUE series are in conflict, particularly during the last 10 years, and in the initial years (1987-1991) of the longline series in the south (Figure 4). When two biomass series show different trends it is clear that they can't both provide a good index of abundance for the stock. Thus it makes no sense to include both in the same model. In these circumstances it is advisable to consider two alternative models, each using just one of the biomass series (Francis 2011). The difference between the outputs of these alternative models is then an expression of our uncertainty about which series better indexes stock abundance.

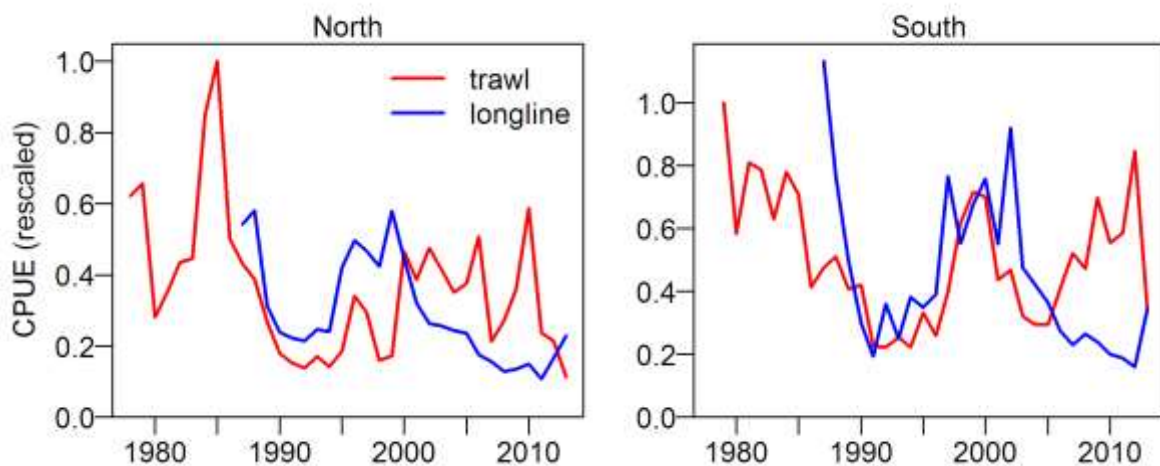


Figure 4: Comparison between the two industrial CPUE time series for the north (left panel) and south (right panel) stocks. To facilitate the comparison the longline series for each stock has been rescaled to have the same mean value as the trawl series over the years that they have in common.

3.5.2 Data weighting

The weighting of data in an assessment model is important because (a) different weighting schemes can substantially change the outcome of the assessment, and (b) valid statistical inference from the assessment (including the estimation of standard errors for model outputs – see Section 3.4) requires that the data weights be appropriate (Francis 2011). For this assessment, two types of data weights were used: coefficients of variation for the CPUE data,

and effective sample sizes for the age and length composition data (see table 5 of the Assessment Report). I was disturbed to see no justification given for these weights, and no attempt to check whether they were appropriate.

By “appropriate” I mean that the size of the model residuals should be (broadly) consistent with the

model weights. Francis (2011) demonstrated a method (his method TA1.8), using residuals of mean age and length, to iteratively reweight composition data (see his figure 4 and table 4). When I applied this method to the base model for each stock I found that the effective sample sizes used for the composition data (100 for the ages, and 50 for the lengths) were too high by factors of between about 5 and 20 (Figures 5, 6). [For artisanal longline the estimated factor was 50 (= 100/2), but this is unreliable because it is strongly affected by an extreme outlier in 2008.] Assigning too much weight to the composition data can have two adverse effects: it can prevent the model from fitting the biomass indices; and it can produce an underestimate of uncertainty (the latter is demonstrated in Section 3.4). [Note that the fact that most of the observed mean lengths in Figure 6 are markedly less than the predicted values is another way of demonstrating the possible bias in growth parameters that was illustrated in Figure 1.]

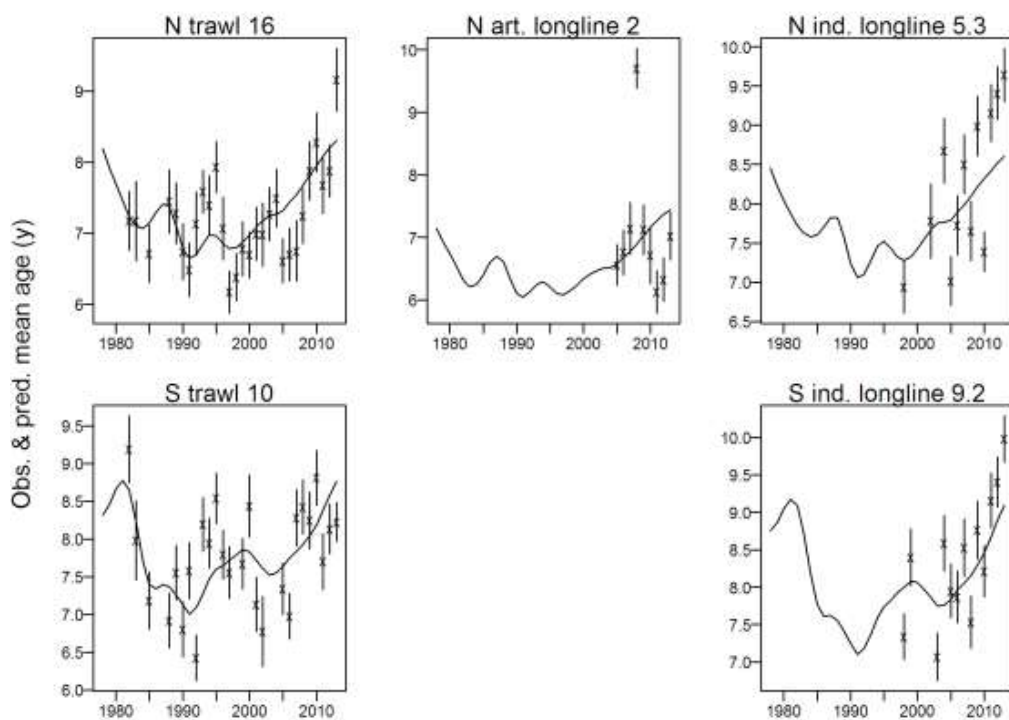


Figure 5: Application of the iterative weighting procedure TA1.8 (Francis 2011) to the age composition data from the base models for the north (‘N’, upper panels) and south (‘S’, lower panels). Each panel corresponds to one age composition data set and shows observed (‘x’, with vertical bars indicating a 95% confidence interval, given the assumed effective sample size) and predicted (curved line) mean age. The number above each panel is the adjusted effective sample size, as estimated by procedure TA1.8. Note that this number is always much lower than the assumed sample size of 100.

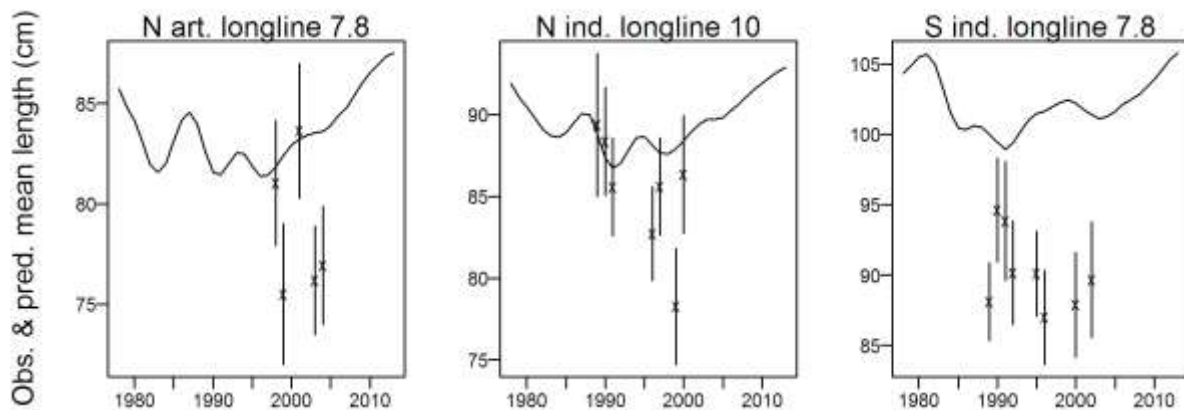


Figure 6: The same as Figure 5, but for the length composition data, for which the assumed sample sizes were always 50.

In the iterative weighting procedure illustrated in Figures 5 and 6 it is not necessary that the initial sample sizes be the same in every year (as they were in the assessment), nor does it seem advisable for kingclip. Since the number of otoliths available for a given fishery varied from year to year by almost two orders of magnitude (see slide 3 of the presentation by Vilma Ojeda) there must have been substantial variation in effective sample size. For future assessments I suggest using for the initial effective sample size for each year either the number of sets sampled or a sample size calculated, following Crone and Sampson (1998), from the precision estimates provided by Vilma Ojeda (see slides 17 and 18 of her presentation).

I suggest also reviewing the decision about which years there should be age composition data for each fishery (I say this because I did not receive a clear explanation as to why the first year with artisanal longline age compositions in the north stock assessment was 2005 whereas there were several years before that in which many otoliths were sampled from that fishery – see slide 3 of Vilma Ojeda’s presentation).

3.5.3 Initial biomass

A striking difference between the assessments of the two stocks is that the initial (spawning) biomass was estimated to be 64% SBo, for the north stock, but close to 100% SBo (99%) for the south stock. I think it is important to understand why these estimates are so different and how robust the estimate of 64% SBo is.

Another way to express this latter point is to ask how confident we can be that the base model (depicted in Figure 7A) is a better representation for this stock than a possible alternative model in which the biomass trend is exactly the same, but the initial biomass is 100% SBo (Figure 7B). It is important to be able to distinguish between these models because the estimated depletion in 2013 is much higher in the latter (30%) than in the former (19%). Note that the two models fit the CPUE indices equally well.

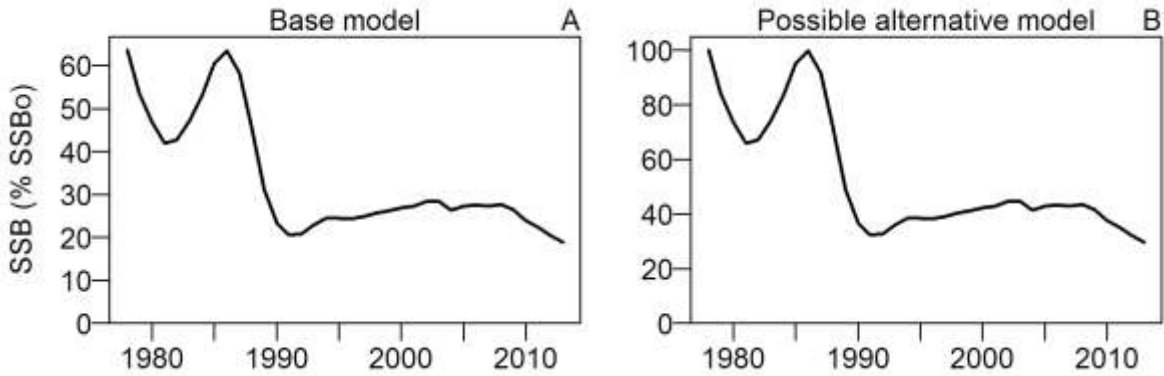


Figure 7: Estimated spawning biomass trajectories from A, the base model for the north stock, and B, a possible alternative model.

I think it would have been very informative to have evaluated how robust the estimate of 64% SBo was, and I will describe a way of doing this. The base model defines $N_{init,a}$, the initial number of fish of age a , as

$$N_{init,a} = N_{eq,a} \exp(\varepsilon_a) \quad (1)$$

where $N_{eq,a}$, the equilibrium number at age a , is defined by

$$N_{eq,a} = R0 \exp[-M(a - 3)] \quad (2)$$

(for simplicity I am ignoring here the adjustment made to the numbers in the plus group).

Thus, the estimation of initial biomass requires an additional 12 parameters: the initial recruitment deviates $\{\varepsilon_a: a = 3, \dots, 14\}$. A simpler model would define

$$N_{init,a} = R0 \exp[-(M + F_{init})(a - 3)] \quad (3)$$

and thus require only 1 additional parameter, the initial fishing mortality, F_{init} .

There are two questions we need to ask. First, is the fit of the base model to the data significantly better than that of the simpler model? If it is not, then we should use the simpler model. If it is, then it is useful to understand which observations are significantly better fit. If the simpler model is preferred, then the second question is how confident are we that the estimate of F_{init} is not equal to 0? In other words, is the fit to this simpler model significantly degraded if we fix $F_{init} = 0$ (which means that the initial biomass is 100% SBo)? A posterior profile on F_{init} is another informative way to address this question.

3.5.4 Asymptotic selectivity

For each stock, the selectivity of one fishery was forced to be asymptotic but other selectivities were allowed to be domed. I was surprised about this for two reasons. First, it is common in assessments where natural mortality is being estimated to force one selectivity to be asymptotic, because otherwise there is confounding between this parameter and the selectivities. However, since natural mortality was fixed for kingclip I could see no need to force any selectivity to be asymptotic in this assessment. Second, we were told during the review meeting that, for each area, asymptotic selectivity was assumed for the fishery that most targeted kingclip (which was trawl in the north and industrial longline in the south). I don't think that the degree of targeting is a good basis for that decision. There are many reasons why target fisheries don't necessary catch the oldest fish: e.g., the fishing gear, or its method of deployment (e.g., towing speed of a trawl), may not be optimal for older fish; it may not be cost effective for the fleet to travel to the areas where the older fish are more abundant; and fishers may get a higher price for smaller fish. If there is a need to force one selectivity to be asymptotic surely it makes sense for that to be for the fishery that has the highest proportions of older fishes in its catch, which is clearly industrial longline in both areas (Figure 8).

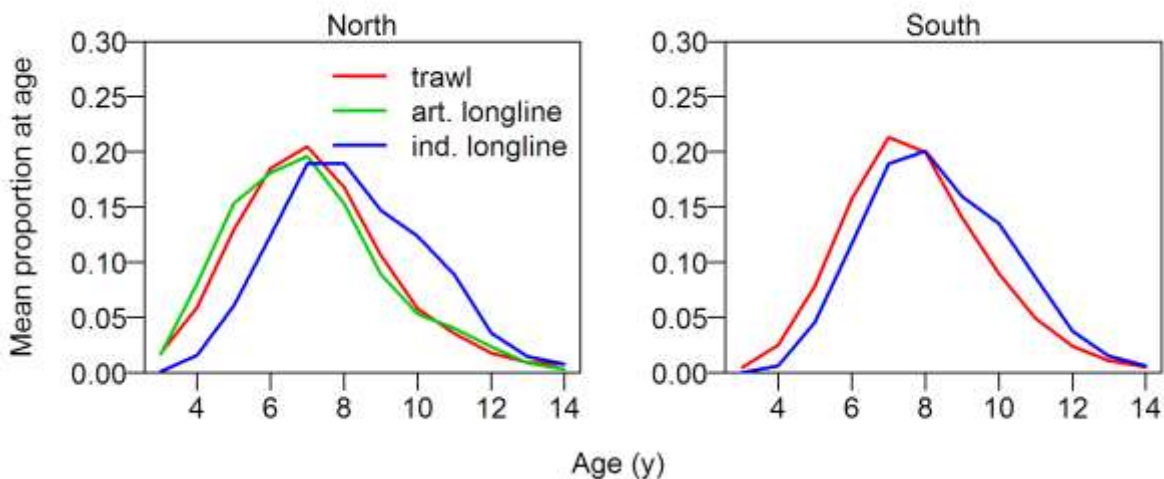


Figure 8: Observed proportion at age, averaged across years, by fishery and stock.

3.5.5 Bias adjustment for recruitment

The usual bias adjustment for recruitment was either not applied, or was wrongly applied, in the computer program for the kingclip assessment. I will first explain the logic behind this adjustment and then show how this logic was not followed in the assessment.

A very common way to calculate R_y , the estimated recruitment for year y , in a stock assessment model uses the equation

$$R_y = R_{\text{pred}} \exp(\varepsilon_y - 0.5\sigma_R^2) \quad (4)$$

where R_{pred} is the recruitment predicted by the stock-recruit relationship, ε_y is the estimated recruitment deviate (in log space), and σ_R is the assumed standard deviation of log recruitment. The term $-0.5\sigma_R^2$ is called the bias adjustment term, and it is included so that the expected value of R_y is R_{pred} . To see how this works note that it is assumed that ε_y is normally distributed with mean 0 and standard deviation σ_R (this assumption is expressed by adding the term $0.5(\sum_y \varepsilon_y^2)/\sigma_R^2$ to the objective function – this is called a prior in the table of likelihood components in section 8.3 of the Assessment Report). Now, if x is normal with mean μ and standard deviation σ , then $\exp(x)$ will be lognormal with mean $\exp(\mu + 0.5\sigma^2)$. Therefore $\exp(\varepsilon_y)$ has mean $\exp(0.5\sigma_R^2)$, whereas $\exp(\varepsilon_y - 0.5\sigma_R^2)$ has mean 1, so that in eq. (4) R_y has mean R_{pred} , as intended.

The three formulae used in the kingclip assessment to calculate recruitments are shown in the middle column of Table 1. Note that because no stock-recruit relationship was used in this assessment $R_{\text{pred}} = R_0$. An important point to notice is that the first two formulae are used to estimate recruitments that are treated as random variables (with a lognormally distribution), whereas there is no random element in the third formula, because projected recruitments are treated as constant. Therefore there should be a bias adjustment term in the first two formulae, but not in the third.

Table 1: Two versions of three formulae used to calculate recruitment: that used in the kingclip assessment, and a corrected version that properly applies a bias correction. R_0 is the mean recruitment; ε_a (= dev_No in the assessment program code) is the recruitment deviate for age a in the initial year; ε_y (= dev_Rt in the code) is the recruitment deviate for year y of the subsequent years; σ_R (= cv_Ro in the code) is the assumed standard deviation of log recruitment.

Year	In assessment	Corrected
Initial year (1978)	$R_0 \exp(\varepsilon_{a=3})$	$R_0 \exp(\varepsilon_{a=3} - 0.5\sigma_R^2)$
Subsequent years (1979-2013)	$R_0 \exp(\varepsilon_y)$	$R_0 \exp(\varepsilon_y - 0.5\sigma_R^2)$
All projection years (2014-2023)	$R_0 \exp(0.5\sigma_R^2)$	R_0

3.5.6 Three additional models

During the review meeting I requested three additional models, S1-S3. These were intended as responses to the observation that the fits to the CPUE series in the two base models were all rather poor. My hypothesis was that these poor fits were caused by two problems mentioned above: the conflict between CPUE series (see Section 3.5.1); and the excessive weighting of the composition data (see Section 3.5.2). Thus, each additional model used only one CPUE series, and the effective sample sizes used were (approximately) those calculated by the iterative reweighting in Section 3.5.2 (Table 2). As expected, there was a substantial improvement in the fits in the additional model (Figure 9). I didn't ask for additional models in which the only CPUE series was north artisanal longline or south trawl because these series

were so structured as to have little influence in the assessments: the former was split into two short series (of length 10 and 6); and the latter was assigned a very high c.v. (0.5 for all but the first few years), and thus a very low weight.

Table 2: Description of three additional models that were run during the review meeting showing, for each model, which CPUE series was used, and the effective sample sizes assumed for the age and length composition data. ‘ind. LL’ = industrial longline; ‘art. LL’ = artisanal longline.

Model	Stock	CPUE used	Effective sample sizes					
			Age			Length		
			trawl	art. LL	ind. LL	art. LL	ind. LL	ind. LL
S1	North	trawl only	16	5	5	8	10	
S2	North	ind. LL only	16	5	5	8	10	
S3	South	ind. LL only	10		10		8	

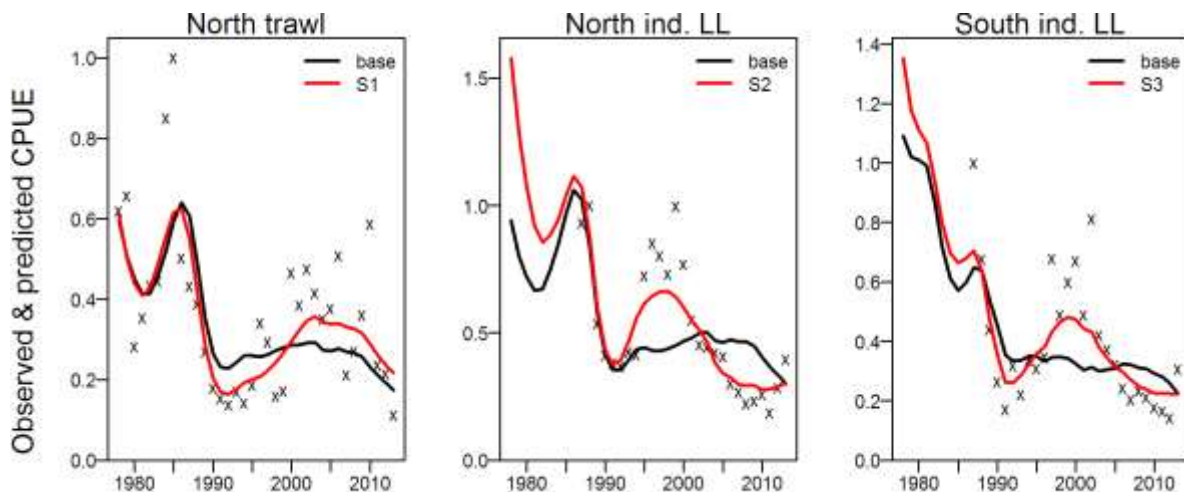


Figure 9: Comparison of base and additional model fits to three CPUE series (north trawl, and north and south industrial longline). Each panel shows observed (‘x’) and predicted (lines) CPUE.

I did not request any further additional models because my focus during the review meeting was on understanding the complex procedure for constructing CPUE series. Had that not been such a high priority I probably would have asked for further models exploring different values of natural mortality and steepness, and different selectivity assumptions.

3.6 TOR 6: Projections

Comment on the procedures used to project the stock into the future, especially on the robustness of the risk analysis to assess the risk of not achieving the desired objectives.

The procedures used to project the stock into the future were, in the main, standard and appropriate. However, I had three areas of concern: the projection results seemed unrealistically optimistic; the uncertainty about the projections was under-estimated; and there was a lack of clarity about the connection between the projections and the calculation of Allowable Biological Catch (ABC).

Unrealistic optimism

The results of the projections for kingclip will be strongly affected by the assumed level of recruitment in the projection years (2014-2023), because these recruitments will make a substantial contribution to the catches over that period. In the projections the intention of the assessment team was that the recruitment each year should be equal to R_0 , the mean recruitment over the assessment period (1978-2013) [in fact, because of a bias-adjustment error, the actual recruitment was about $1.2R_0$ – see last line of Table 1]. This would be a reasonable assumption in many assessments, but not for the present assessment, where the estimated recruitments show a strong downward trend over most of the assessment period (see figures 33 and 42 of the Assessment Report). Given that the mean recruitment over the most recent 5 years was about $0.25R_0$ for both stocks it seems unrealistically optimistic (and not at all precautionary) to assume a recruitment of R_0 for the following 10 years.

Uncertainty under-estimated

In Section 3.4 I give three reasons to believe that the uncertainty associated with the projection results was under-estimated:

- the assessment team evaluated the estimation uncertainty, but not the model uncertainty (i.e., they didn't consider alternative models);
- estimation uncertainty was under-estimated because of inappropriate data weighting; and
- uncertainty about future recruitment was ignored.

Lack of clarity

I found the sections of the assessment report relating to the connection between the projections and the determination of ABC to be the most confusing in the document. In particular, I was unclear as to what were the “desired objectives” referred to in my TOR 6. One source of confusion was that no ABCs were presented, even though the calculation of ABCs is listed as part of Specific Objective iv of the assessment (see section 5 of the Assessment Report).

Another source of confusion for me was that I was never quite sure whether, when the terms “over-exploitation” and “under-exploitation” were used, they referred to the legal definitions of these terms (as contained in Section 59 of the LGPA), or to the rather different definitions accepted by “los Comités Científicos en Chile” (the distinction between these definitions is described in annex 4 of the Assessment Report). In general, the main text of the report seemed to conform to the scientific definitions (though note that the F limits in the heading of table 1 of annex 4 should be labelled under- and over-fishing limits, rather than under- and over-exploitation limits), but, confusingly, the plots sometimes seemed to conform to the legal definitions (e.g., the region labelled “under exploitation” in figure 2 of annex 4, and that labelled “Sub exploitation” in figures 48-50; also these figures lack the lines associated with the limits [under- and over-exploitation, under- and over-fishing] which are used in the scientific, but not the legal, definitions). It didn’t help that the upper bound on the “Collapse” region in figures 48-50 was misplaced, being at 22.5%SB₀ (= 0.5 SB_{MSY}), rather than 20%SB₀.

The conclusion that the southern zone is “in overfishing condition” (“en una posición relacionada con la sobrepesca” – see the third bullet point in section 11.2 of the Assessment Report) seems to be mistaken. As I understand it this implies that F₂₀₁₃ is greater than the target value, which is not true (see figure 50 of the Assessment Report). However, it is true that SB₂₀₁₃ is less than the overexploitation limit (0.40SB₀), which I believe means that the stock is overexploited (en una situación de sobre-explotación).

I assume that the “risk analysis” referred to in my TOR 6 refers to the values of P(SB/SB₀<0.2) and P(SB/SB₀<0.4) given in tables 9 & 10 of the assessment report, and that 0.2SB₀ is the collapse limit and 0.4SB₀ the over-exploitation limit. However, I don’t know how these probabilities were calculated, and the values given for them seem inconsistent with the estimated biomass values. For example, the spawning biomass of 7828 t in line 5 of table 9 is just above 0.4SB₀, but P(SB/SB₀<0.4) is given as 0.977. Also, the five columns related to ABC in the middle of this table are unexplained and don’t seem to be referred to in the text.

Adding to my confusion there was some conflict between three versions of the projected biomass that I had access to: (a) the tabulated values in table 9 & 10 of the Assessment Report; (b) the plotted values in figures 49 & 50 of the Assessment Report; and (c) the values in the assessment report files (congrio.rep) that I was given. For example, in table 9 the year 10 SB assuming F = 0 is 17327 t, which is 2.0SB_{MSY}, whereas figure 49 says it is 2.7SB_{MSY}; none of the projected biomass values in table 9 correspond to those in the congrio.rep file for the north stock; the same is true for the F_{sq} projected biomass values in table 10 for the south stock.

3.7 TOR 7: Possible improvements

Recommend improvements to the assessment process (studies and research programs) which may ultimately lead to a reduction in stock status uncertainty.

For me, the most important uncertainty associated with this assessment was whether any of the CPUE indices was proportional to biomass. Thus the most important research question to be addressed before the next stock assessment is how best to calculate CPUE for kingclip (see Section 3.3.1).

3.8 Assessment documentation

The documentation of the kingclip assessment does not seem to fall specifically within my terms of reference but I will comment on it because it affected my ability to review the assessment.

The kingclip Assessment Report may well have been adequate for a reader who simply wanted to know the outcome of the assessment, but it was not adequate for a reader, like me, whose job it was to review the assessment. In order to allow evaluation of an assessment a stock assessment report must:

- fully describe all analytical methods;
- describe all assumptions and give justifications for them;
- provide sensitivity analyses for key assumptions, and
- provide diagnostics to allow critical evaluation.

I will discuss the assessment documentation in terms of these four bullet points.

As to the analytical methods, the main lack was a clear description of the method of calculation of the CPUE. This method was complex, and it was only after lengthy discussions during the review, and a perusal of some R code (provided during the review), that I understood fairly well what was done. The analytical methods of the assessment model itself were not well described in the main text (in fact some of the equations in section 8.3 of the Assessment Report were wrong – e.g., those for selectivity and the initial population, and the penalties associated with selectivity and the initial age structure are missing from the likelihood components) but I was pleased to see the source code for the assessment (the “tpl” file – see annex 1 of the Assessment Report), from which I was able to infer the analytical methods. The only exception to this was that I was not able to work out the method of calculation for the risk measures in the last two columns of table 9 and 10 of the Assessment Report (see Section 3.6 above).

Some model assumptions were not stated at all (e.g., those concerning asymptotic selectivity [see Section 3.5.4 above], the penalty on initial numbers at age, and the change in catchability for trawl CPUE in the south), or were incorrectly stated (e.g., table 5 of the Assessment Report says CV_trawler was 0.3 in the south, but it was actually 0.5 for most

years). Again, that was not a big problem because I was able to identify these assumptions in the model input files. What was more of a problem was that justification was provided for very few of the model assumptions. This is a problem because I was unable to evaluate the appropriateness of some assumptions without knowing the reason for them (this is the case, e.g., for assumptions about the shape of selectivities, why some CPUE indices had higher CVs than others or were split into two subseries).

No sensitivity analyses (i.e., alternative models) were described or presented. As noted above these are important for determining the main axes of uncertainty of the assessment (see Section 3.4). They can also reassure us by showing us that an assessment is not sensitive to changes in some assumptions.

The diagnostics for the assessment model (e.g., goodness of fit plots like figures 25-31 of the Assessment Report) were generally adequate. However, those for the CPUE calculations were not. Those associated with the multivariate analysis of the catch data (e.g., figures 12 and 13 of the Assessment Report) are of very limited value because they concern only one year's data [or perhaps two years?, the caption says they are for 2013, but I think they included data from 2012 and 2013] and my concern is with the whole CPUE series. The standardization diagnostics were also of limited value: plots like figure 14 show between-model and between-year differences in CPUE series but little attempt was made to explore or explain these differences; and AIC values are not very useful (see Section 3.3 above). As a minimum, I think that plots should be provided for all estimated effects (not just the year effect), as well as the residuals, and it's also useful when the standardisation is done in a stepwise manner (starting with a model including just the year effect) to see the order in which predictors are added to the model, and the percent additional deviance explained at each step.

Finally, as noted above (see last subsection of Section 3.6) the connection between the projections and the determination of ABC was not well described.

4. Conclusions and recommendations

Here I present only my main findings and recommendations. Greater detail and more minor matters are presented in Section 3.

I have three main conclusions.

1. The status of Chilean kingclip is not well established because of uncertainty about whether the CPUE series used in the assessment were proportional to abundance (see Section 3.3).
2. The approach used to estimate uncertainty in this assessment will tend to produce an underestimate because model uncertainty was not considered, too much weight was given to age and length composition data, and projections ignored uncertainty about future recruitment (see Section 3.4).

3. Two aspects of the modelling seemed inconsistent with the requirement of the LGPA for a precautionary approach: the lack of a stock-recruit relationship (see Section 3.1), and the assumption in projections that future recruitments will be average (see Section 3.6).

For future assessments I recommend that consideration be given to

1. Using a stock-recruit relationship and exploring a single-stock model (see Section 3.1)
2. Reviewing the method of calculation of CPUE (see Section 3.3.1)
3. Improving the estimation of uncertainty by including alternative models, more appropriate weighting of composition data, and (for projections) stochastic recruitment (see Section 3.4)
4. Avoiding the use of conflicting CPUE series in the same model, exploring the estimation of initial biomass, and reviewing selectivity assumptions and recruitment bias adjustment (see Section 3.5)
5. Reviewing the mean recruitment level and risk calculations used in projections (see Section 3.6)
6. Improving the assessment documentation (see Section 3.8).

5. Acknowledgements

I am grateful to Billy Ernst and his assistants for their very able coordination of both the review meeting and logistical arrangements; to Francisco Contreras and Cristian Canales for their willingness to explain their analyses and run alternative scenarios during the workshop; to my fellow reviewer, Carryn de Moor, for insightful comments; to Milka Rubio for her excellent simultaneous translation during the review; to Juan Carlos Quiroz for his willingness to skype with us about what must have seemed like ancient history to him; to all other presenters for their patient consideration of my many questions; and to Renato Céspedes for the gift of Pablo Neruda's *Oda al caldillo de congrio* (¡suculentoso!). I am also very grateful that the Chilean earthquake of mid September did not happen a week earlier.

6. References

- Akaike, A. 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE Trans. Automat. Contr.* 19(6): 716–723.
- Céspedes Michea, R.; Ojeda Cerda, V.; Adasme Martínez, L.; Muñoz Rubio, L.; Hunt Jaque, K.; Cid Mieres, L.; Miranda Pérez, M.; Villalón Castillo, A. 2014. Final Report, Agreement 1: Integral Counsel for Fishing and Aquaculture, 2013; Project 1.9: Monitoring program of the Demersal Fishery and Deep Waters, 2013; Section IV: Industrial southern demersal fisheries. Undersecretariat Of Economy and EMT.
- Crone, P.R., and Sampson, D.B. 1998. Evaluation of assumed error structure in stock assessment models that use sample estimates of age composition. In *Fishery Stock Assessment Models*. Edited by F. Funk, T.J. Quinn, J. Heifetz, J.N. Ianelli, J.E. Powers, J.F. Schweigert, P.J. Sullivan, and C.-I. Zhang. Alaska Sea Grant College Program Report No. AK-SG-98-01. University of Alaska, Fairbanks, Alaska. pp. 355–370.
- Francis, R.I.C.C. (2011). Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 68: 1124-1138.
- Magnusson, A.; Punt, A.E.; Hilborn, R. 2013. Measuring uncertainty in fisheries stock assessment: the delta method, bootstrap, and MCMC. *Fish and Fisheries* 14: 325–342.
- Wiff, R., V. Ojeda & 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.

Appendix 1: Materials Provided

- Baker, L., R. Wiff, J.C. Quiroz, A. Flores, R. Céspedes, M. Barrientos, V. Ojeda, C. Gatica. 2014. Reproductive ecology of the female pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*): evaluating differences between fishery management zones in the Chilean austral zone. *Environ Biol Fish* 97: 1083-1093
- Canales-Aguirre, C., S. Ferrada, C. Hernández, R. Galleguillos. 2010. Population structure and demographic history of *Genypterus blacodes* using microsatellite loci. *Fisheries Research* 106: 102-106
- Canales-Aguirre, C., S. Ferrada, C. Hernández, R. Galleguillos. 2010. Usefulness of heterologous microsatellites obtained from *Genypterus blacodes* (Schneider 1801) in species *Genypterus* off the Southeast Pacific. *Gayana* 74(1): 74-77
- Céspedes, R., V. Ojeda, L. Adasme, L. Muñoz, K. Hunt, L. Cid, M. Miranda, A. Villalón. 2014. Programa de seguimiento de las pesquerías demersales y aguas profundas, 2013. Sección IV: Demersales Sur Austral Industrial, 2013. 134 pp + Anexos
- Chong, L., L. Adasme, V. Ojeda, E. Garcés, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, L. Cid. 2014. Programa de seguimiento de las pesquerías demersales y aguas profundas, 2013. Sección III: Demersales Sur Austral Artesanal, 2013. 131 pp
- Contreras, F., J.C. Quiroz, C. Canales, L. Chong. 2014. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2015. Congrio dorado, 2015. Informe de estatus y cuota. 79 pp + Anexos
- Gallardo, A., P. Gálvez, E. Garcés, O. Guzmán, C. Ibieta, J. Uribe, C. Vargas, N. Villarroel, Z. Young. 2013. Programa de seguimiento de las pesquerías demersales y aguas profundas, 2013. Sección I: Enfoque metodológico y gestión de muestreo, 2013. Informe Final. 72 pp + Anexos
- Horn, P. 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
- Paredes, F., R. Bravo. 2005. Reproductive cycle, size at first maturation and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes*, in Chile. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 39: 1085-1096
- Wiff, R., V. Ojeda, J. C. Quiroz. 2007. Age and growth in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*) off the Chilean austral zone: evaluating differences between management fishing zones. *J. Appl. Ichthyol.* 23: 270-272

Appendix 2: Statement of Work

This appendix contains the Statement of Work, including three annexes, that formed part of the consulting agreement between the University of Concepción and the author.

Statement of work for Dr. Chris Francis

Independent external peer review of kingklip stock (*Genypterus blacodes*) and participation in the south central anchovy (*Engraulis ringens*) assessment external review workshop.

Scope of Work:

The reviewer is contracted to deliver an independent external review of the 2014 stock assessment of Kingklip “*Congrio dorado*” conducted by the Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) and participate in the south central anchovy “*Anchoqueta centro sur*” stock assessment external review workshop.

Project Description:

The Undersecretariat of Fisheries of Chile started in 2011 an independent peer review process to assess the soundness of IFOP stock assessment approach for their major fisheries. This year the Chilean Undersecretariat of Fisheries requested an international independent peer review for Kingklip (*Congrio dorado*) and South central anchovy (*Anchoqueta centro sur*).

Location of Peer Review:

The peer review process will be held in Valparaíso (Hotel Diego de Almagro) during a workshop in September of 2015.

Statement of Tasks: The reviewer shall complete the following tasks in accordance with the terms of reference and specific tasks and deliverables herein.

Pre-review Background Documents: Two weeks before the workshop, the project coordinator, Dr. Billy Ernst will provide the reviewer the necessary background information (working documents in English, stock assessment model, etc.) for the workshop preparation. This material shall consist of stock assessment documents translated to English and other background material. The reviewer/collaborator shall read all documents in preparation for the workshop.

Workshop: The reviewer shall actively participate in the workshop and conduct an independent review of the assessment addressing each Term of Reference.

Specific Tasks for the Reviewer: The following chronological list of tasks shall be completed by the reviewer in a timely manner.

1. Conduct necessary pre-review preparations, including all the background material and reports provided by the University of Concepcion in advance to the workshop.
2. Actively participate during the workshop in Valparaíso (September 2015), conduct a review and generate a report with recommendations in accordance with the ToRs (**Annex 2**).
3. Participate in the Kingclip workshop and provide feedback (mornings).
3. No later than the October 30th of 2015, submit a report addressed to the “Department of Oceanography, University of Concepción” and sent to Dr. Billy Ernst, Lead Coordinator of the project, via email to biernst@udec.cl. The report shall be written in English addressing each ToR in **Annex 2**.
4. The report (in English) shall include an executive summary with the main conclusions and recommendations about the review process. 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. This should be a standalone document.

Schedule of Milestones and Deliverables: The group shall complete the tasks and deliverables described in this Statement of work in accordance with the following schedule.

<i>August 2015</i>	Project coordinator sends the Reviewer the pre-review documents.
<i>September 2015</i>	The reviewer participates and conducts an independent peer review during the panel review meeting in Valparaíso.
<i>October 2015</i>	Reviewers submit the independent peer review reports to the project lead coordinator.
<i>November 2015</i>	University of Concepción translates and submits Independent peer review reports to the Undersecretariat of Fisheries.
<i>November 2015</i>	Review and approval of Peer review reports upon compliance with Statement of Work and Terms of References.

Acceptance of Deliverables: Upon review and acceptance of the independent peer review reports by the Project Lead Coordinator (Dr. Billy Ernst), these reports shall be sent to the Undersecretariat of Fisheries for final approval as contract deliverables based on compliance with the Statement of Work and Terms of reference. As specified in the Schedule of Milestones the University of Concepción shall send via e-mail the contract deliverables (Independent peer review reports) to the Undersecretariat of Fisheries project coordinator.

Applicable Performance Standards: The contract is successfully completed when the Chilean Undersecretariat of Fisheries project coordinator provides final approval of the contract deliverables. The acceptance of the contract deliverables shall be based on three performance standards:

- (1) The report shall be completed with the format and content in accordance with **Annex 1**,
- (2) The report shall address each ToR as specified in **Annex 2**,
- (3) The reports shall be delivered in a timely manner as specified in the schedule of milestones and deliverables.

Support Personnel:

Project Coordinator
Dr. Billy Ernst
Department of Oceanography
University of Concepción
Barrio Universitario s/n
Concepción, Chile.
Phone: +56-41-2204012
biernst@udec.cl

Appendix 2, Annex 1: Format and Contents of the Independent Peer Review Report

1. Each independent report shall be prefaced with an Executive Summary providing a concise summary of the findings and recommendations, and specify 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, of the science, conclusions, and recommendations.
 - b. Reviewer should elaborate on any points raised in the Executive Summary 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.
4. The reviewer report shall include the following appendices:
 - Appendix 1: 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.

Appendix 2, Annex 2

Provide feedback, recommendations and an independent peer review on:

Kingclip (congrío dorado)

1. To critically review the stock assessment approach, including underlying hypotheses of model structure and the conceptual model (for the stock and the fishery). Comment on potential improvements.
2. To critically review the life history parameters of this resource, with special emphasis on natural mortality, growth and age-at-sexual maturity.
3. To review the quality and reliability of input data and estimation procedures used in the monitoring of the fishery, including CPUE, catch, age reading.
4. To review procedures, methods and estimation models used to account for estimating uncertainty. Do the selected case studies represent the main axis of model uncertainty and comment on the base case chosen for this assessment? Comment on potential improvements.
5. To review the configuration of the model, check if it is properly implemented and assessed its performance based on additional model runs requested during the workshop.
6. Comment on the procedures used to project the stock into the future, especially on the robustness of the risk analysis to assess the risk of not achieving the desired objectives.
7. Recommend improvements to the assessment process (studies and research programs) which may ultimately lead to a reduction in stock status uncertainty.

Appendix 2, Annex 3: Workshop Announcement

International Independent Peer Reviews for the Golden Kingclip and south central Anchovy Assessments

7 – 13 of September 2015

Hotel Diego de Almagro – Valparaíso

Molina 76, Valparaíso

International independent peer review panel members

Dr. **Carryn de Moor** (MARAM) - Anchovy

Mr. **Chris Francis** (Independent Consultant) – Golden Kingclip

Workshop dynamics

This workshop will run from Monday 7th to Friday 11th of December. It includes a series of presentations on technical information associated to IFOPs 2014 stock assessment of south central Anchovy (during the morning) and 2014 stock assessment of Golden Kingclip (during the afternoon). Presentations shall include at least the suggested topics to provide the reviewers with information to address their Terms of Reference. During the workshop there will be time for the reviewers to request additional overnight model runs and in the case of Kingclip to rerun CPUE standardization.

Presentation will be given mostly in Spanish, but a professional simultaneous translation service will be available for the entire workshop.

Anchovy (Anchoveta centro sur)

Reviewer: Dr. **Carryn de Moor**

Participant: Mr. **Chris Francis**

PRESENTATIONS

Monday (8.30 - 13.00)

Welcome to the participants and introduction to the independent expert stock assessment review workshop of both species (Dr. Billy Ernst). (8.45 - 9.00)

Anchovy fishery (IFOP- Antonio Aranis) (9.00 – 9.30)

- Landings
- Fleet composition, past and present
- Fishing gears
- Landing distribution by zone and fleet

Biology of the species (IFOP- María José Zúñiga – Cristian Canales) (9.30 - 10:15)

Life history

Age and growth

Sexual maturity

Differences between northern and southcentral anchovy with respect to minimum maturity size

Natural mortality

Conceptual model of the stock assessment

Coffee Break (10.15 – 10.30)

Industrial and Artisanal fisheries monitoring program (IFOP- Antonio Aranís) (10.30 - 11.15)

- Sampling design
- Sampling coverage and methodological changes over time
- Size and age structured data
- Processing of biological data used in the stock assessment

Stock units for Anchovy in the south central zone of Chile. (UDEEC Sandra Ferrada) (11:15 – 11:45)

Scientific observers discard program of small pelagic fisheries: Discard and bycatch of Anchovy and south central Sardine. (Rodrigo Vega y Claudio Bernal – 11:45-12:30)

Discussion (12.30 – 13.00)

End of session (13.00)

Tuesday (9.00 - 13.00)

Conference call with Juan Carlos Quiroz (IFOP) from Hobart, Australia (9.00 – 10:00)

Multivariate method to define fishing intentionality on Golden kingclip (specific requests from Chris Francis).

Catch used in the assessment model (Landings/Bycatch/Discards) (Antonio Aranís / Maria José Zúñiga, - 10.00 – 10.45)

- Estimation of Landings

- Available information on Underreporting, discards and verification

Ageing, construction of length-age keys and estimation of error matrix in the assignment of ages (IFOP - Francisco Cerna) (10.45 – 11.15)

- Methodologies

- Strength and weakness

- Various aspects of grouping annual age data

Coffee Break (11.05 – 11.30)

Acoustic surveys (IFOP – Alvaro Saavedra and Sergio Lillo) (11.30 – 12.00)

Pelaces o Reclas, which is a better index for anchovy abundance?

Acoustics

Methodology

Temporal consistency

Spatial and temporal coverage with respect to the spatial distribution of the resource

Are Pelaces or Reclas an absolute index of abundance?

Sample size of age/length comps.

Challenges for the abundance estimation

Spatial/temporal dynamics and migrations of south central Anchovy.

Runs 1: First conversation on model runs scenarios for South Central Anchovy requested by reviewers (12:00 – 13:00)

End of session (13.00)

Wednesday (9.00 - 12.30)

Stock Assessment model (IFOP – Ms. María José Zúñiga / Cristian Canales) (9.00 – 10.30)

2014 Stock Assessment (TAC-2015)

Model structure

Modeling recruitment

Data

Selectivity function

Catchability

Assumptions

Statistical models

Sample size determination and cv

Cases used in the assessment

Results

Stock Status and diagnostics

TAC calculation for 2015

Coffee Break (10.30 – 10.45)

Modelo de Evaluación de Stock (10.45 – 12.30)

Runs 2: Model runs requested by reviewers (12:30 – 13:00)

End of session (13.00)

Thursday (9.00 - 12.45) (IFOP, Reviewers, UDEC)

Reference points estimation for anchovy and procedures used in the stock projections (IFOP – María José Zúñiga) (08:30 – 09.30)

Semestral stock assessment model (IFOP – María José Zúñiga- Cristian Canales) (9.00 – 10.00)

Background information on sardine/anchovy as a mixed fishery (IFOP – Antonio Aranís / Víctor Espejo – SUBPESCA) (10.00 – 10.45)

Coffee break (10.45 – 11.00)

Presentation of model re-run results and defining last model runs (IFOP – Reviewers 11.00 – 12.45)

End of session (12.45)

Friday (8.30 - 13.00) (IFOP, Reviewers, UDEC)

Stock assessment workshop (08:30 - 10:30)

Report on additional model runs.

Reviewers present some major findings

Coffee break (10:30 – 10:45)

Continued review stock assessment workshop (10:45 – 13:00)

Closing workshop.

Golden Kingclip (Ling)

Reviewer: Mr. **Chris Francis** (Independent Consultant)

Participant: Dr. **Carryn de Moor**

Monday (14.00 - 18.00 hrs)

Golden Kingclip fishery (IFOP – Renato Céspedes) (14.00 – 14.45)

Landings

Characteristics of the fleet, past and present

Dynamics, distribution and operation of the fleet

Life History and biological parameters used in the stock assessment (IFOP- Francisco Contreras) (14.45 – 15.45)

Life History

Age and Growth

Age of sexual maturity

Natural Mortality

Stock Assessment conceptual model

Coffee Break (15.45 – 16.00)

Population structure based on genetic analysis (Sandra Ferrada – Ricardo Galleguillos) (16.00 – 16.45)

Population structure and genetics

Spatial distribution and migrations

Stocks

Life history

CPUE nominal y su estandarización en congrio dorado (IFOP – Francisco Contreras – Sr. Cristian Canales) (16.45 – 18.30)

Indicadores de abundancia artesanales e industriales (CPUE)

Revisión de procedimientos de estandarización

End of session (18.30)

Tuesday (14.00 - 18.00 hrs)

Artisanal Monitoring program (IFOP – Patricio Galvez and Liu Chong (14.00 – 14.45)

- Sampling design
- Percentage of coverage by observers and methodological changes over time
- structured data generated by the program
- biological statistics of importance to the assessment

Industrial Monitoring program (IFOP – Patricio Galvez - Renato Céspedes (14.45 – 15.30)

- Sampling design
- Sampling coverage and temporal consistency
- Age/length structured information
- Estimation of biological variables used in the assessment

Catch estimates used in the assessment model (landings/Bycatch/Discards) (IFOP - Renato Céspedes/Francisco Contreras (15.30- 16.15)

- Landings
- Bycatch
- Underreporting by fleet and changes over time
- Total catch used in the model

Coffee break (16.15 – 16.30)

Estimation of Age, length-age keys used in the stock assessment (IFOP - Sra Vilma Ojeda) (16.30 – 17.30)

- Methodologies
- Challenges associated to the age determination of this species.
- Age-length keys

Runs 2: Scenarios requested by reviewers and questions (17.30 – 18.00)

End of session (18.00)

Wednesday (14.00 - 18.00)

Stock assessment model (IFOP – Mr. Francisco Contreras) (14.00 – 16.00)

2014 Stock assessment (north and south) (TAC-2015)

- Model structure
- Modeling recruitment
- Data
- Selectivity function
- Catchability
- Assumptions
- Statistical models
- Sample size determination and cv
- Cases used in the assessment and justification for base case
- Results
- Stock Status and diagnostics
- TAC calculation for 2015

Coffee Break (16.00 – 16.15)

Continuation of stock assessment review (IFOP – Francisco Contreras) (16.15 – 17.15)

Runs 3: Additional runs requested by reviewers (17:15 – 18:00)

End of session (18:00)

Thursday (14.00 - 18.00)

Discussion on model runs and data inputs (14:00 – 16:00)

Coffee break (16.00 – 16.15)

Discussion continues (16.15 – 17.00).

Estimation of Reference Points and projections for Golden Kingclip (IFOP – Francisco Contreras – Cristian Canales) (17.00 – 18.00)

End of Session (18.00)

Friday (9.00 - 13.00) (IFOP, Reviewers, UDEC)

- Presentation of results of different model runs requested by reviewers throughout the week.
- Presentation of preliminary findings by the reviewers on the stock assessment

Closing workshop.

Appendix 3: Workshop Participants

Coordinator: Billy Ernst (Universidad de Concepción)
Nicole Mermoud, Francisco Santa Cruz (Universidad de Concepción)

Reviewers

Kingclip Chris Francis Independent Consultant
Anchovy Carryn de Moor MARAM

Participants – kingclip

Francisco Contreras	Instituto de Fomento Pesquero
Sandra Ferrada	Universidad de Concepción
Liu Chong	Instituto de Fomento Pesquero
Renato Céspedes	Instituto de Fomento Pesquero
Vilma Ojeda	Instituto de Fomento Pesquero
Cristian Canales	Instituto de Fomento Pesquero
Dario Rivas	Subsecretaria de Pesca
Luis Adasme	Instituto de Fomento Pesquero
Aurora Guerrero	Subsecretaria de Pesca
Mauricio Ibarra	Instituto de Fomento Pesquero
Mauricio Mardones	Instituto de Fomento Pesquero
Maria Jose Zúñiga	Instituto de Fomento Pesquero

Participants – anchovy

Antonio Aranis	Instituto de Fomento Pesquero
Cristian Canales	Instituto de Fomento Pesquero
Maria José Zuñiga	Instituto de Fomento Pesquero
Sandra Ferrada	Universidad de Concepción
Rodrigo Vega	Instituto de Fomento Pesquero
Claudio Bernal	Instituto de Fomento Pesquero
Francisco Cerna	Instituto de Fomento Pesquero
Sergio Lillo	Instituto de Fomento Pesquero

Zaida Young	Instituto de Fomento Pesquero
Alvaro Saavedra	Instituto de Fomento Pesquero
Victor Espejo	Subsecretaria de Pesca
Jose Acevedo	Subsecretaria de Pesca
Alejandro Yañez	Instituto de Fomento Pesquero
Silvia Hernández	Subsecretaria de Pesca
Marcos Arteaga	Instituto de Investigación Pesquera
Sergio Núñez	Instituto de Investigación Pesquera
Dario Rivas	Subsecretaria de Pesca
Mauricio Mardones	Instituto de Fomento Pesquero
Mauricio Ibarra	Instituto de Fomento Pesquero
Doris Bucarey	Instituto de Fomento Pesquero
Francisco Contreras	Instituto de Fomento Pesquero

Reporte congrio dorado en español

Reporte de Revisión de la Evaluación de Stock 2014 del Congrio Dorado

por R.I.C. Chris Francis

123 Overtoun Terrace

Wellington 6021

New Zealand

Octubre 2015

Preparado para el

Departamento de Oceanografía

Universidad de Concepción

Resumen Ejecutivo

Se realizó un taller entre el 7 y 11 de septiembre de 2015 en Valparaíso para revisar las evaluaciones 2014 de los stocks chilenos de congrio y anchoveta. Las evaluaciones y material relacionado, fueron presentados y discutidos, así como los análisis adicionales solicitados por los revisores. El taller fue bien dirigido y la discusión bien desarrollada en gran medida por la capacidad de traducción simultánea.

Llego a la conclusión de que la evaluación de congrio cuenta con algunos buenos elementos, pero no se puede considerar la mejor ciencia disponible debido a los siguientes tres puntos:

1. El status del congrio chileno no quedó bien establecido debido a la incertidumbre respecto de si la serie de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) utilizada en la evaluación es proporcional a la abundancia.
2. El método utilizado para estimar la incertidumbre en esta evaluación tenderá a producir una subestimación debido a que la incertidumbre de modelo no fue considerada, un peso excesivo se le atribuyó a los datos de edad y composición por tallas, y se ignoró incertidumbre respecto del reclutamiento futuro en las proyecciones.
3. Dos aspectos de la modelación parecieron inconsistentes con el mandato de la Ley General de Pesca y Acuicultura respecto de un enfoque precautorio: la falta de una relación stock-recluta, y el supuesto de que el reclutamiento futuro en las proyecciones variaría en torno al promedio.

Para evaluaciones futuras yo recomiendo tomar en consideración los siguientes puntos:

1. El uso de una relación stock-recluta y la exploración de un modelo de un solo stock.
2. Revisar el método para calcular la CPUE
3. Mejorar la estimación de la incertidumbre mediante la inclusión de modelos alternativos, ponderación más adecuada de los datos de composición, y (para las proyecciones) considerar un reclutamiento estocástico.
4. Evitar el uso de series de CPUE contrapuestas en el mismo modelo, la exploración de la estimación de la biomasa inicial, y la revisión de los supuestos de selectividad y ajuste de sesgo de reclutamiento.
5. Revisar los cálculos del nivel medio de reclutamiento y el riesgo utilizados en las proyecciones
6. Mejorar la documentación de la evaluación.

1. Antecedentes

Este informe revisa, a petición de la Universidad de Concepción (ver Apéndice 2), la Evaluación de stock 2014 de congrio Chileno (congrío dorado, *Genypterus blacodes*) desarrollada por IFOP (Instituto de Fomento Pesquero). Al autor se proporcionó el informe de evaluación y otros documentos pertinentes (Apéndice 1) y participó en el taller, que revisó tanto esta evaluación como la de anchoveta Chilena (anchoveta, *Engraulis ringens*) en las regiones V - X.

2. Actividades de la revisión

El taller de revisión se desarrolló entre los días 7 y 11 de septiembre de 2015, en el hotel Diego de Almagro en Valparaíso. Los asistentes a la reunión fueron dos revisores (el autor y el revisor de la anchoveta), los equipos de evaluación de IFOP, otros representantes del IFOP, SUBPESCA, INPESCA, y la Universidad de Concepción, y el coordinador de la reunión y sus asistentes (Apéndice 3). Las evaluaciones y material relacionado, fueron presentados y discutidos; a continuación, se pidió algunos análisis adicionales, se llevaron a cabo y se discutieron. Ambos revisores participaron en la discusión de cada evaluación y todos los debates fueron traducidos simultáneamente (del español al inglés y viceversa).

3. Hallazgos

Me pareció que este fue un taller muy bien dirigido. Yo quede particularmente impresionado por la traducción simultánea, la cual abordó satisfactoriamente el lenguaje técnico, y permitió a todos los presentes participar más plenamente que lo que ha sido posible en otros talleres chilenos que contaron con mi participación, en los que la lengua principal fue inglés. El coordinador fue siempre entusiasta y eficaz para facilitar la discusión y aclarar aspectos técnicos complejos de la exposición, además de asegurar que los documentos fueran traducidos al inglés antes de la reunión y también proporcionó, contando con un plazo muy reducido de tiempo, las traducciones de presentaciones de PowerPoint y una conexión a Skype internacional para discutir los detalles del cálculo de la CPUE de congrio (captura por unidad de esfuerzo). Yo también quedé satisfecho por la buena disposición de todos los participantes para responder a mis preguntas, y su cortesía al hacerlo.

Mis principales conclusiones sobre la evaluación del stock de congrio se agrupan a continuación de acuerdo a los siete Términos de Referencias (TdR) para la revisión (véase el anexo 2 del apéndice 2). Para concluir les presento algunos comentarios sobre la documentación de la evaluación.

3.1 TOR 1: Enfoque de la Evaluación de Stock

1. Revisar críticamente el enfoque de evaluación aplicado, las hipótesis de trabajo subyacentes a la estructuración poblacional, el modelo conceptual respectivo y la estructura del modelo de evaluación de stock. Proponer mejoras.

Se encontró que el concepto y estructura del modelo eran en general sólidas, excepto por la falta de una relación stock-recluta. También hay otros dos aspectos de la estructura del modelo que creo que es mérito de reconsideración para futuras evaluaciones: estructura de la población, y el sexo.

Relación Stock-Recluta

Creo que fue un error no asumir una relación stock-recluta. Estoy de acuerdo con el punto de vista del equipo de evaluación que habría sido difícil estimar la pendiente (“*steepness*”) de una relación stock-recluta para congrio. Esto es cierto en muchas evaluaciones de stock, y la respuesta habitual es fijar la pendiente en algún valor predeterminado. Dado que la Ley de Chile (Ley General de Pesca y Acuicultura [LGPA]) ordena un enfoque precautorio (véase el anexo 4 del informe de evaluación), es importante entender que valores altos de pendiente son menos precautorios que valores bajos. El supuesto en esta evaluación de prescindir de una relación stock-recluta es equivalente a suponer una pendiente de 1, que es el valor de mínima precaución, ya que significa que el reclutamiento no se verá afectado incluso cuando la biomasa reproductora se reduzca a niveles muy bajos. Usar una pendiente menor puede no cambiar mucho las trayectorias de biomasa estimadas para los dos stocks, pero se habría generado proyecciones más realistas.

Estructura del Stock

Creo que la decisión de tratar el congrio en la PDA (Pesquería Demersal Austral) como un conjunto de dos poblaciones independientes (separadas en la latitud 37 ° S) valdría la pena que se reconsiderara para futuras evaluaciones. Esta decisión parece haberse basado principalmente en diferencias en los parámetros de historia de vida entre las dos áreas, aunque la existencia de actividad de desove en ambas áreas (Figura 47, Céspedes et al. 2014) también es relevante, como lo es la falta de pruebas de migración (comentado por Francisco Contreras durante la revisión). Estoy de acuerdo con la sugerencia (véase la sección 9 del informe de evaluación) que, dado que (a) las diferencias de historia de vida podrían deberse a un gradiente latitudinal, en lugar de stocks separados, y (b) los reclutamientos estimados en las dos áreas fueron muy similares (calculé una correlación de 0.88), las evaluaciones individuales podrían no ser necesarias para las dos áreas.

Teniendo en cuenta la necesidad de proporcionar cuotas de captura separadas para cada zona (norte y al sur de 37 ° S), sugiero que la siguiente estructura de modelo de un stock sea considerada para futuras evaluaciones. El modelo tendría una población que vive en dos zonas (norte y sur). Habría un solo reclutamiento por año (calculado como una desviación desde una relación stock-recluta, utilizando la biomasa reproductiva combinada de las dos zonas), pero este se dividiría entre las dos áreas en la proporción P_{norte} y $(1-P_{\text{norte}})$, donde P_{norte} es un parámetro estimable (pero invariante en el tiempo). No se permitiría la migración entre las dos áreas, y cada pesquería se desarrollaría en una sola área. Así, sería posible calcular la biomasa reproductiva (y por tanto el agotamiento), la mortalidad por pesca, y los puntos de referencia biológicos separados por zona. Por otra parte, las proyecciones podrían ser utilizadas, así como en la evaluación actual, para calcular los niveles separados de Captura Biológicamente Aceptable por área.

Estructura por Sexo

También valdría la pena considerar la incorporación de estructura por sexo en el modelo de evaluación, aunque esto es menos importante que los aspectos sugeridos anteriormente (estructura del stock y de la relación stock-recluta), y puede resultar no ser tan útil al final. En principio, un modelo estructurado por sexo debiera ser superior a uno con sexos combinados dado que: permite (a) incorporar mejores parámetros de crecimiento y mejores ajustes a los datos de composiciones de longitudes (véase la Sección 3.2) y (b) una mejor conversión dentro del modelo de número de peces a biomasa (debido a que los vectores de peso-medio a la edad estarían estructurados por sexo). En la evaluación actual se ignora la información de que la proporción de sexos en la captura difiere

sistemáticamente de 50:50, y en algunas pesquerías la tendencia que muestra en el tiempo (Figura 42, Céspedes et al. 2014). Esto podría ser utilizado en un modelo de sexo-estructurado. Sin embargo, es importante entender que un modelo estructurado por sexos no siempre es mejor que uno con sexos combinados. He visto evaluaciones en las que un modelo estructurado por sexos tuvo un mal desempeño al intentar replicar grandes variaciones en la proporción de sexos en la captura, pareciendo poner en peligro su capacidad para ajustarse a los datos más importantes. Por lo tanto, si un modelo sexo-estructurado se considera en evaluaciones futuras del congrio, esto debe hacerse con la intención de determinar si éste es superior a un modelo de sexos combinados, en lugar de asumir a priori que será superior. Un posible problema en la adición de estructura por sexo al modelo es la falta de una ojiva de madurez para los machos, pero tenga en cuenta que esto es un problema con el modelo actual, en el que se asume que la ojiva de madurez para las hembras que se aplican a ambos sexos.

3.2 TOR 2: Parámetros de historia de vida

Revisión de los parámetros de historia de vida del recurso, en especial parámetros de crecimiento, talla/edad de primera madurez y mortalidad natural.

Los parámetros de historia de vida utilizados en la evaluación - todos dependientes del stock – fueron la mortalidad natural, M ; los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy; y vectores de pesos medios y proporciones de madurez a la edad (invariantes en el tiempo). Los valores utilizados para estos parámetros todos parecían razonables y coherentes con la información disponible. Sin embargo, como es el caso para la mayoría de las especies de peces, existe una incertidumbre significativa sobre el valor de M (esto se discute en la Sección 3.4).

Tengo dos preocupaciones menores sobre los coeficientes de crecimiento, que, debido a que el modelo carecía de estructura por sexo (ver sección 3.1), fueron estimados para sexos combinados. En primer lugar, los coeficientes estimados pueden estar sesgados porque dependen de la proporción sexual que se obtuvo del set de datos utilizados para estimar el crecimiento (Wiff et al., 2007), en lugar de que estuviera basado en las capturas o población. En segundo lugar, la falta constante de ajuste a las composiciones de longitud observadas (Figura 1) podría indicar que los coeficientes de crecimiento están sesgados. Sin embargo, estos coeficientes tienen poca influencia en la evaluación debido a que su único rol es en el ajuste a los datos de composiciones de longitudes, los cuales son escasos (para ambas poblaciones, más de 80% de las composiciones son por edad, en lugar de longitud).

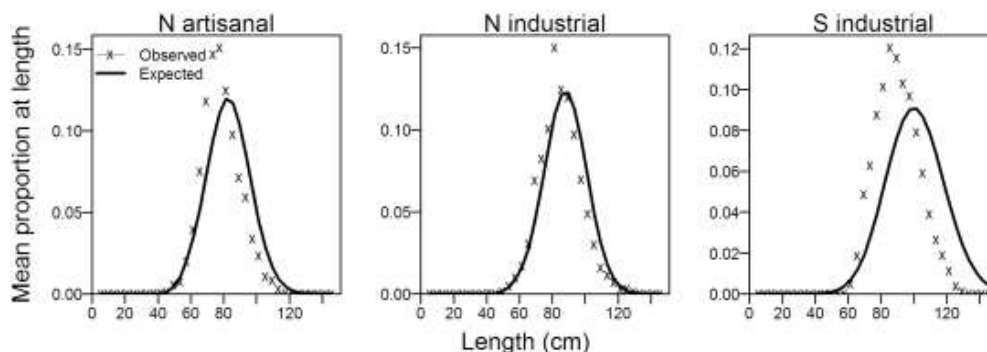


Figura 1: Comparación de las composiciones de longitud observadas ("x") y esperadas (línea) del palangre, promediado a través de los años, para los stocks del norte (N) y sur (S). Tenga en cuenta que las composiciones esperadas se desplazan constantemente a la derecha de lo observado.

Una característica importante de este procedimiento es que las etapas 1 y 2 se llevaron a cabo por separado para los datos de cada año (excepto en los últimos dos años - 2012 y 2013 – donde se analizaron en conjunto), y luego la etapa 3 se aplicó a una matriz que combina las salidas de todos los análisis de la etapa 2.

Principales Preocupaciones

Mis principales preocupaciones acerca de este procedimiento se asocian a la etapa de la clusterización. En primer lugar, no creo que la clusterización logre siempre identificar claramente el grupo de lances en los que congrio es especie objetivo. Esto queda bien ilustrado con la clusterización del periodo 2012-13 en la Figura 2: para el palangre norte, el grupo 2 es la opción obvia, pero para el arrastre sur, no hay clústers que estén claramente asociados con intencionalidad (tenga en cuenta que el grupo 2 contiene los lances con la mayor proporción de congrio, pero el grupo 3 tiene una captura promedio mayor). En segundo lugar, durante las décadas asociadas con las principales series de CPUE de esta evaluación de stock deberíamos esperar muchos cambios significativos en los patrones de pesca debido a los cambios en diversos factores, tales como: la abundancia de las especies principales; cuotas y otras regulaciones pesqueras; artes de pesca y el método de despliegue (por ejemplo, Renato Céspedes mencionan un cambio en la operación pasando de redes de arrastre de fondo a redes de media agua, mediados de los 1990s); y las demandas del mercado (y por ende los precios) para las diferentes especies. Debido a estos cambios, la modalidad de pesca representada por un grupo dirigido en 1980, por ejemplo, puede muy bien no existir en los 1990s. Por tanto, cualquier cambio en la tasa de captura de congrio entre los conglomerados seleccionados en 1980 y 1990 podría deberse en parte a un cambio en la abundancia de congrio, y en parte a un cambio en el modo de pesca.

El problema es que la estandarización puede no ser capaz de distinguir entre estas dos causas, y así puede tratar todo el cambio como causado por un cambio en la abundancia de congrio. Esto significaría que la serie de CPUE no lo representaría correctamente la abundancia de congrio.

Podría parecer que esta segunda preocupación se evita mediante la aplicación de la etapa de la agrupación de todos los años a la vez, en lugar de un año a la vez. Creo que esto podría funcionar para una serie de tiempo corto, pero para la serie multidecadal utilizada en esta evaluación, el patrón de pesca asociado a un grupo determinado al comienzo de la serie será diferente de aquel al final de la serie.

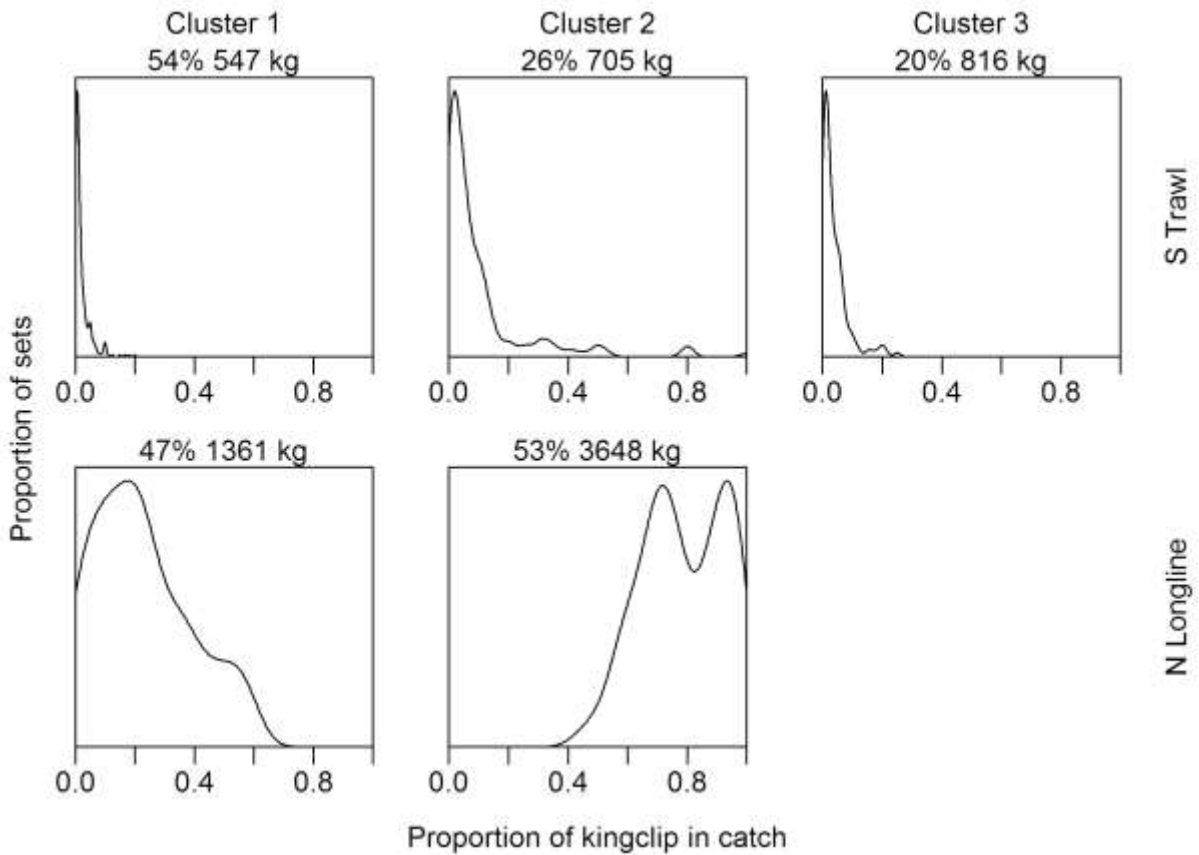


Figura 2: Ilustración de los resultados de la clusterización para dos pesquerías en 2012-13: arrastre sur (paneles superiores) y palangre norte (paneles inferiores). Cada panel corresponde a un conglomerado de lances y muestra la distribución en ese conglomerado de la proporción en peso de congrio en cada lance. Los números por encima de cada panel muestran el porcentaje de lances y la captura media congrio en el clúster. Figuras generadas a partir de los archivos de salida (denominado `data_cluster_estandarizacion_2012_2013.csv`) proporcionados por el equipo de evaluación.

Preocupaciones Menores con el procedimiento

Tengo además dos preocupaciones acerca de la etapa de filtrado, aunque éstos son menos graves.

Lances que fallan en capturar la especie objetivo no son infrecuentes en las pesquerías dirigidas y, a veces un aumento en el tiempo de la proporción de estos lances es una señal útil de una disminución en la abundancia de las especies objetivo. Filtrando estas capturas cero elimina esa señal. Además, puedo ver el punto de eliminar las capturas que parecen estar dirigidas al bacalao de profundidad, pero me pregunto si eso no se llevaría a cabo con mayor precisión en la etapa de la clusterización, que tiene por objeto caracterizar la intencionalidad.

Estandarización

No puedo decir mucho sobre la calidad de la etapa de estandarización, porque muy poco se presentó en forma de diagnósticos útiles (véase la sección 3.8 más adelante). No estoy muy convencido de la aplicación de AIC (Akaike 1974) para elegir entre los diferentes modelos de estandarización (cuadro 4 del Informe de Evaluación) porque los datos reales provenientes de la pesca no cumplen los supuestos estadísticos que esta prueba requiere (por ejemplo, errores independientes e idénticamente distribuidos). Sin embargo, observo que en las figuras de CPUE (Figuras 14, 17, 20 y 23 del informe de evaluación), la serie de CPUE estimada (con la etiqueta 'fitGAM') parecen no diferir mucho de lo que yo considero que es la serie no estandarizada (etiquetadas 'meanCPUE').

Problemas con el análisis de 2012-13

Me entregaron un conjunto de códigos en R y hojas de cálculo para el análisis de CPUE 2012-2013. Aunque esto fue de gran ayuda para aclarar algunos detalles del procedimiento de análisis de la CPUE, también minó mi confianza en este procedimiento debido a las muchas inconsistencias que encontré en estos archivos. Me voy a referir a tres de las hojas de cálculo para cada pesquería como "infile" (los datos de 2012-13 después del filtrado, pero antes de la clusterización), "outfile1" (el mismo que *infile*, pero con una columna adicional «cluster», dándole a cada lance el número del clúster), y "archivosalida2" (el mismo que *outfile1*, pero con una columna adicional con las tasas de captura congrio y con sólo aquellas filas para el cluster seleccionado).

Yo encontré las siguientes inconsistencias:

- Para el arrastre N, los lances en el archivo *outfile2* no son un subconjunto de aquellos en el archivo *infile* (esto puede ser visto graficando la posición del lance para cada archivo);
- - El filtrado de datos no se hizo (o fue incompleto) para ambos, palangre N y S: *infile* contiene capturas cero, las capturas con más de 50% de bacalao de profundidad, y algunos lances con falta de datos de esfuerzo;
- - La selección del clúster que mejor representa la intencionalidad hacia congrio debería haber utilizado datos de captura de congrio, pero el código R indica que el grupo 1 siempre fue seleccionado;
- - A pesar de lo señalado en el código R encontré, mediante la comparación de las capturas de congrio en el clúster seleccionado en archivo *outfile2* con los de cada clúster en el archivo *outfile1* que:
 - Para el arrastre S, el clúster 1 fue seleccionado (aunque este fue el grupo con la captura media de congrio más baja - ver Figura 2);
 - Para el palangre N, parece que se seleccionó el clúster 2, pero este clúster tiene 200 lances en el *outfile1* y 238 lances en *outfile2*;
 - Para el palangre S, parece que se seleccionó el clúster 3 (ninguno de los lances en los otros clústers capturaron congrio!), Pero este grupo tiene 909 lances en *outfile1* y 648 conjuntos en *outfile2*
 - Mis intentos por ejecutar las secuencias de comandos de R para crear réplicas de copias de *outfile1* de *infile* no tuvieron éxito: por ejemplo, con el arrastre S, mis tres grupos contenían 425, 127 y 113 conjuntos, respectivamente, mientras que las cifras correspondientes en *outfile1* eran 357, 172, y 136.

Con la información aportada no tengo forma de distinguir entre los siguientes tres escenarios: os:

- El procedimiento de construcción CPUE anterior fue seguido correctamente con los datos de 2012-13, pero se me entregó accidentalmente los archivos incorrectos;
- El procedimiento de construcción CPUE anterior fue seguido correctamente en todos los años anteriores, pero no con los datos de 2012-13;
- Hay varios, o incluso muchos, años en los que el procedimiento de construcción CPUE anterior no fue seguido correctamente.

Sin embargo, incluso con el primer y más optimista escenario, mis principales preocupaciones (descritas anteriormente) indican que tengo serias dudas sobre si cualquiera de las series de CPUE utilizadas en la evaluación de 2014 se relaciona con precisión con la abundancia congrio.

Possible Mejoras

Creo que la decisión del equipo de evaluación stock de restringir el cálculo de la CPUE a lances con intencionalidad de congrio fue buena. Además, las técnicas multivariadas como el análisis de conglomerados son una buena manera de caracterizar la intencionalidad del comportamiento, y además, cuando se aplican separadamente por años, la identificación de los cambios en la intencionalidad del comportamiento puede sugerir que una serie se divida en dos o más subseries, con una capturabilidad distinta para cada subserie (como se hizo para el palangre artesanal en el norte y el arrastre en el sur). Sin embargo, los criterios utilizados para omitir lances no objetivo deben ser los mismos para todos los años en cada subserie. Otra fuente valiosa de información sobre la intencionalidad del comportamiento que no debiera ignorarse son las personas responsables de seguimiento de las pesquerías. Por ejemplo el cambio desde un arrastre de fondo a uno de media agua mencionado por Renato Céspedes durante la revisión es probable que haya tenido un efecto sobre las tasas de captura de peces orientados al fondo (como congrio) y debieran ser considerados como un factor importante de división de la serie de CPUE de arrastre.

En la etapa de estandarización se asumió que la captura fue directamente proporcional al esfuerzo, que no es siempre el caso (duplicar la duración del arrastre puede no duplicar la captura esperada). Hoy en día es común relajar este supuesto. Esto implica cambiar la variable independiente en la estandarización de la tasa de captura a captura, y añadiendo esfuerzo como una variable explicativa potencial.

3.3.2 Datos de Composiciones

Las presentaciones de los procedimientos para el muestreo de la captura, la determinación de edad en peces, y la construcción de composiciones de talla y edad, expuestas durante el taller, me impresionaron. Los programas parecen estar bien diseñados, y me complace ver que los algoritmos de estimación fueron bien documentados. Esto no quiere decir que las composiciones fueron siempre representativas de las capturas, porque logísticas y otras dificultades a veces limitan el acceso a partes de la flota. Este es un problema común en los programas de monitoreo de la pesca y fue tranquilizador saber que IFOP está consciente de estas dificultades y estaban haciendo todo lo posible para resolverlos. Sin embargo, los datos que estaban disponibles parecían estar bien analizados.

3.4 TOR 4: Estimación de la incertidumbre

Revisar los procedimientos, métodos y modelos de estimación empleados para el tratamiento y estimación de la incertidumbre. Han sido los principales ejes de incertidumbre identificados en la evaluación y representan los casos de estudio apropiadamente esta incertidumbre. Proponer mejoras.

Yo creo que la incertidumbre asociada con esta evaluación fue subestimada, probablemente en forma sustancial. Esta incertidumbre tiene dos componentes: la *incertidumbre del modelo* (es decir, la incertidumbre acerca de cuáles son los supuestos correctos del modelo), e incertidumbre de estimación (es decir, la incertidumbre en los resultados del modelo, dado que los supuestos del modelo son verdaderos). El primer componente, que no fue considerado en esta evaluación, es comúnmente explorado al considerar una serie de modelos alternativos. El segundo componente se estimó - utilizando la salida de errores estándar por ADMB (como se ilustra en las figuras 45 y 47 del informe de evaluación), que se calcula utilizando el método delta (Magnusson et al 2012.) – sin embargo los errores estándar fueron subestimados debido a una ponderación inapropiada de los datos. Por último, la incertidumbre en las proyecciones se subestimó porque todas las proyecciones se realizaron con un reclutamiento constante.

Modelo Alternativos

La forma habitual de cuantificar la incertidumbre del modelo es presentar, además del modelo base, los resultados de un pequeño conjunto de modelos alternativos plausibles que demuestre la sensibilidad de los resultados de la evaluación a los cambios en los supuestos del modelo. A menudo, un equipo de evaluación tendrá en cuenta muchos modelos alternativos, pero presenten sólo aquellos cuyos resultados difieren más de las del modelo base. Los modelos alternativos seleccionados son y luego se dice que representan el eje principal (o ejes) de la incertidumbre. En el informe de evaluación no se presentan modelos alternativos, y sólo unos pocos fueron considerados durante la revisión, por lo que se desconoce el eje principal (o ejes) de incertidumbre en esta evaluación.

The alternative models considered during the review meeting (see Section 3.5.6) investigated one source of model uncertainty: which of the conflicting CPUE series best indexed abundance for each stock. It is notable that the estimates of depletion in 2013 from alternative models S1 and S2 (23.9% and 15.2%, respectively) were both outside the 95% confidence interval for depletion from the base model for the north stock: ([15.8%, 21.7%] – see section 10.3.1 of the Assessment Report). These alternative models also expand the uncertainty in the projections (Figure 3). Another obvious source of model uncertainty concerns the value of natural mortality, M . This is often a major axis of uncertainty. It can be investigated by choosing a pair of values, M_{low} and M_{high} , that span the plausible range of M for kingclip, and fitting alternative models using these values. A similar approach could be taken to deal with uncertainty about the steepness of the stock-recruit relationship.

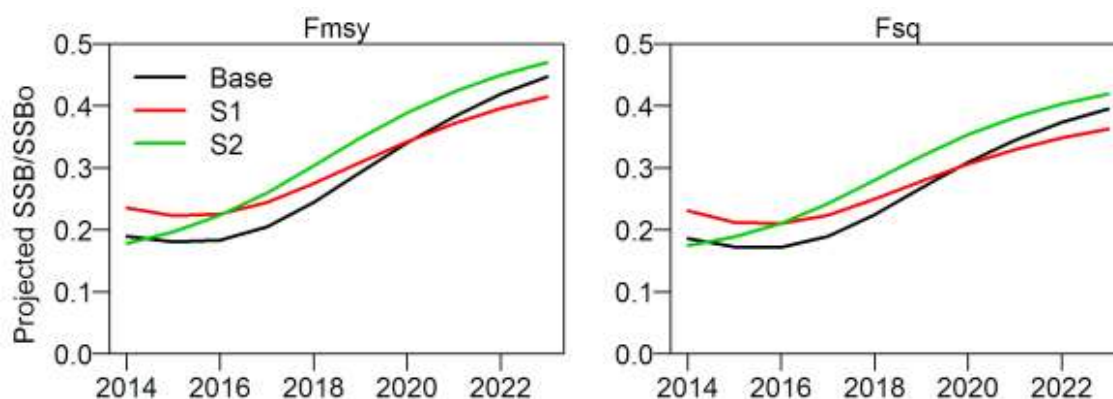


Figure 3: Comparison between the projected biomass estimates for the north stock from the base model and two alternative models, S1 and S2. These are shown for projections with $F = F_{MSY}$ (left panel) and $F = F_{sq}$ (right panel).

Ponderación de la data

Un tipo importante de supuesto de modelo es el peso asignado a cada dato. Esto se discute con más detalle en la sección 3.5, pero los puntos claves para entender aquí son: (a) los errores estándar que se calcularon en esta evaluación dependen (a veces fuertemente) de los pesos asignados a los datos, y (b) los pesos de los datos utilizados en la evaluación parecen haber sido elegidos en forma arbitraria (hubo muy poca justificación por los valores elegidos), sin ningún intento por comprobar si eran apropiados.

Señalo a continuación (ver Figuras 5 y 6 y el texto asociado) que los tamaños de muestra efectivos de los datos de composiciones fueron inadecuadamente grandes, y deberían haber sido menor por factores de entre 5 y 20. Cuando los datos de las composiciones del stock sur fueron mejor ponderados en el modelo alternativo S3 (véase la Sección 3.5.6) los errores estándar de las variables derivadas del modelo aumentaron considerablemente: un 49% de SBo (la biomasa desovante del stock no explotado), 31% para el agotamiento, y el 21% para F_{2013} . Por lo tanto, concluyo que los errores estandar que se presentan en el informe de evaluación fueron subestimaciones de incertidumbre de estimación.

Reclutamiento estocástico en las proyecciones

Otra fuente importante de incertidumbre para las proyecciones es el nivel de reclutamiento futuro. Esto fue ignorado en la evaluación de congrio. Una forma común de incorporar esta incertidumbre es hacer múltiples proyecciones a 10 años (digamos $n = 100$), con la desvíos del reclutamiento (respecto de la relación stock-recluta) para cada año proyectado que se muestrea al azar de los desvíos más recientes (por ejemplo, las estimaciones para los últimos 5 o 10 años). Este enfoque es particularmente apropiado para el congrio por que los reclutamientos estimados mostraron una clara tendencia (ver figuras 33 y 42 del informe de evaluación), lo que significa que nuestra mejor estimación del reclutamiento para el futuro cercano son los valores estimados para el pasado reciente, en lugar de la media de todos los años.

3.5 TOR 5: Configuración del modelo y desempeño

Revisar la configuración del modelo de evaluación de stock, su implementación y desempeño basado en corridas adicionales del modelo durante el taller.

Hay cinco aspectos de la configuración del modelo de evaluación que pienso que podrían mejorarse. Primero voy a hablar de ellos, en orden decreciente de importancia, y luego describir tres modelos alternativos que yo solicité durante el taller de revisión.

3.5.1 Conflicto entre las series de CPUE

Un simple gráfico de los datos muestra que para ambas poblaciones las dos series de CPUE industriales están en conflicto, en particular durante los últimos 10 años, y en los primeros años (1987-1991) de la serie de palangre en el sur (Figura 4). Cuando dos series de biomasa muestran diferentes tendencias es evidente que ambos no pueden proporcionar un buen índice de abundancia para el stock. Por lo tanto, no tiene sentido incluir ambas en el mismo modelo. En estas circunstancias, es aconsejable tener en cuenta dos modelos alternativos, cada uno usando sólo una serie de biomasa (Francis 2011). La diferencia entre las salidas de estos modelos alternativos es entonces una expresión de nuestra incertidumbre acerca de qué serie representa mejor la abundancia del stock.

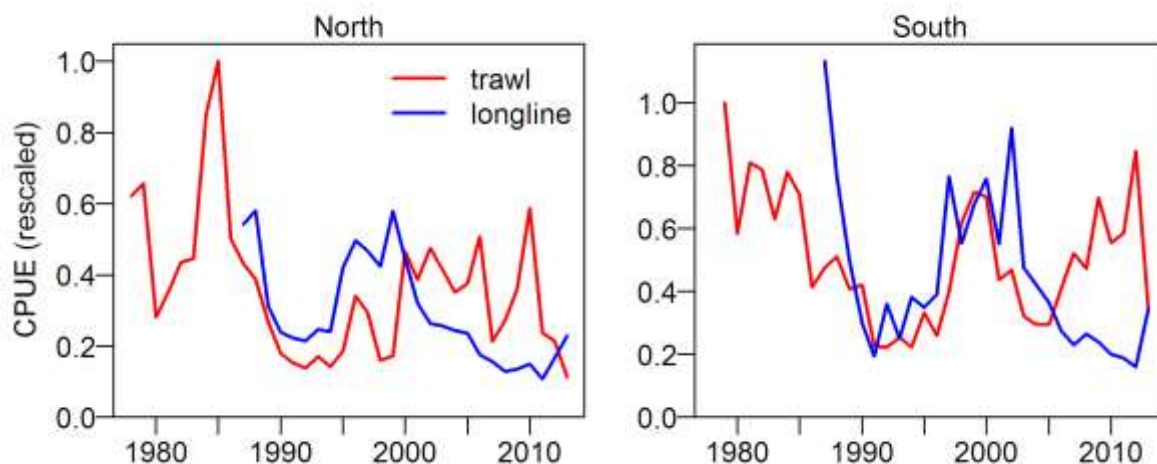


Figura 4: Comparación entre las dos series de CPUE industrial para los stocks del norte (izquierda) y el sur (derecha). Para facilitar la comparación de la serie de palangre para cada stock ha sido reescalada a tener el mismo valor medio que la serie de arrastre durante los años que tienen en común.

3.5.2 Ponderación de la data

La ponderación de los datos en un modelo de evaluación es importante porque (a) diferentes sistemas de ponderación pueden cambiar sustancialmente el resultado de la evaluación, y (b) la inferencia estadística válida de la evaluación (incluyendo la estimación de los errores estándar para los resultados de los modelos - véase la Sección 3.4) requiere que los pesos de datos sea apropiados (Francis 2011). Para esta evaluación, se utilizaron dos tipos de pesos de datos: los coeficientes de

variación de los datos de CPUE y tamaños de muestra efectivos para los datos de edad y composición por tallas (véase el cuadro 5 del informe de evaluación). Me molestó no encontrar ninguna justificación para estos pesos, y ningún intento de comprobar si eran apropiados.

Por "adecuada" me refiero a que el tamaño de los residuos del modelo debe ser (en sentido amplio), consistente con la ponderación del modelo. Francis (2011) desarrolló un método (su método TA1.8), utilizando residuos de la edad media y la longitud, para ponderar iterativamente los datos de composiciones (véase su Tabla 4 y Figura 4). Cuando apliqué este método al modelo base para cada población encontré que los tamaños de las muestras efectivas utilizadas para los datos de composición (100 para las edades, y 50 para las longitudes) eran demasiado altos, por factores de aproximadamente 5 y 20 (Figuras 5, 6). [Para palangre artesanal el factor estimado fue de 50 (= 100/2), pero esto no es confiable porque está fuertemente afectada por un caso atípico extremo en el 2008.] Asignar demasiado peso a los datos de la composición puede tener dos efectos adversos: se puede interferir en que el modelo se ajuste a los índices de biomasa; y se puede producir una subestimación de la incertidumbre (este último se demuestra en la Sección 3.4). [Tenga en cuenta que el hecho de que la mayoría de las tallas medias observadas en la Figura 6 son notablemente inferiores a los valores pronosticados es otra manera de demostrar el posible sesgo en los parámetros de crecimiento que se ilustra en la Figura 1].

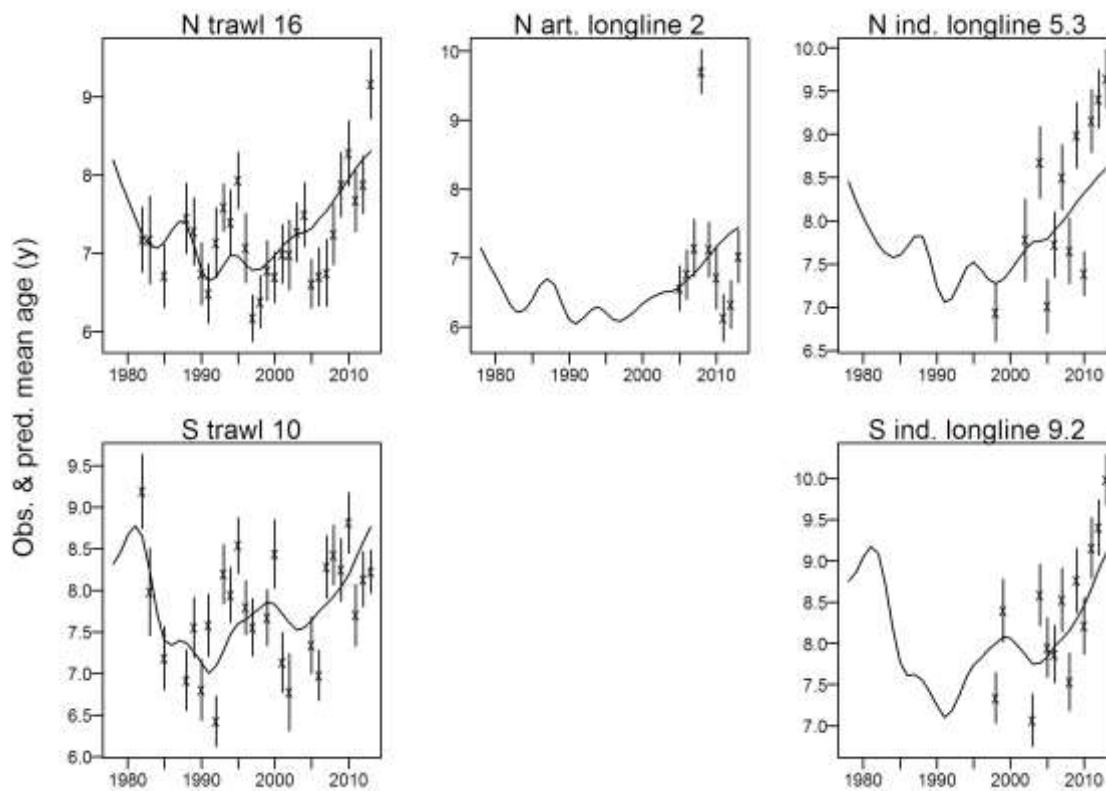


Figura 5: La aplicación del procedimiento de ponderación iterativa TA1.8 (Francis 2011) a los datos de composición de la edad a partir de los modelos base para el norte ('N', paneles superiores) y el sur ('S', paneles inferiores). Cada panel corresponde a un set de datos de composiciones de edad y muestra los observados ('x', con barras verticales que indica un intervalo de confianza del 95%, dado el tamaño de la muestra efectiva asumida) y edad media predicha (curva). El número sobre cada panel es el tamaño de la muestra efectiva ajustada, según lo estimado por procedimiento TA1.8. Tenga en cuenta que este número es siempre mucho menor que el tamaño de la muestra utilizado de 100.

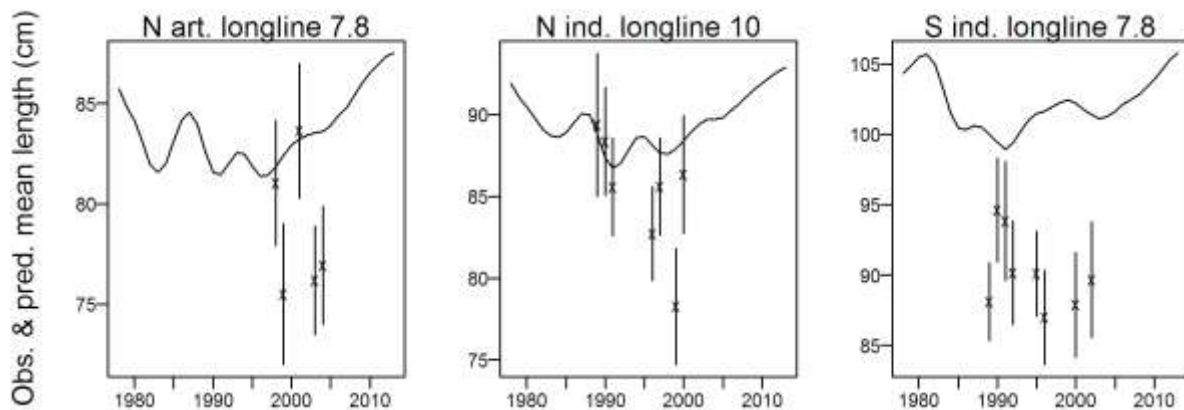


Figura 6: Lo mismo que en la Figura 5, pero para las composiciones de longitud, para las cuales el tamaño de muestra efectivo asumido fue siempre de 50.

En el procedimiento de ponderación iterativa ilustrado en las Figuras 5 y 6 no es necesario que los tamaños de las muestras iniciales sean las mismas en todos los años (como lo fueron en la evaluación), ni parece aconsejable para congrio. Dado que el número de otolitos disponibles para una determinada pesquería varía de año en año en casi dos órdenes de magnitud (ver diapositiva 3 de la presentación de la Sra Vilma Ojeda) debe haber habido una variación sustancial en el tamaño efectivo de la muestra. Para las evaluaciones futuras sugiero utilizar para el tamaño efectivo de la muestra inicial de cada año, ya sea el número de juegos incluidos en la muestra o un tamaño de muestra calculado, siguiendo Crone y Sampson (1998), a partir de las estimaciones de precisión proporcionadas por Vilma Ojeda (ver las diapositivas 17 y 18 de su presentación).

Sugiero también revisar la decisión sobre qué años debieran utilizar datos de composición de edades en cada pesquería (digo esto porque no he recibí una explicación clara de por qué el primer año con composiciones edad de palangre artesanal en la evaluación norte fue el 2005, mientras que varios años antes ya se contaba con muestras de otolitos para esta pesquería - ver diapositiva 3 de la presentación de la Sra. Vilma Ojeda).

3.5.3 Biomasa Inicial

Una notable diferencia entre las evaluaciones de las dos poblaciones es que el biomasa (desovante) inicial se estimó en 64% SBo, para el stock norte, pero cerca de 100% SBo (99%) para el stock sur. Creo que es importante entender por qué estas estimaciones son tan diferentes y determinar cuan robusta es la estimación del 64% SBo.

Otra manera de expresar este último punto es preguntarse cuanta confianza tenemos que el modelo base (representado en la figura 7A) es una mejor representación de este stock que un posible modelo alternativo en el que la tendencia de la biomasa es exactamente el mismo, pero la biomasa inicial es 100% SBo (Figura 7B). Es importante poder ser capaz de distinguir entre estos modelos porque el agotamiento estimado en el 2013 será mucho mayor en este último (30%) que en el primero (19%). Tenga en cuenta que los dos modelos se ajustan a los índices de CPUE igual de bien.

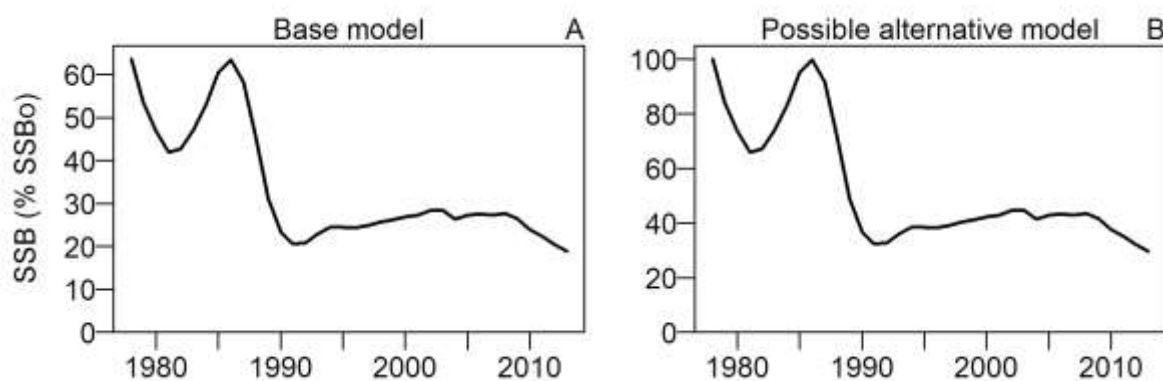


Figura 8: Trayectorias de biomasa desovante estimada de A, el modelo base para el stock del norte, y B, un posible modelo alternativo.

Yo pienso que podría haber sido muy informativo haber evaluado cuan robustas son las estimaciones de 64% SBo, y describiré una forma de hacer eso. El modelo base define a $N_{init,a}$, como el número inicial de peces a la edad, como

$$N_{init,a} = N_{eq,a} \exp(\varepsilon_a) \quad (1)$$

donde $N_{eq,a}$, es la abundancia a la edad a en equilibrio, y definidos por

$$N_{eq,a} = R0 \exp[-M(a - 3)] \quad (2)$$

(por simplicidad estoy ignorando aquí el ajuste realizado a los números en el grupo plus).

De esta forma, la estimación de la biomasa inicial requiere de 12 parámetros adicionales: Las desviaciones del reclutamiento inicial $\{\varepsilon_a: a = 3, \dots, 14\}$. Un modelo más simple definiría

$$N_{init,a} = R0 \exp[-(M + F_{init})(a - 3)] \quad (3)$$

y require de solo un parámetro adicional, la mortalidad por pesca inicial, F_{init} .

Hay dos preguntas que debemos hacernos. En primer lugar, es el ajuste del modelo base a los datos significativamente mejor que la del modelo más simple? Si no es así, entonces debemos utilizar el modelo más simple. Si lo es, entonces es útil para entender cuáles observaciones son las tienen un ajuste significativamente mejor. Si se prefiere el modelo más simple, entonces la segunda pregunta es nivel de confianza tenemos que la estimación de F_{init} no es igual a 0? En otras palabras, es el ajuste a este modelo más simple degradado significativamente si fijamos $F_{init} = 0$ (lo cual significa que la biomasa inicial es 100% SBo)? Un perfil posterior en F_{init} es otra manera informativa para abordar esta pregunta.

3.5.4 Selectividad Asintótica

Para cada población, la selectividad de una pesquería se vio obligada a ser asintótica, pero otras selectividades se les permitió tener forma de domo. Esto me sorprendió por dos razones. En primer lugar, es común en las evaluaciones donde se estima la mortalidad natural forzar la selectividad a ser asintótica, porque de lo contrario existe indeterminación entre este parámetro y las selectividades. Sin embargo dado que la mortalidad natural fue fijada para el congrio, no veo la necesidad de forzar ninguna selectividad a ser asintótica en esta evaluación. En segundo lugar, nos dijeron en el taller de revisión que, para cada área, la selectividad asintótica se supuso para las pesquerías de congrio más dirigida (que fue de arrastre en el norte y de palangre industrial en el sur). No creo que el grado de focalización sea una buena base para la decisión. Hay muchas razones por las que pesquerías dirigidas no capturan peces más antiguos: por ejemplo, los artes de pesca, o el método de despliegue (por ejemplo, la velocidad de remolque de una red de arrastre), puede no ser óptima para peces de mayor edad; no puede ser rentable para la flota de viajar a las zonas donde los peces de mayor edad son más abundantes; y los pescadores pueden obtener un precio más alto por los peces más pequeños. Si hay una necesidad de forzar una sola selectividad a ser asintótica, seguramente tiene más sentido que eso ocurra para la pesquería que tiene la mayor proporción de peces de mayor edad en su captura, que es claramente de palangre industrial en ambas áreas (Figura 8).

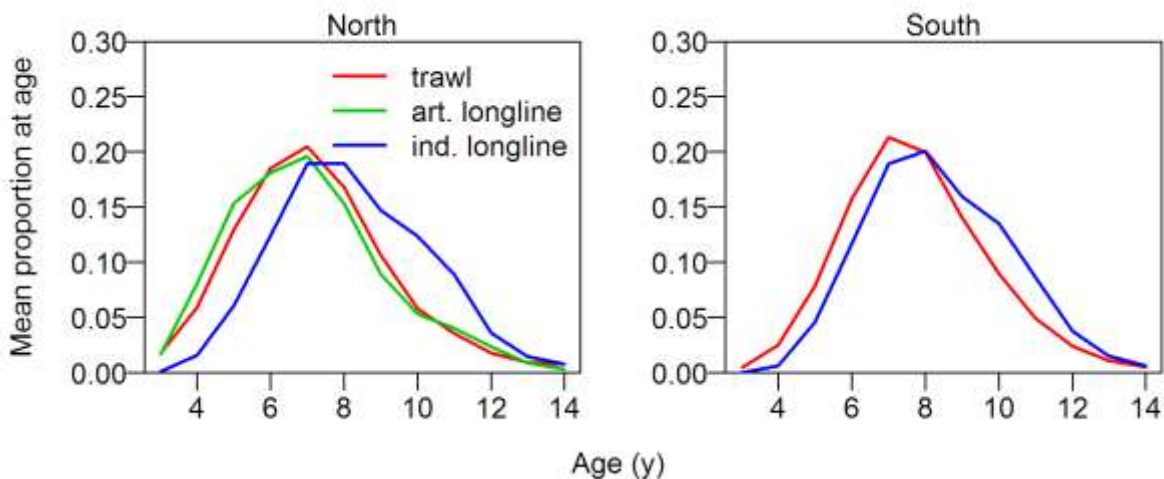


Figura 8: Proporción a la edad observada, promediada a través de los años, por pesquería y stock.

3.5.5 Ajuste del sesgo de reclutamiento

El ajuste de sesgo habitual para el reclutamiento o bien no se aplicó, o se aplicó erróneamente, en el código para la evaluación de congrio. Primero voy a explicar la lógica detrás de este ajuste y luego mostrar cómo esta lógica no se siguió en la evaluación.

Una forma muy común para el cálculo de R_y , el reclutamiento estimado para el año y , en un modelo de evaluación de la población utiliza la ecuación:

$$R_y = R_{\text{pred}} \exp(\varepsilon_y - 0.5\sigma_R^2) \quad (4)$$

donde R_{pred} es el reclutamiento predicho por la relación stock-recluta, ε_y es el desvío de reclutamiento estimado (en escala logarítmica), y σ_R es la desviación estándar asumida del reclutamiento en escala logarítmica. El término $-0.5\sigma_R^2$ es llamado corrector de sesgo, y es incluido de tal forma que el valor esperado de R_y sea R_{pred} . Para ver cómo funciona esto note que se assume que ε_y se distribuye normal con media 0 y desviación estándar σ_R (este supuesto se expresa al incluir el término $0.5(\sum_y \varepsilon_y^2)/\sigma_R^2$ to a la función objetivo – esto se llama distribución a priori en la tabla de componentes de verosimilitudes en la sección 8.3 reporte de evaluación). Ahora, si x es normal con media μ y desviación estándar σ , entonces $\exp(x)$, se distribuirá lognormal con media $\exp(\mu+0.5\sigma^2)$. De esta forma $\exp(\varepsilon_y)$ tiene una media de $\exp(0.5\sigma_R^2)$, donde $\exp(\varepsilon_y-0.5\sigma_R^2)$ tiene una media de 1, de tal forma en la eq. (4) R_y tiene un valor medio de R_{pred} , que es lo que se desea..

Las tres fórmulas utilizadas en la evaluación del congrio para calcular reclutamientos se muestran en la columna central de la Tabla 1. Tenga en cuenta que debido a que no se utilizó una relación stock-recluta en esta evaluación, $R_{\text{pred}} = R_0$. Un punto importante a notar es que las dos primeras fórmulas se utilizan para estimar los reclutamientos se tratan como variables aleatorias (con una distribución lognormal), mientras que no hay ningún elemento aleatorio en la tercera fórmula, ya que los reclutamientos previstos se tratan como constantes. Por lo tanto debe haber un término de ajuste sesgo en las primeras dos fórmulas, pero no en la tercera.

Tabla 1: Dos versiones de tres fórmulas utilizadas para calcular el reclutamiento: la utilizada en la evaluación del congrio, y una versión corregida que aplique adecuadamente una corrección por sesgo. R_0 es el reclutamiento promedio; ε_a (= dev_No en el código del programa de evaluación) es la desviación de reclutamiento para la edad a en el año inicial; ε_y (= dev_Rt en el código) es la desviación de reclutamiento para el año y de los años posteriores; σ_R (= cv_Ro en el código) es la desviación estándar asumida para el logaritmo del reclutamiento.

Año	En el reporte	Corregido
Año de inicio (1978)	$R_0 \exp(\varepsilon_{a=3})$	$R_0 \exp(\varepsilon_{a=3} - 0.5\sigma_R^2)$
Para años subsecuentes (1979-2013)	$R_0 \exp(\varepsilon_y)$	$R_0 \exp(\varepsilon_y - 0.5\sigma_R^2)$
Para los años de proyección (2014-2023)	$R_0 \exp(0.5\sigma_R^2)$	R_0

3.5.6 Tres modelos adicionales

Durante el taller de revisión solicité tres modelos adicionales, S1-S3. Estos fueron pensados como respuestas a la observación de que los ajustes de la serie de CPUE en los dos modelos base fueron bastante pobres. Mi hipótesis es que estos pobres ajustes fueron causados por dos problemas mencionados anteriormente: el conflicto entre las series de CPUE (véase la sección 3.5.1); y la ponderación excesiva de los datos de composiciones (ver Sección 3.5.2). Así, cada modelo adicional utilizó sólo una serie de CPUE, y los tamaños de muestra efectivos utilizados fueron (aproximadamente) los calculados por la reponderación iterativa de la Sección 3.5.2 (Tabla 2). Como era de esperar, hubo una mejora sustancial de los ajustes en el modelo adicional (Figura 9). Yo no pedí modelos adicionales en los que la única serie de CPUE fuera el palangre artesanal norte o el arrastre sur, porque estas series fueron estructuradas para tener poca influencia en las evaluaciones: la primera se dividió en dos series cortas (de longitudes 10 y 6); y a esta última se le asignó un cv muy elevado (0.5 para todos, excepto los primeros años), y por lo tanto un peso muy bajo.

Tabla 2: Descripción de los tres modelos adicionales que se ejecutaron durante el taller de revisión, mostrando para cada modelo, las series de CPUE utilizadas, y los tamaños de muestra efectivos asumidos para los datos de edad y composición por tallas. 'ind. LL '= palangre industrial; 'art. LL '= palangre artesanal.

Modelo	Stock	CPUE utilizada	Tamaño de muestra efectivo				
			Edad		Longitud		
			arrastre	art. LL	ind. LL	art. LL	ind. LL
S1	Norte	solo arrastre	16	5	5	8	10
S2	Norte	solo LL ind.	16	5	5	8	10
S3	Sur	solo LL ind.	10		10		8

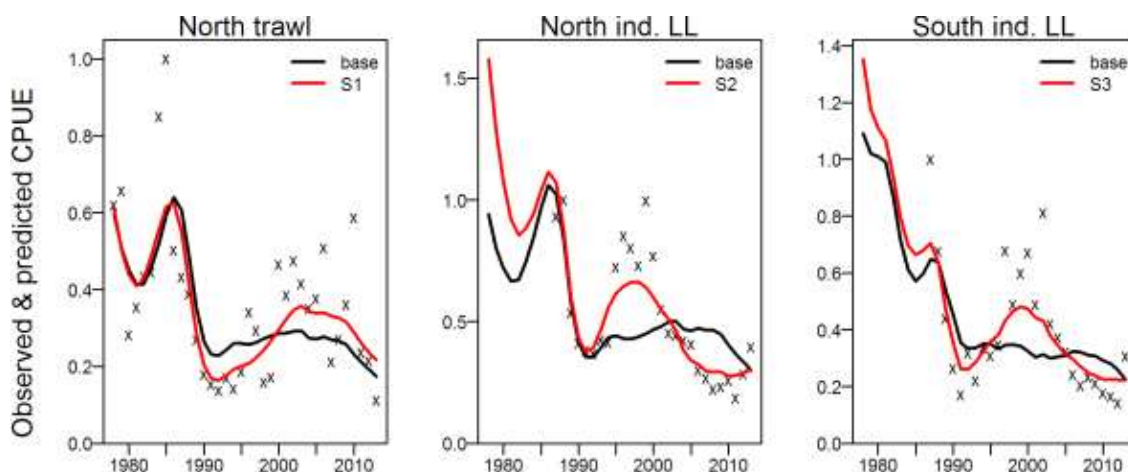


Figura 9: Comparación entre el ajuste del modelo base y ajustes adicionales a tres series de CPUE series (arrastre norte, y palngre industrial norte y sur). Cada panel muestra las CPUEs observadas ('x') y predichas (lineas) CPUE.

No requerí ninguna corrida adicional del modelo, porque me enfoqué durante la reunión de revisión a comprender el complejo procedimiento para la construcción de series de CPUE. De no haber existido una alta prioridad hubiese probablemente pedido más modelos que exploran diferentes valores de la mortalidad del “*steepness*”, y los diferentes supuestos de selectividad.

3.6 TOR 6: Proyecciones

Comentar sobre los procedimientos utilizados en la proyección de stock hacia el futuro, en especial comentar sobre la robustez del análisis de riesgo para evaluar el riesgo de no alcanzar los objetivos deseados.

Los procedimientos utilizados para proyectar el stock hacia el futuro fueron, en su mayoría, estándar y apropiadas. Sin embargo, tuve tres áreas de preocupación: los resultados de la proyección parecieron ser excesivamente optimistas; la incertidumbre sobre las proyecciones fue subestimada; y hubo una falta de claridad respecto de la conexión entre las proyecciones y el cálculo de la captura Biológica Permissible (ABC).

Optimismo Excesivo

Los resultados de las proyecciones para el congrio serán fuertemente afectados por el supuesto respecto del nivel de reclutamiento en los años de proyección (2014-2023), debido a que estos reclutamientos harán una contribución sustancial a las capturas en ese período. En las proyecciones la intención del equipo de evaluación fue que el reclutamiento de cada año fuera igual a R_0 , el reclutamiento promedio durante el período de evaluación (1978 hasta 2013) [de hecho, a causa de un error de sesgo de ajuste, el reclutamiento empleado fue cercano a $1.2R_0$ - véase la última línea de la Tabla 1]. Esto sería una suposición razonable en muchas evaluaciones, pero no para la presente evaluación, donde los reclutamientos estimados muestran una fuerte tendencia a la baja durante la mayor parte del período de evaluación (ver Figuras 33 y 42 del Informe de Evaluación). Teniendo en cuenta que el reclutamiento medio durante los 5 años más recientes fue cercano a $0.25R_0$ para ambos stocks, parece irrealmente optimista (y no precautorio) asumir un reclutamiento igual a R_0 para los 10 años siguientes.

Incertidumbre sub-estimada

En la Sección 3.4 doy tres razones para creer que la incertidumbre asociada a los resultados de la proyección fue insuficiente:

- El equipo de evaluación utilizó la incertidumbre de estimación, pero no la incertidumbre de modelo (es decir, no se consideraban modelos alternativos);
- Incertidumbre en la estimación fue subestimada debido a inadecuada ponderación de los datos; y
- La incertidumbre sobre el reclutamiento futuro fue ignorado.

Falta de Claridad

Me pareció que las secciones del informe de evaluación relativas a la conexión entre las proyecciones y la determinación de ABC fueron lo más confuso del documento. En particular, no estaba claro cuáles eran los "objetivos deseados" mencionados en mi TOR 6. Una fuente de confusión fue que no se presentaron ABC, a pesar de que el cálculo de ABC aparece como parte del Objetivo específico 4 de la evaluación (véase la sección 5 del Informe de Evaluación).

Otra fuente de confusión para mí fue que nunca estuve del todo seguro de si al utilizar los términos "sobrexplotación" y "sub-explotación", se refirieron a las definiciones legales de estos términos (como figura en el artículo 59 de la LGPA), o más bien a diferentes definiciones aceptadas por "los Comités Científicos en Chile" (la distinción entre estas definiciones se describe en el anexo 4 del Informe de Evaluación). En general, el texto principal del informe parecía ajustarse a las definiciones científicas (aunque note que los límites de F en el encabezamiento de la Tabla 1 del anexo 4 deben ser etiquetados como límites inferiores y de sobrepesca, más bien que límites de sub y sobrexplotación). Confusamente, las Figuras parecían ajustarse a las definiciones legales (por ejemplo, la región con la etiqueta "sub explotación" en las Figura 2 del anexo 4, y que la etiqueta "sub explotación " en las Figuras 48-50; también éstas cifras carecen de las líneas asociadas a los límites [sub y sobrexplotación, sub y sobre-pesca] que se utilizan en el ámbito científico, pero no las definiciones legales). No ayudó que el límite superior de la región "colapso" en las Figuras 48-50 estuviera fuera de lugar, siendo al 22.5% SB_0 (= 0,5 SB_{MSY}), en lugar de 20% SB_0 .

La conclusión de que la zona sur está "en condiciones sobrepesca" ("en una posición relacionada con la sobrepesca"- ver el tercer punto en el apartado 11.2 del Informe de Evaluación) parece estar equivocado. Por lo que yo entiendo esto implica que F_{2013} es mayor que el valor objetivo, lo cual no es cierto (véase el gráfico 50 del Informe de Evaluación). Sin embargo, es cierto que la SB_{2013} es menor que el límite de sobrexplotación ($0.40SB_0$), que creo que significa que el stock está sobrexplotado (en una situación de sobre-explotación).

Yo asumo que el "análisis de riesgo", al cual se hace referencia en mi TOR 6 se refiere a los valores de $P(SB/SB_0 < 0.2)$ y $P(SB/SB_0 < 0.4)$ señalados en las Tablas 9 y 10 del informe de evaluación, y que $0.2SB_0$ es el límite de colapso y $0.4SB_0$ el límite de sobrexplotación. Sin embargo, no sé cómo se calcularon estas probabilidades, y los valores indicados para ellos parecen inconsistentes con los valores de biomasa estimados. Por ejemplo, la biomasa desovante de 7.828 t en la línea 5 de la Tabla 9 está justo por encima de $0.4SB_0$, pero $P(SB/SB_0 < 0.4)$ se da como 0.977. Además, las cinco columnas relacionadas con ABC en medio de esta tabla no son explicadas y no pareciera que se hace referencias ella en el texto.

Como resultado de la evaluación existían tres versiones de la biomasa proyectada a la cual tuve acceso: (a) los valores tabulados en la tabla 9 y 10 del Informe de Evaluación; (b) los valores trazados en las figuras 49 y 50 del Informe de Evaluación; y (c) los valores en los archivos de informe de evaluación (congrio.rep) que me entregaron. Por ejemplo, en la tabla 9 del año 10, la SB asumiendo un $F = 0$ es 17.327 t, que es $2.0SB_{MSY}$, mientras que la figura 49 dice que es $2.7SB_{MSY}$; ninguno de los valores de biomasa proyectados en la tabla 9 se corresponden con los del archivo congrio.rep para el stock norte; lo mismo es cierto para la biomasa proyectada con F_{SQ} de la Tabla 10 para el stock sur.

3.7 TOR 7: Posibles mejoras

Recomendar mejoras al proceso de asesoría en evaluación, sugerir estudios e investigaciones para elevar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en la determinación del estatus.

Para mí, la incertidumbre más importante asociada con esta evaluación es si cualquiera de los índices de CPUE es proporcional a la biomasa. Por lo tanto la pregunta de investigación más importante que debe abordarse antes de la próxima evaluación stock es la mejor manera de calcular CPUE del congrio (ver Sección 3.3.1).

3.8 Documentación de la Evaluación de Stock

La documentación de la Evaluación de Stock de Congrio no parece caer específicamente dentro de los términos de referencia, pero voy a hacer comentarios al respecto, ya que afectó mi capacidad de revisar la evaluación.

El Informe de Evaluación de congrio puede muy bien haber sido adecuado para un lector que simplemente quisiera saber el resultado de la evaluación, pero no es suficiente para un lector, como yo, cuyo trabajo fue revisar la evaluación. Con el fin de permitir la evaluación de una evaluación de un informe de evaluación del stock debe:

- Describir en plenitud los métodos analíticos;
- Describir todos los supuestos y dar justificaciones a ellos;
- Desarrollar análisis de sensibilidad para los supuestos principales, y
- Proveer de diagnósticos para desarrollar una evaluación crítica.

Discutiré el documento de evaluación en términos de estos 4 puntos:

En cuanto a los métodos de análisis, la falta principal fue una clara descripción del método de cálculo de la CPUE. Este método es complejo, y fue sólo después de largas discusiones durante la revisión, y una lectura del código R (siempre durante la revisión), que logré entender bastante bien lo que se hizo. Los métodos de análisis del modelo de evaluación en sí no fueron bien descritos en el texto principal (de hecho algunas de las ecuaciones en la sección 8.3 del Informe de Evaluación contenían errores - por ejemplo, los de la selectividad y la población inicial, y las penalizaciones asociadas con la selectividad y la estructura inicial de edades fueron omitidas de los componentes de verosimilitud), sin embargo quede complacido de ver el código fuente de la evaluación (el archivo "TPL" - véase el anexo 1 del informe de evaluación), a partir del cual fui capaz de inferir los métodos analíticos. La única excepción a esto fue que yo no fui capaz de desarrollar el método de cálculo de las medidas de riesgo en las dos últimas columnas del cuadro 9 y 10 del Informe de Evaluación (véase el apartado 3.6 anterior).

Algunos supuestos del modelo no se mencionaron en absoluto (por ejemplo, aquellos relacionados con la selectividad asintótica [ver Sección 3.5.4 anterior], la penalización asociada a la estructura inicial de edad, y el cambio en la capturabilidad de CPUE de arrastre en el sur), o se declararon de forma incorrecta (por ejemplo, el cuadro 5 del informe de evaluación dice el "*CV_trawler*" fue de 0,3

en el sur, pero en realidad fue 0,5 en la mayoría de los años). Una vez más, a pesar de que esto no fue un gran problema porque yo fui capaz de identificar estos supuestos en los archivos de entrada del modelo. Lo que representa un problema mayor es que muy pocos de los supuestos del modelo fueron justificados. Esto es un problema porque no se puede evaluar la idoneidad de algunos supuestos sin saber la razón de ellos (este es el caso, por ejemplo, para los supuestos sobre la forma de selectividades, ¿por qué algunos índices de CPUE tenían CV más altos que otros o se dividieron en dos sub-series?).

No se describen o presentan análisis de sensibilidad (es decir, modelos alternativos). Como se señaló anteriormente éstos son importantes para la determinación de los ejes principales de la incertidumbre de la evaluación (ver sección 3.4). También pueden reafirmar nuestro trabajo al mostrarnos que la evaluación no es sensible a los cambios en algunos supuestos.

Los diagnósticos del modelo de evaluación (por ejemplo, los gráficos de bondad de ajuste como en las Figuras 25-31 del Informe de Evaluación) fueron en general adecuados. Sin embargo, aquellos para los cálculos de la CPUE no lo fueron. Los relacionados con el análisis multivariado de los datos de captura (por ejemplo, las figuras 12 y 13 del Informe de Evaluación) son de valor muy limitado porque se refieren sólo a un año de datos (o tal vez dos años?, la leyenda indica que son para el año 2013, pero me parece que se incluyeron los datos del 2012 y 2013) y mi preocupación es con toda la serie de CPUE. Los diagnósticos de la estandarización también fueron de valor limitado: gráficos como en la Figura 14 muestran diferencias entre modelos y entre años en series de CPUE pero poco se intentó explorar para explicar estas diferencias; y los valores de AIC no son muy útiles (véase la Sección 3.3). Como mínimo, creo que se debe proporcionar gráficos de todos los efectos estimados (no sólo el efecto año), así como los residuos, y también es útil cuando la estandarización se realiza de por etapas (a partir de un modelo que incluye sólo el efecto de año) para ver el orden en el que se añaden predictores al modelo, y el porcentaje de desviación adicional explicada en cada paso.

Por último, como se ha señalado anteriormente (véase el último párrafo de la sección 3.6) la conexión entre las proyecciones y la determinación de la ABC no quedó bien descrita.

4. Conclusiones y recomendaciones

A continuación presento los hallazgos más importantes y recomendaciones. Mayores detalles y aspectos de menor relevancia se presentan en la sección 3.

Tengo 3 conclusiones principales:

1. El *status* del congrio chileno no está bien determinado debido a la incertidumbre sobre la proporcionalidad entre CPUE y abundancia (ser Section 3.3).
2. La aproximación utilizada para estimar la incertidumbre en esta evaluación tiende a producir una subestimación, dado que la incertidumbre de modelo no fue considerada, demasiado peso se le otorgó a los datos de composición por edades y tallas, y en las proyecciones se ignoró la incertidumbre respecto del reclutamiento futuro. (ver Sección 3.4).
3. Dos aspectos de la modelación parecieron ser inconsistentes con los requerimientos de la LGPA para un manejo precautorio: la falta de una relación stock- recluta (ver Sección 3.1), y el supuesto que el reclutamiento futuro durante las proyecciones será el promedio (ver Sección 3.6).

Para futuras evaluaciones de stock yo recomiendo tener en consideración lo siguiente:

1. Utilizar una relación stock-recluta y explorar un modelo de stock único (ver Sección 3.1)
2. Revisar el método de cálculo de la CPUE (véase la Sección 3.3.1)
3. Mejora de la estimación de la incertidumbre mediante la inclusión de modelos alternativos, ponderación más adecuada de los datos de composición, y (para proyecciones) reclutamiento estocástico (ver sección 3.4)
4. Evitar el uso de series de CPUE en conflicto en el mismo modelo, explorar la estimación de la biomasa inicial, y revisar supuestos de selectividad y ajuste de sesgo del reclutamiento (ver sección 3.5)
5. Revisar los cálculos del nivel medio de reclutamiento y el de riesgo utilizado en las proyecciones (ver sección 3.6)
6. Mejorar la documentación de la evaluación (ver sección 3.8).

5. Agradecimientos

Agradezco a Billy Ernst y a sus ayudantes por su acertada coordinación, tanto del taller de revisión como aspectos logísticos; a Francisco Contreras y Cristian Canales por su disposición para explicar sus análisis y ejecutar escenarios alternativos durante el taller; a mi compañera revisora, Carryn de Moor, por sus interesantes comentarios; a Milka Rubio por su excelente traducción simultánea durante la revisión; a Juan Carlos Quiroz por su voluntad de comunicarse por Skype con nosotros respecto de lo que debe haberle parecido como la historia antigua; a todos los demás expositores por su paciente consideración de mis numerosas preguntas; y a Renato Céspedes por el regalo de Pablo Neruda *Oda al caldillo de congrio* (¡suculento!). También estoy muy agradecido de que el terremoto de Chile de mediados de septiembre no ocurriera una semana antes.

6. Referencias

- Akaike, A. 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE Trans. Automat. Contr.* 19(6): 716–723.
- Céspedes Michea, R.; Ojeda Cerda, V.; Adasme Martínez, L.; Muñoz Rubio, L.; Hunt Jaque, K.; Cid Mieres, L.; Miranda Pérez, M.; Villalón Castillo, A. 2014. Final Report, Agreement 1: Integral Counsel for Fishing and Aquaculture, 2013; Project 1.9: Monitoring program of the Demersal Fishery and Deep Waters, 2013; Section IV: Industrial southern demersal fisheries. Undersecretariat Of Economy and EMT.
- Crone, P.R., and Sampson, D.B. 1998. Evaluation of assumed error structure in stock assessment models that use sample estimates of age composition. In *Fishery Stock Assessment Models*. Edited by F. Funk, T.J. Quinn, J. Heifetz, J.N. Ianelli, J.E. Powers, J.F. Schweigert, P.J. Sullivan, and C.-I. Zhang. Alaska Sea Grant College Program Report No. AK-SG-98-01. University of Alaska, Fairbanks, Alaska. pp. 355–370.
- Francis, R.I.C.C. (2011). Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 68: 1124-1138.
- Magnusson, A.; Punt, A.E.; Hilborn, R. 2013. Measuring uncertainty in fisheries stock assessment: the delta method, bootstrap, and MCMC. *Fish and Fisheries* 14: 325–342.
- Wiff, R., V. Ojeda & 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.

Apéndice 1: Materiales Entregados

- Baker, L., R. Wiff, J.C. Quiroz, A. Flores, R. Céspedes, M. Barrientos, V. Ojeda, C. Gatica. 2014. Reproductive ecology of the female pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*): evaluating differences between fishery management zones in the Chilean austral zone. *Environ Biol Fish* 97: 1083-1093
- Canales-Aguirre, C., S. Ferrada, C. Hernández, R. Galleguillos. 2010. Population structure and demographic history of *Genypterus blacodes* using microsatellite loci. *Fisheries Research* 106: 102-106
- Canales-Aguirre, C., S. Ferrada, C. Hernández, R. Galleguillos. 2010. Usefulness of heterologous microsatellites obtained from *Genypterus blacodes* (Schneider 1801) in species *Genypterus* off the Southeast Pacific. *Gayana* 74(1): 74-77
- Céspedes, R., V. Ojeda, L. Adasme, L. Muñoz, K. Hunt, L. Cid, M. Miranda, A. Villalón. 2014. Programa de seguimiento de las pesquerías demersales y aguas profundas, 2013. Sección IV: Demersales Sur Austral Industrial, 2013. 134 pp + Anexos
- Chong, L., L. Adasme, V. Ojeda, E. Garcés, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, L. Cid. 2014. Programa de seguimiento de las pesquerías demersales y aguas profundas, 2013. Sección III: Demersales Sur Austral Artesanal, 2013. 131 pp
- Contreras, F., J.C. Quiroz, C. Canales, L. Chong. 2014. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2015. Congrio dorado, 2015. Informe de estatus y cuota. 79 pp + Anexos
- Gallardo, A., P. Gálvez, E. Garcés, O. Guzmán, C. Ibieta, J. Uribe, C. Vargas, N. Villarroel, Z. Young. 2013. Programa de seguimiento de las pesquerías demersales y aguas profundas, 2013. Sección I: Enfoque metodológico y gestión de muestreo, 2013. Informe Final. 72 pp + Anexos
- Horn, P. 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
- Paredes, F., R. Bravo. 2005. Reproductive cycle, size at first maturation and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes*, in Chile. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 39: 1085-1096
- Wiff, R., V. Ojeda, J. C. Quiroz. 2007. Age and growth in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*) off the Chilean austral zone: evaluating differences between management fishing zones. *J. Appl. Ichthyol.* 23: 270-272

Appendix 2: Statement of Work

This appendix contains the Statement of Work, including three annexes, that formed part of the consulting agreement between the University of Concepción and the author.

Statement of work for Dr. Chris Francis

Independent external peer review of kingklip stock (*Genypterus blacodes*) and participation in the south central anchovy (*Engraulis ringens*) assessment external review workshop.

Scope of Work:

The reviewer is contracted to deliver an independent external review of the 2014 stock assessment of Kingklip “*Congrio dorado*” conducted by the Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) and participate in the south central anchovy “*Anchoqueta centro sur*” stock assessment external review workshop.

Project Description:

The Undersecretariat of Fisheries of Chile started in 2011 an independent peer review process to assess the soundness of IFOP stock assessment approach for their major fisheries. This year the Chilean Undersecretariat of Fisheries requested an international independent peer review for Kingklip (*Congrio dorado*) and South central anchovy (*Anchoqueta centro sur*).

Location of Peer Review:

The peer review process will be held in Valparaíso (Hotel Diego de Almagro) during a workshop in September of 2015.

Statement of Tasks: The reviewer shall complete the following tasks in accordance with the terms of reference and specific tasks and deliverables herein.

Pre-review Background Documents: Two weeks before the workshop, the project coordinator, Dr. Billy Ernst will provide the reviewer the necessary background information (working documents in English, stock assessment model, etc.) for the workshop preparation. This material shall consist of stock assessment documents translated to English and other background material. The reviewer/collaborator shall read all documents in preparation for the workshop.

Workshop: The reviewer shall actively participate in the workshop and conduct an independent review of the assessment addressing each Term of Reference.

Specific Tasks for the Reviewer: The following chronological list of tasks shall be completed by the reviewer in a timely manner.

1. Conduct necessary pre-review preparations, including all the background material and reports provided by the University of Concepcion in advance to the workshop.
2. Actively participate during the workshop in Valparaíso (September 2015), conduct a review and generate a report with recommendations in accordance with the ToRs (**Annex 2**).
3. Participate in the Kingklip workshop and provide feedback (mornings).
3. No later than the October 30th of 2015, submit a report addressed to the “Department of Oceanography, University of Concepción” and sent to Dr. Billy Ernst, Lead Coordinator of the project, via email to biernst@udec.cl. The report shall be written in English addressing each ToR in **Annex 2**.
4. The report (in English) shall include an executive summary with the main conclusions and recommendations about the review process. 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. This should be a standalone document.

Schedule of Milestones and Deliverables: The group shall complete the tasks and deliverables described in this Statement of work in accordance with the following schedule.

<i>August 2015</i>	Project coordinator sends the Reviewer the pre-review documents.
<i>September 2015</i>	The reviewer participates and conducts an independent peer review during the panel review meeting in Valparaíso.
<i>October 2015</i>	Reviewers submit the independent peer review reports to the project lead coordinator.
<i>November 2015</i>	University of Concepción translates and submits Independent peer review reports to the Undersecretariat of Fisheries.
<i>November 2015</i>	Review and approval of Peer review reports upon compliance with Statement of Work and Terms of References.

Acceptance of Deliverables: Upon review and acceptance of the independent peer review reports by the Project Lead Coordinator (Dr. Billy Ernst), these reports shall be sent to the Undersecretariat of Fisheries for final approval as contract deliverables based on compliance with the Statement of Work and Terms of reference. As specified in the Schedule of Milestones the University of Concepción shall send via e-mail the contract deliverables (Independent peer review reports) to the Undersecretariat of Fisheries project coordinator.

Applicable Performance Standards: The contract is successfully completed when the Chilean Undersecretariat of Fisheries project coordinator provides final approval of the contract deliverables. The acceptance of the contract deliverables shall be based on three performance standards:

- (1) The report shall be completed with the format and content in accordance with **Annex 1**,
- (2) The report shall address each ToR as specified in **Annex 2**,
- (3) The reports shall be delivered in a timely manner as specified in the schedule of milestones and deliverables.

Support Personnel:

Project Coordinator
Dr. Billy Ernst
Department of Oceanography
University of Concepción
Barrio Universitario s/n
Concepción, Chile.
Phone: +56-41-2204012
biernst@udec.cl

Appendix 2, Annex 1: Format and Contents of the Independent Peer Review Report

1. Each independent report shall be prefaced with an Executive Summary providing a concise summary of the findings and recommendations, and specify 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, of the science, conclusions, and recommendations.
 - b. Reviewer should elaborate on any points raised in the Executive Summary 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.
4. The reviewer report shall include the following appendices:
 - Appendix 1: 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.

Appendix 2, Annex 2

Provide feedback, recommendations and an independent peer review on:

Kingklip (congriso dorado)

1. To critically review the stock assessment approach, including underlying hypotheses of model structure and the conceptual model (for the stock and the fishery). Comment on potential improvements.
2. To critically review the life history parameters of this resource, with special emphasis on natural mortality, growth and age-at-sexual maturity.
3. To review the quality and reliability of input data and estimation procedures used in the monitoring of the fishery, including CPUE, catch, age reading.
4. To review procedures, methods and estimation models used to account for estimating uncertainty. Do the selected case studies represent the main axis of model uncertainty and comment on the base case chosen for this assessment? Comment on potential improvements.
5. To review the configuration of the model, check if it is properly implemented and assessed its performance based on additional model runs requested during the workshop.
6. Comment on the procedures used to project the stock into the future, especially on the robustness of the risk analysis to assess the risk of not achieving the desired objectives.
7. Recommend improvements to the assessment process (studies and research programs) which may ultimately lead to a reduction in stock status uncertainty.

Appendix 2, Annex 3: Workshop Announcement

International Independent Peer Reviews for the Golden Kingclip and south central Anchovy Assessments

7 – 13 of September 2015

Hotel Diego de Almagro – Valparaíso

Molina 76, Valparaíso

International independent peer review panel members

Dr. **Carryn de Moor** (MARAM) - Anchovy

Mr. **Chris Francis** (Independent Consultant) – Golden Kingclip

Workshop dynamics

This workshop will run from Monday 7th to Friday 11th of December. It includes a series of presentations on technical information associated to IFOPs 2014 stock assessment of south central Anchovy (during the morning) and 2014 stock assessment of Golden Kingclip (during the afternoon). Presentations shall include at least the suggested topics to provide the reviewers with information to address their Terms of Reference. During the workshop there will be time for the reviewers to request additional overnight model runs and in the case of Kingclip to rerun CPUE standardization.

Presentation will be given mostly in Spanish, but a professional simultaneous translation service will be available for the entire workshop.

Anchovy (Anchoveta centro sur)

Reviewer: Dr. **Carryn de Moor**

Participant: Mr. **Chris Francis**

PRESENTATIONS

Monday (8.30 - 13.00)

Welcome to the participants and introduction to the independent expert stock assessment review workshop of both species (Dr. Billy Ernst). (8.45 - 9.00)

Anchovy fishery (IFOP- Antonio Aranis) (9.00 – 9.30)

Landings

Fleet composition, past and present

Fishing gears

Landing distribution by zone and fleet

Biology of the species (IFOP- María José Zúñiga – Cristian Canales) (9.30 - 10:15)

- Life history
- Age and growth
- Sexual maturity
- Differences between northern and southcentral anchovy with respect to minimum maturity size
- Natural mortality
- Conceptual model of the stock assessment

Coffee Break (10.15 – 10.30)

Industrial and Artisanal fisheries monitoring program (IFOP- Antonio Aranís) (10.30 - 11.15)

- Sampling design
- Sampling coverage and methodological changes over time
- Size and age structured data
- Processing of biological data used in the stock assessment

Stock units for Anchovy in the south central zone of Chile. (UDEEC Sandra Ferrada) (11:15 – 11:45)

Scientific observers discard program of small pelagic fisheries: Discard and bycatch of Anchovy and south central Sardine. (Rodrigo Vega y Claudio Bernal – 11:45-12:30)

Discussion (12.30 – 13.00)

End of session (13.00)

Tuesday (9.00 - 13.00)

Conference call with Juan Carlos Quiroz (IFOP) from Hobart, Australia (9.00 – 10:00)

Multivariate method to define fishing intentionality on Golden kingclip (specific requests from Chris Francis).

Catch used in the assessment model (Landings/Bycatch/Discards) (Antonio Aranís / Maria José Zúñiga, - 10.00 – 10.45)

- Estimation of Landings
- Available information on Underreporting, discards and verification

Ageing, construction of length-age keys and estimation of error matrix in the assignation of ages (IFOP - Francisco Cerna) (10.45 – 11.15)

- Methodologies
- Strength and weakness
- Various aspects of grouping annual age data

Coffee Break (11.05 – 11.30)

Acoustic surveys (IFOP – Alvaro Saavedra and Sergio Lillo) (11.30 – 12.00)

Pelaces o Reclas, which is a better index for anchovy abundance?

Acoustics

Methodology

Temporal consistency

Spatial and temporal coverage with respect to the spatial distribution of the resource

Are Pelaces or Reclas an absolute index of abundance?

Sample size of age/length comps.

Challenges for the abundance estimation

Spatial/temporal dynamics and migrations of south central Anchovy.

Runs 1: First conversation on model runs scenarios for South Central Anchovy requested by reviewers (12:00 – 13:00)

End of session (13.00)

Wednesday (9.00 - 12.30)

Stock Assessment model (IFOP – Ms. María José Zúñiga / Cristian Canales) (9.00 – 10.30)

2014 Stock Assessment (TAC-2015)

Model structure

Modeling recruitment

Data

Selectivity function

Catchability

Assumptions

Statistical models

Sample size determination and cv

Cases used in the assessment

Results

Stock Status and diagnostics

TAC calculation for 2015

Coffee Break (10.30 – 10.45)

Modelo de Evaluación de Stock (10.45 – 12.30)

Runs 2: Model runs requested by reviewers (12:30 – 13:00)

End of session (13.00)

Thursday (9.00 - 12.45) (IFOP, Reviewers, UDEC)

Reference points estimation for anchovy and procedures used in the stock projections (IFOP –María José Zúñiga) (08:30 – 09.30)

Semestral stock assessment model (IFOP – María José Zúñiga- Cristian Canales) (9.00 – 10.00)

Background information on sardine/anchovy as a mixed fishery (IFOP – Antonio Aranís / Víctor Espejo – SUBPESCA) (10.00 – 10.45)

Coffee break (10.45 – 11.00)

Presentation of model re-run results and defining last model runs (IFOP – Reviewers 11.00 –12.45)

End of session (12.45)

Friday (8.30 - 13.00) (IFOP, Reviewers, UDEC)

Stock assessment workshop (08:30 - 10:30)

Report on additional model runs.

Reviewers present some major findings

Coffee break (10:30 – 10:45)

Continued review stock assessment workshop (10:45 – 13:00)

Closing workshop.

Appendix 3: Workshop Participants

Coordinator: Billy Ernst (Universidad de Concepción)
Nicole Mermoud, Francisco Santa Cruz (Universidad de Concepción)

Reviewers

Kingclip Chris Francis Independent Consultant
Anchovy Carryn de Moor MARAM

Participants – kingclip

Francisco Contreras	Instituto de Fomento Pesquero
Sandra Ferrada	Universidad de Concepción
Liu Chong	Instituto de Fomento Pesquero
Renato Céspedes	Instituto de Fomento Pesquero
Vilma Ojeda	Instituto de Fomento Pesquero
Cristian Canales	Instituto de Fomento Pesquero
Dario Rivas	Subsecretaria de Pesca
Luis Adasme	Instituto de Fomento Pesquero
Aurora Guerrero	Subsecretaria de Pesca
Mauricio Ibarra	Instituto de Fomento Pesquero
Mauricio Mardones	Instituto de Fomento Pesquero
Maria Jose Zúñiga	Instituto de Fomento Pesquero

Participants – anchovy

Antonio Aranís	Instituto de Fomento Pesquero
Cristian Canales	Instituto de Fomento Pesquero
Maria José Zuñiga	Instituto de Fomento Pesquero
Sandra Ferrada	Universidad de Concepción
Rodrigo Vega	Instituto de Fomento Pesquero
Claudio Bernal	Instituto de Fomento Pesquero
Francisco Cerna	Instituto de Fomento Pesquero

Sergio Lillo	Instituto de Fomento Pesquero
Zaida Young	Instituto de Fomento Pesquero
Alvaro Saavedra	Instituto de Fomento Pesquero
Victor Espejo	Subsecretaria de Pesca
Jose Acevedo	Subsecretaria de Pesca
Alejandro Yañez	Instituto de Fomento Pesquero
Silvia Hernández	Subsecretaria de Pesca
Marcos Arteaga	Instituto de Investigación Pesquera
Sergio Núñez	Instituto de Investigación Pesquera
Dario Rivas	Subsecretaria de Pesca
Mauricio Mardones	Instituto de Fomento Pesquero
Mauricio Ibarra	Instituto de Fomento Pesquero
Doris Bucarey	Instituto de Fomento Pesquero
Francisco Contreras	Instituto de Fomento Pesquero

ANEXO II: Términos de Referencia (TdR) y Declaraciones de Trabajo de los revisores internacionales.

A continuación se exponen los Términos de Referencia de ambas especies enviados a cada experto internacional para el desarrollo del taller de revisión de congrio dorado y anchoveta centro-sur.

Términos de Referencia (TdR): Congrio Dorado.

1. Revisar críticamente el enfoque de evaluación aplicado, las hipótesis de trabajo subyacentes a la estructuración poblacional, el modelo conceptual respectivo y la estructura del modelo de evaluación de stock. Proponer mejoras.
2. Revisión de los parámetros de historia de vida del recurso, en especial parámetros de crecimiento, talla/edad de primera madurez y mortalidad natural.
3. Revisar la calidad, confiabilidad de la información y procedimientos de estimación utilizados en el seguimiento de la pesquería, incluyendo CPUE, capturas., lectura de edad.
4. Revisar los procedimientos, métodos y modelos de estimación empleados para el tratamiento y estimación de la incertidumbre. Han sido los principales ejes de incertidumbre identificados en la evaluación y representan los casos de estudio apropiadamente esta incertidumbre. Proponer mejoras.
5. Revisar la configuración del modelo de evaluación de stock, su implementación y performance basado en corridas adicionales del modelo durante el taller.
6. Comentar sobre los procedimientos utilizados en la proyección de stock hacia el futuro, en especial comentar sobre la robustez del análisis de riesgo para evaluar el riesgo de no alcanzar los objetivos deseados.
7. Recomendar mejoras al proceso de asesoría en evaluación, sugerir estudios e investigaciones para elevar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en la determinación del estatus.

Términos de Referencia (TdR): Anchoveta Centro-Sur.

1. Revisar críticamente el enfoque de evaluación aplicado, las hipótesis de trabajo subyacentes a la estructuración poblacional, el modelo conceptual respectivo y la estructura del modelo de evaluación de stock. Considerar para tales efectos, biología, dinámica, estacionalidad de la pesquería, heterogeneidad en las flotas pesqueras y estructura espacial. Proponer mejoras.
2. Revisión de los parámetros de historia de vida del recurso, en especial parámetros de crecimiento, madurez sexual y mortalidad natural.
3. Revisión de los datos de entrada al modelo (i) remociones totales/desembarques; (ii) absolutos (evaluaciones directas) y los supuestos subyacentes que justifican o no su utilización –ponderada- dentro del modelo de evaluación.
4. Comentar sobre la conveniencia de usar un modelo trimestral/semestral/ anual, tomando en cuenta la dinámica de este recurso y su pesquería, la incertidumbre en la lectura de edades y la cantidad de información disponible.
5. Revisar la aproximación utilizada para modelar el reclutamiento (procedimientos, métodos) tratamiento y estimación del reclutamiento. Discutir el impacto que esto tendría sobre las proyecciones.
6. Han sido los principales ejes de incertidumbre identificados en la evaluación y representan los casos de estudio apropiadamente esta incertidumbre. Proponer mejoras.
7. Comentar sobre los procedimientos utilizados en la proyección de stock hacia el futuro, en especial comentar sobre la robustez del análisis de riesgo para evaluar el riesgo de no alcanzar los objetivos deseados.
8. Discutir sobre la conveniencia de modelar esta pesquería en forma mixta, dado el alto grado de interacción que tiene con sardina común.
9. Revisar la configuración del modelo de evaluación de stock, su implementación y performance basado en corridas adicionales del modelo durante el taller.
10. Recomendar mejoras al proceso de evaluación a través de estudios e investigaciones que permitan incrementar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en la estimación del estatus.

A continuación se exponen las Declaraciones de Trabajo enviados a cada revisor.

Declaraciones de Trabajo para el Sr. Chris Francis.

Statement of work for Sr. Chris Francis

Independent external peer review of king clip stock (*Genypterus blacodes*) and participation in the south central anchovy (*Engraulis ringens*) assessment external review workshop.

Scope of Work:

The reviewer is contracted to deliver an independent external review of the 2014 stock assessment of kingclip “*Congrio dorado*” conducted by the Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) and participate in the south central anchovy “*Anchoveta centro sur*” stock assessment external review workshop.

Project Description:

The Undersecretariat of Fisheries of Chile started in 2011 an independent peer review process to assess the soundness of IFOP stock assessment approach for their major fisheries. This year the Chilean Undersecretariat of Fisheries requested an international independent peer review for Kingclip (*Congrio dorado*) and South central anchovy (*Anchoveta centro sur*).

Location of Peer Review:

The peer review process will be held in Valparaíso (Hotel Diego de Almagro) during a workshop in September of 2015.

Statement of Tasks: The reviewer shall complete the following tasks in accordance with the terms of reference and specific tasks and deliverables herein.

Pre-review Background Documents: Two weeks before the workshop, the project coordinator, Dr. Billy Ernst will provide the reviewer the necessary background information (working documents in English, stock assessment model, etc.) for the workshop preparation. This material shall consist of stock assessment documents translated to English and other background material. The reviewer/collaborator shall read all documents in preparation for the workshop.

Workshop: The reviewer shall actively participate in the workshop and conduct an independent review of the assessment addressing each Term of Reference.

Specific Tasks for the Reviewer: The following chronological list of tasks shall be completed by the reviewer in a timely manner.

1. Conduct necessary pre-review preparations, including all the background material and reports provided by the University of Concepcion in advance to the workshop.
2. Actively participate during the workshop in Valparaíso (September 2015), conduct a review and generate a report with recommendations in accordance with the ToRs (**Annex 2**).
3. Participate in the kingclip workshop and provide feedback (mornings).
3. No later than the October 30th of 2015, submit a report addressed to the “Department of Oceanography, University of Concepción” and sent to Dr. Billy Ernst, Lead Coordinator of the project, via email to biernst@udec.cl. The report shall be written in English addressing each ToR in **Annex 2**.
4. The report (in English) shall include an executive summary with the main conclusions and recommendations about the review process. 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. This should be a standalone document.

Schedule of Milestones and Deliverables: The group shall complete the tasks and deliverables described in this Statement of work in accordance with the following schedule.

<i>August 2015</i>	Project coordinator sends the Reviewer the pre-review documents.
<i>September 2015</i>	The reviewer participates and conducts an independent peer review during the panel review meeting in Valparaíso.
<i>October 2015</i>	Reviewers submit the independent peer review reports to the project lead coordinator.
<i>November 2015</i>	University of Concepción translates and submits Independent peer review reports to the Undersecretariat of Fisheries.
<i>November 2015</i>	Review and approval of Peer review reports upon compliance with Statement of Work and Terms of References.

Acceptance of Deliverables: Upon review and acceptance of the independent peer review reports by the Project Lead Coordinator (Dr. Billy Ernst), these reports shall be sent to the Undersecretariat of Fisheries for final approval as contract deliverables based on compliance with the Statement of Work and Terms of reference. As specified in the Schedule of Milestones the University of Concepción shall send via e-mail the contract deliverables (Independent peer review reports) to the Undersecretariat of Fisheries project coordinator.

Applicable Performance Standards: The contract is successfully completed when the Chilean Undersecretariat of Fisheries project coordinator provides final approval of the contract deliverables. The acceptance of the contract deliverables shall be based on three performance standards:

- (1) The report shall be completed with the format and content in accordance with **Annex 1**,
- (2) The report shall address each ToR as specified in **Annex 2**,
- (3) The reports shall be delivered in a timely manner as specified in the schedule of milestones and deliverables.

Support Personnel:

Project Coordinator
Dr. Billy Ernst
Department of Oceanography
University of Concepción
Barrio Universitario s/n
Concepción, Chile.
Phone: +56-41-2204012
biernst@udec.cl

Annex 1

Format and Contents of the Independent Peer Review Report

1. Each independent report shall be prefaced with an Executive Summary providing a concise summary of the findings and recommendations, and specify 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, of the science, conclusions, and recommendations.
 - b. Reviewer should elaborate on any points raised in the Executive Summary 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.
4. The reviewer report shall include the following appendices:
 - Appendix 1: 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.

Annex 2

Provide feedback, recommendations and an independent peer review on:

Kingclip (congrío dorado)

1. To critically review the stock assessment approach, including underlying hypotheses of model structure and the conceptual model (for the stock and the fishery). Comment on potential improvements.
2. To critically review the life history parameters of this resource, with special emphasis on natural mortality, growth and age-at-sexual maturity.
3. To review the quality and reliability of input data and estimation procedures used in the monitoring of the fishery, including CPUE, catch, age reading.
4. To review procedures, methods and estimation models used to account for estimating uncertainty. Do the selected case studies represent the main axis of model uncertainty and comment on the base case chosen for this assessment? Comment on potential improvements.
5. To review the configuration of the model, check if it is properly implemented and assessed its performance based on additional model runs requested during the workshop.
6. Comment on the procedures used to project the stock into the future, especially on the robustness of the risk analysis to assess the risk of not achieving the desired objectives.
7. Recommend improvements to the assessment process (studies and research programs) which may ultimately lead to a reduction in stock status uncertainty.

Annex 3:

Workshop Announcement
2015
International Independent Peer Reviews for the
South central Anchovy and Kingclip Stock Assessments

September 2014

Valparaíso

International independent peer review panel members

Dr. **Chris Francis** (Independent Consultant) – Kingclip

Dr. **Carryn de Moor** (MARAM) – South central Anchovy

Dr. Billy Ernst (Chair)

Workshop dynamics

This workshop will run from Monday 7th to Friday 11th of September. It includes a series of presentations on technical information associated to IFOPs 2014 stock assessment of kingclip (during the morning) and 2014 stock assessment of south central anchovy (during the afternoon). Presentations shall include at least the suggested topics to provide the reviewers with information to address their Terms of Reference. During the workshop there will be time for the reviewers to request additional overnight model runs.

Presentation will be given mostly in Spanish, but a professional simultaneous translation service will be available for days 1-4 of the workshop.

Statement of work for Dr. Carryn de Moor

Independent external peer review of south central anchovy (*Engraulis ringens*) and participation in the king clip stock assessment external review workshop.

Scope of Work:

The reviewer is contracted to deliver an independent external review of the 2014 stock assessment of south central anchovy “*Anchoqueta centro sur*” conducted by the Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) and participate in the kingclip “*Congrio dorado*” stock assessment external review workshop.

Project Description:

The Undersecretariat of Fisheries of Chile started in 2011 an independent peer review process to assess the soundness of IFOP stock assessment approach for their major fisheries. This year the Chilean Undersecretariat of Fisheries requested an international independent peer review for South central anchovy (*Anchoqueta centro sur*) and kingclip (*Congrio dorado*).

Location of Peer Review:

The peer review process will be held in Valparaíso (Hotel Diego de Almagro) during a workshop in September of 2015.

Statement of Tasks: The reviewer shall complete the following tasks in accordance with the terms of reference and specific tasks and deliverables herein.

Pre-review Background Documents: Two weeks before the workshop, the project coordinator, Dr. Billy Ernst will provide the reviewer the necessary background information (working documents in English, stock assessment model, etc.) for the workshop preparation. This material shall consist of stock assessment documents translated to English and other background material. The reviewer/collaborator shall read all documents in preparation for the workshop.

Workshop: The reviewer shall actively participate in the workshop and conduct an independent review of the assessment addressing each Term of Reference.

Specific Tasks for the Reviewer: The following chronological list of tasks shall be completed by the reviewer in a timely manner.

1. Conduct necessary pre-review preparations, including all the background material and reports provided by the University of Concepcion in advance to the workshop.
2. Actively participate during the workshop in Valparaíso (September 2015), conduct a review and generate a report with recommendations in accordance with the ToRs (**Annex 2**).
3. Participate in the kingclip workshop and provide feedback (mornings).
3. No later than the October 30th of 2015, submit a report addressed to the “Department of Oceanography, University of Concepción” and sent to Dr. Billy Ernst, Lead Coordinator of the project, via email to biernst@udec.cl. The report shall be written in English addressing each ToR in **Annex 2**.
4. The report (in English) shall include an executive summary with the main conclusions and recommendations about the review process. 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. This should be a standalone document.

Schedule of Milestones and Deliverables: The group shall complete the tasks and deliverables described in this Statement of work in accordance with the following schedule.

<i>August 2015</i>	Project coordinator sends the Reviewer the pre-review documents.
<i>September 2015</i>	The reviewer participates and conducts an independent peer review during the panel review meeting in Valparaíso.
<i>October 2015</i>	Reviewers submit the independent peer review reports to the project lead coordinator.
<i>November 2015</i>	University of Concepción translates and submits Independent peer review reports to the Undersecretariat of Fisheries.
<i>November 2015</i>	Review and approval of Peer review reports upon compliance with Statement of Work and Terms of References.

Acceptance of Deliverables: Upon review and acceptance of the independent peer review reports by the Project Lead Coordinator (Dr. Billy Ernst), these reports shall be sent to the Undersecretariat of Fisheries for final approval as contract deliverables based on compliance with the Statement of Work and Terms of reference. As specified in the Schedule of Milestones the University of Concepción shall send via e-mail the contract deliverables (Independent peer review reports) to the Undersecretariat of Fisheries project coordinator.

Applicable Performance Standards: The contract is successfully completed when the Chilean Undersecretariat of Fisheries project coordinator provides final approval of the contract deliverables. The acceptance of the contract deliverables shall be based on three performance standards:

- (1) The report shall be completed with the format and content in accordance with **Annex 1**,
- (2) The report shall address each ToR as specified in **Annex 2**,
- (3) The reports shall be delivered in a timely manner as specified in the schedule of milestones and deliverables.

Support Personnel:

Project Coordinator
Dr. Billy Ernst
Department of Oceanography
University of Concepción
Barrio Universitario s/n
Concepción, Chile.
Phone: +56-41-2204012
biernst@udec.cl

Annex 1

Format and Contents of the Independent Peer Review Report

1. Each independent report shall be prefaced with an Executive Summary providing a concise summary of the findings and recommendations, and specify 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, of the science, conclusions, and recommendations.
 - b. Reviewer should elaborate on any points raised in the Executive Summary 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.
4. The reviewer report shall include the following appendices:
 - Appendix 1: 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.

Annex 2

Provide feedback, recommendations and an independent peer review on:

South central Anchovy

1. To critically review the stock assessment approach, including underlying hypotheses of model structure and the conceptual model (for the stock and the fishery). Consider to that end the biology, dynamics, seasonality of the fishery, heterogeneity of the fleet and spatial structure. Comment on potential improvements.
2. To critically review the life history parameters used in the assessment, with special emphasis on natural mortality, growth and age-at-sexual maturity.
3. To review the input data to the model including (i) total removals/landings (ii) acoustic surveys, (iii) size/age structured data and the underlying assumptions that justify or not its use within the stock assessment model.
4. Comment on the convenience of using a quarterly/semester/annual model, taking into account the dynamics of the resource and its fishery, the uncertainty in age-reading and the amount of available information.
5. Review the approach used to model and estimate recruitment. Discuss about the impact it would have in the projections.
6. Do the selected case studies represent the main axis of model uncertainty and comment on the base case chosen for this assessment?
7. Comment on the procedures used to project the stock into the future, especially on the robustness of the risk analysis to assess the risk of not achieving the desired objectives.
8. Discuss about the convenience of using a mix fishery approach to model the stock, given the high degree of interaction with common sardine.
9. To review the configuration of the model, check if it is properly implemented and assessed its performance based on additional model runs requested during the workshop.
10. Recommend improvements to the assessment process (studies and research programs) which may ultimately lead to a reduction in stock status uncertainty.

Annex 3:

Workshop Announcement
2015
International Independent Peer Reviews for the
South central Anchovy and Kingclip Stock Assessments
September 2014
Valparaíso

International independent peer review panel members

Dr. **Carryn de Moor** (MARAM) – South central Anchovy

Dr. **Chris Francis** (Independent Consultant) – Kingclip

Dr. Billy Ernst (Chair)

Workshop dynamics

This workshop will run from Monday 7th to Friday 11th of September. It includes a series of presentations on technical information associated to IFOPs 2014 stock assessment of kingclip (during the morning) and 2014 stock assessment of south central anchovy (during the afternoon). Presentations shall include at least the suggested topics to provide the reviewers with information to address their Terms of Reference. During the workshop there will be time for the reviewers to request additional overnight model runs.

Presentation will be given mostly in Spanish, but a professional simultaneous translation service will be available for days 1-4 of the workshop.

ANEXO III: Cartas de solicitud de datos.

A continuación se adjuntan las cartas dirigidas al Subsecretario de pesca Sr. Raúl Sunico para solicitar las bases de datos a IFOP y FIP, por especie.

Concepción, 22 de mayo 2015

Señor Raúl Sunico Galdames
Subsecretario de pesca
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Valparaiso
PRESENTE

REF: Modelo y base de datos de la evaluación de stock.

Estimado Sr. Sunico,

Me dirijo a Ud. en mi condición de coordinador general del proyecto "*Programa anual de revisión experta a la asesoría científica de las principales pesquerías nacionales, año 2014: congrio dorado (Genypterus blacodes) y anchoveta centro sur (Engraulis ringens)*", código FIP 2014-02 y recientemente adjudicado a la Universidad de Concepción, para solicitar las bases de datos del stock congrio dorado necesarias en el desarrollo de la revisión.

Dado el corto periodo de desarrollo de este proyecto y lo inflexible de su calendarización me permito solicitarle alta prioridad a la obtención de las bases de datos.

De acuerdo a los requerimientos establecidos en las revisiones y la propuesta presentada por nuestro grupo de trabajo, se requiere de la información que se indica más abajo. Los periodos señalados son referenciales y es probable que algunos de los programas no tengan la misma extensión.

Congrio dorado

Programas seguimiento (1978-2014)

Muestreo biológico específico
Muestreo de longitudes
Bitácora de pesca industrial
Registro de actividad artesanal

Datos Ev. Indirecta y parámetros

- Código fuente de ADMB (*.tpl), zona norte y zona sur.
- Archivo de datos de entrada en ADMB (*.dat), zona norte y zona sur.
- Archivo de control de ADMB (*.ctrl), configurado como el caso base de la evaluación, zona norte y zona sur.
- Bibliotecas creadas adicionalmente a las básicas de ADMB, en el caso que sean necesarias para correr modelo de evaluación de stock de congrio dorado.

La cita del documento sobre el cual se solicitan los archivos anteriormente nombrados es la siguiente:

Contreras F., Quiroz J.C., Canales C. y L. Chong. 2014. INFORME DE ESTATUS Y CUOTA. Convenio de Desempeño 2014: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2015: congrio dorado, 2015. Instituto de Fomento Pesquero. 141 pp. (Informe Noviembre 2014.)

Los informes de seguimiento y de evaluación indirecta anteriores al indicado arriba, serán solicitados directamente al sectorialista de este recurso.

Sin otro particular y esperando que tenga a bien esta solicitud se despide atentamente de Ud.



Dr. Billy Ernst
Departamento de Oceanografía
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción
Concepción
Fono: +56-41-2204012
biernst@udec.cl

Concepción, 22 de mayo 2015

Señor Raúl Sunico Galdames
Subsecretario de pesca
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Valparaíso
PRESENTE

REF: Modelo y base de datos de la evaluación de stock.

Estimado Sr. Sunico,

Me dirijo a Ud. en mi condición de coordinador general del proyecto “Programa anual de revisión experta a la asesoría científica de las principales pesquerías nacionales, año 2014: congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y anchoveta centro sur (*Engraulis ringens*)”, código FIP 2014-02 y recientemente adjudicado a la Universidad de Concepción, para solicitar las bases de datos del stock anchoveta centro-sur necesarias en el desarrollo de la revisión.

Dado el corto período de desarrollo de este proyecto y lo inflexible de su calendarización me permito solicitarle alta prioridad a la obtención de las bases de datos.

De acuerdo a los requerimientos establecidos en las revisiones y la propuesta presentada por nuestro grupo de trabajo, se requiere de la información que se indica más abajo. Los períodos señalados son referenciales y es probable que algunos de los programas no tengan la misma extensión.

Anchoveta centro-sur

Programas seguimiento (1990-2014)

Muestreo biológico específico
Muestreo de longitudes
Datos lectura de edad
Bitácora de pesca industrial

Registro de actividad cerquera artesanal

Datos Ev. Indirecta y parámetros

- Código fuente de ADMB (*.tpl).
- Archivo de datos de entrada en ADMB (*.dat).
- Archivo de control de ADMB (*.ctrl), configurado como el caso base de la evaluación.
- Bibliotecas creadas adicionalmente a las básicas de ADMB, en el caso que sean necesarias para correr modelo de evaluación de stock de anchoveta.

La cita del documento sobre el cual se solicitan los archivos anteriormente nombrados es la siguiente:

Zúñiga M.J. y C. Canales. 2014. INFORME DE ESTATUS Y CUOTA. Convenio de Desempeño 2014: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2015: Anchoveta V-X Regiones, 2015. Instituto de Fomento Pesquero. 145 pp.
(Informe Septiembre 2014.)

Los informes de seguimiento y de evaluación indirecta anteriores al indicado arriba, serán solicitados directamente al sectorialista de este recurso.

Sin otro particular y esperando que tenga a bien esta solicitud se despide atentamente de Ud.



Dr. Billy Ernst
Departamento de Oceanografía
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción
Concepción
Fono: +56-41-2204012
biemst@udec.cl

Concepción, 22 de mayo 2015

Señor Raúl Sunico Galdames
Subsecretario de pesca
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Valparaíso
PRESENTE

REF: Base de datos FIP

Estimado Sr. Súnico,

Me dirijo a Ud. en mi condición de coordinador general del proyecto “Programa anual de revisión experta a la asesoría científica de las principales pesquerías nacionales, año 2014: congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y anchoveta centro sur (*Engraulis ringens*)”, código FIP 2014-02 y recientemente adjudicado a la Universidad de Concepción, para solicitar las bases de datos y los informes finales de los proyectos FIP de la especie congrío dorado, necesarias para el desarrollo de la revisión.

Dado el corto período de desarrollo de este proyecto y lo inflexible de su calendarización me permito solicitarle alta prioridad a la obtención de las bases de datos.

De acuerdo a los requerimientos establecidos en las revisiones y la propuesta presentada por nuestro grupo de trabajo, se requiere de la siguiente información:

Proyectos FIP congrio dorado:

- FIP 94-09. **Aguayo M., Figueroa E., Miranda H., Ojaeda V., Vera C., Adasme L. y F. Cerna.** 1996. Evaluación de la pesquería y del stock de merluza del sur y congrio dorado en la zona sur austral, 1995. IFOP. Informe Técnico FIP 94-09. 262 pp.
- FIP 97-14. **Payá, I., Ehrhardt N., Pool H., Aguayo M., Ojeda V. y R. Céspedes.** 2000. Estrategias de explotación en merluza del sur y congrio dorado en la zona sur austral bajo incertidumbre del tamaño y rendimiento sustentable del stock. IFOP. Informe Final FIP N° 97-14. 355 pp.
- FIP 98-02. **Rubilar, P., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Cerna; G. Ojeda; L. Adasme; A. Cuevas.** 2000. Análisis de la estructura y condición biológica de los recursos merluza del sur y congrio dorado en aguas interiores de la X; XI y XII Regiones. Informe Final. FIP 98-02. 73 p. 38 Figuras; 105 Tablas y Anexo.

- FIP 99-15. **Aguayo, M., I. Paya, R. Céspedes, H. Miranda, V. Catasti, S. Lillo, P. Galvez, L. Adasme, F. Balbontín y R. Bravo.** 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Informe Final FIP 99-15, IFOP. 104 p. + Anexo.
- FIP 2001-15. **Rubilar, P., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Cerna; G. Ojeda; L. Adasme; A. Cuevas.** 2000. Análisis de la estructura y condición biológica de los recursos merluza del sur y congrio dorado en aguas interiores de la X; XI y XII Regiones. Informe Final. FIP 98-02. 73 p. 38 Figuras; 105 Tablas y Anexo.
- FIP 2008-23. **Arancibia, H., S. Neira, M. Barros, C. Gatica, M. J. Zúñiga, R. Alarcón y E. Acuña.** 2010. Formulación e implementación de un enfoque multiespecífico de evaluación de stock en recursos demersales de la zona sur austral – Fase I. Informe Final Proyecto FIP 2008-23. Universidad de Concepción / Instituto de Investigación Pesquera VIII Región S.A., 303 p. + Anexos.
- FIP 2008-46. **Quiroz J.P., et al.** 2012. Bases metodológicas para la estimación directa de abundancia de los recursos raya y congrio dorado entre la X y XII región. IFOP. Informe Final FIP N° 2008-46. 352 pp.

Sin otro particular y esperando que tenga a bien esta solicitud se despide atentamente de Ud.



Dr. Billy Ernst
Departamento de Oceanografía
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción
Concepción
Fono: +56-41-2204012
bienst@udec.cl

Concepción, 22 de mayo 2015

Señor Raúl Sunico Galdames
Subsecretario de pesca
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Valparaíso
PRESENTE

REF: Base de datos FIP

Estimado Sr. Súnico,

Me dirijo a Ud. en mi condición de coordinador general del proyecto “Programa anual de revisión experta a la asesoría científica de las principales pesquerías nacionales, año 2014: congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y anchoveta centro sur (*Engraulis ringens*)”, código FIP 2014-02 y recientemente adjudicado a la Universidad de Concepción, para solicitar las bases de datos y los informes finales de los proyectos FIP de la especie anchoveta centro sur, necesarias para el desarrollo de la revisión.

Dado el corto período de desarrollo de este proyecto y lo inflexible de su calendarización me permito solicitarle alta prioridad a la obtención de las bases de datos.

De acuerdo a los requerimientos establecidos en las revisiones y la propuesta presentada por nuestro grupo de trabajo, se requiere de la siguiente información:

Proyectos FIP anchoveta centro-sur:

Evaluación directa

- FIP 95-08. **Castillo, J., J. Córdova, M.A. Barbieri, S. Lillo, Núñez, S., A. Troncoso y A. Urrutia.** 1996. Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Informe Final. FIP 95-08. 103 p, 123 Figs + Anexos.
- FIP 99-13. **Castillo, J., M.A. Barbieri, M. Espejo y V. Catasti.** 2000. Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en l zona centro-sur de Chile. IFOP. Informe Final. Proyecto FIP 99-13. 138 p + Anexos.
- FIP 2000-09. **Castillo, J., M.A. Barbieri, M. Espejo y V. Catasti.** 2001. Evaluación acústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Informe final, Proyecto FIP 2000-09. 151 p + Anexos.

- FIP 2001-14. **Castillo, J., M.A. Barbieri, M. Espejo, V. Catasti.** 2002. Evaluación hidroacústica del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Informe Final, Proyecto FIP 2001-14. 250 p + Anexos.
- FIP 2001-13. **Castillo, J., A. Saavedra, M. Espejo, J. Córdova, P. Gálvez, M. A. Barbieri.** 2003. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2001. Informe Final FIP 2001-13. 208 p + figuras y Anexos.
- FIP 2002-13. **Castillo, J., J., A. Saavedra, P. Gálvez, M. Espejo, M.A. Barbieri, S. Núñez, J. Ortiz, S. Brito, R. Gili, H. Rebolledo y L. Cubillos.** 2003. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, 2002. Informe Final Proyecto FIP 2002-13. 203 p + Anexos.
- FIP 2003-08. **Castillo, J., M. Barbieri. P. Barría, H. Miranda, M. Espejo, A. Saavedra, P. Gálvez, L. Caballero, E. Molina, F. Cerna, A. López, S. Núñez, J. Ortiz, P. Torres y F. Vejar.** 2004. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, 2003. Informe Final Proyecto FIP 2003-08. 178 p + Anexos.
- FIP 2004-05. **Castillo J., A. Saavedra, P. Gálvez, S. Núñez, J. Ortiz, P. Torres, F. Vejar, E. Molina, F. Cerna, A. López, L. Bustos.** 2005. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur. Año 2004. Informe Final Corregido. FIP N° 2004-05. 481 pp.
- FIP 2007-04. **Castillo, J., M. San Martín, C. Lang y F. Leiva.** 2009. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2008. Informe Final, Proyecto FIP N° 2007-04. 51 p + Figuras, Tablas y Anexos.
- FIP 2008-03. **Castillo J., A. Saavedra, C. Hernandez, F. Leiva, C. Lang, J. Letelier, H. Reyes, M. Pizarro, E. Molina, F. Cerna, A. Lopez, S. Nuñez, L. Valenzuela y S. Vasquez.** 2009. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2009. Informe Final FIP N° 2008-03. 500 pp.
- FIP 2009-04. **Castillo J., A. Saavedra, F. Leiva, H. Reyes, E. Pizarro, F. Espindola, C. Lang, V. Catasti, M. San Martin, B. Leiva, E. Molina, F. Cerna, A. Lopez, S. Nuñez, L. Valenzuela y S. Vasquez.** 2011. Evaluación Hidroacústica de reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2010. Informe Final. FIP N°2009-04. 634 p.
- FIP 2010-04. **Castillo, J. A. Saavedra, F. Leiva, R. Vargas, H. Reyes, M. Pizarro, V. Catasti, C. Lang, E. Molina, F. Cerna, A. López, S. Nuñez, L. Valenzuela y S. Vasquez.** 2012. Evaluación hidroacústica reclutamiento anchoveta sardina común entre la V y X Regiones, año 2011. Informe Final FIP 2010-04. IFOP. (Valparaíso, Chile). 442 pp.
- FIP 2011-07. **Castillo, J. A. Saavedra, V. Catasti, F. Leiva, C. Lang, R. Vargas, H. Reyes, M. Pizarro, E. Molina, F. Cerna, A. López, S. Nuñez, L. Valenzuela y S. Vasquez.** 2012. Evaluación hidroacústica reclutamiento

- anchoveta sardina común entre la V y X Regiones, año 2012. Informe Final FIP 2011-07. IFOP. (Valparaíso, Chile). 280 pp + Figuras y Tablas.
- FIP 2012-12. **Castillo, J. A. Saavedra, V. Catasti, F. Leiva, R. Vargas, H. Reyes, M. Pizarro, E. Molina, F. Cerna, A. López, S. Nuñez, L. Valenzuela y J. Silva.** 2013. Evaluación hidroacústica reclutamiento anchoveta sardina común entre la V y X Regiones, año 2013. Informe Final FIP 20112-12. IFOP. (Valparaíso, Chile). 291 pp + Figuras y Tablas.
- FIP 2013-05. **Saavedra A., et al.** 2014. Evaluación hidroacústica de los stock de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2014. IFOP. Informe Final FIP N° 2013-05. 761 pp.

Otros FIP

- FIP 94-20. **Galleguillos R., Chong J., Oyarzún C., Oliva M. y R. Roa.** 1996. Unidades de stock en los recursos sardina común y anchoveta de la zona centro-sur. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Informe Técnico FIP N° 94-20. 123 pp.
- FIP 94-38. **Cubillos L., Alarcón R., Arancibia H., Núñez S., Bucarey D., Canales M., Galaz L., Hernández A., Claramunt G., Herrera G.** 1996. Reproducción y reclutamiento en sardina común y anchoveta de la zona centro-sur. IFOP. Informe Técnico FIP N° 94-38. 132 pp.
- FIP 95-11. **Núñez, S., L. Cubillos, D. Arcos, A. Urrutia, V. Troncoso, F. Véjar, M. Landaeta, R. Quiñones, A. Pacheco, H. Muñoz & M. Braun.** 1997. Condiciones oceanográficas que inciden en el Reclutamiento de los recursos anchoveta y sardina común en la VIII Región. Informe Final FIP 95-11. 226 pp + Anexos.
- FIP 96-12. **Barria P., Zuleta A. y R. Gili.** 1998. Bases biológicas para prevenir la sobreexplotación de sardina común y anchoveta. IFOP. Informe Técnico FIP N° 96-12. 159 pp.
- FIP 96-11. **Castro L., Quiñones R., Arancibia H., Figueroa D., Roa R., Sobarzo M. y M. Retamal.** 1997. Áreas de desove de anchoveta y sardina común en la zona central. Universidad de Concepción. Informe Técnico FIP N° 96-11. 235 pp.
- FIP 96-04. **Martinez C., Baros V., Cortés M., Böhm G., Barria P., Blanco J., Oliva J., Aranís A., Pizarro P., Herrera G., Medina M. y E. Segovia.** 1998. Programa de marcaje de anchoveta. Fase I: Marcación. IFOP y Universidad Arturo Prat. Informe Técnico FIP N° 94-04. 271 pp.
- FIP 97-04. **Sepúlveda A., Cubillos L., Núñez S., Canales T., Bucarey D. y A. Rojas.** 2000. Antecedentes biológicos del stock desovante de anchoveta y sardina común en la V a IX Regiones. IFOP. Informe Final FIP N° 97-04. 215 pp.

- FIP 2004-38. **Araya M., Cubillos L., Peñailillo J., Claramunt G., Arce J. y G. Aedo.** 2008. Validación de la edad de la anchoveta en la costa de Chile. Informe Final Corregido FIP N° 2004-38. 138 pp.
- FIP 2006-13. **Cubillos L., Pedraza M., Canales M. y A. Aranís.** 2009. Dinámica reproductiva de anchoveta y sardina común, zona centro sur, año 2006. Universidad de Concepción. Informe Final FIP N° 2006-13. 147 pp.
- FIP 2007-25. **Cubillos L., Pedraza M., Gatica C., González C., Ruiz P., Giacaman J. y M. Arteaga.** 2009. Identificación de indicadores de dinámica poblacional y dinámica de la flota que opera sobre sardina común y anchoveta entre la IX y X Región. Universidad de Concepción. Informe Final FIP N° 2007-25. 155 pp.

Evaluación de stock

- FIP 96-10. **Cubillos L., Alarcón R., Bucarey D., Canales M., Sobarzo P. y L. Vilugrón.** 1998. Evaluación indirecta del stock de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur. Informe Técnico FIP N° 96-10. 263 pp.
- FIP 97-10. **Barría, P., M.G. Böhm, A. Aranís, R. Gili, M. Donoso y S. Rosales.** 1999. Evaluación indirecta y análisis del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona Centro-Sur. Informe Final FIP 97-10. IFOP. 117 p. + Fig. + 2 Anexos.
- FIP 2002-14. **Cubillos, L. et al.** 2003. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2002. Informe Final FIP 2002-14, 127 p.
- FIP 2003-06. **Bernal C. et al.** 2004. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2003. IFOP. Informe Final FIP N° 2003-06. 199 pp.
- FIP 2004-03. **Cubillos, L., Castro, L., Oyarzún, C.** 2005. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2004. Informe Final FIP 2004-03.
- FIP 2005-02. **Cubillos, L., Castro, L., Claramunt, G., Oyarzún, C.** 2006. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2005. Informe Final FIP 2005-02. 140 pp.
- FIP 2007-06. **Cubillos L., Castro L. y G. Claramunt.** 2008. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro sur, año 2007. Universidad de Concepción. Informe Final FIP N° 2007-06. 126 pp.
- FIP 2008-09. **Cubillos L., Castro L. y G. Claramunt.** 2009. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro sur, año 2008. Universidad de Concepción. Informe Final FIP N° 2008-09. 140 pp.

- FIP 2009-08. **Cubillos L. et al.** 2010. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro sur, año 2009. Universidad de Concepción. Informe Final FIP N° 129 pp.
- FIP 2010-02. **Cubillos L., Castro L. y G. Claramunt.** 2011. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2010. Universidad de Concepción. Informe Final FIP N° 2010-02. 125 pp.
- FIP 2012-09. **Cubillos L., Castro L., Claramunt G. y E. Navarro.** 2013. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V a X Regiones, año 2012. Universidad de Concepción. Informe Final FIP 2012-09. 151 pp.
- FIP 2013-07. **Cubillos L., Castro L., Claramunt G. y E. Navarro.** 2015. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2013. Universidad de Concepción. Informe Final FIP N° 2013-07. 126 pp.

Sin otro particular y esperando que tenga a bien esta solicitud se despide atentamente de Ud.



Dr. Billy Ernst
Departamento de Oceanografía
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción
Concepción
Fono: +56-41-2204012
biernst@udec.cl

ANEXO IV: Actas de reuniones de coordinación.

A continuación se presentan las agendas y actas de las reuniones realizadas entre SUBPESCA, IFOP y UDEC, mediante videoconferencia.

REPORTE PRIMERA REUNIÓN DE COORDINACIÓN

Viernes 20 de Marzo, 2015
Modalidad: conferencia Skype

Proyecto FIP-2014-02

“Programa anual de revisión experta a la asesoría científica de las principales pesquerías nacionales, año 2014: Congrio dorado y Anchoqueta centro sur”

Participantes SUBPESCA:

Jorge Farías
Víctor Espejo
Aurora Guerrero
Milton Pedreza
José Acevedo

Coordinación UdeC:

Billy Ernst
Nicole Mermoud

1 OBJETIVO

Coordinación general del proyecto FIP-2014-02: “Programa anual de revisión experta a la asesoría científica de las principales pesquerías nacionales, año 2014: Congrio dorado y Anchoqueta centro sur”.

2 AGENDA REUNIÓN DE COORDINACIÓN DE PROYECTO DE REVISIÓN

Viernes 20 de Marzo, 2015

Modalidad: video-conferencia Skype

Localidades: SUBPESCA Valparaíso / UDEC Concepción

Hora inicio: 9:30 hrs.

Proyecto FIP-2014-02

“Programa anual de revisión experta a la asesoría científica de las principales pesquerías nacionales, año 2014: Congrio dorado y Anchoqueta centro sur”

CONTENIDOS REUNIÓN

- Hitos y fechas más importantes en el desarrollo del Proyecto
 - Acotar fechas potenciales del taller (Compatibilizar REVISORES –IFOP – SUBPESCA)
- Fijar Fecha tentativa de coordinación con IFOP (una vez fijada las fechas)
- Descripción Revisores
- Informe de Evaluación de Septiembre 2014 (especial cuidado con Anchoqueta)
- TTRs para los revisores
- Textos centrales de la revisión

3 DESARROLLO DE LA REUNIÓN

La reunión comienza a las 9:30 am con una presentación del coordinador del proyecto Dr. Billy Ernst, cuya finalidad fue informar los principales hitos éste. Los acuerdos y comentarios generados a partir de esta reunión se exponen a continuación:

- Se recuerda que el proyecto es un FIP, haciéndolo un poco distinto a los proyectos previos de revisión (SubPesca, FAP, DAP) en cuanto a hitos administrativos como la entrega de informes, existiendo en este caso:
 - Informe de avance con fecha de entrega el 23 de mayo 2015.
 - Pre informe final con fecha de entrega 23 septiembre 2015.
 - Informe final con fecha de entrega el 23 de diciembre.

- Se indican como fechas tentativas para realizar el taller junio y julio, meses en los cuales los revisores internacionales tienen disponibilidad. SubPesca indica que la segunda semana de julio, o más tardar los primeros días de agosto son buenas fechas.

- Se indica que los evaluadores de stock del Instituto de Fomento Pesquero de las especies a revisar son Francisco Contreras para congrio dorado y María José Zuñiga para anchoveta.

- Se indica que la nueva organización de IFOP debe ser considerado para garantizar el apoyo como instituto. Con este fin, se programa una reunión para la semana del 31 de marzo, con la finalidad de informar al nuevo director de IFOP acerca de la revisión y solicitar su apoyo.

- Se discute la conformación de los TTRs, indicándose para el recurso congrio dorado:
 - Respecto al Término de Referencia “Revisar la 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 utilizadas”; se indica que el problema principal identificado es una pérdida en los indicadores de abundancia, por ejemplo en la pesca artesanal, han habido asignaciones de cuotas distintas en los últimos años. Esto ha provocado durante el desarrollo de la pesquería que la interpretación de la señal de CPUE sea más compleja. Es importante que IFOP realice una presentación a cabalidad para hacer un aporte directo a la CPUE.
 - Respecto a los indicadores de abundancia, se indica la importancia de que Rodrigo Wiff esté presente durante el taller, ya que él ha estado involucrado en todos los avances en este tema. Como es presidente del comité científico, se acuerda invitarlo a participar con una presentación de alguno de los trabajos que ha publicado.

- Aurora Guerrero se compromete a desarrollar mejor el Término de Referencia relacionado con el índice de abundancia durante el lunes y enviarlo.

- Se acuerda que en la reunión de coordinación entre las tres instituciones, es importante destacar que las versiones de los modelos de evaluación de stock deben ser idénticas a las electrónicas vs las versiones de los informes, de modo que los revisores puedan replicar sin problemas la evaluación.

- Respecto a los términos de referencia de la anchoveta:
 - En referencia al requerimiento de “Revisar los parámetros de entrada del modelo: i) principalmente los relativos con el ciclo de vida (mortalidad natural, crecimiento, madurez sexual, entre otros), así como también, la necesidad de disponer de al menos de un proxy de la relación stock/recluta, ii) actividad extractiva (remociones totales, desembarques, patrones de explotación por flota); iii) índices de abundancia relativos (CPUE) y absolutos (evaluaciones directas) y los supuestos subyacentes que justifican o no su utilización –ponderada- dentro del modelo de evaluación.”, se acordó que se extraerá de los TdR la revisión de los patrones de explotación por flota del segmento (ii).

 - Respecto de las remociones totales, se propone no solicitar una presentación a SERNAPESCA, dado a que en talleres de revisión anteriores, las charlas han sido más bien institucionales que específicas del recurso en cuestión, no siendo un real aporte al proceso de revisión, dado a que no se ha presentado la real problemática del recurso. Víctor Espejo indica que la anchoveta ocupa el mismo modelo que sardina común teniendo los mismos problemas en la región XV, de subreporte y la cuota al menos se duplicó. No se conoce el contexto histórico de qué ha pasado con la anchoveta. Además se indica que al igual que en la sardina común, en anchoveta se hizo una corrección con la información disponible de los muestreos a bordo de capturas y lances. Se hizo una corrección en el año 1999 pasando de 9000 toneladas a 400000 toneladas. En el año 2000 paso de 400000 a 40000 ton. A partir del 2002 no hay cambios tan relevantes, dado a que desde el 2002 al 2006 no hubo correcciones y se piensa que existió una subestimación de los desembarques. A partir del 2008 en adelante los desembarques disminuyeron.

 - Por lo anterior señalado se indica que es importante la presentación de SERNAPESCA, y ésta debe ser sintética, técnica y acotada a la problemática de la serie histórica, relacionado con las correcciones a la serie de captura de IFOP (correcciones 98 -2001 y las no correcciones que se han hecho hacia adelante), la problemática de verificación del 2006-2007 de SERNAPESCA, y, el periodo tiempo en que se han realizado lances con y sin verificación en donde ocurre un cambio de especies desde el 2008 en adelante, identificación del porcentaje de cambio de especies. La presentación también debe abordar qué significa el programa de descarte de IFOP, dado a la condición de baja productividad de anchoveta, las cuotas son bajas y al menos se están doblando los desembarques. También se debe considerar incluir el trabajo de los observadores a bordo en que puedan aportar antecedentes entre la diferencia de lo que reporta SERNAPESCA

y lo que realmente está ocurriendo. Para realizar con éxito la presentación, es necesario ubicar muy bien la persona que expondría, dado que anteriormente las personas que se han enviado a exponer, no tenían conocimiento del recurso.

- Se indica que sería interesante que participara CEPES con una exposición de congrio dorado e INPESCA en anchoveta (Claudio Gatica posiblemente). Se podría pedir que la presentación de INPESCA fuera realizada de tal forma de visualizar las diferencias entre los enfoques metodológicos entre las dos instituciones, por ejemplo que INPESCA considere la señal de CPUE, e IFOP no. Se debe pedir que se presente los cambios metodológicos y ver desde otro punto de vista en que estatus se sitúa la anchoveta. El requerimiento no sería que se refieran a la recomendación de cuota ya que la revisión se hace basándose en el modelo de IFOP.
 - Respecto al TTR “Revisar la metodología para la lectura de edades y de validación de anillos anuales”. Se indica que hay un proyecto que está terminando y se podría realizar una presentación. Es un tema importante porque no hay claridad en la información respecto al crecimiento de la anchoveta. Esta presentación debiera ser enfocada de forma distinta a como se ha realizado en revisiones previas: concentrarse en desagregar la información del modelo anual y exponer las implicancias que tiene la agrupación de la información (si debe ser anual, semestral, trimestral, etc) sobre todo en la última parte del año y no a como fue validado el proceso de lecturas de edades.
 - Revisar los procedimientos, métodos y modelos de estimación empleados para el tratamiento y estimación del reclutamiento y la mortalidad por pesca. Se indica que este TTR está relacionado con unas bases antiguas y es necesario acotarlo específicamente a lo que se quiere revisar. Se recomienda que la presentación aborde ventajas y desventajas de usar específicamente para este recurso una aproximación model free respecto de una relación stock recluta subyacente en el modelo. Se indica que debe modificarse este TTR.
 - Respecto al TTR “Revisar los puntos de referencia e indicadores (de estado y flujo) empleados para establecer el estatus de conservación del recurso y proponer mejoras”. Se acuerda eliminar este TTR.
 - Respecto del TTR “Recomendar mejoras al proceso de evaluación a través de estudios e investigaciones que permitan incrementar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en la estimación del estatus”. Se indica que dentro de este TTR podría incluirse alguna temática relacionada con el proceso de mezcla de especies. Ventajas y desventajas en usar modelos de forma mixta, con mezcla o sin mezcla.
- Billy Ernst se comprometió a incluir las modificaciones de los TTR comentadas en esta reunión, luego enviarlas vía e-mail a Víctor Espejo y Aurora Guerrero para comentar las modificaciones.

Anexo 1. Presentación realizada a los participantes de la reunión.

**PROGRAMA DE REVISIÓN EXPERTA A LA
ASESORÍA
CIENTÍFICA DE LAS PRINCIPALES
PESQUERÍAS
NACIONALES, AÑO 2014**

**Congrio dorado
Anchoveta centro sur**

Billy Ernst / Nicole Mermoud
Departamento de Oceanografía
Universidad de Concepción

**Hitos – Fechas →
Administrativos**

- Informe de Avance: 23 Mayo 2015
- Pre-Informe Final : 23 Septiembre 2015
- Informe Final: 23 Diciembre 2015

Hitos – Fechas Operativos

- Fecha de la revisión : 15 de Junio – 10 Agosto
- Revisores indicaron que en Junio – Julio podrían, exceptuando algunas fechas.

Hitos de la revisión

	Fecha solicitud	Fecha recepción
(1) Solicitud de datos a IFOP a través de SUBPESCA: / Datos seguimiento / Biológico / / Modelos / Datos de entrada / Parámetros /	Mayo 2015	1ª quincena Mayo 2015
(2) Consolidación de ToRs con Subeunca para cada revisor: Consejo dorado Anchoqueta CS	Mayo 2015	
(3) Definición de presentaciones (proponer contenido y expositores)	1ª semana mayo 2015	
(4) Circulación/consolidación de agenda del taller a IFOP y otros participantes:	1ª quincena mayo 2015	
(6) Desarrollo de talleres: Consejo dorado Anchoqueta CS		
(7) Recepción de informes de revisores: Consejo dorado Anchoqueta CS	Agosto 2015	
(8) Envío de informe final: Consejo dorado Anchoqueta CS	Septiembre 2015	

Revisores Internacionales

Profesional	Grado	Actividades
Chris Francis.	BS Mathematics	Revisor independiente internacional para congrio dorado y participación en el taller de anchoveta centro sur.
Carryn de Moor	Ph. D. Biomathematics	Revisor independiente internacional para anchoveta centro sur y participación en el taller de congrio dorado.



Requerimientos para – Congrio Dorado

- Revisión de los parámetros de historia de vida del recurso, en especial parámetros de crecimiento y talla/edad de primera madurez.
- Revisar críticamente el enfoque de evaluación aplicado, las hipótesis de trabajo y el modelo conceptual respectivo y proponer mejoras.
- Revisar la 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 utilizadas.
- Revisar los procedimientos, métodos y modelos de estimación empleados para el tratamiento y estimación de la incertidumbre, con especial énfasis respecto del reclutamiento y proponer mejoras.
- Revisar los puntos de referencia e indicadores (de estado y flujo) empleados para el tratamiento y estimación de la incertidumbre, con especial énfasis respecto del reclutamiento y proponer mejoras.
- Recomendar mejoras al proceso de asesoría en evaluación y determinación del estatus del recurso, sugerir estudios e investigaciones para elevar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en la determinación del estatus.

ToRs – Congrio Dorado

- Revisar críticamente el enfoque de evaluación aplicado, las hipótesis de trabajo subyacentes a la estructuración poblacional, el modelo conceptual respectivo y la estructura del modelo de evaluación de stock. Proponer mejoras.
- Revisión de los parámetros de historia de vida del recurso, en especial parámetros de crecimiento, talla/edad de primera madurez y mortalidad natural.
- Revisar la calidad, confiabilidad de la información y procedimientos de estimación utilizados en el seguimiento de la pesquería, incluyendo CPUE, capturas, lectura de edad.
- Revisar los procedimientos, métodos y modelos de estimación empleados para el tratamiento y estimación de la incertidumbre. Han sido los principales ejes de incertidumbre identificados en la evaluación y representan los casos de estudio apropiadamente esta incertidumbre. Proponer mejoras.
- Revisar la configuración del modelo de evaluación de stock, su implementación y performance basado en corridas adicionales del modelo durante el taller.
- Comentar sobre los puntos de referencia e indicadores de status utilizados para este recurso.
- Comentar sobre los procedimientos utilizados en la proyección de stock hacia el futuro, en especial comentar sobre la robustez del análisis de riesgo para evaluar el riesgo de no alcanzar los objetivos deseados.
- Recomendar mejoras al proceso de asesoría en evaluación, sugerir estudios e investigaciones para elevar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en la determinación del status.
- con especial énfasis respecto del reclutamiento.

Requerimientos para Anchoqueta centro sur

- Revisar críticamente el enfoque de evaluación aplicado, hipótesis de trabajo y el modelo conceptual respectivo, considerando para tales efectos, biología, dinámica, estacionalidad de la pesquería, heterogeneidad en las flotas pesqueras y estructura espacial, entre otros. Además, considerar la revisión de las configuraciones, formulaciones, simulaciones y métodos para abordar la incertidumbre en el modelo de evaluación de stock, así como también los datos que sustentan dicho análisis.
- Revisar los parámetros de entrada del modelo: i) principalmente los relativos con el ciclo de vida (mortalidad natural, crecimiento, madurez sexual, entre otros), así como también, la necesidad de disponer de al menos de un proxy de la relación stock/recluta, ii) actividad extractiva (remociones totales, desembarques, patrones de explotación por flota); iii) índices de abundancia relativos (CPUE) y absolutos (evaluaciones directas) y los supuestos subyacentes que justifican o no su utilización –ponderada- dentro del modelo de evaluación.

Requerimientos para Anchoveta centro sur

- Revisar la metodología para la lectura de edades y de validación de anillos anuales.
- Revisar los procedimientos, métodos y modelos de estimación empleados para el tratamiento y estimación del reclutamiento y la mortalidad por pesca.
- Revisar los puntos de referencia e indicadores (de estado y flujo) empleados para establecer el estatus de conservación del recurso y proponer mejoras.
- Recomendar mejoras al proceso de evaluación a través de estudios e investigaciones que permitan incrementar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en la estimación del estatus.

ToRs Anchoveta centro sur

- Revisar críticamente el enfoque de evaluación aplicado, las hipótesis de trabajo subyacentes a la estructuración poblacional, el modelo conceptual respectivo y la estructura del modelo de evaluación de stock. Considerar para tales efectos, biología, dinámica, estacionalidad de la pesquería, heterogeneidad en las flotas pesqueras y estructura espacial. Proponer mejoras.
- Revisión de los parámetros de historia de vida del recurso, en especial parámetros de crecimiento, madurez sexual y mortalidad natural (así como también, la necesidad de disponer de al menos de un proxy de la relación stock/recluta)
- Revisión de los datos de entrada al modelo (i) remociones totales, desembarques, patrones de explotación por flota; (ii) índices de abundancia relativos (CPUE) y absolutos (evaluaciones directas) y los supuestos subyacentes que justifican o no su utilización – ponderada- dentro del modelo de evaluación.
- Revisar la metodología para la lectura de edades y de validación de anillos anuales.
- Revisar los procedimientos, métodos y modelos de estimación empleados para el tratamiento y estimación del reclutamiento y la mortalidad por pesca.
- Comentar sobre los puntos de referencia e indicadores de status utilizados para este recurso
- Comentar sobre los procedimientos utilizados en la proyección de stock hacia el futuro, en especial comentar sobre la robustez del análisis de riesgo para evaluar el riesgo de no alcanzar los objetivos deseados.
- Recomendar mejoras al proceso de evaluación a través de estudios e investigaciones que permitan incrementar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en la estimación del estatus.

Material Bibliográfico de la revisión

- Informe de CTP 2015
- Documentos técnicos seguimiento
- Evaluación directa (Reclas/Pelaces)
- Papers sobre historia de vida, parámetros biológicos, captura, estructura de edades, lectura de edad, etc.

Data Utilizada

- 3 tipos de información
 - *Programas seguimiento* (Muestreo Biológico Específico, Muestreo de Longitudes, Bitácora de Pesca Industrial, Registro de Actividad Artesana, Lecturas de edad (construcción claves talla edad).
 - *Datos y parámetros de la evaluación indirecta CTP 2015.*
 - *Proyectos FIP.*

Estadía Dra. Diana Stram

- Oficina
- Puntos de Interés común
- Modalidad de Interacción
- Alojamiento
- Documentos, dropbox, traducción ley de pesca

REPORTE REUNIÓN DE PRESENTACIÓN DE PROYECTO

Lunes 13 de abril 2015

Modalidad: presencial

Proyecto FIP-2014-02

“Programa anual de revisión experta a la asesoría científica de las principales pesquerías nacionales, año 2014: Congrio dorado y Anchoveta centro sur”

Participantes IFOP:

Leonardo Núñez

Participantes SUBPESCA:

Víctor Espejo

Jorge Farías

Ángela Barbieri

Aurora Guerrero

José Acevedo

Coordinación UdeC:

Billy Ernst

1 OBJETIVO

Presentación del proyecto FIP-2014-02: “Programa anual de revisión experta a la asesoría científica de las principales pesquerías nacionales, año 2014: Congrio dorado y Anchoveta centro sur”.

2 DESARROLLO DE LA REUNIÓN

- El coordinador general del proyecto Dr. Billy Ernst realiza una presentación a los participantes con la finalidad de informar acerca de los proyectos de revisión basados en los recursos congrio dorado y anchoveta centro-sur, y solicitar la participación del Instituto de Fomento Pesquero en el taller técnico-metodológico.
- Se explica cómo se han desarrollado previamente los procesos de revisión, las actividades que involucra y se indican los principales hitos dentro del periodo de ejecución del proyecto (ver anexo 1).
- Se discutieron brevemente algunas mejoras que se sugiere implementar:
- Se recomendó que el trabajo de las distintas unidades del Instituto de Fomento Pesquero sea en conjunto y exista más conexión entre los observadores científicos quienes toman los datos, los data managers las personas que validan la información hasta los profesionales que analizan la información, los evaluadores o investigadores.
- Se critica la rapidez con la que se solicita que las recomendaciones que surgen del proceso de revisión se incorporen en la nueva recomendación de cuota biológicamente aceptable. Se indica que lo que usualmente se hace en otros países es, fijar metas a mediano plazo y se incorporen las recomendaciones dentro de un marco de tiempo razonable.
- Se presentan los revisores internacionales que vendrán al taller técnico-metodológico, se indican sus principales funciones y trabajos realizados.
- Se modifica la fecha de realización del taller previamente fijada para agosto. Se recomienda realizar el taller dentro del mes de septiembre. Ante esta modificación se indica que para no perjudicar las fechas de realización del proyecto, para próximas licitaciones se indique en las bases un horizonte de tiempo dentro del cual se realizará una determinada revisión por pares.

- Por último se indica la importancia de que los modelos de evaluación de stock, códigos y datos involucrados, sean exactamente coincidentes con su respectivo informe que documenta dicho código.

Anexo 1. Presentación realizada a los participantes de la reunión de presentación del proyecto de revisión.

**PROGRAMA DE REVISIÓN EXPERTA A LA
ASESORÍA
CIENTÍFICA DE LAS PRINCIPALES
PESQUERÍAS
NACIONALES, AÑO 2014**

**Congrio dorado
Anchoveta centro sur**

Billy Ernst
Departamento de Oceanografía
Universidad de Concepción

Revisiones

- La revisión por pares de las evaluaciones de stock es un **proceso necesario** y de buena práctica recomendado por la FAO, tendiente a verificar que se utilice la mejor ciencia disponible en la investigación de poblaciones explotadas y recomendaciones para el manejo.
- Alrededor del mundo hay varios países que han incorporado las **REVISIONES INDEPENDIENTES** como un proceso regular, que asegura **TRANSPARENCIA**, permite la **ESTIMULACIÓN** de nuevas ideas, **CLARIFICACIÓN** de conceptos y el incremento en el rigor de los análisis y sus conclusiones.

A nivel nacional

- La Subsecretaría de Pesca ha reconocido la importancia y valor de las revisiones independientes, incorporando esta instancia como una pieza relevante para fortalecer el apoyo científico, el cual finalmente otorga asesoría para la toma de decisiones de manejo de recursos hidrobiológicos en nuestro país.

Revisiones Independientes

	Recurso	Año Revisión	Sobre CTP	Fondo
1	Merluza Común	2011	2011	Subpesca
2	Merluza Austral	2011	2011	Subpesca
3	Merluza de Tres Aletas	2013	2013	Subpesca
4	Sardina Común	2013	2013	Subpesca
5	Bacalao de Profundidad	2014	2015	Subpesca
6	Camarón Nailon	2014	2014	Subpesca
7	Sardina Austral	2014	2014	FAP
8	Congrio Dorado	2015	2015	FIP
9	Anchoveta Centro Sur	2015	2015	FIP

Modelos de Revisión

- Existen varias aproximaciones, pero se resaltan dos:
 - Revisión por pares basada en información escrita asociada a la evaluación de stock
 - “*Contested Stock Assessment*”: Se desarrollan modelos de evaluación en paralelo, habitualmente por grupos de trabajo distintos, y las aproximaciones y resultados son sometidos a fuerte comparación cruzada.

Tipo de Revisión

- De acuerdo a los requerimientos establecidos en las bases del concurso se desarrollará una revisión por expertos internacionales para los recursos Congrio Dorado y Anchoqueta centro sur.
- Las revisiones se harán respecto de las evaluaciones de stock llevadas a cabo por el Instituto de Fomento Pesquero durante el año 2014 (CTP 2015):
 - Información disponible:
 - Revisión de informes técnicos / publicaciones científicas
 - Presentaciones e interacción con evaluadores de stock durante el TALLER DE REVISIÓN
 - Revisión de información que se utiliza en la evaluación de stock.
 - Revisar la performance del modelo respecto de diversos tipos y niveles de incertidumbre (Runs del modelo de Evaluación)

Bases de datos

- 3 tipos de información
 - Programas seguimiento (Muestreo Biológico Específico, Muestreo de Longitudes, Bitácora de Pesca Industrial, Registro de Actividad Artesana, Información de edad (claves talla edad).
 - Datos y parámetros de la evaluación indirecta CTP 2015.
 - Evaluaciones directas (Proyectos FIP).

Hitos de la revisión

	Fecha solicitud	Fecha recepción
(1) Solicitud de datos a IFOP a través de SUBPESCA: / Datos seguimiento / Biológico / / Modelos / Datos de entrada / Parámetros /	Abril 2015	Fines de Mayo 2015
(2) Consolidación de ToRs con Suboesca para cada revisor: Congio dorado Andiovetz CS	Abril 2015	
(3) Definición de Programa del taller (proponer contenido y expositores)	2ª semana mayo 2015	
(4) Circulación/consolidación de agenda tentativa del taller a IFOP y otros participantes:	3ra semana mayo 2015	
(6) Desarrollo de talleres: Congio dorado Andiovetz CS	10-14 Agosto	
(7) Recepción de informes de revisores: Congio dorado Andiovetz CS	Septiembre 2015	
(8) Envío de informe final: Congio dorado Andiovetz CS	Octubre 2015	

Taller de Revisión en Valparaíso

Valparaíso (Probablemente en Hotel Diego de Almagro)

10-14 Agosto de 2015

Mañana: Anchoqueta centro sur

Tarde: Congrio dorado

Colaboración por parte de IFOP

- Bases de datos para cada especie
- Modelo y Data de entrada para el modelo de evaluación
- Consultas y discusión previo al desarrollo del taller
- Participación en el taller del equipo de evaluación de stock (evaluación indirecta, directa, seguimiento y edades) y presentaciones sobre tópicos definidos en la agenda del taller y que guardan estrecha relación con la evaluación de stock CTP 2015
- Correr el modelo bajo escenarios requeridos por revisores “Overnight model run” durante el desarrollo del taller.

Revisores Internacionales

Profesional	Grado	Actividades
Chris Francis.	BS Mathematics	Revisor independiente internacional para congrio dorado y participación en el taller de anchoveta centro sur.
Carryn de Moor	Ph. D. Biomathematics	Revisor independiente internacional para anchoveta centro sur y participación en el taller de congrio dorado.



ToRs para los revisores Congrio dorado

- Revisar críticamente el enfoque de evaluación aplicado, las hipótesis de trabajo subyacentes a la estructuración poblacional, el modelo conceptual respectivo y la estructura del modelo de evaluación de stock. Proponer mejoras.
- Revisión de los parámetros de historia de vida del recurso, en especial parámetros de crecimiento, talla/edad de primera madurez y mortalidad natural.
- Revisar la calidad, confiabilidad de la información y procedimientos de estimación utilizados en el seguimiento de la pesquería, incluyendo CPUE, capturas., lectura de edad.
- Revisar los procedimientos, métodos y modelos de estimación empleados para el tratamiento y estimación de la incertidumbre. Han sido los principales ejes de incertidumbre identificados en la evaluación y representan los casos de estudio apropiadamente esta incertidumbre. Proponer mejoras.
- Revisar la configuración del modelo de evaluación de stock, su implementación y performance basado en corridas adicionales del modelo durante el taller.
- Comentar sobre los procedimientos utilizados en la proyección de stock hacia el futuro, en especial comentar sobre la robustez del análisis de riesgo para evaluar el riesgo de no alcanzar los objetivos deseados.
- Recomendar mejoras al proceso de asesoría en evaluación, sugerir estudios e investigaciones para elevar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en la determinación del estatus.

ToRs para los revisores Anchoveta centro sur

- Revisar críticamente el enfoque de evaluación aplicado, las hipótesis de trabajo subyacentes a la estructuración poblacional, el modelo conceptual respectivo y la estructura del modelo de evaluación de stock. Considerar para tales efectos, biología, dinámica, estacionalidad de la pesquería, heterogeneidad en las flotas pesqueras y estructura espacial. Proponer mejoras.
- Revisión de los parámetros de historia de vida del recurso, en especial parámetros de crecimiento, madurez sexual y mortalidad natural.
- Revisión de los datos de entrada al modelo (i) remociones totales/desembarques; (ii) absolutos (evaluaciones directas) y los supuestos subyacentes que justifican o no su utilización—ponderada—dentro del modelo de evaluación.
- Revisar la configuración del modelo de evaluación de stock, su implementación y performance basado en corridas adicionales del modelo durante el taller.
- Comentar sobre la conveniencia de usar un modelo trimestral/semestral/ anual, tomando en cuenta la dinámica de este recurso y su pesquería, la incertidumbre en la lectura de edades y la cantidad de información disponible.
- Revisar la aproximación utilizada para modelar el reclutamiento (procedimientos, métodos) tratamiento y estimación del reclutamiento. Discutir el impacto que esto tendrá sobre las proyecciones.
- Comentar sobre los procedimientos utilizados en la proyección de stock hacia el futuro, en especial comentar sobre la robustez del análisis de riesgo para evaluar el riesgo de no alcanzar los objetivos deseados.
- Discutir sobre la conveniencia de modelar esta pesquería en forma mixta, dado el alto grado de interacción que tiene con sardina común.
- Recomendar mejoras al proceso de evaluación a través de estudios e investigaciones que permitan incrementar el conocimiento del recurso y reducir la incertidumbre en la estimación del estatus.

Hitos – Fechas → Administrativos

- Informe de Avance: 23 Mayo 2015
- Pre-Informe Final : 23 Septiembre 2015
- Informe Final: 23 Diciembre 2015

IMPORTANTE

- Verificar las versiones y configuraciones de los modelos utilizados en la evaluación, que tengan una coincidencia con lo reportado en los informes.

ANEXO V: Documentos entregados a los revisores.

Previo a la realización del taller, se entregó a los revisores tres documentos centrales en una versión en español y otra en inglés (en el caso del bacalao de profundidad fueron dos los documentos centrales). Éstos fueron un reporte de la evaluación de stock, un reporte del crucero hidroacústico y uno de monitoreo de ambas pesquerías. Además de esta información, se entregaron publicaciones científicas y documentos de apoyo.

Por otro lado, durante el taller se les proporcionó a los revisores cada una de las presentaciones de en versión español e inglés, con la finalidad de que ellos pudieran recorrerla en sus computadores portátiles durante la exposición. Estas presentaciones se encuentran adjuntas en versión digital en el disco duro portátil.

A continuación se detalla la lista de bibliografía y presentaciones entregadas a cada uno de los revisores.

Anchoveta centro-sur:

Documentos centrales:

Zúñiga M.J. y C. Canales. 2014. INFORME DE ESTATUS Y CUOTA. Convenio de Desempeño 2014: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2015: Anchoveta V-X Regiones, 2015. Instituto de Fomento Pesquero. 145 pp. (**Informe Septiembre 2014.**)

Crucero Hidroacústico:

Saavedra, A., V. Catasti, F. Leiva, R. Vargas, U. Cifuentes, H. Reyes, C. Rozas, M. Pizarro, C. Lang, E. Molina, F. Cerna, A. López, S. Núñez, L. Valenzuela, J. Silva, S. Vásquez. 2014. Evaluación hidroacústica de los stocks de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2014. Informe Final. 306 pp + Anexos

Monitoreo de la pesquería:

Aranis, A., A. Gómez, S. Mora, K. Walker, G. Muñoz, L. Caballero, G. Eisele, F. Cerna, A. López, C. Machuca, L. Muñoz, C. Valero, J. Letelier, M. Ramírez, C. Toledo, V. Valdebenito, M. Albornoz, S. Personglia, G. Bendel, A. Urzúa, N. Badilla, E. Reyes, M. Gómez. 2014. Programa de Seguimiento de Pesquerías Pelágicas de la Zona Centro-Sur de Chile, 2014. Informe Final. 200 pp + Anexos

Publicaciones científicas:

- Castillo-Jordán, C., L. Cubillos, J. Paramo.** 2007. The spawning spatial structure of two co-occurring small pelagic fish off central southern Chile in 2005. *Aquat. Living Resour.* 20: 77-84
- Castro, L., G. Salinas, E. Hernández.** 2000. Environmental influences on winter spawning of the anchoveta *Engraulis ringens* off central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 197:247- 258
- Claramunt, G., L. Cubillos, L. Castro, C. Hernández, M. Arteaga.** 2014. Variation in the spawning periods of *Engraulis ringens* and *Strangomera bentincki* off the coasts of Chile: A quantitative analysis. *Fisheries Research* 160: 96-102
- Cubillos, L., D. Arcos.** 2002. Recruitment of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central-south Chile in the 1990s and the impact of the 1997-1998 El Niño. *Aquat. Living Resour.* 15: 87-94
- Cubillos, L., G. Claramunt.** 2009. Length-structured analysis of the reproductive season of anchovy and common sardine off central southern Chile. *Marine Biology* 156: 1673-1680
- Cubillos, L., D. Arcos, D. Bucarey, M. Canales.** 2001. Seasonal growth of small pelagic fish off Talcahuano, Chile (37°S, 73°W): a consequence of their reproductive strategy to seasonal upwelling?. *Aquat. Living Resour.* 14: 115-124
- Cubillos, L., D. Bucarey, M. Canales.** 2002. Monthly abundance estimation for common sardine *Strangomera bentincki* and anchovy *Engraulis ringens* in the central-southern area off Chile (34-40°S). *Fisheries Research* 57: 117-130
- Cubillos, L., P. Ruiz, G. Claramunt, S. Gacitúa, S. Núñez, L. Castro, K. Riquelme, C. Alarcón, C. Oyarzún, A. Sepúlveda.** 2007. Spawning, daily egg production, and spawning biomass estimation for common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central southern Chile in 2002. *Fisheries Research* 86: 228-240
- Gerlotto, F., J. Castillo, A. Saavedra, M. A. Barbieri, M. Espejo, P. Cotel.** 2004. Three-dimensional structure and avoidance behaviour of anchovy and common sardine schools in central southern Chile. *Ices Journal of Marine Science* 61: 1120-1126
- Tarifeño, E., M. Carmona, A. Llanos-Rivera, L. Castro.** 2008. Temperature effects on the anchoveta *Engraulis ringens* egg development: do latitudinal differences occur?. *Environm. Biol. Fish* 81: 387-395
- Valdivia, I., R. Chávez, M. Oliva.** 2007. Metazoan parasites of *Engraulis ringens* as tools for stock discrimination along the Chilean coast. *Journal of Fish Biology* 70: 1504-1511

Documentos de apoyo entregados durante la revisión:

- Castillo, J., Saavedra, A., Catasti, V., Leiva, F., Lang, C. & R. Varga.** 2012. Biomass hydroacoustic survey of common sardine and anchovy between the V and X Regions, Año 2012. Final Report. FIP 2011-07. 341 pp.
- Cubillos, L., Castro, L. & G. Claramunt.** 2011. Estimation of the spawning stock of anchovy and common sardine in south-central zone, year 2010. FIP 2010-02. Final Report. 85 pp
- IFOP, 2013.** Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the international workshop held in Viña del Mar, December 2013. 44 pp.
- IFOP, 2014.** Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the second international workshop, held in Viña del Mar, April 2014. 74 pp
- IFOP, 2014.** Review of biological reference points in domestic fisheries. Report of the third international workshop held in Viña del Mar, August 2014. 67 pp
- Polacheck, T.** 2014. Review report on the 2012 stock assessment of the common sardine (sardina común – *Strangomera bentincki*). 74 pp.

Congrio dorado:

Documentos centrales:

Contreras, F., J.C. Quiroz, C. Canales, L. Chong. 2014. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2015. Congrio dorado, 2015. Informe de estatus y cuota. 79 pp + Anexos

Monitoreo de la pesquería:

Céspedes, R., V. Ojeda, L. Adasme, L. Muñoz, K. Hunt, L. Cid, M. Miranda, A. Villalón. 2014. Programa de seguimiento de las pesquerías demersales y aguas profundas, 2013. Sección IV: Demersales Sur Austral Industrial, 2013. 134 pp + Anexos

Chong, L., L. Adasme, V. Ojeda, E. Garcés, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, L. Cid. 2014. Programa de seguimiento de las pesquerías demersales y aguas profundas, 2013. Sección III: Demersales Sur Austral Artesanal, 2013. 131 pp

Gallardo, A., P. Gálvez, E. Garcés, O. Guzmán, C. Ibieta, J. Uribe, C. Vargas, N. Villarroel, Z. Young. 2013. Programa de seguimiento de las pesquerías demersales y aguas profundas, 2013. Sección I: Enfoque metodológico y gestión de muestreo, 2013. Informe Final. 72 pp + Anexos

Publicaciones científicas:

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

Canales-Aguirre, C., S. Ferrada, C. Hernández, R. Galleguillos. 2010. Population structure and demographic history of *Genypterus blacodes* using microsatellite loci. *Fisheries Research* 106: 102-106

Canales-Aguirre, C., S. Ferrada, C. Hernández, R. Galleguillos. 2010. Usefulness of heterologous microsatellites obtained from *Genypterus blacodes* (Schneider 1801) in species *Genypterus* off the Southeast Pacific. *Gayana* 74(1): 74-77

Horn, P. 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

- Paredes, F., R. Bravo.** 2005. Reproductive cycle, size at first maturation and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes*, in Chile. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 39: 1085-1096
- Wiff, R., V. Ojeda, J. C. Quiroz.** 2007. Age and growth in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*) off the Chilean austral zone: evaluating differences between management fishing zones. *J. Appl. Ichthyol.* 23: 270-272

ANEXO VI. Listas de asistencia al taller de revisión de anchoveta centro-sur y congrio dorado.

A continuación se presentan las listas de asistencia por especie al taller de revisión experta.

A) Anchoveta centro-sur:


 Universidad de Concepción

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE REVISIÓN POR PARES ANCHOVETA CENTRO-SUR
LUNES 7 DE SEPTIEMBRE 2015

	NOMBRE	INSTITUCIÓN	FIRMA
1	VICTOR ESPINO B	SSPA	
2	José Acero	SSPA	
3	Winston Soto	IFOP	
4	Alejandro Yáñez R.	IFOP	
5	Cristóbal Frías	—	
6	Carolina de Moura	UCT	
7	Sandra Jaraola Jaraola	UDEC	
8	Maria José Zúñiga B	IFOP	
9	RODRIGO VEGA	IFOP	
10	Antonio Arancibia	IFOP	
11	Silvia Hernández C	SSPA	
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			



Universidad de Concepción

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE REVISIÓN POR PARES ANCHOVETA CENTRO-SUR

MARTES 8 DE SEPTIEMBRE 2015

	NOMBRE	INSTITUCIÓN	FIRMA
1	VICTOR ESPESO B	SSPA	
2	José M. Acordado U.	SSPA	
3	Marcelo Arteaga V.	INPESCA	
4	Sergio Núñez Elías	Inst. Inv. Peces	
5	Sergio Lillo Vega	ITOP	
6	Silvia Hernández C.	SSPA	
7	MARIA JOSE ZUNIGA BASALTO	IFOP	
8	Antonio Aramis R.	IFOP	
9	ZALDA YOUNG	IFOP	
10	FRANCISCO GONZA T.	IFOP	
11	Alejandro Yáñez R.	IFOP	
12	DARÍO RIVERO A.	SUBPESCA	
13	Wladimir Zúñiga	IFOP	
14	ALVARO SAALVEDRA L. (P.)	IFOP	
15	CHRIS FERRER	-	
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			



Universidad de Concepción

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE REVISIÓN POR PARES ANCHOVETA CENTRO-SUR

MIERCOLES 9 DE SEPTIEMBRE 2015

	NOMBRE	INSTITUCIÓN	FIRMA
1	MARRICIA MARRONZO	IFOP	
2	Alejandro Yáñez Zubio	IFOP	
3	Rodrigo Ibarra H.	IFOP	
4	Wesley Zamora	IFOP	
5	Doris Bucarey S.	IFOP	
6	Admir Aravena R.	IFOP	
7	MARIA JOSE ZUNIGA B	IFOP	
8	FRANCISCO GONZA T	IFOP	
9	Marcos Antequa V.	INPESCA	
10	Jose M. Arredondo U.	SSPA	
11	VICTOR ESPINO B	SSPA	
12	Francisco Gutiérrez	IFOP	
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			



Universidad de Concepción

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE REVISIÓN POR PARES ANCHOVETA CENTRO-SUR

JUEVES 10 DE SEPTIEMBRE 2015

	NOMBRE	INSTITUCIÓN	FIRMA
1	MARIA JOSÉ ZÚÑIGA	IFOP	
2	Antonio Arauco R.	IFOP	
3	José H. Acuña U.	SSPA	
4	Vivian Espinoza B.	SSPA	
5	Marcelo Aránguez V.	IPESCA	
6	CRISTINA CORTÉS R.	IFOP	
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			



Universidad de Concepción

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE REVISIÓN POR PARES ANCHOVETA CENTRO-SUR

VIERNES 11 DE SEPTIEMBRE 2015

	NOMBRE	INSTITUCIÓN	FIRMA
1	Francisco Guitra	IFOP	
2	Alejo Riquelme	SSPS	
3	Cristina Encala	IFOP	
4	Mario José Fariña	IFOP	
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

B) Congrio dorado:



Universidad de Concepción

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE REVISIÓN POR PARES CONGRIO DORADO

LUNES 7 DE SEPTIEMBRE 2015

	NOMBRE	INSTITUCIÓN	FIRMA
1	ANTONIA GUERRERO C.	SSIA	[Signature]
2	Vilma Ojeda C.	IFOP	[Signature]
3	Vanessa Ojeda C.	IFOP	[Signature]
4	DANLO RIVERA A.	SSIA	[Signature]
5	Alonso Ojeda M.	IFOP	[Signature]
6	JUSTIN CORDERO	IFOP	[Signature]
7	Sandra Osorio	UPC	[Signature]
8	LUIS ADASME	IFOP	[Signature] * L. Adasme
9	Franzisco J. CONTRERAS	IFOP	[Signature]
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			



Universidad de Concepción

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE REVISIÓN POR PARES CONGRIO DORADO

MARTES 8 DE SEPTIEMBRE 2015

	NOMBRE	INSTITUCIÓN	FIRMA
1	Amelia Guzmán C	SSPA	[Signature]
2	Alonso Espinoza	IFOP	[Signature]
3	[Signature]	IFOP	[Signature]
4	[Signature]	IFOP	[Signature]
5	Francisca Contreras L.	IFOP	[Signature]
6	Walter Cordero	IFOP	[Signature]
7	DAVID RIVERO A.	SSPO	[Signature]
8	Alma Opde C	IFOP	[Signature]
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			



Universidad de Concepción

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE REVISIÓN POR PARES CONGRIO DORADO

MIERCOLES 9 DE SEPTIEMBRE 2015

	NOMBRE	INSTITUCIÓN	FIRMA
1	ANORA GUERMONO C	SSIA	<i>[Signature]</i>
2	Vilma Oyola C	IFOP	<i>[Signature]</i>
3	Francisco Contreras M	IFOP	<i>[Signature]</i>
4	Mauricio Barros H.	IFOP	<i>[Signature]</i>
5	MARZO MARZONOS I	IFOP	<i>[Signature]</i>
6	MARIA JOSE ZUNIGAB	IFOP	<i>[Signature]</i>
7	Cristina Cordero	IFOP	<i>[Signature]</i>
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			



Universidad de Concepción

LISTA DE ASISTENCIA TALLER DE REVISIÓN POR PARES CONGRIO DORADO

JUEVES 10 DE SEPTIEMBRE 2015

	NOMBRE	INSTITUCIÓN	FIRMA
1	Alfonso Bucarero	SSPA	[Signature]
2	MARIA JOSÉ ZUÑIGA	IFOP	[Signature]
3	Carolina Cordero	IFOP	[Signature]
4	Francisco Contreras	IFOP	[Signature]
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			