

VALPARAÍSO, 22 de enero de 2018

Señor  
Pablo Berazaluce Maturana  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura  
Bellavista 168, piso 18  
**VALPARAÍSO**

Ref.: Adjunta Reporte N° 1 de la primera sesión del Comité Científico Técnico de Pesquerías de Pequeños Pelágicos, año 2018.

- Adjunto -

De mi consideración:

En calidad de Presidente del Comité Científico de la Ref., organismo asesor y de consulta de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en materias científicas relevantes para la administración y manejo de las pesquerías que tengan su acceso cerrado, así como en aspectos ambientales y de conservación, y en otras que la Subsecretaría considere necesario.

Por este intermedio tengo el agrado de enviar a Ud. en el adjunto, el Reporte N° 1 de la primera sesión de este Comité del año 2018, de fecha 11 al 12 de enero del presente, en respuesta a la consulta efectuada por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura mediante carta Circ. (DP) N° 1/2018 y Ord. N° 4/2018, considerando una revisión preliminar de los nuevos modelos de evaluación de stock que desarrolla IFOP para cada una de las pesquerías pelágica. Asimismo, se abordaron algunos aspectos del programa anual del año 2019 y se llevó a cabo la elección de presidente del CCT-PP.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,



**Rodolfo Serra Behrens**  
Presidente Comité Científico Técnico de Pesquerías  
de Pequeños Pelágicos.



## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

### REPORTE TECNICO Primera Sesión, 11 al 12 de enero de 2018

#### A. CONVOCATORIA

Con fecha 02 de enero de 2018, la Subsecretaría de Pesca (SSP) convocó a la primera sesión del año 2018 del Comité Científico Técnico de Pesquerías de Pequeños Pelágicos (CCT-PP), según lo establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) y su respectivo Reglamento (D.S. N° 77, Mayo 2013). Dicha convocatoria, según carta DP. Carta. Circ. N° 01 de la SSPA, se enmarca dentro de la asesoría requerida para el proceso mejora continua en la toma de decisiones. Para la presente sesión la Subsecretaría formalizó los dos siguientes requerimientos:

- i. Efectuar una revisión de los modelos de evaluación de stock alternativos que desarrolla IFOP, para cada una de las pesquerías pelágicas.
- ii. Definir el programa anual de sesiones del CCT-PP para el año 2018
- iii. Elección del presidente del CCT-PP

#### B. PROGRAMA DE LA REUNION (ANEXO)

#### C. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

##### C.1. PARTICIPANTES

Profesional	Modalidad	Institución
Rodolfo Serra	Miembros en Ejercicio	Independiente
José Luis Blanco		Independiente
Guido Plaza		Pont. Universidad Católica de Valparaíso
Marcos Arteaga	Miembros sin derecho a voto	Instituto de Investigación Pesquera (INPESCA)
Silvia Hernández	Miembros Institucionales	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Víctor Espejo		
Joyce Méndez		
Alejandra Hernández		
Nicole Mermoud		
Jorge Castillo		Instituto de Fomento Pesquero
Antonio Aranís		
María José Zúñiga	Expertos Invitados	Instituto de Fomento Pesquero
Doris Bucarey		
Fernando Espíndola		
Juan Carlos Quiroz		

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

Justifican inasistencia: Sr. Gabriel Claramunt (miembro en ejercicio) y Sr. Sebastián Vásquez (miembro sin derecho a voto).

### **C.2. ASPECTOS INTRODUCTORIOS**

La secretaria ejecutiva del CCT-PP Silvia Hernández da la bienvenida a la sesión informando que los miembros del Comité, Sres. Gabriel Claramunt y Sebastián Vásquez manifestaron oportunamente sus excusas para la presente sesión.

### **D. ELECCIÓN DE PRESIDENTE**

Por consenso de los miembros presentes del Comité, se determinó que el actual presidente interino Sr. Rodolfo Serra, prosiguiera en calidad de Presidente por un periodo de 1 año, después del cual se realizarán elecciones.

### **E. ELECCIÓN DE REPORTERO**

La secretaria ejecutiva del CCT-PP manifestó su diferencia por el diseño y estructura del Reporte Técnico, en especial al de última sesión del CCT-PP en octubre de 2017, donde participaron varios reporteros y no se logró una línea editorial consistente. Para soslayar esta situación recomienda que para cada sesión, la generación del reporte esté a cargo sólo por un máximo de dos personas. En consecuencia, para la presente sesión los Sres. Marcos Arteaga y Guido Plaza, fueron elegidos para esta función.

### **F. PROGRAMACIÓN ANUAL DE SESIONES AÑO 2018**

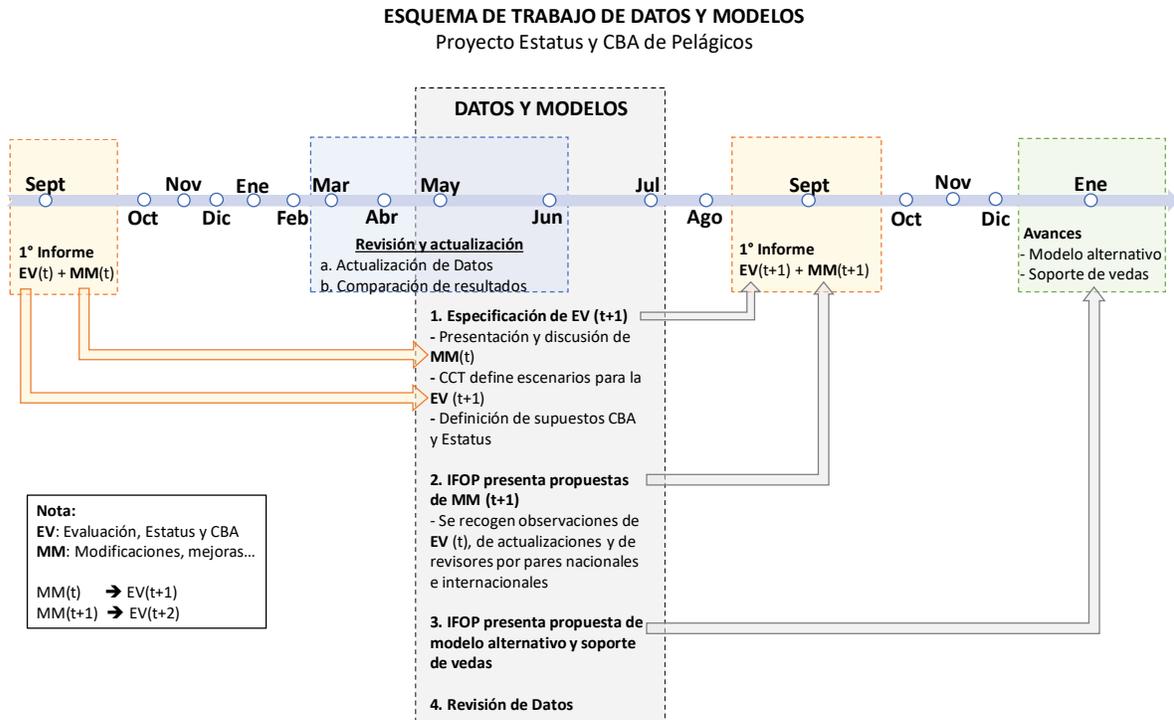
La secretaria ejecutiva propone una calendarización tentativa para las próximas 5 sesiones del CCT-PP, que corresponde al programa base, aprobada por consenso y que la siguiente:

- 2° Reunión: 5-6 de abril. Recursos anchoveta y sardina centro sur.
- 3° Reunión: 10-11 de mayo. Recurso anchoveta zona norte y III-IV más dato modelo
- 4° Reunión: 5-6 de julio. Recurso sardina austral más datos modelo más proyectos 2020
- 5° Reunión: 23-24 agosto. Recursos anchoveta y sardina común centro sur
- 6° Reunión: 17-18-19 octubre, revisión y determinación de CBA 2019

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

### G. ESQUEMA DE TRABAJO ASOCIADO A LA EVALUACIÓN DE STOCK

La secretaria ejecutiva del CCT-PP presenta un cronograma sobre el esquema de trabajo asociado al proceso de evaluación de los recursos pelágicos pequeños (ver esquema), que permitirá trabajar de forma efectiva y planificada en las mejoras que se quieren implementar a futuro para la determinación de su condición y CBA. En este contexto el presidente del CCT-PP indica que se hagan los mayores esfuerzos para que se cumpla el cronograma.



### H. PROPUESTAS DE PROYECTO AÑO 2019

Se enfatiza la necesidad de proveer fichas de investigación sobre proyectos potenciales para el programa FIPA 2019. En este contexto, se acuerda que es necesario que se elaboren las fichas con las ideas de proyectos comprometidos en la sesión del CCT-PP anterior, en un plazo no superior al miércoles 17 de enero. Desde el Comité se plantea que es importante que en algunas de las sesiones programadas durante el 2018, se reserve en la agenda una sub-sección para discutir sobre las prioridades de investigación requeridas para disminuir las brechas de conocimiento en peces pelágicos pequeños que conduzcan a la generación de un programa de investigación, donde se consideren la prioridades a corto, mediano y largo plazo. De este modo, se conseguiría contar con una batería de fichas de proyectos, que en función de sus prioridades podrían alimentar los programas del FIPA 2020 y/o posteriores. En un afán de avanzar de forma preliminar en esa dirección se realizó una rápida revisión del reporte del taller “Anchoveta: brechas en el

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

conocimiento”, organizado por Universidad Arturo Prat y el Instituto de Fomento Pesquero en septiembre de 2016.

De común acuerdo los miembros del comité acordaron realizar un trabajo de identificación y priorización de proyectos por pesquerías, utilizando información ya sea de reportes como el Taller mencionado anteriormente, de reportes técnicos de sesiones históricas del CCT-PP y/o de otras fuentes de información. Para ello, se nombraron a los siguientes responsables, para que trabajen de forma intersesionales, para los recursos y pesquerías que se indican.

- Pesquería anchoveta zona norte (XV-II; III-IV-Regiones): Guido Plaza & Gabriel Claramunt.
- Pesquería anchoveta y sardina común (V-X Regiones): Jorge Castillo
- Pesquería Sardina Austral: Antonio Aranís.

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

### I. ASPECTOS TECNICOS ANALIZADOS Y DISCUTIDOS EN LA SESION

#### I.1. PRESENTACION: RESULTADOS PRELIMINARES DE MODELO ALTERNATIVO PARA LA EVALUACIÓN DE STOCK ANCHOVETA V-X REGIONES Y SARDINA COMÚN (*M.J. ZUÑIGA*); INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO: **IFOP**)

M. José Zúñiga de IFOP presentó los resultados preliminares sobre los modelos alternativos que el equipo de evaluación de stock del instituto está trabajando de forma transversal, desarrollando un mismo enfoque de modelación, lo que ha permitido la comparación de resultados y otros procedimientos. Se subraya que en este proceso la idea es comparar el modelo alternativo con el modelo base que se ha venido aplicando hasta la fecha, con el fin de evaluar sus diferencias, ventajas y desventajas de aplicar una y/u otra aproximación; así como también, definir tareas pendientes. También se destaca que todo este proceso de modelación comparativa, se realiza dentro del marco del desarrollo de la propuesta de programa de trabajo 2018 Grupo de Pequeños Pelágicos del IFOP.

A continuación se resumen los principales aspectos asociados a: (i) Descripción del Modelo alternativo; (ii) Ajustes del Modelo alternativo; (iii) Comparación de caso base y alternativo; (iv) algunas tareas pendientes; y (v) algunos elementos discutidos al interior del CCT-PP durante la presentación para ambos recursos.

### ANCHOVETA V-X REGIONES

#### (i) Descripción del Modelo alternativo

Se destaca que el modelo alternativo, denominado Modelo Anual Edad Talla (MAET), posee una dinámica en edad y es ajustado con información en tallas, en contraste con el modelo base el cual también posee una dinámica en edad, pero que requiere la conversión de la capturas a edad (MAEE; Modelo anual edad-edad). Los detalles de la información asociada a la estructura de ambos modelos así como también las características de los datos de entrada están resumidos en la **Tabla 1**, destacándose que la información de madurez en caso de MAEE se ingresa en edad y en talla en caso de MAET; mientras que los datos de desembarque para ambos modelos son idénticos y las biomásas de verano y otoño están actualizadas al 2017. Además, en el caso del MAET los parámetros de crecimiento son para la matriz de transición y, finalmente, en cuanto a los supuestos, en ambos modelos se asume un reclutamiento anual  $R_0$  basados en desvíos y en términos de selectividad, capturabilidad son los mismos que en el MAEE.

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

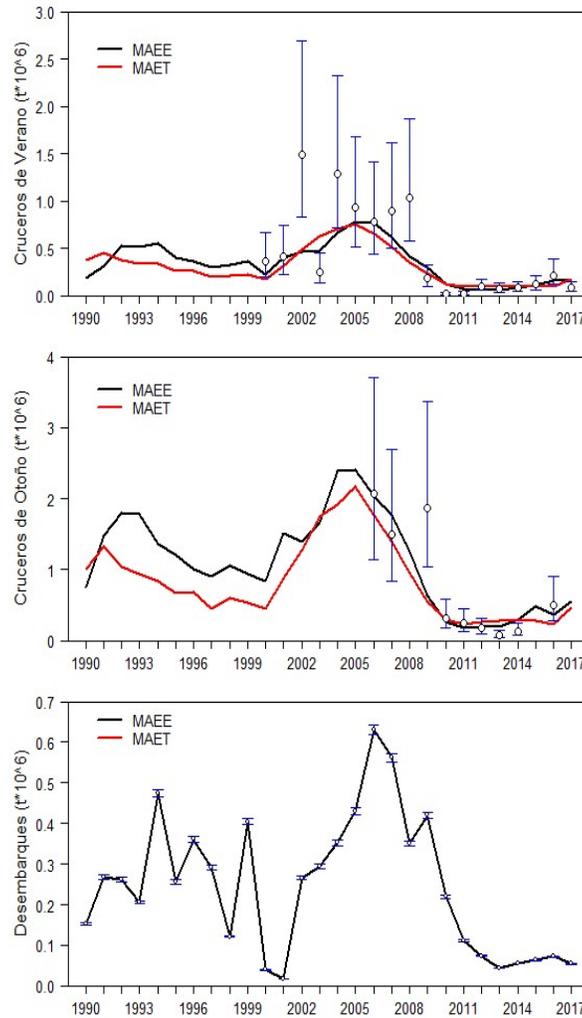
**Tabla 1.** Estructura del modelo y datos y parámetros de los modelos caso base y alternativo para la anchoveta V-X Regiones.

Estructura del modelo	MAEE base	MAET alternativo
Temporalidad	Año calendario	Año calendario
Dinámica poblacional	Edad	Edad
Composición de las capturas	Edad	Tallas
Número de años	27	27
Años	1990 – 2017	1990 – 2017
Número de edades	5	5
Rango de edades	0.5 – 4.5 años	0.5 – 4.5 años
Número de tallas	-	33
Rango de tallas	-	3 – 19 cm
<b>Datos y parámetros de entrada al modelo</b>		
Desembarques	1990 – 2016	1990 – 2016
Biomasa acústica verano	2000 – 2017	2000 – 2017
Biomasa acústica otoño	2003,2005-2007,2009-2016	2003,2005-2007,2009-2016
Composición flota	Edad	Tallas
	1990 – 2016	1990 – 2016
Composición crucero verano	Edad	Tallas
	2000 – 2017	2000 – 2017
Composición crucero otoño	Edad	Tallas
	2003-2007, 2009-2017	2003-2007, 2009-2017
Madurez sexual	Edad	Talla
Peso medio	Edad (para cada año)	Talla (constante entre años)
Peso inicial	Edad (estimado para cada año)	No se utiliza
Parámetros de crecimiento	Clave talla-edad (lectura de otolitos)	Matriz de probabilidad talla-edad
Loo	-	18 cm
K	-	0,73 año <sup>-1</sup>
Lo	-	6
Mortalidad natural (año <sup>-1</sup> )	0,7	0,7

### (ii) Ajustes del Modelo alternativo

Los ajustes derivados de los modelos a los datos observados, tanto de los cruceros como de los desembarques, siguen en general una misma tendencia, aunque fue posible observar algunas diferencias de magnitud. Se subrayó también que existió una mayor sincronía en los valores predichos en los últimos años de la serie, donde se observó un mejor ajuste a los valores observados (**Figura 1**). Se destacó también que los resultados preliminares muestran diferencias en términos de ajuste de las biomásas acústicas de verano y otoño principalmente, en el caso de los desembarques, ambos modelos se ajustan bien ya que se asigna un cv bajo (0.01).

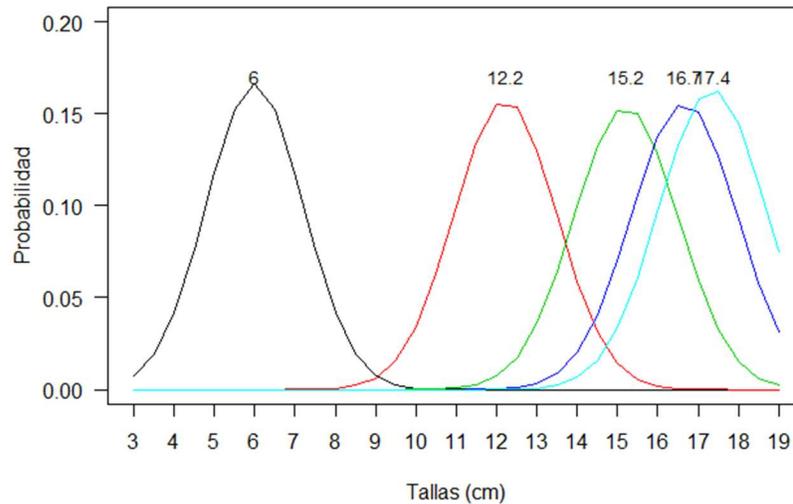
## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO



**Figura 1.** Ajuste de los índices de desembarque, CPUE y crucero de verano de los modelos MAET en rojo y el modelo base MATT en negro, para la anchoveta de las regiones V-X.

En termino de estructura de talla, se pudo evaluar el desempeño del modelo alternativo para ejemplares que fluctuaron entre 9 y 19 cm derivados de los monitoreo de la flota y de los cruceros de evaluación hidro-acústica, respectivamente. Se pudo apreciar que el MAET se ajustó de mejor forma a la estructura de talla de la flota que en el caso de los cruceros, aunque el ajuste bimodal al componente pre-recluta y adulto apareció desfasado. Una de las problemáticas asociada a esta falta de ajuste corresponde a la matriz de probabilidad edad-talla. Al respecto, una de las tareas pendientes es la revisión de parámetros de crecimiento utilizados, prior de  $L_0$ ,  $cv$  y número de grupos de edades relativas.

La matriz de transición modelada edad-talla presentó un  $L_0$  en torno a 6 cm, careciendo de un grupo modal entre los 6 y 12 cm, observándose además una fuerte superposición modal a partir de los 15 cm (**Figura 2**).

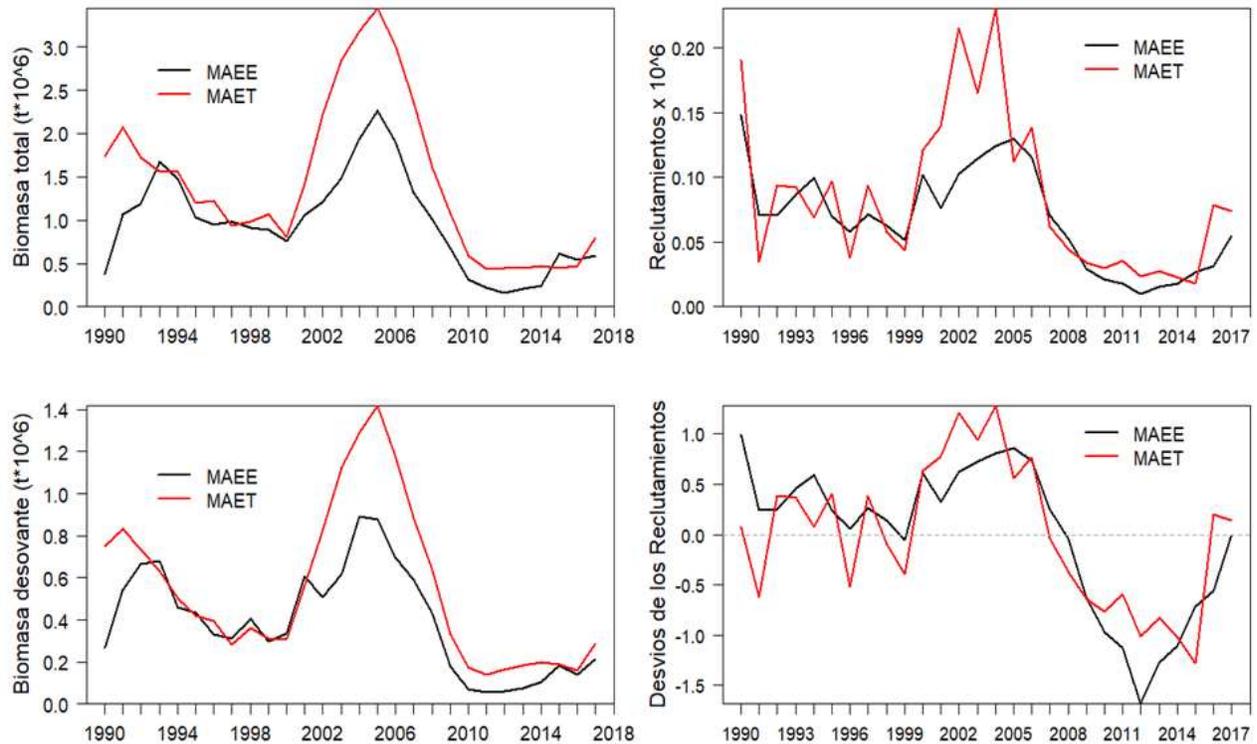


**Figura 2.** Probabilidad de la matriz de transición edad-talla para sardina austral utilizada en el modelo MAET.

### (iii) Comparación de caso base y alternativo

Se destaca que los resultados preliminares no muestran diferencias importantes en términos de ajuste de los índices de abundancia entre el modelo alternativo y el caso base, sin embargo, el ajuste de las estructuras de tallas del modelo alternativo no es satisfactorio aún. Las variables poblacionales reflejan similares tendencias, con algunas diferencias en términos de magnitud para algunos años (aprox. 2000-2014) (**Figura 3**). El análisis de desempeño del modelo alternativo (retrospectivo y perfil de verosimilitud) aún muestra inconsistencias. En este contexto, se destaca que se compromete un análisis de escenarios donde podamos comparar con datos agregados en año biológico, bloques de selectividad, matriz de pesos anuales y revisión de los parámetros de crecimiento, mortalidad natural y ojiva de madurez.

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO



**Figura 3.** Tendencias poblacionales de la anchoveta de la V-X regiones, basadas en biomasa desovante, reclutamiento, mortalidad por pesca e índice de reducción, derivadas del ajuste de un modelo base (MAEE) y un modelo alternativo (MAET) de evaluación de stock.

### (iv) Tareas pendientes

- Revisar parámetros de la ojiva de madurez utilizados en modelo alternativo.
- Pasar datos de entrada a año biológico.
- Revisar “*bounder*” de la estimación de Ft.
- Se deberá revisar la cantidad grupos de edad utilizado en el modelo alternativo, pasando de 5 a 4 grupos de edad.
- Revisar parámetros de crecimiento utilizados, para evaluar si “Lo” se fija o se estima.
- Se recomienda explorar utilizar matrices de transición diferentes para la estructura de la flota y para los cruceros.
- Revisión de los tamaños de muestra
- En MAET. Aún se deben revisar varios aspectos técnicos, porque por ejemplo, los distintos perfiles de verosimilitud no son informativos respecto a la contribución de la calidad del ajuste que tienen las variables aleatorias. En este sentido, es relevante revisar el condicionamiento del modelo ( $R_0$ ,  $R$  medio), entre otros temas afines.

## **(v) Discusión**

Desde el CCT-PP se plantea cierta inquietud respecto a que los modelos de evaluación de stock, hasta la fecha no incorporan la componente espacial. No obstante, existe evidencia de diferencias en la distribución espacial, tanto de la actividad pesquera como también, en los cruceros de evaluación entre otros factores. Sin embargo, se reconoce que la incorporación del componente espacial es un anhelo para mejorar la evaluación de poblaciones (estadístico-basado).

Se subraya que uno de los temas que impacta en la calidad del ajuste está asociado con la clave talla-edad (modelo de probabilidad), la cual ha sido modelada con 5 grupos de edad. No obstante, los desembarques están constituidos principalmente por los dos primeros grupos de edad; situación sugeriría explorar una eventual reducción los grupos de edad, con un grupo plus terminal.

En términos de tendencia se subraya que en el MAET los niveles de mortalidad por pesca son muchos menores que en el caso base y se infiere, que esta condición puede tener relación con el ajuste de las tallas. En esa dirección se enfatiza que es muy difícil interpretar bien las diferencias cuando aún no se tiene el modelo alternativo definitivo.

Para efectos de la estimación del valor del PBR (actualización anual), la aproximación MAET utiliza vectores (pesos medios, ojiva de madurez sexual) como piezas de información y en este contexto, se sugiere avanzar a información anual contenida en una matriz. En caso de la ojiva de madurez, se señala que se están usando datos de un reporte técnico, por lo que recomienda incorporar otras estimaciones de ojiva. En esta misma dirección desde el CCT-PP se cuestiona el hecho de que la ojiva no se aproxima al valor asintótico (1). Situación que parece inusual, porque empíricamente es improbable que a edades mayores el 100% de los ejemplares no se reproduzcan.

Desde el CCT-PP se indica que el criterio de representar la mortalidad por pesca a edades completamente reclutadas no reflejaría bien la explotación del stock. Se propone que alternativamente pudiese usarse un promedio aritmético y/u otra medida global de los ejemplares completamente reclutados, que representaría de mejor forma los niveles de explotación.

## **SARDINA COMÚN V-X REGIONES**

### **(i) Descripción del Modelo alternativo**

Se destaca que el análisis comparativo entre el modelo base (MAEE) y alternativo (MAET) siguió procedimientos muy similares al realizado para la anchoveta de la V-X Regiones. El MAET posee una dinámica en edad y es ajustado con información de tallas, en contraste con el MAEE, que posee también una dinámica en edad, pero que requiere la conversión de la capturas a edad (MAEE;

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

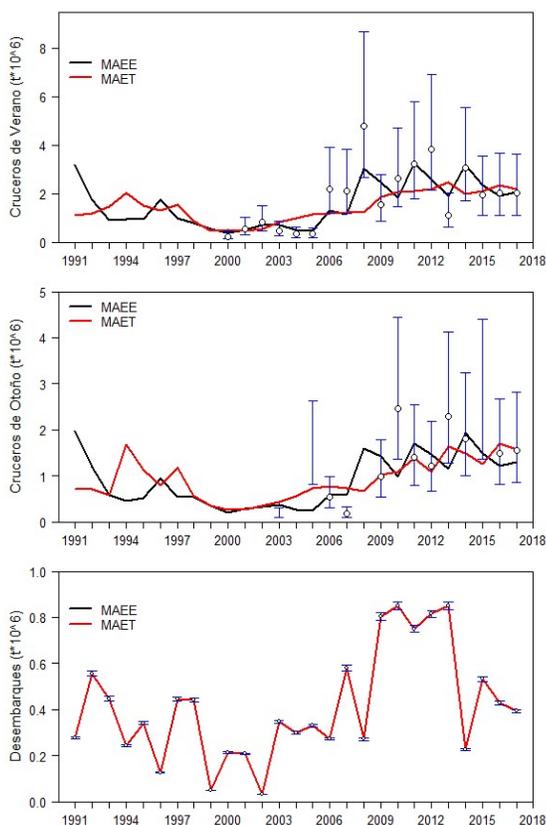
Modelo anual edad-edad). Los detalles de la información asociada a la estructura de ambos modelos, así como también, las características de los datos de entrada se indican en la **Tabla 2**, destacándose algunos aspectos como los siguientes para el MAET: (a) hay mayores diferencias en la temporalidad, debido a que el caso base es en año biológico, mientras que en el alternativo es en año calendario; (b) los parámetros de crecimiento son los de Cerna et al. (2011); (c) no se utiliza relación stock-recluta, (d) la selectividad utiliza una *prior* que no es alternativa; (d) se usa el mismo método para estimar tamaño de muestra y (e) al usar talla los tamaños de muestra son menores que los utilizados en edad del MAET.

**Tabla 2.** Estructura del modelo y datos y parámetros de los modelos caso base y alternativo para la sardina común V-X Regiones.

<b>Estructura del modelo</b>	<b>MAEE base</b>	<b>MAET alternativo</b>
Temporalidad	Año biológico	Año calendario
Dinámica poblacional	Edad	Edad
Composición de las capturas	Edad	Tallas
Número de años	27	27
Años	1990 – 2017	1990 – 2017
Número de edades	5	5
Rango de edades	0,5 – 4,5 años	0.5 – 4,5 años
Número de tallas	-	33
Rango de tallas	-	3 – 19 cm
<b>Datos y parámetros de entrada al modelo</b>		
Desembarques	1990 – 2017	1990 – 2017
Biomasa acústica verano	2000 – 2017	2000 – 2017
Biomasa acústica otoño	2003,2005-2007,2009-2017	2003,2005-2007,2009-2017
Composición flota	Edad 1990 – 2017	Tallas 1990 – 2017
Composición crucero verano	Edad 2000 – 2017	Tallas 2000 – 2017
Composición crucero otoño	Edad 2003-2007, 2009-2017	Tallas 2003-2007, 2009-2017
Madurez sexual	Edad	Talla
Peso medio	Edad (para cada año)	Talla (constante entre años)
Peso inicial	Edad (estimado para cada año)	No se utiliza
Parámetros de crecimiento	Clave talla-edad (lectura de otolitos)	Matriz de probabilidad talla-edad
Loo	-	17,4 cm
K	-	0,63 año <sup>-1</sup>
Lo	-	6
Mortalidad natural (año <sup>-1</sup> )	1,0	1,0

**(ii) Ajustes del modelo alternativo**

Se destaca que el modelo base muestra mejores ajustes a los valores observados de biomasa derivada de los cruceros de evaluación hidroacústicos, principalmente en el de verano, a diferencia del MAET que no reproduce bien la variabilidad de la biomasa, tanto para la estructura de los cruceros como de la flota (**Figura 4**). No obstante, se destaca que en el caso de los desembarques, ambos modelos se ajustan bien ya que se asigna un cv muy bajo (0.01). Se enfatiza que como el modelo alternativo es en año calendario, no recoge bien la estructura del grupo de edad cero, tendiendo a sobre estimarlo. Se destaca sin embargo, que las tendencias son similares, pero hay que revisar las causas que están generando el desajuste, como por ejemplo pasar de año calendario a año biológico. Los resultados preliminares muestran diferencias en términos de ajuste de las biomazas acústicas de verano y otoño principalmente, en el caso de los desembarques, ambos modelos se ajustan bien ya que se asigna un cv muy bajo (0.01).

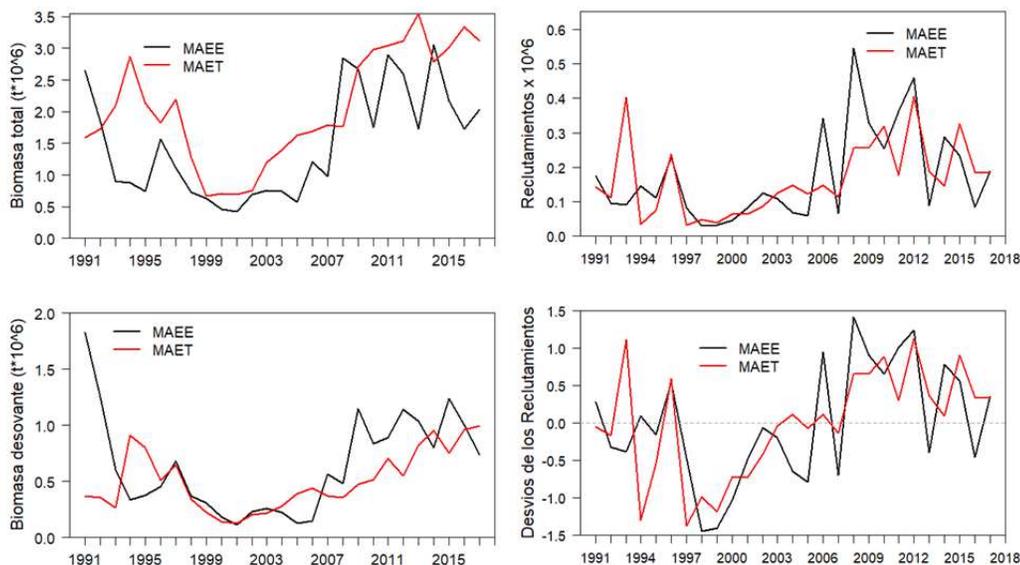


**Figura 4.** Ajuste de los índices de desembarque, CPUE y crucero de verano de los modelos MAET en rojo y el modelo base MATT en negro, para la sardina común en las regiones V-X.

### (iii) Comparación de caso base y alternativo

Se destaca que el modelo base corresponde a un modelo anual estructurado en edad y con datos de entrada agregados en año biológico. La principal diferencia con el modelo alternativo consiste en que la información de entrada es en tallas y los datos son agregados en año calendario. Por otro lado, el ajuste de las estructuras de tallas del modelo alternativo, aún no son satisfactorios. Una de las problemáticas asociada a esta falta de ajuste corresponde a la matriz de probabilidad edad-talla, al respecto, una de las tareas pendientes es la revisión de parámetros de crecimiento utilizados (*prior* de Lo, cv y número de grupos de edades relativas). Dado que es una problemática transversal de pelágicos se deben definir los criterios a utilizar.

En relación a las variables poblacionales, ambos modelos muestran las mismas tendencias (**Figura 5**), sin embargo, el análisis de desempeño del modelo alternativo (retrospectivo y perfil de verosimilitud) muestra mayores inconsistencias que el modelo base, por lo tanto, es necesario realizar un análisis de escenarios donde podamos comparar con datos agregados en año biológico, bloques de selectividad, matriz de pesos anuales y revisión de los parámetros de crecimiento, mortalidad natural y ojiva de madurez. El objetivo es tener un modelo alternativo bien condicionado y mejor calibrado para poder comparar con el modelo base actual.



**Figura 5.** Tendencias poblacionales de sardina común basadas en biomasa desovante, reclutamiento, mortalidad por pesca e índice de reducción, derivadas del ajuste de un modelo base (MAEE) y un modelo alternativo (MAET) de evaluación de stock.

### (iv) Tareas pendientes

- Revisar en la codificación los bordes de parámetros estimados (principalmente la mortalidad por pesca anual,  $F_t$ ).

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

- Generar matriz de pesos medios anuales de flota y cruceros.
- Revisar parámetros utilizados en la matriz de probabilidad edad-talla (Lo, mu, alfa y beta).
- Definir grupos de edad (matriz de probabilidad edad-talla)
- Análisis de sensibilidad
  - Comparar con Datos en año biológico
  - Parámetros de crecimiento, mortalidad natural y ojiva de madurez
  - Bloques de selectividad
  - Tamaños de muestra

### (v) Discusión

Surge una discusión sobre las estimaciones de mortalidad por pesca derivadas del modelo alternativo. Desde el CCT-PP se cuestiona el hecho de que en los años 2009 y 2002 tiendan a cero. En esta misma dirección se cuestiona la excesiva variabilidad entre años en la mortalidad por pesca (filo cuchillo). Se responde que es difícil interpretar la salida del MAET, en términos de mortalidad por pesca, debido a que todavía es un modelo en desarrollo en el que falta mejorar tanto el condicionamiento inicial como también su calibración. En este sentido se destaca que hay bastante espacio para mejorar varios aspectos, como la generación de una matriz de pesos medios, la revisión los parámetros de la ojiva de madurez, y pasar los datos de entrada a año biológico para evaluar si se mejora el ajuste, entre otras modificaciones. Desde el CCT-PP se plantea que el MAET genera un estatus muy distinto, tendiendo a ser más optimista.

Surge una discusión al interior del CCT-PP sobre el uso de “*bounders*” en el proceso de evaluación. Por ejemplo se cuestiona si al dejar sin límite el F, se escaparían las estimaciones y/o si se estaría artificialmente frenando el proceso analítico. Se responde que el uso de *bordes* es un procedimiento crucial en los procesos analíticos iterativos que garantizan una adecuada estimación de parámetros dentro de límites de confiabilidad y reproducibilidad. Adicionalmente se explica que en este caso es necesario usar los bordes de manera de establecer una optimización en el proceso de estimación. Se subraya que quizás se pueden revisar otros parámetros de inicialización como los  $R_0$  o las condiciones iniciales.

También se discute sobre el uso de parámetros de crecimiento “adecuados”, debido a que actualmente existen sólo dos estimaciones de metodologías distintas, un ajuste derivado de análisis de progresión modal de tallas y otro, derivado de la determinación de edad utilizando otolitos. Por consiguiente, se recomienda evaluar cómo impacta en la modelación el uso de una y/o la otra aproximación.

Surge una discusión sobre las ventajas y desventajas, que se resumen en el cuadro comparativo, de la utilización de ambos enfoques de modelación, independiente del tipo de recurso. Se señala que el

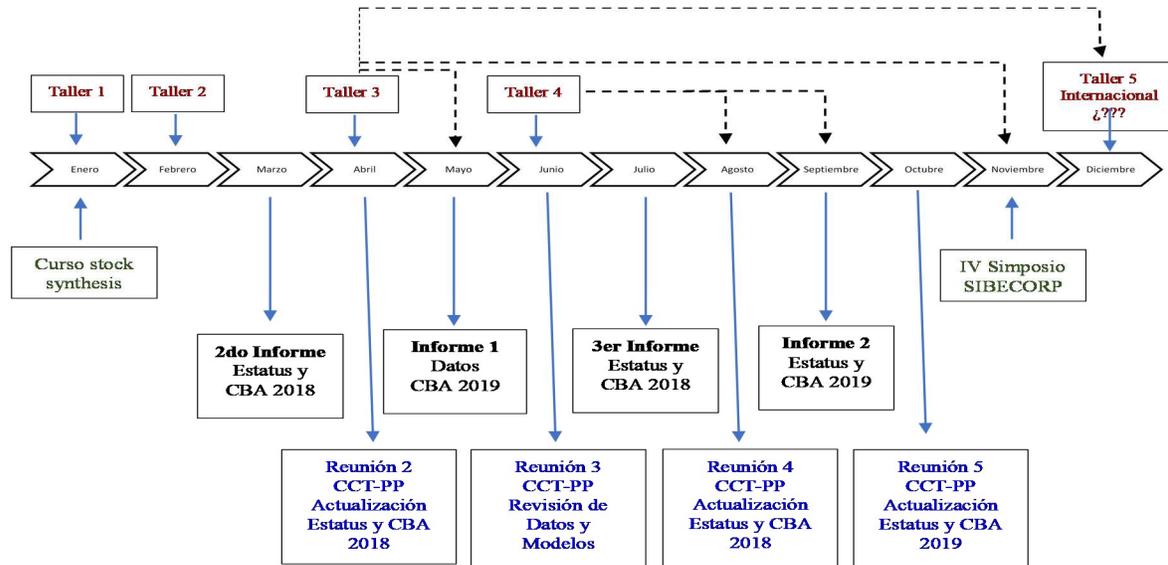
## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

modelo tradicional (caso base) ya ha pasado por un proceso de revisión por pares y sólo requiere una etapa de mejoras, a diferencia del modelo alternativo. También se consultó sobre la pertinencia de pasar de un modelo en año biológico a otro calendario, considerando que el primero representa mejor la dinámica del recurso y es una meta para las evaluaciones de peces pelágicos pequeños. Se enfatiza que una de las ventajas que resulta al pasar a un modelo en talla es disponer de la información de forma más oportuna, porque no se requiere de la generación de claves talla-edad para determinar la estructura de edad de las capturas.

MAEE Modelo base	MAET Modelo alternativo
Ya está implementado y pasó por el procedimiento de Revisión por Pares. Es Utilizado actualmente en la determinación de estatus y CBA.	Aún falta mejorar tanto el condicionamiento inicial como también, mejora la sintonizar. No ha sido validado y no ha pasado por un procedimiento de Revisión por Pares. No es utilizado actualmente en la determinación de estatus y CBA.
Utiliza matriz de pesos medios anual	Utiliza un vector de pesos medios constante para todos los años.
No se utilizan parámetros de crecimiento, ni matriz de probabilidad talla-edad	Procesos de crecimiento y matriz de probabilidad edad-talla debe mejorar en cuanto a la modelación.
Proceso de actualización de datos de composición de edad con rezago (desfasado), ya que requiere la lectura de otolitos.	Proceso de actualización de datos más oportuno, se utiliza estructura de tallas ponderadas.
Menor disponibilidad de datos a una escala temporal inferior al año (semestre, trimestre, mensual)	Mayor disponibilidad de datos a una escala temporal inferior al año (semestre, trimestre, mensual)

Finalmente, se propone un programa de trabajo para generar ciertos hitos, avances y actividades, conjuntamente con su asociación con la entrega de informes (ver esquema). Aunque cada recurso tiene sus particularidades, se señala que se puede avanzar en los aspectos transversales como grupo de trabajo. La idea es asociar este programa de forma sincronizada con el cronograma de actividades del CCT-PP, con el propósito de tener una herramienta de evaluación adicional que permita potenciar la toma de decisiones. Se destaca la existencia de 5 talleres de forma secuencial durante el año. El segundo taller pretende dirimir ciertas estandarizaciones con los dos modelos. En el taller 3 se pretende definir los criterios para bajar la escala de modelación, dónde tiene que existir una retroalimentación entre los grupos de trabajo. También se pretende identificar temas para el simposio internacional SIBERCORP, que se realizará en Iquique a fines del 2018 y además diseñar la estructura de un taller internacional.

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO



### I.2. PRESENTACION: RESULTADOS PRELIMINARES DE MODELO ALTERNATIVO PARA LA EVALUACIÓN DE STOCK DE SARDINA AUSTRAL X REGIÓN (M.J. ZUÑIGA; INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO: IFOP)

A continuación se resumen los principales aspectos asociados a: (i) Descripción del Modelo alternativo; (ii) Ajustes del Modelo alternativo; (iii) Comparación de caso base y alternativo; (iv) tareas pendientes; y (v) elementos discutidos al interior del CCT-PP. La ponencia la realizó **M.J. Zuñiga** del IFOP, en reemplazo del investigador **E. Leal**, encargado del proceso de modelación de este recurso.

#### (i) Descripción del Modelo alternativo

Este modelo alternativo presentado representa un modelo bajo dinámica en edad y ajustado con información de tallas, denominado Modelo Anual Edad Talla (MAET) el cual es contrastado con el Modelo Anual Talla Talla (MATT) que representa el actual sistema de control de la pesquería. Los cambios principalmente se asocian con la configuración de la dinámica, datos y supuestos representados por la misma información. Ambos modelos tienen una base anual, con 12 años de información (2006-2017). El modelo alternativo presenta una dinámica con 5 años de edades y un rango de tallas para las estructuras de tallas entre 5,5 y 20 cm.

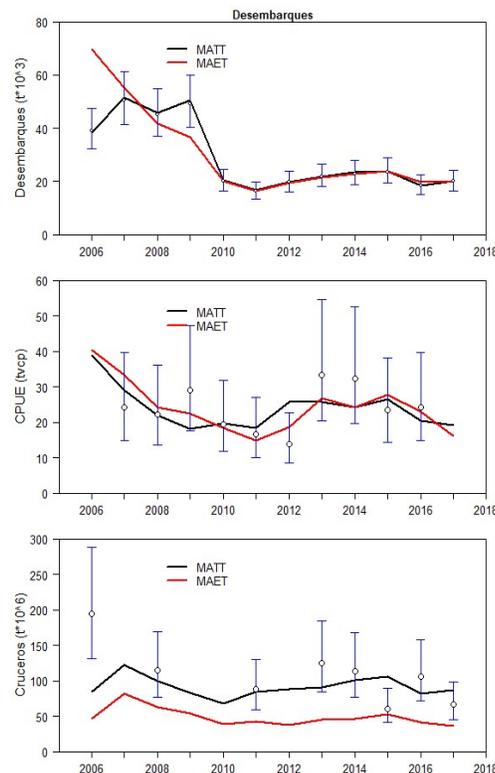
En cuanto a los índices, se indicó que los desembarques, biomasa acústica, composición de la flota pesquera y de los cruceros son equivalentes. Los supuestos asociados a madurez, peso medio, parámetros de crecimiento y mortalidad natural son idénticos. En cuanto a los supuestos, en ambos modelos se asume un reclutamiento anual  $R_0$  basados en desvíos, selectividad logística y en bloques,

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

la capturabilidad presentó una mayor variabilidad en el caso base respecto al alternativo. La ponderación de los índices fueron iguales en ambos modelos y en los tamaños de muestra (nm) en ambos casos de igual forma fueron constantes a través de los años, quedando aún por definir el método para determinar los tamaños de muestra.

### (ii) Ajustes del Modelo alternativo

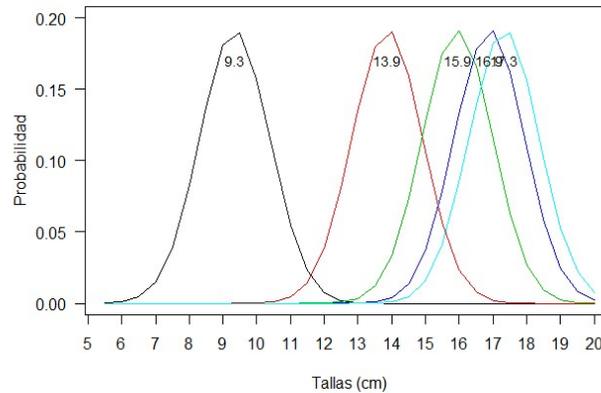
Existe un alto desajuste del crucero de verano con una fuerte subestimación en relación a los datos observados, cuestión que tendría respuesta en la especificación del coeficiente de capturabilidad del crucero, el cual no está informado. En relación con la CPUE, el ajuste presentó un mejor desempeño y para los desembarques, los primeros cuatro años el modelo alternativo no ajusta correctamente debido probablemente al tratamiento de las condiciones iniciales del reclutamiento. Por otro lado, el cambio en las trayectorias de las capturas en el periodo entre 2006-2010, puede tener respuesta en que los bloques de selectividad (patrón de explotación) no están definidos conforme los hitos de la pesquería del período en cuestión (**Figura 6**).



**Figura 6.** Ajuste de los índices de desembarque, CPUE y crucero de verano de los modelos MAET en rojo y el modelo base MATT en negro.

El ajuste de la composición de tamaños rescata las observaciones y reproduce adecuadamente en algunos años la bi-modalidad. La matriz de transición edad-talla presentó un  $L_0$  de 9,3 cm y con las

demás tallas medias a la edad centradas en 13,9, donde las restantes se situaron en torno a 15 a 19 cm con una fuerte superposición de modas (**Figura 7**).



**Figura 7.** Probabilidad de la matriz de transición edad-talla para sardina austral utilizada en el modelo MAET.

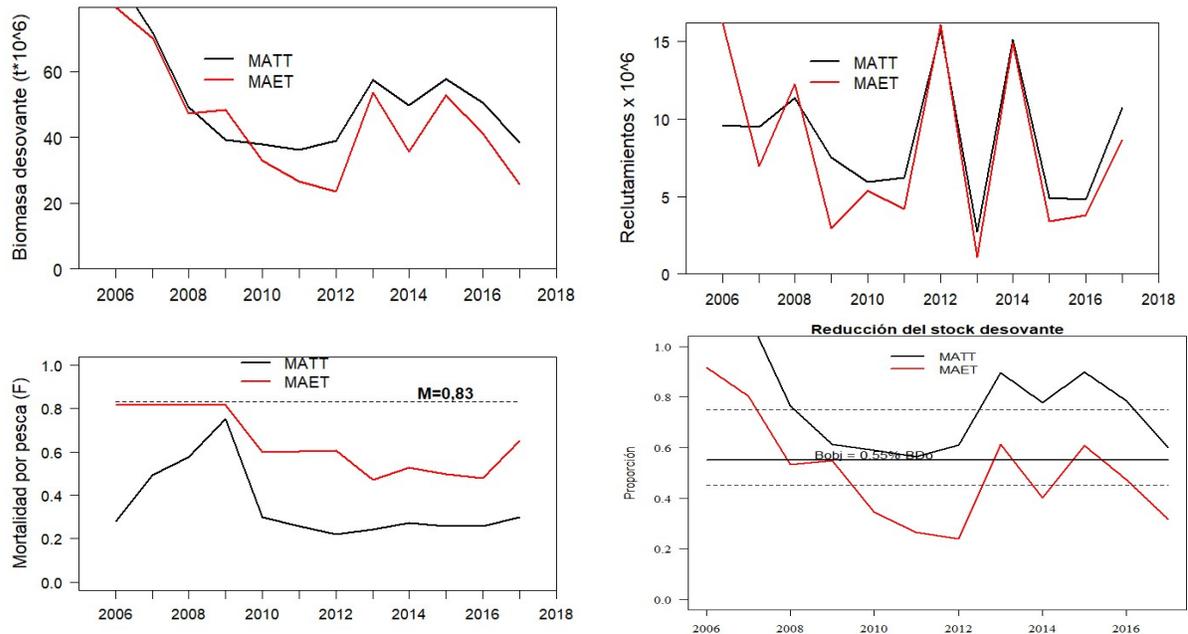
**(iii) Comparación de caso base y alternativo**

En el caso de las estructuras existen diferencias en el ajuste debido al distinto tratamiento en las claves edad-talla. En este caso el problema se centra en el parámetro  $L_0$ , el cual en este caso es fijado en 9,3 cm, tamaño que se encuentra parcialmente en las estructuras de tamaños de la pesquería más que a un valor poblacional. La posible solución implicaría agregar matrices de transición propias del crucero y de la pesquería, en el sentido que estén estructuradas en relación con la información observada. En efecto, las estructuras de tallas desde los cruceros perciben modas de ejemplares que están bajo la madurez sexual en una mayor proporción que en la pesquería. Por otro lado, se observa que el modelo MAET recoge de mejor forma la bi-modalidad de las estructuras desde ambas fuentes (crucero y flota). Por otro lado y en relación a los perfiles de verosimilitud no es claro sus resultados. Se indica la pertinencia de escoger otro parámetro distinto de  $R_0$  para observar que indicador tiene un mayor aporte a la verosimilitud.

De acuerdo a las tendencias del stock ambos modelos evidencian una similar trayectoria, salvo alguna diferencia en los niveles (**Figura 8**). La biomasa desovante en el modelo alternativo resulta ser menos productivo y con una mayor tasa de mortalidad por pesca que tiende a mantenerse en el borde superior de la estimación, dando lugar que esta tasa pudiese ser aún más alta de lo observado. Tal condición puede sostenerse por efecto del condicionamiento en la situación inicial del stock, donde por una parte el modelo está estructurado en edades y considera como condición inicial la estimación en tallas.

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

En cuanto al índice de reducción se aprecia una alta diferencia en la trayectoria del índice, lo cual puede ser efecto de la compensación de ambos modelos por efecto de la mortalidad por pesca, aunque se indica también, que puede ser producto de un efecto conjunto de múltiples factores dentro de la modelación y no solamente atribuido a un parámetro.



**Figura 8.** Tendencias poblacionales de sardina austral basadas en biomasa desovante, reclutamiento, mortalidad por pesca e índice de reducción.

### (iv) Tareas pendientes

- Generar una matriz de transición específica para la flota y la pesquería dado las diferencias empíricas desde ambas fuentes.
- Estudiar con mayor detalle la condición inicial, de tal manera que mejore la estimación de F en los primeros años.
- Se requiere revisar  $L_0$  estimado en la matriz de probabilidad edad talla.
- En cuanto a los tamaños de muestra, se debe definir los métodos a utilizar.
- Revisar la capturabilidad asociada a los cruceros de verano y en los desembarques en los primeros años (2006-2010).

## (v) Discusión

Se discute acerca de los modelos alternativos en cuanto a definir la estructura de estos nuevos modelos, para continuar avanzando en el desarrollo de éstos, como también, en el modelo base. Las mejoras o exploraciones de modelos alternativos están orientadas a converger en criterios, estandarizas y contener la mayor certidumbre acerca de la dinámica de la especie. No obstante, requiere de un proceso de Revisión por Pares antes de ser utilizados en la toma de decisiones.

El comité discute acerca de la pertinencia del año biológico en sardina austral dado que se está trabajando en tallas con el modelo alternativo MAET. En efecto, la sardina austral tiene un ciclo biológico que implica reclutas desde un año  $t$  a uno  $t+1$ , en virtud de esto el comité confluje que es pertinente trabajar en año biológico o al menos explorar la indicación.

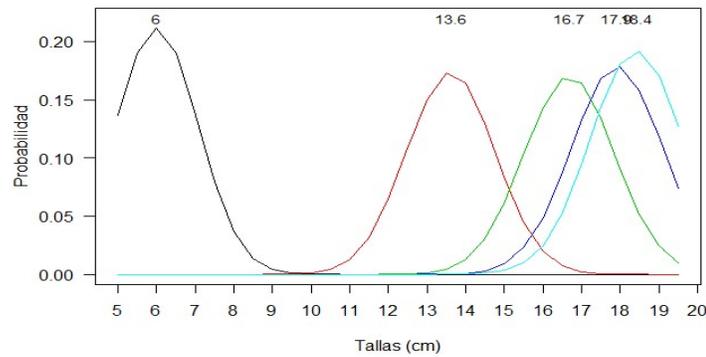
### I.3. PRESENTACION: MODELO ALTERNATIVO - ESTADO DE AVANCE: ANCHOVETA III – IV REGIONES (*D. BUCAREY*; INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO: **IFOP**)

A continuación se resumen los principales aspectos asociados a: (i) Descripción del Modelo alternativo; (ii) Ajustes del Modelo alternativo; (iii) Comparación de caso base y alternativo; (iv) Tareas pendientes; y (v) Elementos discutidos al interior del CCT-PP. Ponencia que fue realizada por la Srta. **D. Bucarey** del IFOP.

#### (i) Descripción del Modelo alternativo

El modelo base utilizado para la toma de decisiones en la anchoveta III-IV Regiones está bajo una estructura anual y talla-talla (MATT). Por su parte, el modelo alternativo es representado en escala anual pero considera la dinámica en edades con ajuste de observaciones en tallas. Además, ambos modelos se basan en año calendario y con similares datos de entrada (**Tabla 3**). En el modelo alternativo se utiliza una matriz de transición que sitúa a  $L_0$  con una talla de 6 cms y que representa al grupo de edad 0, donde el resto de las tallas a la edad se ubican entre 13,6 y 18,4 cms con una alta sobreposición (**Figura 9**). La diferencia se da en el modelo base con el coeficiente de capturabilidad “ $q$ ” del crucero es 0.65 y alternativamente se utiliza una prior no informativa.

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO



**Figura 9.** Probabilidad de la matriz de transición edad-talla para anchoveta III-IV utilizada en el modelo MAET.

**Tabla 3.** Estructura del modelo y datos y parámetros de los modelos caso base y alternativo para la anchoveta III-IV Regiones.

Estructura del modelo	MATT	MAET
Temporalidad	Año calendario	Año calendario
Dinámica poblacional	Tallas	Edad
Composición de las capturas	Tallas	Tallas
Número de años	33	33
Años	1985 – 2017	1985 – 2017
Número de edades	NA	5
Grupos de edades	NA	0 – 4 años
Número de tallas	30	30
Rango de tallas	5-19,5	5-19,5 cm
<b>Datos y parámetros de entrada al modelo</b>		
Desembarques	1985-2016	1985-2016
Biomasa acústica	2006-2017	2006-2017
CPUE	1985-2016	1985-2016
Composición flota	Tallas 1995-2017 (parcial)	Tallas 1995-2017 (parcial)
Composición crucero	Tallas 2006-2017	Tallas 2006-2017
Biomasa MPH	2015-2016	2015-2016
Madurez sexual	Talla	Talla
Peso medio	A la talla	A la talla
Crecimiento	Matriz de transición talla-talla	Clave edad-talla
$L_{\infty}$	18,72 cm	18,72 cm
K	0,91 año <sup>-1</sup>	0,91 año <sup>-1</sup>
$L_0$	-	6 cm
Mortalidad natural (año <sup>-1</sup> )	1,3	1,3

### **(ii) Ajustes del Modelo alternativo**

El modelo alternativo en edad MAET, no tiene un buen ajuste en la CPUE. En ambos modelos el ajuste de los desembarque es muy similar, salvo en el año 1995 donde se observa una subestimación de capturas. En relación al ajuste de los cruceros tienden a confluír con leves diferencias, sobre todo en los dos últimos años donde el modelo MAET tiende a una menor estimación.

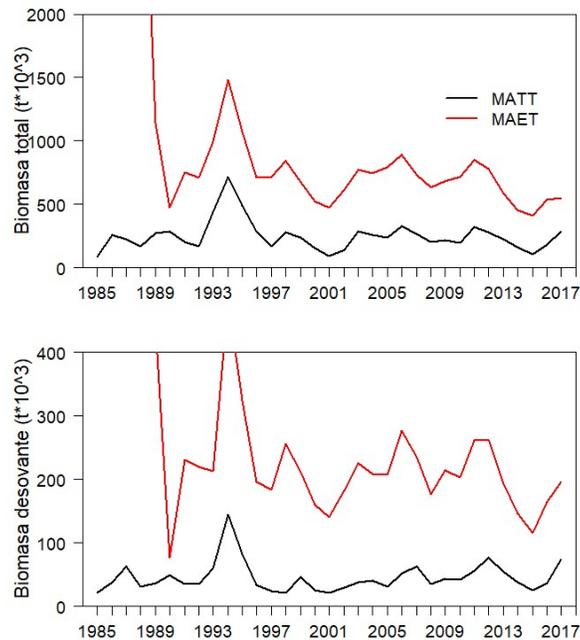
El ajuste de la estructura de tallas de las capturas del modelo alternativo, evidencia una sobreestimación de ejemplares de bajo tamaño, por efecto de la matriz de transición la que está forzando este rango de tallas debido a la baja talla promedio para el grupo de edad 0 ( $L_0=6$  cms). Lo mismo ocurre para la estructura del crucero en donde se sobre estima ejemplares de baja talla lo que repercute en un pobre ajuste.

### **(iii) Comparación de caso base y alternativo**

El modelo alternativo y su matriz de transición recoge un grupo de edad 0 con una talla igual a 6 cms, lo cual no ha sido observado en los datos provenientes de la pesquería y los cruceros. Por otro lado, se observa una curva de selectividad que otorga un alto escape de ejemplares juveniles y en torno de la madurez sexual en relación al modelo base. Lo anterior, ha incidido en los ajustes de las estructuras con la presencia de sobreestimaciones de ejemplares de baja talla. La razón de considerar un  $L_0=6$  cms, es producto de un estudio de crecimiento (referencias bibliográficas) cuyo resultado implica una baja longitud a la edad.

Bajo el contexto anterior, los resultados de la evaluación de stock permiten establecer que las variables poblacionales son muy distintas entre ambos casos (MAET y MAETT). El modelo alternativo MAET presenta una mayor productividad debido a que da cuenta de mayor abundancia producto de las sobreestimaciones de ejemplares juveniles en las estructuras generando un escalamiento en las variables poblacionales (**Figura 10**).

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO



**Figura 10.** Tendencias poblacionales de anchoveta III-IV basadas en biomasa total y desovante.

En cuanto a la mortalidad por pesca, se aprecia que el modelo alternativo presenta una menor tasa a raíz de la definición de la selectividad en el modelo, la cual permite un mayor escape, sobre todo en los primeros grupos de edad. Es decir, en el contexto de corregir el proceso de pesca se podría tener una mejora en la representación de la modelación de los procesos biológicos.

### Tareas pendientes

- Revisar los parámetros que modelan la selectividad en el modelo alternativo sobre todo en el escape de los ejemplares de baja talla.
- Revisar la clave edad-talla en relación con los parámetros de crecimiento.
- Revisar el número de grupos de edad (Grupo plus)
- Revisar estimación de la condición de partida en el modelo alternativo.
- Generar bloques de selectividad para flota y cruceros, lo que implique corregir el proceso de pesca.
- Revisión de los tamaños de muestra.
- Avanzar en el modelamiento a escala temporal menor.

### **(v) Discusión**

El enfoque de modelación alternativo aún en desarrollo, se encuentra en fase de condicionamiento de la condición inicial y mejora en la calibración; por lo tanto, los resultados no son concluyentes.

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

Realizando las tareas pendientes, contar con el modelo alternativo operando de manera coherente con el contexto biológico y pesquero.

Al comparar el modelo actual con el nuevo enfoque se observa similitud en términos de algunas variable de desempeño (ajuste a índices de abundancia y retrospectivo) y de las tendencias poblacionales. Se recomienda mantener el modelo base en la toma de decisión e integrar las mejoras que surjan del proceso de mejora continua. A su vez, en paralelo continuar el desarrollo del modelo alternativo estandarizado, avanzando hacia una escala temporal menor.

### **Anchoveta Zona Norte (XV-II Regiones)**

- Revisión de los avances de modelación bajo un crecimiento acelerado
- Principales resultado del XV Taller IMARPE-IFOP
- Avances en la evaluación de stock (*Stock Synthesis*)
  - Descripción del modelo de evaluación
  - Principales resultados
- Propuesta de revisión internacional según disponibilidad evaluador externo
- Discusión

### **I.4. PRESENTACION: AVANCES EN PROCESO DE EVALAUCION DE STOCK DE LA ANCHOVETA EN LA ZONA NORTE (XV-II REGIONES) BAJO UN ESCENARIO DE CRECIMIENTO ACELERADO (*F. ESPINDOLA*; INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO: **IFOP**)**

**F. Espíndola** del IFOP resume los principales resultados asociados al avance en el proceso de evaluación de stock de la anchoveta en la zona norte (XV-II Regiones), haciendo hincapié en los siguientes aspectos: (a) Avances de modelación bajo un crecimiento acelerado; (b) Principales resultados del XV Taller IMARPE-IFOP; (c) Avances en la evaluación de stock bajo la plataforma de Stock Synthesis y, (d) Lineamientos relacionados con una propuesta de revisión internacional según disponibilidad. A continuación se resumen los principales aspectos asociados a estos elementos, conjuntamente con aspectos que surgieron de la interacción con los miembros del CCT-PP.

#### **(a) Revisión de los avances de modelación bajo un crecimiento acelerado**

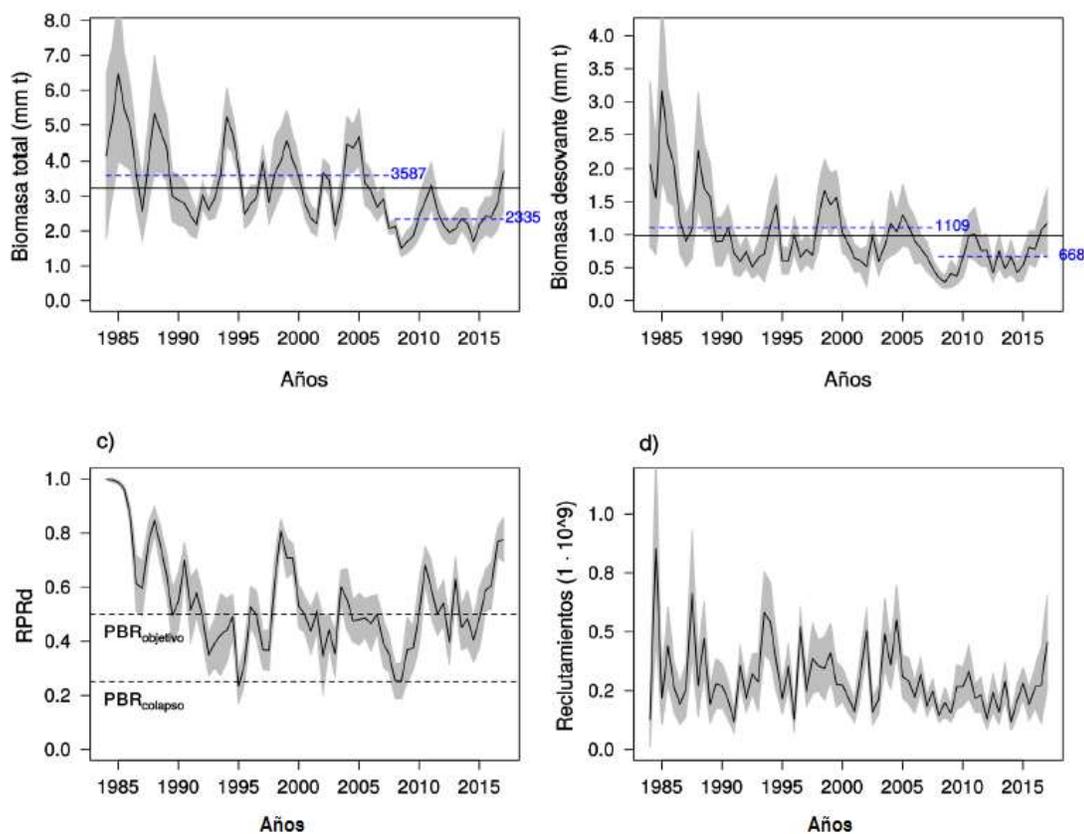
Inicialmente el evaluador exhibe una cronología del proceso de estimación de los nuevos parámetros de crecimiento, derivado de los proyectos de investigación en historia de vida temprana de esta especie en los últimos años. Se cuestiona el hecho de que durante este proceso de evaluación bajo el nuevo escenario se ha utilizado varias curvas de crecimiento, por lo que es necesario precisar la cita

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TÉCNICO

correcta y definitiva a utilizar en la modelación. Se señala que la curva de crecimiento ajustada con información integrada, derivada del proyecto de investigación FIP 2014-31.

Se indica que el proceso de modelación bajo el nuevo escenario, tiene que realizarse considerando diversos aspectos, dentro de las que se destacan: (i) incorporación de mejoras en el código de evaluación; (ii) certeza de que de todos los modelos evaluados, la mayor sensibilidad se obtiene en términos del crecimiento, al considerar un  $L_{\infty}=17.55$  cm y un  $K=2.12$  año<sup>-1</sup>; (iii) la existencia de un crecimiento acelerado en los primeros estadios tempranos (etapa juvenil) que gatilla una alta mortalidad natural; (iv) certeza que este nuevo escenario, la elevada proporción de las capturas corresponde a reclutas de una misma cohorte, y (iv) la necesidad de explorar el proceso de modelación en una plataforma de trabajo diferente, dada la interacción con el IMARPE.

Se destaca que el modelo estima una caída en los niveles de mortalidad por pesca (F) en los años recientes, lo que se traduce en buenos reclutamientos y por consiguiente, un aumento de las biomazas, sobrepasando los umbrales de manejo, conduciendo a un diagnóstico de la condición del recurso mucho más optimista, tanto para el sur del Perú como para el norte de Chile (**Figura 11**).



**Figura 11.** Biomasa total (a), biomasa desovante (b), razón del potencial reproductivo (c) y reclutamientos (d) para la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.

### **(b) Principales resultados del XV Taller IMARPE-IFOP**

Se enfatiza que los resultados de la aplicación de modelo de evaluación, utilizando el nuevo escenario, fueron presentados en un Taller realizado en el IMARPE. Resumiéndose a continuación los principales resultados, condiciones oceanográficas, monitoreo de indicadores de la pesquería y del proceso de evaluación.

- La presencia de condiciones cálidas durante los últimos 3 años.
- Los desembarques se encuentran bajo el promedio histórico, con una alta incidencia de juveniles y con áreas de pesca que se han acercado a la costa.
- Los cruceros MPH han evidenciado una reducción en el área de distribución de los huevos, una disminución en el peso de las hembras y una biomasa desovante entorno a las 400 mil t.
- Los cruceros RECLAN evidenciaron una alta presencia de juveniles.
- Los cruceros acústicos de IMARPE evidenciaron dos pulsos de biomasa (2012 y 2013), en la actualidad la biomasa se redujo.
- IMARPE utiliza un crecimiento en base a lectura de anillos semestrales ( $k < 1$  anual) e IFOP el crecimiento lectura de micro-estructuras diarias ( $k = 1-2$  anual).
- Mortalidad natural está basada en modelos empíricos dado por el crecimiento ( $M = 1-2$  anual).
- La máxima actividad reproductiva es en invierno-primavera. Se sugiere la existencia de un proceso secundario de verano.
- La anchoveta es oportunista en términos de preferencia alimenticia.
- La evaluación por modelos de biomasa dinámica muestran congruencia.
- La biomasa está al nivel del RMS, mientras que la explotación está por debajo del RMS.
- En Stock Synthesis se evaluaron 3 hipótesis de historia de vida de la anchoveta (2 rec + 1 des + k alto; 2 rec + 1 des + k bajo y 1 rec + 1 des + k bajo).

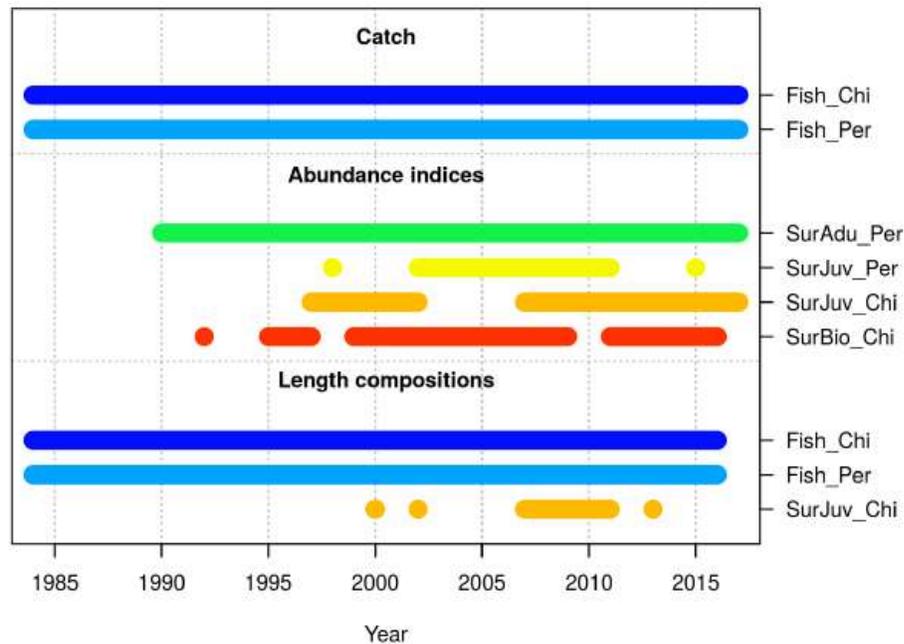
### **(c) Avances en la evaluación de stock bajo la plataforma de Stock Synthesis**

Se destaca la ventaja de avanzar en el conocimiento y dominio de esta nueva plataforma de evaluación, que utiliza dentro de su proceso de modelación analítica el mismo tipo de código de programación que se usa en *AD Model Builder* y posee una serie de ventajas, como las que se indican a continuación:

- Variadas opciones y versatilidad para procesos poblacionales.
- Integra una gran variedad de datos en un sólo análisis simultáneo.
- Propaga la incertidumbre de manera apropiada.
- Funciona bien desde modelos muy sencillos a modelos muy complejos.
- Permite realizar en una sola plataforma estimaciones poblacionales.
- Análisis del estado del recurso, proyecciones, simulación y estimación.
- Lleva décadas de exploración y desarrollo, y es usado cada vez más a lo largo del mundo.

**Resumen de los enfoques de modelación utilizando la plataforma Stock Synthesis**

Se hace un resumen de los tipos de datos que estuvieron disponibles para el uso de la plataforma *Stock Synthesis*, tanto para el sur del Perú como para el norte de Chile, los que están resumidos en la **Figura 12**. Se destaca que existe información de estructura de talla de Chile, que aún no ha sido incorporada en la modelación.



**Figura 12.** Datos empleados en la plataforma de modelación Stock Synthesis.

Se destacan los siguientes 6 supuestos que se utilizaron para modelar en la nueva plataforma: (i) La escala temporal es semestral; (ii) Se asumen dos reclutamientos y un desove que ocurre en la segunda estación; (iii) Los reclutamientos siguen una función tipo Ricker; (iv) Mortalidad natural constante en el tiempo y a través de las edades; (v) Mortalidad por pesca es semestral siguiendo un modelo logístico diferenciado por flota, y (vi) Los desembarques es un buen *proxy* de las capturas (CV=5%).

**Principales resultados derivados de la modelación utilizando la plataforma Stock Synthesis**

- Descripción del modelo de evaluación

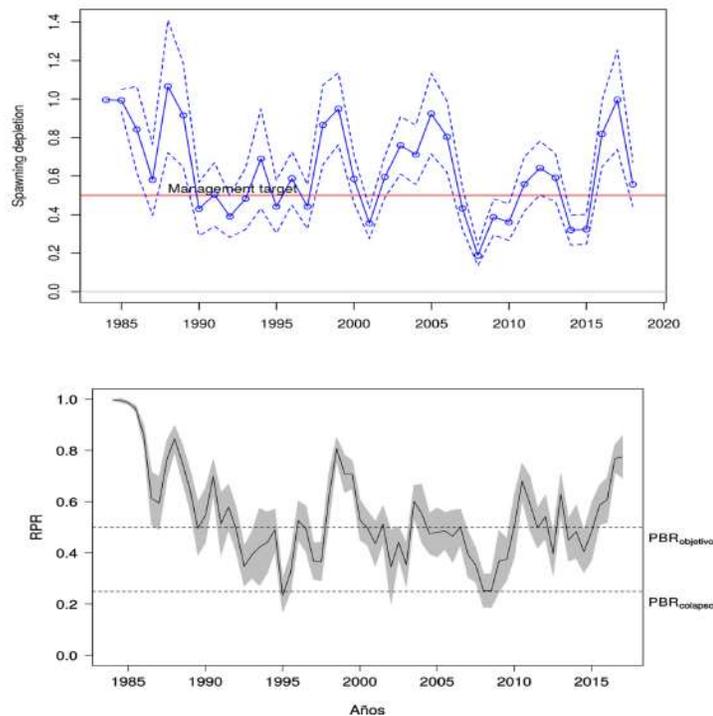
Entre los supuestos del modelo aplicado se encuentra, la escala temporal es semestral y se asumen dos reclutamientos y un desove que ocurre en la segunda estación. Los reclutamientos siguen una función tipo Ricker y la mortalidad natural constante en el tiempo y a través de las edades. En relación a la mortalidad por pesca es modelada bajo escala semestral siguiendo un modelo logístico diferenciado por flota. Finalmente, los desembarques representan un buen *proxi* de las capturas

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

(CV=5%). En cuanto a la selectividad, se muestra que la flota vulnera desde los 10 cms en filo de cuchillo; no así los cruceros que vulneran casi la totalidad de las tallas. Lo anterior, tiene correspondencia con la estructura observada agregada, donde la flota vulnera desde los 10 cms aproximadamente y los cruceros desde los 5 cm.

- Principales resultados

Los ajustes a los índices exhiben un bajo ajuste con una ponderación de (CV=0.3), dando una mayor credibilidad a los desembarques con (CV=0.05). En relación al reclutamiento se muestra dos series, para la primera estación y otra para la segunda, debido a la configuración temporal semestral de esta evaluación de stock. El mayor nivel de reclutamiento se expresa en la primera estación, asumiendo que éste proviene de un sólo desove, el reclutamiento de la segunda estación se muestra en una menor proporción ya que está asociado de igual forma al mismo desove y representa una extensión del mismo proceso poblacional.



**Figura 13.** Reducción de la biomasa desovante estimada en *Stock Synthesis* y la última evaluación de stock.

La mortalidad por pesca histórica (F) para Chile muestra un mayor nivel que Perú. Del mismo modo, existiría una reducción de F en los tres últimos años que estarían generando un repunte en los niveles de biomasa desovante, dando lugar a que la condición del stock se encontraría por sobre el referente de manejo (50% de  $B_0$ ). En relación al estatus de la especie, se señala que bajo la nueva plataforma de modelación se observa una similar tendencia con la evaluación de stock formalmente utilizada para el manejo. No obstante, existe una fuerte diferencia en la condición del stock para el último año (Figura, 13). Pese a lo anterior, se destaca que estos resultados son coherentes con los

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

derivados de la plataforma tradicional de modelación (ADMB). Se pregunta en relación a la tendencia en la talla media observada tanto en las capturas como también en los cruceros a partir del año 2008, ¿por qué el modelo estima un aumento comparativo de la biomasa desovante?. Aunque el cuestionamiento es válido, hay que considerar que este proceso coincide con un marcado incremento en el índices de reclutamiento, que pueden contribuir a incrementar la biomasa desovante, una vez que madurez por primera vez.

Surge una discusión al interior del CCT-PP sobre las ventajas de utilizar la nueva plataforma de modelación. Se destaca que *Stock Synthesis* permite comparar diferentes modelos de forma mucho más automatizadas, eliminado el error de códigos de programación. Por lo tanto, hay consenso en que la nueva plataforma es muy promisoría para contribuir a mejorar y optimizar el proceso de evaluación de los pelágicos pequeños, sin abandonar ADMB. Adicionalmente se enfatiza que la sincronía en las tendencias derivadas de plataformas de modelación distintas son una prueba que los procesos analíticos están siendo consistentes.

### **(d) Lineamientos relacionados con una propuesta de revisión internacional**

Se destaca que en el marco de desarrollo un modelo de evaluación de stock, bajo un escenario de crecimiento acelerado y donde se proyecta el uso de una nueva plataforma, se requiere programar las actividades en dos instancias importantes: (a) Participar en el curso avanzado de evaluación de recursos pesquero con la plataforma de modelado Stock Synthesis y, (b) organizar un taller internacional, con la participación de al menos dos expertos internacionales. *A priori* se contempla la probable participación de los doctores Juan Valero e Ian Taylor. En este contexto, los miembros del CCT-PP, de común acuerdo recomiendan que el taller internacional siga la modalidad “*Benchmark*” que permita definir un escenario base con la asistencia de los expertos, idealmente antes de fines de mayo de 2018.

Finalmente, surge una intensa discusión al interior del CCT-PP sobre los resultados que respaldan la hipótesis de crecimiento acelerado de la anchoveta norte. En este contexto, se enfatizó que la evaluación de stock de pelágicos es compleja, dada la dinámica de peces de vida corta donde existen diferentes fuentes de incertidumbre. En este sentido se solicita tener menor rigidez frente a los datos que se disponen.

Al respecto R Serra planteó que el tema de la edad y crecimiento de la anchoveta no es un tema cerrado lo que afecta la definición del modelo base y de manera transversal las evaluaciones de los diferentes stocks. Indicó que era esperable que los diferentes stocks presenten diferencias en el crecimiento pero no así en la edad y menos en relación con la edad registrada para la anchoveta del norte donde los resultados con anillos diarios muestran que apenas alcanza a los 365 días, en una

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

muestra con ejemplares de hasta aproximadamente 18 cm Lt. Las evaluaciones de los stocks de la 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> Región y de la zona centro sur consideran una longevidad de 4 años.

**COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP)  
REPORTE TECNICO**

**ANEXO**

Agenda de trabajo

**1<sup>er</sup> día, jueves 11/01/2018**

<b>Horario</b>	<b>Tema</b>
09:15-10:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palabras de bienvenida y coordinación general</li> <li>• Revisión de la Agenda.</li> <li>• Elección de presidente.</li> <li>• Elección de Reportero.</li> <li>• Programación anual de sesiones año 2018.</li> <li>• Esquema de trabajo asociado a la evaluación de stock.</li> <li>• Propuestas de proyecto año 2019.</li> </ul>
<b>10:00-10:15</b>	<b>Café</b>
10:15-13:30	<p><b>Anchoveta V-X Regiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Resultados preliminares de modelo alternativo</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descripción del Modelo alternativo</li> <li>- Ajustes del Modelo alternativo</li> <li>- Comparación de caso base y alternativo</li> <li>- Tareas pendientes</li> </ul> </li> <li>• <i>Discusión</i></li> </ul> <p><b>Sardina común V-X Regiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Resultados preliminares de modelo alternativo</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descripción del Modelo alternativo</li> <li>- Ajustes del Modelo alternativo</li> <li>- Comparación de caso base y alternativo</li> <li>- Tareas pendientes</li> </ul> </li> <li>• <i>Discusión</i></li> </ul>
<b>13:30-15:00</b>	<b>Almuerzo</b>
15:00-16:00	<p><b>Sardina austral X Región</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Resultados preliminares de modelo alternativo</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descripción del Modelo alternativo</li> <li>- Ajustes del Modelo alternativo</li> <li>- Comparación de caso base y alternativo</li> <li>- Tareas pendientes</li> </ul> </li> </ul> <p>Discusión</p>
<b>16:00-16:30</b>	<b>Café</b>
16:30-17:30	<p><b>Anchoveta III-IV Regiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Resultados preliminares de modelo alternativo</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descripción del Modelo alternativo</li> <li>- Ajustes del Modelo alternativo</li> <li>- Comparación de caso base y alternativo</li> <li>- Tareas pendientes</li> </ul> </li> <li>• <i>Discusión</i></li> </ul>

## COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO DE PEQUEÑOS PELÁGICOS (CCT-PP) REPORTE TECNICO

**2<sup>do</sup> día, viernes 12/01/2018**

Horario	Tema
09:00-10:30	<p><b>Anchoveta Zona Norte (XV-II Regiones)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de los avances de modelación bajo un crecimiento acelerado</li> <li>• Principales resultado del XV Taller IMARPE-IFOP</li> <li>• Avances en la evaluación de stock (<i>Stock Synthesis</i>)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descripción del modelo de evaluación</li> <li>- Principales resultados</li> </ul> </li> <li>• Propuesta de revisión internacional según disponibilidad evaluador externo</li> <li>• <i>Discusión</i></li> </ul>
<b>10:30–10:45</b>	<b>Café</b>
10:45 -11:15	Continuación
11:15-11:45	Varios
11:45-13:00	Revisión de Acta