

2024

Tercer Informe (Final)

Estatus y Posibilidades de Explotación
Biológicamente Sustentable de Sardina
Común, Región de Valparaíso a la Región
de Los Lagos, año 2024

Subsecretaría de Economía y EMT

Julio 2024



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - CHILE



Tercer Informe (Final)

Convenio de Desempeño 2023

Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente
Sustentable de Sardina Común, Región de Valparaíso
a la Región de Los Lagos, año 2024

Subsecretaría de Economía y EMT | Julio 2024

Requirente

**Subsecretaría de Economía y
Empresas de Menor Tamaño**

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

Ejecutor

Instituto de Fomento Pesquero, IFOP

Director Ejecutivo
Gonzalo Pereira Puchy

Jefe División Investigación Pesquera
Carlos Montenegro Silva

Jefe (I) Departamento de Evaluación de Recursos
Carlos Techeira Tapia

Jefe de Proyecto
José Zenteno Loredó

Autor

José Zenteno Loredó

Colaboradores

Marcelo Costa Feltrim



Índice

RESUMEN EJECUTIVO	2
Estatus actualizado de sardina común, julio 2024	3
1. OBJETIVOS	4
1.1. Objetivo general	4
1.2. Objetivos específicos	4
2. RESULTADOS PRINCIPALES	5
2.1. Objetivo específico 1:	5
2.2. Objetivo específico 2:	5
2.2.1. Metodología	5
2.2.2. Tendencias poblacionales	5
2.2.3. Puntos Biológicos de Referencia (PBRs)	7
2.2.4. Estado de explotación	8
2.3. Objetivo específico 3:	12
2.3.1. Metodología	12
2.3.2. Captura Biológicamente Aceptable (CBA)	12
2.4. Objetivo específico 4:	20
3. ANEXOS	
ANEXO I. Ajustes del Modelo a los Datos de los Cruceros de Enero y Mayo (2024)	
ANEXO II. Metodología Objetivos 2 y 3 Tercer Informe Sardina Común (Julio 2024)	

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene una síntesis con la primera revisión del estatus del año biológico 2023/24 y la Captura Biológicamente Aceptable (CBA) del año calendario 2024 para el stock de sardina común en la Unidad de Pesquería Centro-Sur (UPCS) de Chile (Región de Valparaíso a Región de Los Lagos) basado en un modelo en escala biológica. El análisis es actualizado con la siguiente información: (1) Estadísticas de desembarques de SERNAPESCA corregidas por IFOP los años 1998 al 2001, correspondiente al período 1996/97-2023/24. (2) Serie de porcentajes de descarte actualizados entre 2017/18 al 2021/22. (3) Información de captura a la edad y pesos individuales a la edad, proveniente del “Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales (Pesquerías Pelágicas)” desde 1996/97 al 2023/24. (4) Series de biomazas acústicas y composiciones de edad de los cruceros de verano (años 2000-2024) y otoño (años 2003-2024) provenientes del programa de cruceros IFOP sobre evaluación hidroacústica del reclutamiento de sardina común entre las Regiones de Valparaíso y Los Lagos. (5) Publicaciones científicas y técnicas relacionadas con los parámetros del ciclo de vida (mortalidad natural y madurez).

En relación a los datos de entrada al modelo de evaluación de stock, los datos históricos muestran que entre los años 2015 y 2021 las biomazas acústicas de verano se mantuvieron en niveles en torno a los 2,0 millones de toneladas, con una disminución el año 2023 de 24 % respecto a este período. En general, el patrón de estabilidad reportado por los cruceros para el período 2015-2021 probablemente ha sostenido que las capturas se hayan mantenido estables en torno a las 340 mil toneladas promedio. El año 2022 este patrón se quebró con capturas en torno a los 210 mil toneladas, posiblemente respondiendo a reducción del reclutamiento observado en el crucero de verano de ese año. Las biomazas acústicas de otoño reflejan el efecto de las remociones ejercidas por la pesca y causas naturales, con biomazas usualmente menores a las estimadas en el crucero de verano en torno a 1,3 millones de toneladas promedio entre el 2016 al 2022. En el último año, la biomasa acústica de otoño se estimó levemente por debajo del promedio de los últimos años, con 1,25 millón de toneladas. Para el año 2020 se observó un cambio en las tendencias de las biomazas estimadas por el crucero acústico de verano, otoño y capturas. La biomasa estimada en enero se redujo a un millón de toneladas (54 % menor al 2019), la estimada en mayo disminuyó un 39 % respecto al 2019 y el desembarque registrado para el primer semestre 2020 se redujo un 19 % respecto del primer semestre 2019 y un 31 % respecto al 2018. No obstante las disminuciones observadas en los índices de abundancia del año 2020, los posteriores años han mostrado incrementos de biomazas en ambos cruceros y el modelo de evaluación de stock reproduce adecuadamente la tendencia general de los niveles de biomasa que han presentado las estimaciones de cruceros acústicos de verano y otoño. Si bien durante el año 2022 la tendencia de la biomasa acústica se mantuvo al alza, para el año 2023 el modelo logra capturar el descenso que se observa al incorporar la biomasa del crucero de verano 2023. Al incorporar la información del crucero de otoño 2024, se observó que se mantiene una condición debilitada del stock de sardina común, asociada a bajos niveles de abundancia y biomasa, tanto en reclutas como en el stock adulto. Esta evidencia viene a confirmar la tendencia negativa del año anterior y del crucero de verano 2024, en la condición de la población de este recurso. Finalmente, para los análisis realizados en el Hito 3, las capturas en el año biológico 2023/2024 corresponden al valor entregado por SERNAPESCA validado hasta marzo de 2024 y completado en base en las proporciones mensuales históricas para abril, mayo y junio de este mismo año, estimándose en 137 mil toneladas.

El análisis histórico de la condición de sardina común evidencia que en el inicio de la serie histórica la biomasa indicaría una caída $BD < BD_{RMS}$ entre los años 1994 y 1995, producto probablemente de fallas sucesivas en los reclutamientos. El estado de la pesquería de sardina común durante los años 1998 y 2006 estuvo marcado por condiciones ambientales “El Niño” 1997-1998, provocando la caída hacia

niveles inferiores de la biomasa desovante límite (BD_{LIM}), bajo el cual una pesquería califica de agotada o colapsada. A partir del 2007 comienza un período favorable para la condición de sardina común, ingresando a un proceso de expansión poblacional, que le permite el año 2009 desplazarse hacia un nivel de biomasa desovante superior al BD_{RMS} . Actualmente, la $BD_{2023/24}$ está un 13,5 % bajo BD_{RMS} . En términos de la mortalidad por pesca ($F_t \text{ año}^{-1}$), ésta se había mantenido por sobre el nivel objetivo de referencia F_{RMS} en prácticamente toda la serie histórica analizada, producto de la alta selección de juveniles capturados antes de que estos maduren. La alta selectividad de juveniles conlleva a un valor de F_{RMS} ($F_{60\%BDPR}$) más moderado que una selectividad cercana o por sobre la ojiva de madurez. A partir del año 2013 los niveles de F_t se han mantenido bajo el nivel de referencia, generado posiblemente por las caídas de los reclutamientos en algunos años y las bajas CBA recomendadas luego de la implementación de los PBR, asociadas al manejo precautorio de la pesquería. En esta revisión, con respecto al nivel de explotación, la razón estimada entre $F_{2023/24}$ y F_{RMS} es de 0,71, debido a las menores capturas registradas durante la actual temporada de pesca.

La Captura Biológicamente Aceptable (CBA) para el año 2024 se calcula a partir de la suma de la captura del primer y segundo semestre de 2024, considerando las capturas durante el primer semestre de 2024 y 30 % del año biológico 2024/25, mortalidad por pesca igual al F_{RMS} , pesos medios igual al promedio de los últimos 5 años y tres escenarios de reclutamientos. Los escenarios de reclutamiento se combinaron con el descuento de descarte para sardina común (4,59 %) y escenarios de remanentes conforme a lo acordado en la 5ta sesión del CCT-PP en agosto de 2023. Adicionalmente, los rangos de Captura consideran sus respectivos percentiles y resguardos de la Captura en el Rendimiento Máximo Sostenible (C_{RMS}).

Para el percentil del 50 %, los rangos de CBA varían de la siguiente manera: a) Esc 1: sin descuento puede variar entre 209 y 294 mil t; b) Esc 2: con descuento de descarte varía entre 199 y 281 mil t; c) Esc 3: con descuento de descarte y remanente base varía entre 135 y 217 mil t; d) Esc 4: con descuento de descarte y remanente alternativo 30 % varía entre 164 y 246 mil t; y e) Esc 5: con descuento de descarte y remanente alternativo 20 % varía entre 173 y 255 mil t. Estos rangos disminuyen para percentiles menores del 50 %, equivalente a mayores niveles de resguardo. Es importante destacar que los mayores niveles de resguardo están vinculados al escenario de descuento de remanente base del 30 %. Este escenario toma en cuenta los saldos totales estimados a partir de las plantillas de control de cuotas actualizadas hasta el 31 de diciembre de 2023, abarcando los saldos de cuotas artesanales a nivel macrozonal, regional, RAE, así como las cesiones individuales, colectivas e imputación conjunta. Este criterio ha sido utilizado en años previos para autorizar la cuota remanente. Finalmente, la reducción en la biomasa del stock evidenciada durante este estudio genera un impacto significativo la estimación en de los niveles de capturas proyectadas para 2024.

Estatus actualizado de sardina común, julio 2024

La información que se actualiza en la evaluación del stock de sardina común de julio de 2024 abarca la composición de edad y pesos medios de la flota del año biológico 2023-2024; abundancia, biomasa, composición de edad y los pesos medios de los cruceros de verano y otoño 2024; y desembarques de la flota pesquera del segundo semestre de 2023 y primer semestre a junio de 2023. Al incluir la información actualizada al modelo, la condición estimada indica que la sardina común se mantiene de una condición de sobre-explotación (13,5 % bajo BD_{RMS}), con un 59,1 % de probabilidad de sobreexplotación y 1,6 % de probabilidad de sobrepesca. Los bajos reclutamientos observado en los cruceros 2023 y 2024, asociado a altos niveles de capturas en 2023 y condiciones ambientales empobrecidas durante el segundo semestre 2023 podrían estar contribuyendo a la condición actual del stock de sardina común.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Proveer la asesoría científica necesaria para la determinación del estado de explotación y la Captura Biológicamente Aceptable (CBA) que deberá llevar o mantener al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), la pesquería de sardina común de la Región de Valparaíso a la Región de Los Lagos, bajo condiciones de riesgo e incertidumbre, cuantificando las distintas fuentes e integrando la mejor información científica-técnica disponible

1.2. Objetivos específicos

1. Implementar procedimientos de evaluación de stock basados en protocolos científicos para la determinación del estatus de sardina común, con arreglo al nivel de información, conocimiento e incertidumbre correspondiente, conforme a los estándares actuales en ciencia pesquera.
2. Establecer el estatus actualizado de sardina común, sobre la base de sus principales indicadores estandarizados de estado y flujo, propagando para estos efectos todas las fuentes de incertidumbre subyacente a la pesquería.
3. Determinar niveles de Captura Biológicamente Aceptable (CBA) que lleven y/o mantenga la pesquería en torno al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), a partir de un análisis de riesgo en condiciones de incertidumbre de no alcanzar los objetivos de conservación y sostenibilidad conforme lo establece la LGPA y contenidos en el Plan de Manejo y/o en el Programa de Recuperación respectivo, según corresponda.
4. Informar el avance del Programa de Mejoramiento Continuo de la Calidad en la Asesoría Científica (PMCCAC) realizado durante el presente estudio, respecto al cumplimiento de recomendaciones formuladas en procesos de RPEI y priorizadas por el CCT, cuando corresponda.

2. RESULTADOS PRINCIPALES

2.1. Objetivo específico 1:

“Implementar procedimientos de evaluación de stock basados en protocolos científicos para la determinación del estatus de sardina común, con arreglo al nivel de información, conocimiento e incertidumbre correspondiente, conforme a los estándares actuales en ciencia pesquera.”

Los resultados de este objetivo fueron presentados en el Primer Informe (Hito 1) de septiembre 2023. En el presente estudio (Hito 2) no se actualizan los resultados de este objetivo. No obstante, se incluyen los ajustes del modelo a los datos de cruceros y desembarques (ver Anexo I).

2.2. Objetivo específico 2:

“Establecer el estatus actualizado de sardina común, sobre la base de sus principales indicadores estandarizados de estado y flujo, propagando para estos efectos todas las fuentes de incertidumbre subyacente a la pesquería.”

2.2.1. Metodología

La metodología para la estimación del estatus realizada en esta actualización ha sido adjuntada a este informe en la sección de Anexos (ver Anexo II).

2.2.2. Tendencias poblacionales

Las tendencias de los reclutamientos de sardina han mostrado importantes fluctuaciones interanuales y en su historia conocida se aprecian tres períodos relevantes: a) Reclutamiento promedio del período 1991-2007 con los niveles más bajos de reclutamientos (97,48 mil millones de peces), b) Reclutamiento promedio del período 2008-2012 con los más altos niveles de reclutamiento (400,3 mil millones de peces) y c) Reclutamiento promedio del período reciente 2013-2023 en torno a 147,2 mil millones de peces. Recientemente, luego de una recuperación en la clase anual del año 2021, el año 2022 los reclutamientos de sardina común sufrieron una fuerte disminución, ubicándose un 46,7 % por debajo del reclutamiento reciente medio ($R_{2013-2023}$). No obstante, se destaca una recuperación importante de la clase anual 2023 (136,2 mil millones de peces) respecto del bajo nivel estimado en 2022, mostrando un incremento del 47,4 % respecto al año previo ($R_{2022} = 92,4$ mil millones de peces), un -1,8 % mayor al reclutamiento promedio histórico de la serie ($R_{1991-2023} = 138,8$ mil millones de peces) y un 21,5 % sobre el reclutamiento reciente (2013-2023) (**Figura 1**). Sin embargo, al incorporar la información del crucero de otoño 2024, se confirma el fuerte debilitamiento en la clase anual observado en el Hito 2, con un reclutamiento de 72,6 mil millones de peces, situándose un 58,1 % por debajo del reclutamiento reciente medio ($R_{2013-2023}$).

La biomasa total de este recurso está sustentada esencialmente en los grupos de edad 0 y 1 año. El año 2022 se estimó una biomasa total de 1,84 millones de t, la cual fue un 34,8 % menor al promedio del período de mayor productividad y un 6,2 % mayor al promedio histórico de la serie (1,73 millones de t). La biomasa total del 2023 fue estimada en torno a 2 millones de t, aumentando un 8,6 % respecto al año 2022, y un 15,9 % mayor al promedio histórico de la serie (**Figura 1**). En 2024, se estima la biomasa total de sardina

común en 1,18 millones de t, disminuyendo un -41,1 % respecto al año anterior. Por otro lado, la biomasa desovante promedio de la serie histórica se encuentra en torno a 783,5 mil toneladas, mientras que el promedio de los últimos 11 años (período 2013-2023) de la serie es de 1012 mil toneladas. Actualmente, la biomasa desovante estimada para el año biológico 2023/24 es un -8,1 % menor al promedio histórico y un 28,9 % menor al promedio del período reciente (2013-2023) (**Figura 1**). Teniendo en cuenta que la biomasa desovante al Máximo Rendimiento Sostenido (BD_{RMS}) es estimada en torno a las 831,8 mil toneladas, la $BD_{2023/24}$ se encuentra un 13,5% bajo BD_{RMS} .

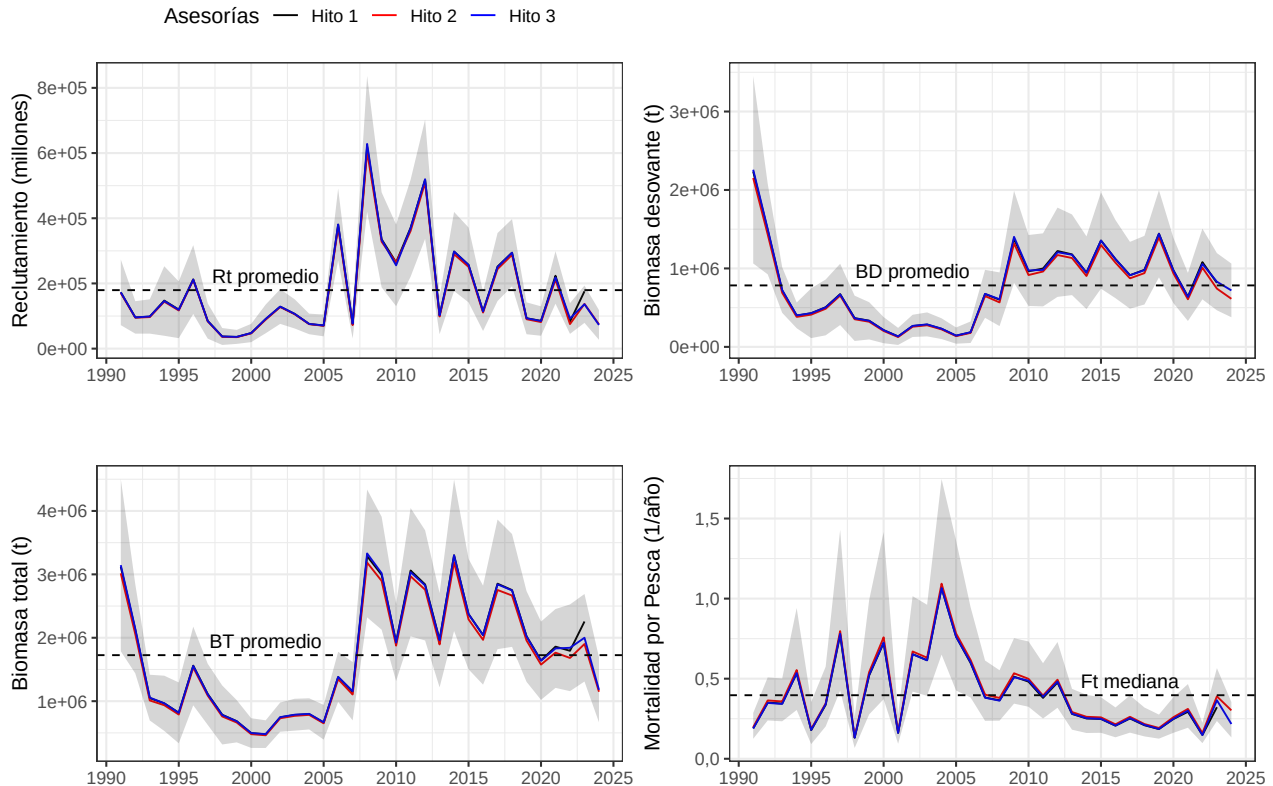


Figura 1. Estimaciones medias de los reclutamientos (R), biomasa total (BT), biomasa desovante (BD) y mortalidad por pesca (F) y su respectivo Intervalo de Confianza (IC), para las asesorías de septiembre 2023, marzo 2024 y julio 2024. Las línea segmentada corresponde al promedio y mediana de la serie respectiva. Los años en el eje x corresponden a año biológico.

2.2.3. Puntos Biológicos de Referencia (PBRs)

En la **Tabla 1** se muestran los valores calculados de BD_0 , BD_{RMS} , BD_{LIM} y F_{RMS} , recomendados por el Comité Científico Técnicos de Pelágicos Pequeños (Informe Técnico CCT-PP N°01/2015) de acuerdo con la metodología discutida durante el segundo taller (Abril, 2014) y tercer taller (Agosto, 2014) de PBR (Payá et al. 2014). La mediana de la mortalidad por pesca (F_{mh}) experimentada históricamente por el stock de sardina común centro-sur cercano a F_{RMS} ($F_{57\%BDPR}$) es relativamente baja, considerando los altos niveles de mortalidad por pesca que ha experimentado el stock (bajo el valor de mortalidad natural, $M=1,0$ año⁻¹) (**Figura 2**). Esto podría explicarse por la ubicación de la curva de selectividad respecto a la madurez. La alta selección de juveniles (~70 %) que presenta la pesquería, se traduce en que la selectividad de la flota comience antes de la madurez total. Esta condición produciría valores de $F_{60\%}$ más moderados, los cuales serían más altos si el patrón de selectividad fuese igual al de madurez.

Tabla 1. Procedimiento de cálculo de los puntos biológicos de referencia de biomasa (miles de t) estimados en las asesorías de septiembre 2023, marzo 2024 y julio 2024 (Hitos 1, 2 y 3), calculados siguiendo los pasos descritos en la metodología de este informe. Sardina común de las regiones de Valparaíso a Los Lagos.

Etapas	Cálculo	Aproximación	Asesorías		
			Hito 1	Hito 2	Hito 3
Paso 1	Promedio de la serie histórica	$BD_{promedio}$	785	747	784
	Mediana de la serie histórica	F_{mh}	0,34	0,36	0,35
Paso 2	Cálculo de la curva de biomasa por recluta (BDPR)	$\%BDPR_{F_{mh}}$	56,2	54,9	56,3
		$\%BDPR_{F_{RMS}}$	60	60	60
Paso 3	$\%BDPR_{F_{mh}} - 5\%$	$\%BD_{F_{mh}}$	51,2	49,9	49,9
	$\%BDPR_{F_{RMS}} - 5\%$	$\%BD_{F_{RMS}}$	55	55	55
Paso 4	$BD_0 = BD_{promedio} / \%BD_{F_{mh}}$	BD_0	1522	1446	1512
Paso 5	$BD_{RMS} = BD_0 * \%BD_{F_{RMS}}$	$BD_{55\%}$	837	795	832
Paso 6	$BD_{LIM} = BD_0 * \%BD_{F_{LIM}}$	$BD_{27,5\%}$	418	398	416

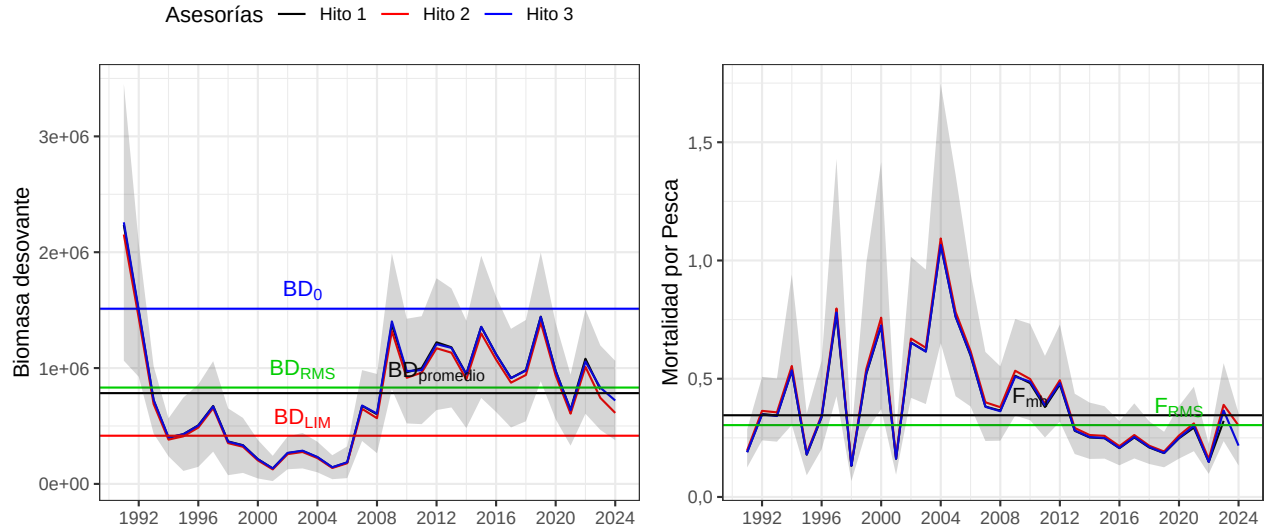


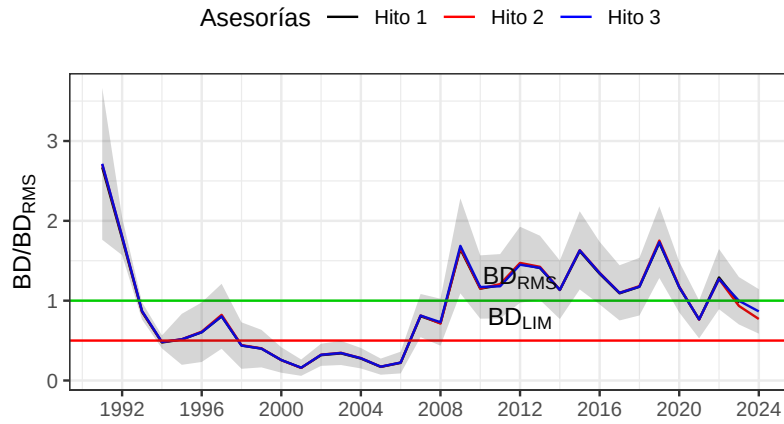
Figura 2. Series de Biomasa desovante y mortalidad por pesca junto a los PBRs calculados a partir de la BD promedio y mediana de F (F_{mh}) para el período 1997-2024, correspondiente a las asesorías de septiembre 2023 (Hito 1), marzo 2024 (Hito 2) y julio 2024 (Hito 3).

2.2.4. Estado de explotación

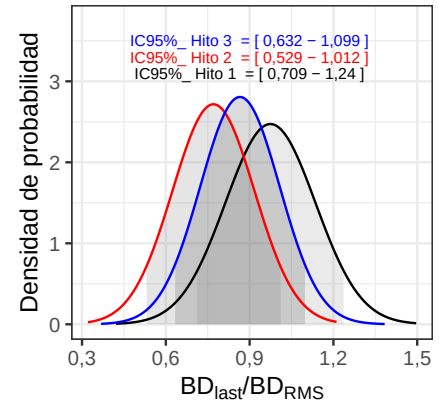
Los resultados de este estudio muestran que entre los años 1994 y 1995 el stock de sardina común sufrió una caída con biomazas por debajo del objetivo de manejo ($BD < BD_{RMS}$), producto probablemente de fallas sucesivas en los reclutamientos. El estado de la pesquería de sardina común durante los años 1998 y 2006 estuvo marcado por condiciones ambientales “El Niño” 1997-1998, provocando la caída hacia niveles inferiores de la biomasa desovante límite (BD_{LIM}), bajo el cual una pesquería califica de agotada o colapsada. A partir del 2007 comienza un período favorable para la condición de sardina común, ingresando a un proceso de expansión poblacional, que le permite el año 2009 desplazarse hacia un nivel de biomasa desovante superior al BD_{RMS} . Actualmente, la $BD_{2023/24}$ esperada está un 13,5 % bajo BD_{RMS} (**Figura 3**), con reclutamientos bajos asociado a condiciones menos favorables para la especie, en particular durante el periodo reproductivo 2023.

Con respecto al nivel de explotación, la razón estimada entre $F_{2023/24}$ y F_{RMS} es de 0,71 (**Figura 3**), debido al supuesto de captura asociado a este hito (marzo 2024). La condición estimada con información completa para el año 2023/24 indica que la sardina común se mantiene en sobre-explotación (13,5 % bajo BD_{RMS}), con un 59,1 % de probabilidad de sobreexplotación y 1,6 % de probabilidad de sobrepesca (**Tabla 2 y Figuras 3 y 4**).

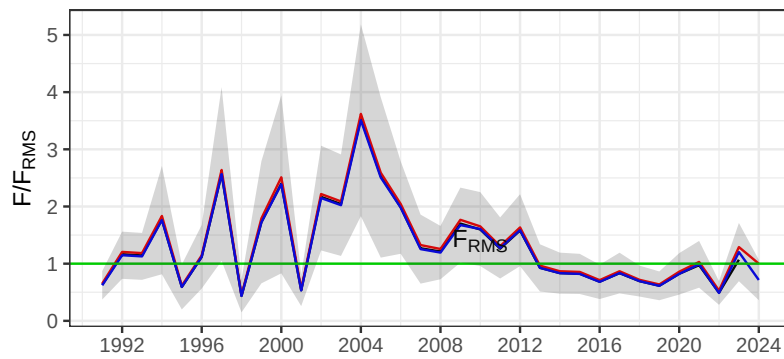
a



c



b



d

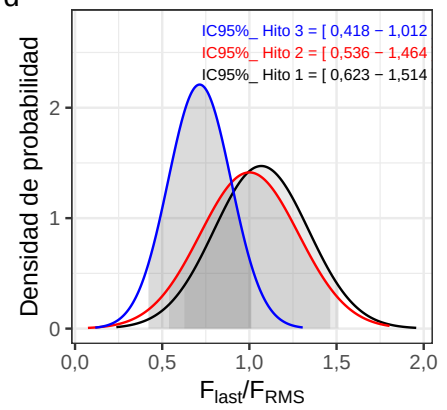


Figura 3. a) Razón BD/BD_{RMS} , b) la distribución de probabilidad de BD_{last}/BD_{RMS} , c) razón F/F_{RMS} y d) la distribución de probabilidad F_{last}/F_{RMS} para las asesorías de septiembre 2023 (Hito 1), marzo 2024 (Hito 2) y julio 2024 (Hito 3). El area sombreada corresponde al intervalo de confianza (IC)

Tabla 2. Índices de reducción de F respecto de F_{RMS} (F/F_{RMS}), BD respecto de BD_{RMS} (BD/BD_{RMS}), tasas de explotación anual referidos a la biomasa (Y/BT) y a la abundancia estimada ($C\#/N\#$), estimadas en las asesorías de septiembre 2023, marzo 2024 y julio 2024 (Hitos 1, 2 y 3). Sardina común de las regiones de Valparaíso a Los Lagos.

Año	F/F_{RMS}			BD/BD_{RMS}			Y/BT			$C\#/N\#$		
	Hito 1	Hito 2	Hito 3	Hito 1	Hito 2	Hito 3	Hito 1	Hito 2	Hito 3	Hito 1	Hito 2	Hito 3
1990/91	0,631	0,653	0,622	2,671	2,707	2,715	0,159	0,164	0,157	0,093	0,096	0,092
1991/92	1,165	1,206	1,148	1,779	1,802	1,806	0,242	0,25	0,24	0,165	0,17	0,164
1992/93	1,144	1,185	1,127	0,859	0,867	0,872	0,239	0,248	0,237	0,155	0,16	0,153
1993/94	1,771	1,834	1,762	0,476	0,481	0,483	0,372	0,383	0,371	0,216	0,223	0,216
1994/95	0,593	0,615	0,592	0,513	0,517	0,516	0,147	0,153	0,148	0,082	0,085	0,082
1995/96	1,118	1,145	1,121	0,604	0,611	0,605	0,232	0,236	0,233	0,144	0,147	0,144
1996/97	2,566	2,639	2,568	0,804	0,822	0,804	0,496	0,508	0,499	0,313	0,32	0,314
1997/98	0,435	0,45	0,435	0,438	0,443	0,437	0,094	0,097	0,094	0,065	0,068	0,066
1998/99	1,727	1,791	1,724	0,399	0,403	0,4	0,311	0,321	0,312	0,223	0,23	0,223
1999/00	2,401	2,51	2,388	0,255	0,255	0,257	0,415	0,429	0,414	0,278	0,288	0,277
2000/01	0,535	0,553	0,531	0,159	0,158	0,16	0,11	0,114	0,109	0,071	0,073	0,07
2001/02	2,168	2,218	2,148	0,317	0,323	0,322	0,427	0,435	0,424	0,254	0,259	0,252
2002/03	2,043	2,089	2,023	0,339	0,347	0,345	0,375	0,382	0,373	0,246	0,25	0,244
2003/04	3,542	3,62	3,508	0,275	0,28	0,279	0,487	0,494	0,485	0,379	0,385	0,377
2004/05	2,531	2,59	2,507	0,17	0,173	0,173	0,381	0,388	0,379	0,287	0,292	0,285
2005/06	1,986	2,044	1,982	0,221	0,225	0,225	0,374	0,383	0,373	0,225	0,23	0,224
2006/07	1,269	1,325	1,254	0,805	0,815	0,813	0,312	0,324	0,31	0,18	0,187	0,178
2007/08	1,211	1,257	1,194	0,718	0,713	0,73	0,226	0,233	0,223	0,148	0,153	0,145
2008/09	1,701	1,767	1,675	1,645	1,659	1,687	0,315	0,325	0,312	0,218	0,225	0,215
2009/10	1,598	1,652	1,605	1,151	1,152	1,171	0,324	0,334	0,326	0,205	0,21	0,206
2010/11	1,262	1,306	1,275	1,193	1,208	1,18	0,271	0,279	0,273	0,161	0,166	0,162
2011/12	1,581	1,634	1,586	1,46	1,473	1,45	0,302	0,312	0,304	0,195	0,2	0,195
2012/13	0,929	0,966	0,926	1,409	1,424	1,412	0,213	0,221	0,213	0,139	0,144	0,139
2013/14	0,835	0,867	0,834	1,132	1,136	1,136	0,158	0,163	0,158	0,111	0,115	0,11
2014/15	0,825	0,856	0,821	1,62	1,633	1,63	0,176	0,182	0,176	0,113	0,117	0,113
2015/16	0,685	0,712	0,682	1,337	1,35	1,345	0,153	0,159	0,153	0,101	0,105	0,101
2016/17	0,835	0,867	0,836	1,091	1,099	1,098	0,146	0,151	0,146	0,111	0,115	0,111
2017/18	0,695	0,718	0,695	1,174	1,182	1,176	0,136	0,14	0,136	0,095	0,097	0,095
2018/19	0,615	0,636	0,612	1,725	1,753	1,733	0,156	0,162	0,157	0,094	0,097	0,094
2019/20	0,824	0,859	0,822	1,166	1,177	1,171	0,17	0,177	0,17	0,119	0,123	0,119
2020/21	0,974	1,03	0,989	0,765	0,763	0,766	0,205	0,216	0,208	0,126	0,132	0,127
2021/22	0,492	0,53	0,487	1,291	1,27	1,27	0,125	0,133	0,122	0,074	0,08	0,073
2022/23	1,068	1,29	1,203	0,974	0,934	0,999	0,188	0,223	0,212	0,14	0,167	0,158
2023/24	NA	1	0,715	NA	0,77	0,865	NA	0,216	0,155	NA	0,139	0,103

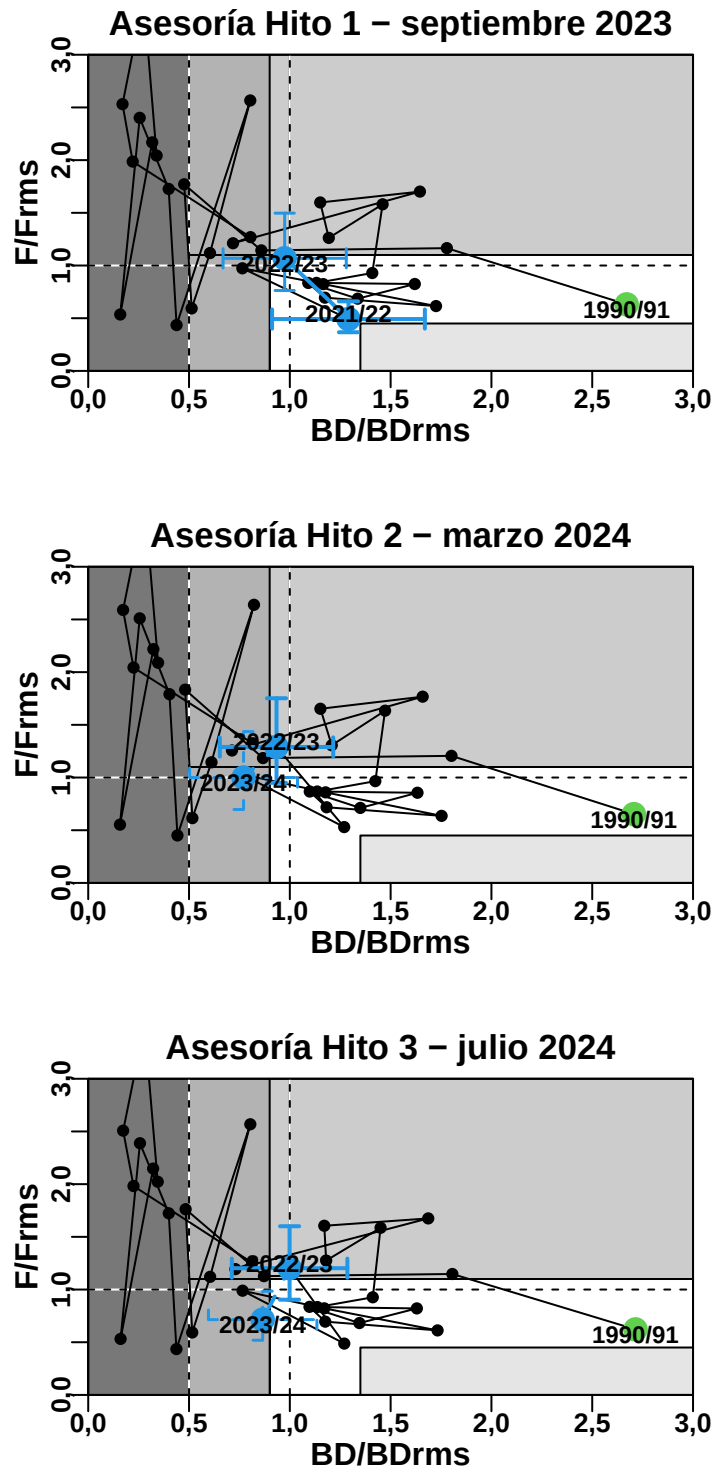


Figura 4. Diagrama de fases de explotación de la biomasa desovante respecto de la mortalidad por pesca de las asesorías de septiembre 2023 (Hito 1), marzo 2024 (Hito 2) y julio 2024 (Hito 3). Los ejes están estandarizados a los valores que generan el RMS proxy. Cruz azul corresponde a los intervalos de confianza de la razón BD/BD_{RMS} y F/F_{RMS} . El año con cruz continua corresponde a *Estatus completo* mientras que el año con cruz discontinua corresponde a *Estatus incompleto*.

2.3. Objetivo específico 3:

“Determinar niveles de Captura Biológicamente Aceptable (CBA) que lleven y/o mantenga la pesquería en torno al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), a partir de un análisis de riesgo en condiciones de incertidumbre de no alcanzar los objetivos de conservación y sostenibilidad conforme lo establece la LGPA y contenidos en el Plan de Manejo y/o en el Programa de Recuperación respectivo, según corresponda.”

2.3.1. Metodología

La metodología para la estimación de la Captura Biológicamente Aceptable realizada en esta actualización ha sido adjuntada a este informe en la sección de Anexos (ver Anexo II).

2.3.2. Captura Biológicamente Aceptable (CBA)

2.3.2.1. Estatus proyectado

La biomasa desovante 2023/24 estimada en base a los supuestos de proyección en el hito 3 fue un 17 % mayor a la actualizada en el hito 2. En el hito 2 se proyectaba un 78 % de probabilidad de sobreexplotación, lo cual se refrenda en el hito 3 con un 78 % de probabilidad de sobreexplotación, manteniéndose en esta condición a julio de 2024.

La biomasa desovante 2024/25 proyectada en el hito 3 aumenta un 10 % respecto a la proyectada en el hito 2 bajo el escenario de reclutamiento recientes $R_{2013-2023}$, con una muy alta probabilidad de sobreexplotación estimada en 84 % en el hito 3 (**Tabla 3 y Figuras 5 y 6**).

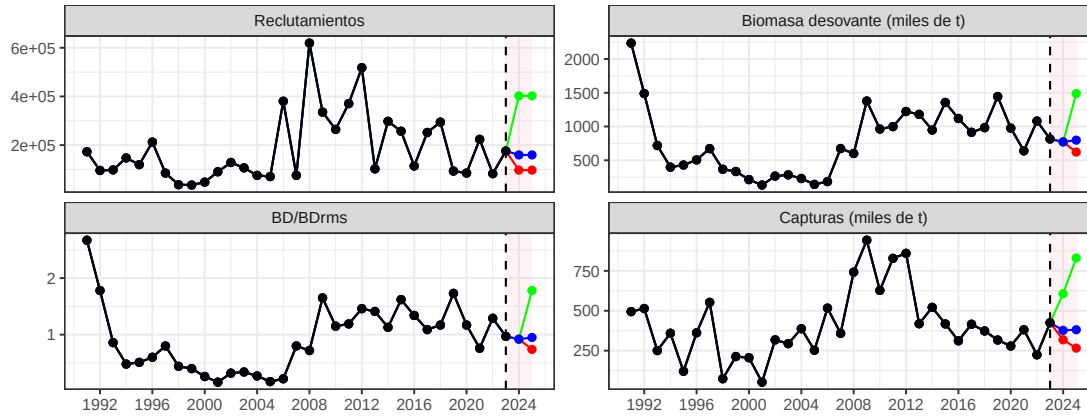
Tabla 3. Estatus año 2023/24 actualizado en Hito 3 y Proyección de la biomasa desovante hacia el año biológico 2024/25, considerando reclutamiento actualizado en Hito 3 y tres escenarios de reclutamientos promedio ($R_{actual/proy}$) y mortalidad por pesca actual y proyectada ($F_{supuesto/proy}$) igual al F_{RMS} . Biomasa desovante objetivo (BD_{RMS}), actualizada en Hito 3 y proyectada ($BD_{actual/proy}$) la probabilidad de sobre-explotación y agotamiento. Sardina común de las regiones de Valparaíso a Los Lagos.

	Estatus actual 2023/24 R actual R_{2024}	Estatus proyectado 2024/25 Escenarios de reclutamiento $R_{1991-2007}$ $R_{2008-2012}$ $R_{2013-2023}$		
Hito 2				
$R_{actual/proy}$	74,5	95,63	395,1	141,9
$F_{actual/proy} = F_{RMS}$	0,3	0,3	0,3	0,3
BD_{RMS}	795,3	795,3	795,3	795,3
$BD_{actual/proy}$	613	479	479	479
$BD_{actual/proy}/BD_{RMS}$	0,77	0,6	0,6	0,6
$p(\text{sobreexplotación})^1$	0,78	0,73	0,73	0,73
$p(\text{agotado/colapsado})^2$	0,03	0,25	0,25	0,25
Hito 3				
$R_{actual/proy}$	72,58	97,48	400,3	147,2
$F_{supuesto/proy} = F_{RMS}$	0,3	0,3	0,3	0,3
BD_{RMS}	831,8	831,8	831,8	831,8
$BD_{actual/proy}$	720	528	528	528
$BD_{actual/proy}/BD_{RMS}$	0,87	0,64	0,64	0,64
$p(\text{sobreexplotación})^1$	0,78	0,84	0,84	0,84
$p(\text{agotado/colapsado})^2$	0,03	0,14	0,14	0,14

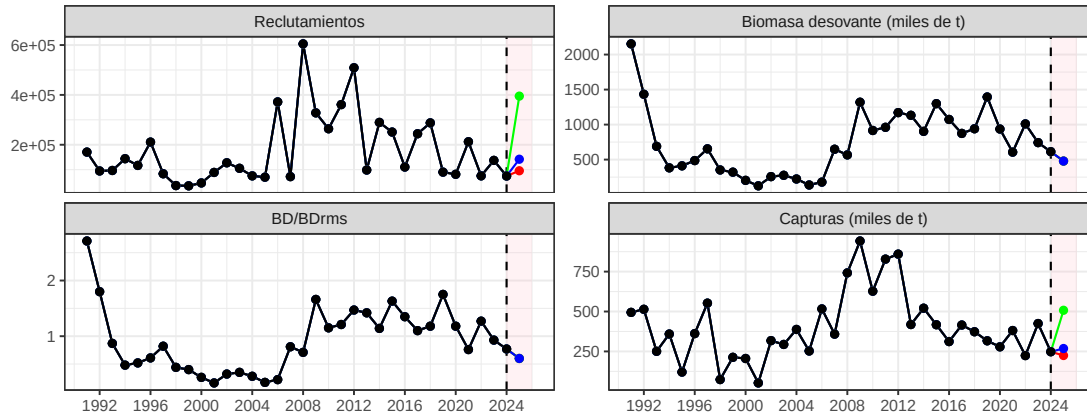
¹ Probabilidad de estar en sobreexplotación = $p(0,5 < BD_{last}/BD_{RMS} < 0,9)$

² Probabilidad de estar en colapso = $p(BD_{last}/BD_{RMS} < 0,5)$

Proyección Hito 1



Proyección Hito 2



Escenarios de Reclutamientos

- R 1991–2007
- R 2008–2012
- R 2013–2023
- Serie histórica

Proyección Hito 3

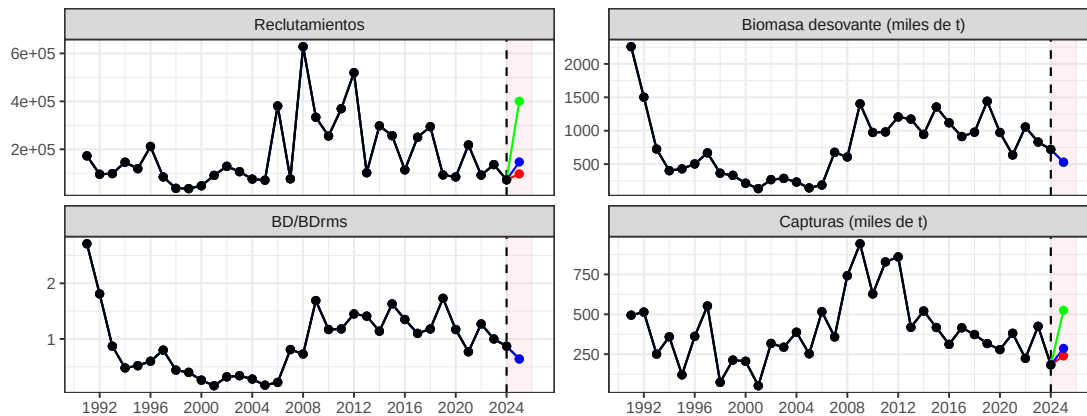


Figura 5. Proyección de dos años biológicos (2023/2024 y 2024/2025) de la biomasa desovante, razón BD/BD_{RMS} y capturas en base a tres escenarios de reclutamiento proyectado en dos hitos de manejo.

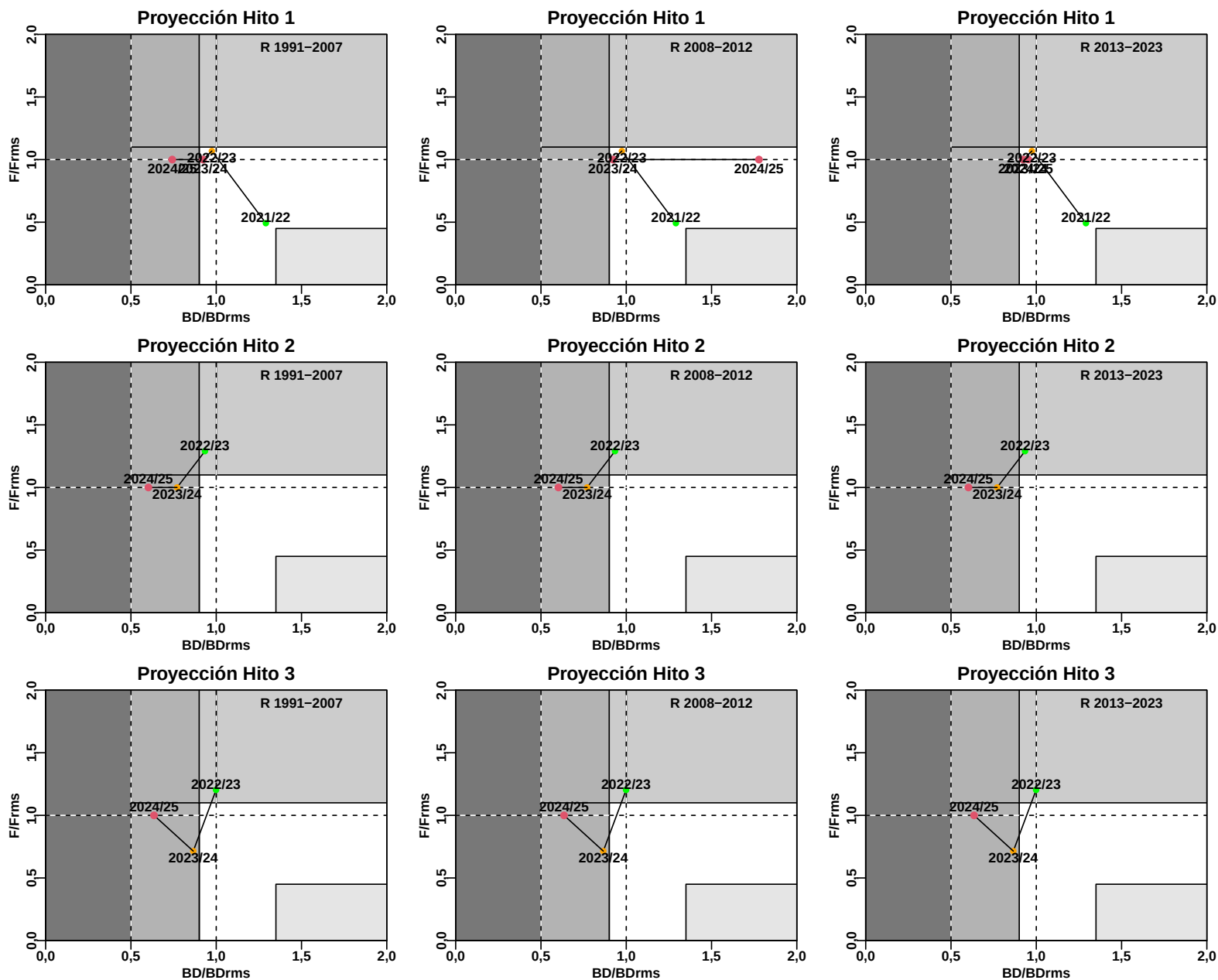


Figura 6. Estatus proyectado en dos hitos de manejo de sardina común para el año previo 2021/22 (punto verde), año actual 2022/23 (punto y cruz naranja) y años proyectados 2023/24 y 2024/25 (puntos rojos) bajo un escenario de reclutamiento promedio alto, reclutamiento promedio histórico, reclutamiento promedio reciente.

2.3.2.2. Capturas proyectadas

a) Captura 2023/24:

La captura 2023/24 proyectada en el *hito 1* asumiendo un $F_{RMS} = 0,3$ varió entre 303 y 579 mil toneladas sin descuentos, dependiendo del escenario de reclutamiento. La captura 2023/24 de sardina común en el *hito 3* con información actualizada se estima en 183 mil toneladas (**Tabla 4**).

Captura segundo semestre 2023: Para el *hito 1* se asume igual al 30 % de la captura 2023/24, esto es, 108 mil toneladas para el escenario promedio reciente. No obstante, el desembarque oficial del segundo semestre 2023 actualizado en el *hito 2* fue de 42 mil toneladas, un 60 % menor al supuesto del *hito 1* (**Tabla 4**). En el *hito 3* el desembarque oficial del segundo semestre 2023 fue de 46 mil t.

Captura primer semestre 2024: Para el *hito 1* se asume igual al 70 % de la captura 2023/24, esto es, 252 mil toneladas para el escenario promedio reciente y para el *hito 2* se estima en 174 mil toneladas. Para el *hito 3* se consideran las capturas conocidas del semestre enero junio, estimándose en 137 mil t. Debido a que al momento de realizar esta evaluación no se cuenta con los desembarques completos al mes de junio, se utiliza la proporción de las capturas de los últimos cinco años con el fin de completar el año biológico.

b) Captura 2024/25:

La captura 2024/25 proyectada bajo un escenario de reclutamientos recientes y mortalidad por pesca igual al $F_{RMS} = 0,3$ fue de 364 mil toneladas para el *hito 1*, y 273 mil toneladas para el *hito 2*. En el *hito 3* se estiman 286 mil t de capturas para el año biológico 2024/25.

Captura segundo semestre 2024: Para los dos hitos se asume una captura igual al 30 % de la captura 2024/25, esto es, 109 mil toneladas para el *hito 1*, y de 82 mil toneladas para el *hito 2*, considerando el escenario de reclutamientos recientes (**Tabla 4**). En el *hito 3* se estiman 86 mil t en capturas para el segundo semestre 2024.

CBA 2024

La determinación de la Cuota Biológicamente Aceptable (CBA) para el año 2024 se basa en la captura del primer semestre de 2024, sumada a la captura del segundo semestre de 2024, calculadas utilizando los criterios descritos en la metodología (Tabla 4, Ver Anexo). En la **Tabla 5** se presenta la tabla de decisión de la CBA para el año 2024, la cual ha sido calculada considerando tres escenarios diferentes de reclutamiento. En esta tabla se incluyen los percentiles de captura y los resguardos correspondientes a la Captura en el Rendimiento Máximo Sostenido (C_{RMS}), tomando en cuenta el descuento de descarte y los distintos escenarios de remanentes, según lo acordado en la 5ta sesión del CCT-PP de agosto 2023.

La CBA 2024 puede variar según el escenario de reclutamiento y escenario de descuento aplicado, por ejemplo, considerando como referencia el percentil del 50 %, el rango de CBA es el siguiente: a) Esc 1: sin descuento puede variar entre 209 y 294 mil t; b) Esc 2: con descuento de descarte varía entre 199 y 281 mil t; c) Esc 3: con descuento de descarte y remanente base varía entre 135 y 217 mil t; d) Esc 4: con descuento de descarte y remanente alternativo 30 % varía entre 164 y 246 mil t; y e) Esc 5: con descuento de descarte y remanente alternativo 20 % varía entre 173 y 255 mil t (**Tabla 5**). Estos rangos disminuyen para percentiles menores del 50 %, equivalente a mayores niveles de resguardo.

Es importante destacar que los mayores niveles de resguardo están vinculados al escenario de descuento de remanente base del 30 %. Este escenario toma en cuenta los saldos totales estimados a partir de las plantillas de control de cuotas actualizadas hasta el 31 de diciembre de 2023, abarcando los saldos de cuotas

artesanales a nivel macrozonal, regional, RAE, así como las cesiones individuales, colectivas e imputación conjunta. Si bien al momento de elaborar este estudio el proyecto de ley de remanentes se encontraba aun en tramite legislativo, este criterio ha sido utilizado en años previos para autorizar la cuota remanente.



Tabla 4. Criterios utilizados en los tres hitos de manejo para el cálculo de captura en año calendario 2024. Sardina común de las regiones de Valparaíso a Los Lagos.

Criterios por Hito	R actualizado R_{2023}	Escenarios de reclutamiento		
		$R_{1991-2007}$	$R_{2008-2012}$	$R_{2013-2023}$
Hito 1				
$Captura_{2023/24} = F_{RMS}$	-	318	607	377
$Captura_{2doSem_{2023}} = 30\%Captura_{2023/24}$	-	95	182	113
$Captura_{1erSem_{2024}} = 70\%Captura_{2023/24}$	-	223	425	264
$Remanente_{cuota2023}$	-	-	-	-
$Captura_{2024/25} = F_{RMS}$	-	266	830	381
$Captura_{2doSem_{2024}} = 30\%Captura_{2024/25}$	-	80	249	114
Captura año calendario 2024	-	302	674	378
Hito 2				
$Captura_{2023/24} = F_{RMS}$	248	-	-	-
$Captura_{2doSem_{2023}} = Desembarque_{2doSem_{2023}}$	42	-	-	-
$Captura_{1erSem_{2024}} = Captura_{2023/24} - Desembarque_{2doSem_{2023}}$	206	-	-	-
$Remanente_{cuota2023}$ (autorizado por ley)	0	-	-	-
$CapturaCorregida_{1erSem_{2024}} = Captura_{1erSem_{2024}} - Remanente_{cuota2023}$	206	-	-	-
$Captura_{2023/24} = F_{RMS}$	-	224	508	268
$Captura_{2doSem_{2024}} = 30\%Captura_{2024/25}$	-	67	152	80
Captura año calendario 2024	-	273	358	286
Hito 3				
$Captura_{2023/24}$	183	-	-	-
$Captura_{2doSem_{2023}} = Desembarque_{2doSem_{2023}}$	46	-	-	-
$Captura_{1erSem_{2024}} = Desembarque_{1erSem_{2024}}$	137	-	-	-
$Remanente_{cuota2023}$ (consumido a mayo 2024)	0	-	-	-
$CapturaCorregida_{1erSem_{2024}} = Captura_{1erSem_{2024}} - Remanente_{cuota2023}$	137	-	-	-
$Captura_{2024/25} = F_{RMS}$	-	239	525	286
$Captura_{2doSem_{2024}} = 30\%Captura_{2024/25}$	-	72	157	86
Captura año calendario 2024	-	209	294	223

¹ Captura año calendario 2023 = $Captura_{1erSem_{2023}} + Captura_{2doSem_{2023}}$



Tabla 5. CBA estimadas para el año 2024 según los diferentes escenarios de reclutamientos con sus respectivos percentiles y resguardo considerando los diferentes escenarios descritos.

Percentil	Reclutamiento 1992-2007		Reclutamiento 2008-2012		Reclutamiento 2013-2023	
	CBA (t)	Resguardo $1-(CBA/CBA_{RMS})$	CBA (t)	Resguardo $1-(CBA/CBA_{RMS})$	CBA (t)	Resguardo $1-(CBA/CBA_{RMS})$
Crms						
50 %	208.706	0	294.366	0	222.766	0
Esc 1: Sin descuento						
10 %	189.707	0,09	261.868	0,11	199.380	0,10
20 %	196.229	0,06	273.024	0,07	207.408	0,07
30 %	200.932	0,04	281.068	0,05	213.197	0,04
40 %	204.950	0,02	287.942	0,02	218.143	0,02
50 %	208.706	0	294.366	0	222.766	0
Esc 2: Descuento descarte						
10 %	180.999	0,13	249.848	0,15	190.228	0,15
20 %	187.222	0,10	260.492	0,12	197.888	0,11
30 %	191.709	0,08	268.167	0,09	203.411	0,09
40 %	195.543	0,06	274.725	0,07	208.130	0,07
50 %	199.126	0,05	280.855	0,05	212.541	0,05
Esc 3: Descuento descarte + remanente base 30 %						
10 %	117.393	0,44(0,13)	186.242	0,37(0,15)	126.622	0,43(0,15)
20 %	123.616	0,41(0,10)	196.886	0,33(0,12)	134.282	0,40(0,11)
30 %	128.103	0,39(0,08)	204.561	0,31(0,09)	139.805	0,37(0,09)
40 %	131.937	0,37(0,06)	211.119	0,28(0,07)	144.524	0,35(0,07)
50 %	135.520	0,35(0,05)	217.248	0,26(0,05)	148.935	0,33(0,05)
Esc 4: Descuento descarte + remanente alternativo 30 %						
10 %	145.912	0,30(0,13)	214.761	0,27(0,15)	155.141	0,30(0,15)
20 %	152.134	0,27(0,10)	225.405	0,23(0,12)	162.800	0,27(0,11)
30 %	156.622	0,25(0,08)	233.079	0,21(0,09)	168.324	0,24(0,09)
40 %	160.455	0,23(0,06)	239.638	0,19(0,07)	173.043	0,22(0,07)
50 %	164.039	0,21(0,05)	245.767	0,17(0,05)	177.453	0,20(0,05)
Esc 5: Descuento descarte + remanente alternativo 20 %						
10 %	155.292	0,26(0,13)	224.141	0,24(0,15)	164.521	0,26(0,15)
20 %	161.515	0,23(0,10)	234.785	0,20(0,12)	172.181	0,23(0,11)
30 %	166.002	0,20(0,08)	242.460	0,18(0,09)	177.704	0,20(0,09)
40 %	169.835	0,19(0,06)	249.018	0,15(0,07)	182.423	0,18(0,07)
50 %	173.419	0,17(0,05)	255.147	0,13(0,05)	186.834	0,16(0,05)

Nota: Valor en paréntesis corresponde al resguardo sin descuento de remanente $1-(CBA+Remanente)/C_{RMS}$.

2.4. Objetivo específico 4:

“Informar el avance del Programa de Mejoramiento Continuo de la Calidad en la Asesoría Científica (PMCCAC) realizado durante el presente estudio, respecto al cumplimiento de recomendaciones formuladas en procesos de RPEI y priorizadas por el CCT, cuando corresponda.”

Los resultados de este objetivo fueron presentados en el Primer Informe (Hito 1) de septiembre 2023. En el presente estudio (Hito 2) no se actualizan los resultados de este objetivo.

A N E X O I

Ajustes del Modelo a los Datos de los Cruceros
de Enero y Mayo (2024)

Ajuste del modelo a los datos de cruceros y desembarques

Los índices de abundancia de los cruceros acústicos de verano y otoño contienen un importante nivel de variabilidad que se resume en la amplitud de los intervalos de confianza supuestos con coeficiente de variación $CV=0,3$. El modelo reproduce la tendencia general de la variabilidad en los niveles de biomasa que han presentado las estimaciones de los cruceros, siendo los valores más altos los que se escapan del ajuste, lo cual es consistente con la distribución de probabilidades empleada log-normal que considera sesgo positivo en su distribución. La **Figura 1** muestra que a partir del 2014 el modelo ajusta muy bien la señal de los cruceros acústicos de verano y otoño. Para el año 2024 el modelo logra capturar el descenso que se observa al incorporar la biomasa del crucero de verano 2024. Además, es consistente con la señal de disminución que se confirma en el crucero de otoño 2024, así como con la caída en los desembarques del último año.

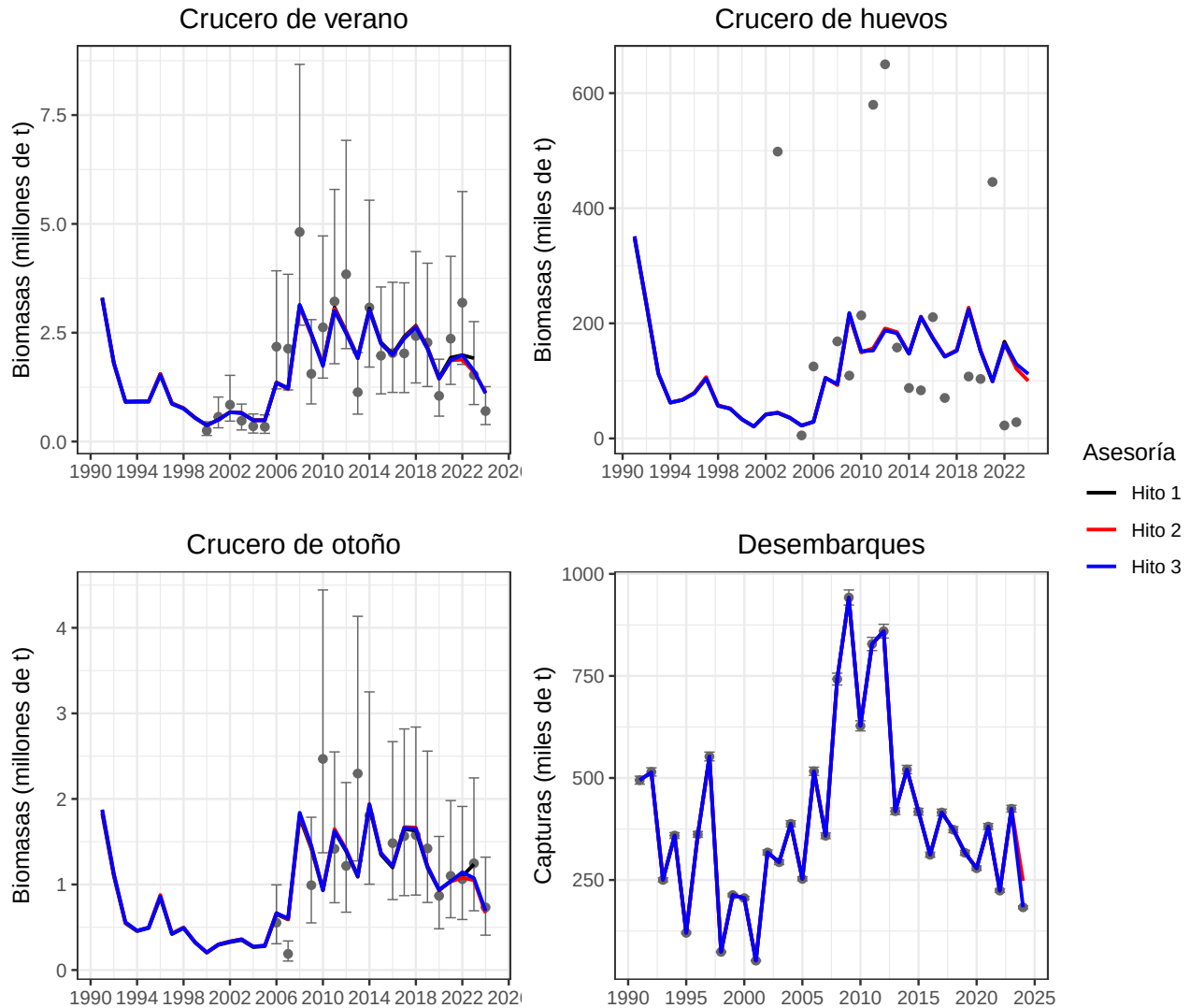


Figura 1. Ajustes del modelo anual en edades a los valores de biomazas de cruceros de verano, otoño y desembarques. Las barras corresponden al intervalo de confianza asintótico y el círculo al valor del estimador central. Los años de la serie de desembarques corresponden a año biológico.

A N E X O II

Metodologia Objetivos 2 y 3 Tercer Informe
Sardina Común (Julio 2024)

1. Objetivo específico 2:

“Establecer el estatus actualizado de sardina común, sobre la base de sus principales indicadores estandarizados de estado y flujo, propagando para estos efectos todas las fuentes de incertidumbre subyacente a la pesquería.”

1.1. Estatus

1.1.1. Indicadores del estado del stock

El estado del recurso se estableció en base a la posición relativa de la biomasa desovante y mortalidad por pesca relacionada a la explotación pesquera v/s Puntos Biológicos de Referencia (PBR) basados en el Rendimiento Máximo Sostenido (RMS). En el contexto de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) se establece que las pesquerías deberán alcanzar o mantenerse en torno del RMS considerando las características biológicas de los recursos explotados. El RMS se produce cuando el stock desovante se reduce notablemente antes que el reclutamiento se vea impactado, en promedio, para lo cual exige, se estimen los siguientes PBRs:

- a) Biomasa desovante en el Rendimiento Máximo Sostenible (BD_{RMS}), bajo la cual el recurso califica en sobre-explotación.
- b) Mortalidad por Pesca en el Rendimiento Máximo Sostenible (F_{RMS}), sobre la cual el recurso califica en sobrepesca.
- c) Biomasa desovante límite (B_{LIM}) bajo la cual una pesquería califica de agotada o colapsada.
- d) Mortalidad por Pesca límite (F_{LIM}) a partir de la cual el recurso califica en sobrepesca.

En este informe se presenta el Marco Biológico de Referencia establecido por el Comité Científico Técnico-Pesquerías de Pequeños Pelágicos (CCT-PP) en base a los avances realizados durante el 2013 y 2014 en la determinación de Puntos Biológicos de Referencia (PBR) y del Rendimiento Máximo Sostenido (RMS) del proyecto “Revisión y estimación de los PBR (Rendimiento Máximo Sostenido) para las principales pesquerías nacionales” (Payá et al., 2014). Este proyecto ejecutado por IFOP contó con la consultoría de investigadores de prestigio internacional, con los cuales se realizaron tres talleres de trabajo, contando además con la participación de investigadores nacionales.

1.1.2. Puntos Biológicos de Referencia

1.1.2.1. Estimación de F_{RMS}

Ante la incertidumbre en la relación stock-recluta de los pelágicos pequeños, la determinación de F_{RMS} está basado en el análisis de rendimiento por recluta de dinámica combinada (Beverton & Holt 1957) que describen el cambio de la biomasa de una cohorte o clase anual por efectos de la mortalidad natural y la pesca. La biomasa adulta o desovante por recluta (BDPR) es obtenida en función de la mortalidad por pesca (F), y en esta curva es factible identificar el nivel de referencia biológico 60 %BDPR que se supone debería minimizar el impacto de la pesca sobre el stock, permitiendo el escape en torno al 60 %, respecto del valor que existiría en ausencia de explotación pesquera (**Tabla 1**).

Tabla 1. Dinámica de la abundancia utilizado para estimar la biomasa desovante por recluta y su función objetivo para resolver el parámetro de F_{RMS} .

Variables	Ecuación	Descripción
Abundancia a la edad	$N_{a+1} = N_{a-1} \exp(-(s_{a-1}^f F + M))$ $N_{am} = \frac{N_{a-1} \exp(-(s_{a-1}^f F + M))}{(1 - \exp(-s_{am}^f F + M))}$	N_{a+1} es la abundancia en número a la edad $a + 1$, s_{a-1}^f corresponde a la selectividad edad específica, M es la mortalidad natural y F la mortalidad por pesca.
Biomasa desovante por recluta (BDPR)	$BDPR_{F=0} = \sum_{a=0}^t N_a \exp(-dtM) \bar{w}_a^{ini} O_a$ $BDPR_{F_{RMS}} = \sum_{a=0}^t N_a \exp(-dt(s_a^f F_{RMS} + M)) \bar{w}_a^{ini} O_a$	dt es la fracción del año donde ocurre el desove, O_a es la fracción de peces maduros a la edad y $\bar{w}_a^{ini}$ es el peso medio a la edad al inicio del año biológico.
Función objetivo	$f = \left(\frac{BDPR_{F_{RMS}}}{BDPR_{F=0}} - 0,60 \right)^2$	Utilizado para resolver el parámetro $F_{RMS}=60\%BDPR$

1.1.2.2. Estimación de BD_0 , BD_{RMS} y BD_{LIM}

A continuación, se describe el método recomendado por CCT-PP y que acoge lo propuesto en talleres de PBRs para calcular los puntos de referencia proxies BD_0 , BD_{RMS} y BD_{LIM} :

1. Encontrar un período histórico (de preferencia largo) en el que la Biomasa Desovante (BD) haya estado aproximadamente en un equilibrio dinámico (es decir, no un equilibrio determinista basado en la relación stock-recluta). La condición base sería tomar la serie temporal histórica completa, a menos que exista una razón clara para tomar algo distinto. Calcular el promedio de BD y la mediana de F estimadas de la evaluación de stock durante el período seleccionado. (nota: la razón para estimar el promedio de BD pero la mediana de F (F_{mh}) es porque la distribución de F se espera que sea cercana a la log-normal mientras que la distribución de BD se espera que sea cercana a la normal; además, el objetivo es encontrar valores únicos de F y BD que se podrían corresponder entre sí (aproximadamente) en equilibrio, por lo que la mediana de F , el cual disminuye efectivamente el peso

de la influencia de los valores altos de F en la serie histórica, podría estar asociado a valores altos de BD en equilibrio (y la media a menudo tiende a ser mayor que la mediana).

2. Calcular el %BDPR (F_{mh}) y %BDPR (F_{RMS}).
3. Sustraer el 5 % ($=0,05$) de %BDPR (F_{mh}) y %BDPR (F_{RMS}) para obtener una aproximación para el %BD (donde el %BD denota BD/BD_0) para el F_{mh} y F_{RMS} correspondiente. Como un ejemplo, si %BDPR (F_{mh}) = 0,35, el correspondiente %BD (F_{mh}) es 0,30, y si %BDPR(F_{RMS})=0,60, el correspondiente %BD(F_{RMS}) es 0,55.
4. La razón BD promedio / %BD (F_{mh}) entrega una estimación de BD_0 , y forma la base para el cálculo de BD_{RMS} (paso 5) y BD_{LIM} (paso 6).
5. Cálculo de BD_{RMS} (proxy) como % BD (F_{RMS}) x BD promedio / %BD(F_{mh}).
6. Cálculo de BD_{LIM} (seleccionado como 27,5 % BD_0 para todos los stocks de sardina y anchoveta) o 50 % BD_{RMS} .

1.1.3. Diagrama de fases de explotación

El estado del recurso se estableció en base a la posición relativa de la mortalidad por pesca y biomasa desovante versus los puntos biológicos de referencia basado en el rendimiento máximo sostenible (RMS), tales como, F_{RMS} y BD_{RMS} . De este modo se obtienen los indicadores del estatus (F/F_{RMS} y BD/BD_{RMS}) que permiten construir un diagrama de fase, donde los puntos de referencia biológicos se muestran en las líneas verticales y horizontales en 1. Las líneas verticales indican la biomasa desovante en el rendimiento máximo sostenible (BD_{RMS}), bajo el cual el recurso califica en sobre-explotación y biomasa desovante límite (BD_{LIM}) bajo el cual una pesquería califica de agotada y/o colapsada y la línea horizontal el punto de referencia correspondiente a la mortalidad por pesca en el rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}), sobre la cual el recurso califica en sobre-explotación. La **Figura 1** muestra el diagrama de fase definido por el CCT-PP para las pesquerías de pelágicos pequeños.

El estado de la pesquería en Plena Explotación se define en la Ley de Pesca como “un nivel en el que el punto biológico ha alcanzado o está a su máximo rendimiento sostenido”. Debido a la variabilidad natural en las condiciones ecológicas y ambientales, F_{RMS} no es estática, pero fluctuará alrededor de BD_{RMS} . Para reconocer esta variabilidad, una definición operativa para la región de Plena Explotación se define que se extiende a ambos lados de los puntos de referencia de RMS. Adicionalmente, el CCT-PP incorporó el concepto de sobrepesca, precisó algunas definiciones y se pronunció respecto a la zona de plena explotación, según consta en acta número 5 (11 al 14 de noviembre de 2014). Los aspectos más relevantes son los que a continuación se describen:

Sobrepesca: Este Comité consideró necesario diferenciar al interior de la zona de sobreexplotación definida por la LGPA, el área de sobrepesca, con el objeto de aplicar las medidas de Administración más acordes con

dicha condición. En tal sentido, la sobrepesca ocurriría cuando la mortalidad por pesca F (variable de flujo y de control) exceda un valor considerado umbral o límite que en este caso, corresponde al valor superior, en mortalidad por pesca (valor relativo al objetivo), de la zona de plena explotación.

Sobreexplotado: En correspondencia con la definición anterior, la sobreexplotación ocurriría cuando la biomasa (variable de estado) cae bajo un valor umbral o límite, correspondiendo éste al valor inferior en biomasa (valor relativo al objetivo) de la zona de plena explotación.

Rango de Plena Explotación: El CCT-PP recomendó por consenso los siguientes rangos que definen la condición de Plena Explotación de los recursos pelágicos, considerando los siguientes límites en biomasa y el correspondiente par ordenado en mortalidad por pesca:

- Límite bajo el objetivo de manejo = 10 % Bajo BD_{RMS} : Este criterio tiene como propósito el establecimiento de una banda estrecha en torno al RMS, que genere un área no deseada pequeña que en lo posible sea menor o igual al área de incertidumbre total del sistema, donde la biomasa está bajo la biomasa objetivo y a su vez, la mortalidad por pesca es mayor a la mortalidad por pesca objetivo. En consecuencia, el CCT-PP considera las numerosas recomendaciones en ciencia pesquera, respecto al riesgo de llevar a los stocks a una condición de sobreexplotación cuando se utiliza el RMS como objetivo de manejo, utiliza el concepto conforme al marco legal vigente y simultáneamente lo deja operando en la práctica, como un punto biológico de referencia límite.
- Límite sobre el objetivo de manejo = 75 % BD_0 (o 35 % sobre BD_{RMS}): Para estos efectos el Comité rescató elementos del enfoque ecosistémico en especies de forraje, planteado recientemente por Pikitch (2012).

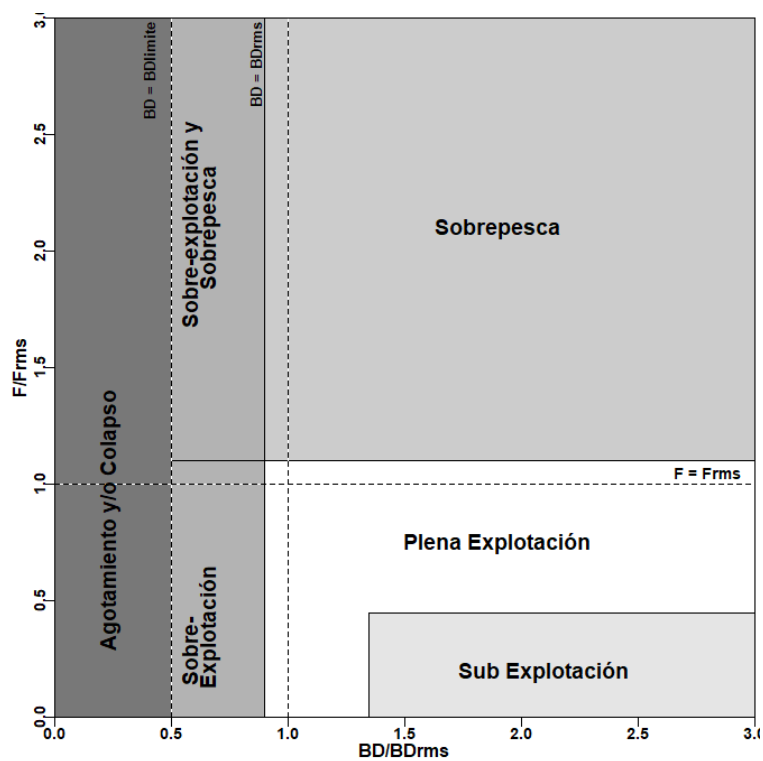


Figura 1. Diagrama de fase definido por el CCT-PP para las pesquerías de pelágicos pequeños.

2. Objetivo específico 3:

“Determinar niveles de Captura Biológicamente Aceptable (CBA) que lleven y/o mantenga la pesquería en torno al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), a partir de un análisis de riesgo en condiciones de incertidumbre de no alcanzar los objetivos de conservación y sostenibilidad conforme lo establece la LGPA y contenidos en el Plan de Manejo y/o en el Programa de Recuperación respectivo, según corresponda.”

2.0.1. Captura biológicamente aceptable (CBA)

2.0.1.1. Descripción del proceso de cálculo de CBA en cada etapa del procedimiento de manejo.

La pesquería de sardina común ha sido manejada históricamente de manera monoespecífica, considerando la incertidumbre asociada a la evaluación de stock. El objetivo de conservación para ésta pesquería establece un nivel de biomasa reproductiva o desovante equivalente al 55 %BD₀ del stock desovante virginal (en ausencia de explotación), con una estrategia de explotación que consiste en aplicar una tasa de explotación constante, equivalente a la mortalidad por pesca F que determina el 55 %BD₀, definidas como F60 %BDPR establecido por el Comité Científico Técnico Pesquerías de Pequeños Pelágicos (CCT-PP) para resguardar la incertidumbre en el éxito de la clase anual que reclutaría a la pesquería (Informe Técnico CCT-PP N°01/2015¹).

De acuerdo al ciclo de manejo histórico de esta pesquería (**Figura 2**), la recomendación de CBA comienza después de la veda reproductiva, donde se reporta la CBA inicial, y que permitirá al CCT-PP establecer el estatus y recomendar el rango de CBA para el año siguiente. En enero de cada año, el crucero de evaluación hidroacústico permite estimar la abundancia y biomasa de reclutas (crucero de verano, RECLAS), esta información junto a datos provenientes de la pesquería es utilizada para la primera revisión de la CBA. En marzo se inicia el período de extracción y en mayo se realiza el segundo crucero de evaluación acústica (crucero de otoño, PELACES) para actualizar el estatus y revisar una vez más la CBA.

La **Tabla 2** detalla la información disponible en cada etapa de cálculo de CBA 2024. En la primera etapa de estimación (CBA inicial) no se cuenta con información actualizada de los años biológicos 2023-2024 y 2024-2025, por lo tanto, la población debe ser proyectada dos años biológicos hacia el futuro (a inicios de julio de un año a junio del año siguiente) para realizar el cálculo de la CBA 2024 en año calendario. En la segunda etapa (1era revisión) contamos con información parcial del año biológico 2023-2024 y en la tercera etapa (2da revisión) con información casi completa del año biológico 2024-2025. Sin embargo, para realizar el cálculo de la CBA 2024 en año calendario, en ambas etapas es necesario proyectar un año biológico hacia el futuro (2024-2025).

¹http://www.subpesca.cl/portal/616/articles-87217_documento.pdf

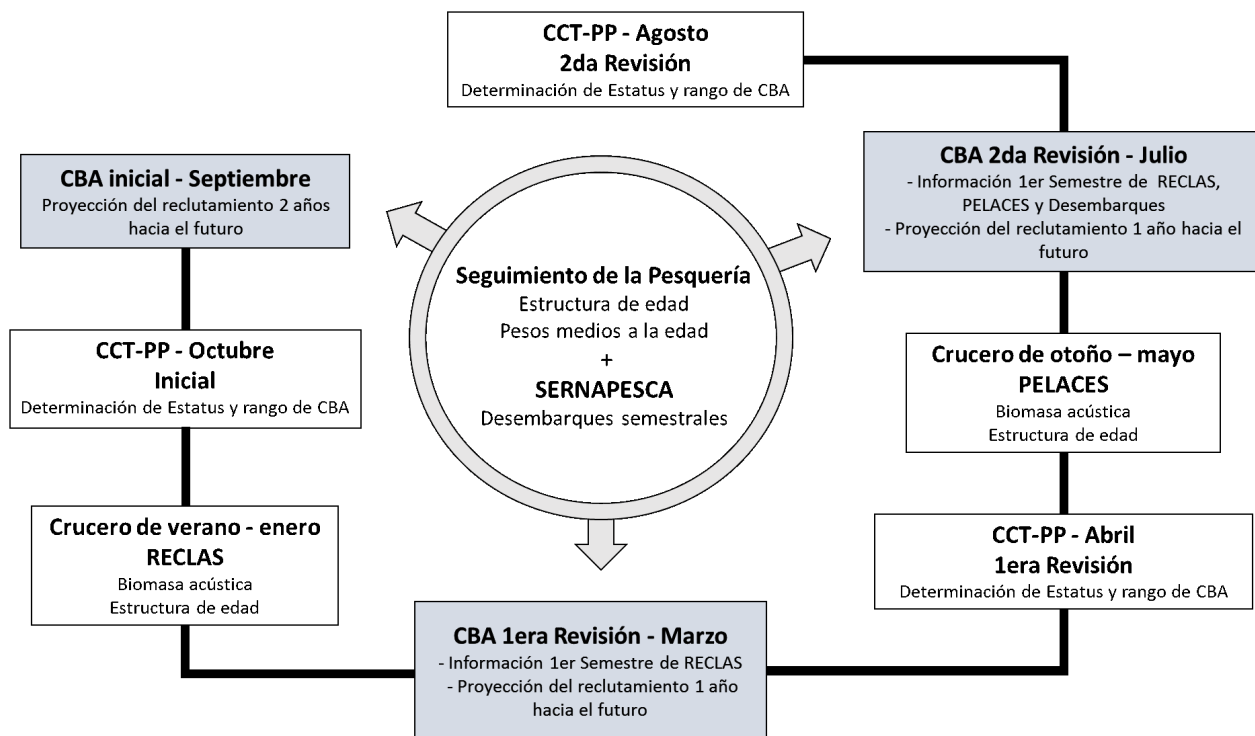


Figura 2. Procedimiento de manejo actual para sardina común centro-sur.

Tabla 2. Información relevante para el cálculo de CBA 2024 en cada una de las etapas de estimación.

Datos de entrada al modelo	<i>CBA INICIAL</i> Septiembre 2023	<i>1^{ERA} REVISIÓN</i> Marzo 2024	<i>2^{DA} REVISIÓN</i> Julio 2024
Desembarques	Julio 1991 - junio 2023	Julio 1991- junio 2023 + Supuesto de captura 2023/2024	Julio 1991 - a junio 2024
Biomasa acústica	2000 – 2023	2000 – 2024	2000 – 2024
Crucero de verano	2003 – 2023	2003 – 2023	2003 – 2024
Crucero de otoño	2003 – 2023	2003 – 2023	2003 – 2024
Composición de edad Flota	Julio 1991 - junio 2023	Julio 1991 - junio 2023	Julio 1991 - mayo 2024
Composición de edad Cruceros de verano	2001 – 2023	2001 – 2024	2001 – 2024
Composición de edad Cruceros de otoño	2007 – 2023	2007 – 2023	2007 – 2024
Pesos medios a la edad	Julio 1991 - junio 2023	Julio 1990 - junio 2023 Promedio de los últimos 5 años de la serie histórica para julio 2021-junio 2023	Julio 1990 - mayo 2024
Madurez sexual a la edad	Constante	Constante	Constante
Mortalidad natural	Constante	Constante	Constante
Proyección del reclutamiento	2 años biológicos (años 2023/24 y 2024/25)	1 año biológico (año 2024/25)	1 año biológico (año 2024/25)

El proceso de cálculo de la CBA 2024 para las tres etapas del ciclo de manejo de sardina común (**Tabla 3**) consistirá en los siguientes pasos:

Paso 1: Estimación de la captura proyectada (Y_{pRMS}) en año biológico aplicando los siguientes supuestos:

- Escenarios de reclutamiento proyectado
- Supuesto de pesos medios igual al promedio de los últimos 5 años de la serie
- Mortalidad por pesca igual a F_{RMS}

Paso 2: Estimación de la captura (Y_{RMS}) del año biológico actual aplicando los siguientes supuestos:

- Reclutamiento actualizado en asesoría de marzo o julio.
- Pesos medios igual al promedio de los últimos 5 años (asesoría de marzo) o pesos medios actualizados (asesoría de julio).
- Mortalidad por pesca equivalente al supuesto de captura igual a CBA inicial ó C_{RMS} (asesoría de marzo) o mortalidad por pesca equivalente a la captura actualizada (asesoría de julio).

Paso 3: Estimación de la Captura Biológicamente Aceptable (CBA) en año calendario aplicando los siguientes supuestos:

- Descuento del porcentaje de descarte proyectado.
- Proporción de captura semestral (p_{s1} , primer semestre y p_{s2} , segundo semestre).
- Descuento de remanente.
- Probabilidad que la captura exceda el objetivo de manejo $F_{RMS}=F60\%BDPR$.
- Porcentaje de resguardo de la Captura al RMS.

Tabla 3. Métodos de estimación de la CBA 2024 para las tres etapas del ciclo de manejo de sardina común.

Mes de Asesoría	Etapas de cálculo	Métodos de estimación
Septiembre	$CBA_{inicial}$	$p_{s1} * Y_{pRMS(t+1)} + p_{s2} * Y_{pRMS(t+2)}$
Marzo	$CBA_{1eraRevisión}$	$p_{s1} * Y_{RMS(t)} + p_{s2} * Y_{pRMS(t+1)}$
Julio	$CBA_{2daRevisión}$	$p_{s1} * Y_{RMS(t)} + p_{s2} * Y_{pRMS(t+1)}$

2.0.1.2. Paso 1: Captura proyectada (Y_{pRMS}) en año biológico aplicando F_{RMS}

2.0.1.2.1. Escenarios de proyección basada en distintos niveles de reclutamiento.

Con el objetivo de determinar distintos escenarios potenciales de reclutamiento en el stock de sardina común, se realizó un análisis de quiebres. El análisis de quiebres consiste en un método estadístico que permite detectar cambios en una serie de tiempo, tal como la serie histórica de los reclutamientos estimados por el

modelo de evaluación de stock. Para ello se realizó un análisis de cambios estructurales en series de tiempo (también conocido como detección de puntos de quiebre) implementado en la librería “strucchange” del software R². En particular, se utilizó la función “breakpoints”, la cual utiliza el método de mínimos cuadrados y el criterio de información bayesiano (BIC) para identificar cambios significativos, o “quiebres”, a partir del análisis de regresión lineal de la serie de tiempo.

```
library(strucchange)
bp.nile <- breakpoints(log(Reclutamientos) ~ 1)
fm1 <- lm(log(Reclutamientos) ~ breakfactor(bp.nile, breaks = 2))
puntos_quiebres <- exp(fitted(fm1))
```

La **Figura 7** muestra tres niveles de reclutamiento detectados por el análisis de quiebres de la serie histórica: a) un escenario desfavorable que consiste en el reclutamiento promedio del período 1991-2007, b) un escenario favorable que corresponde al promedio de los reclutamientos del período 2008-2012 y c) un escenario intermedio que representa el período reciente entre el 2013-2023.

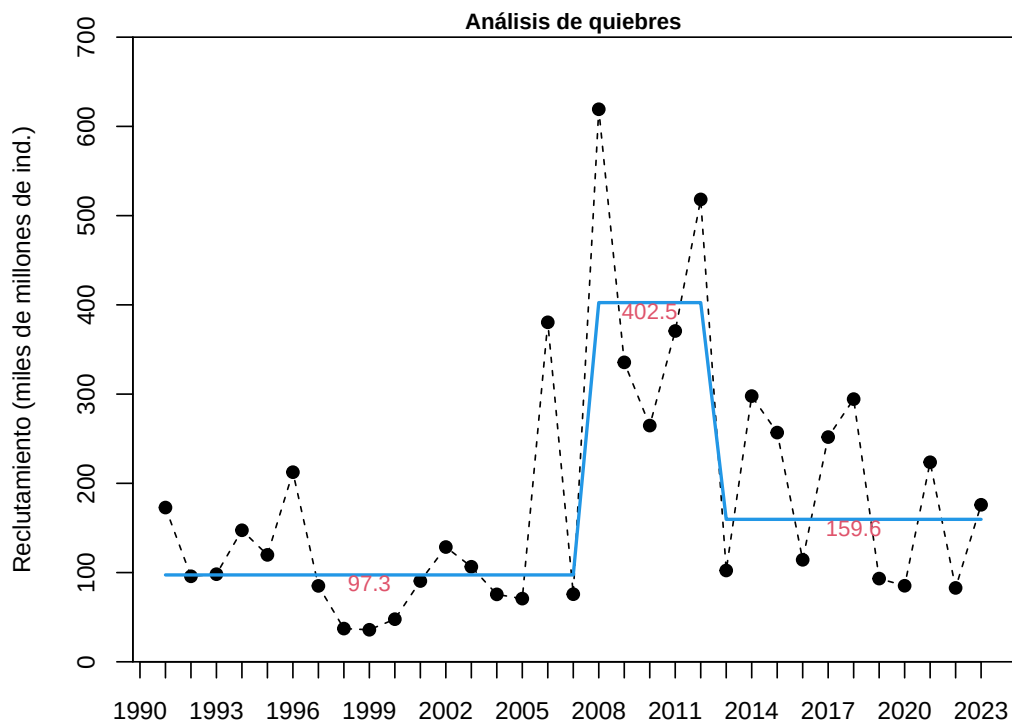


Figura 3. Análisis de quiebres de la serie histórica de los reclutamientos de sardina común.

²<https://cran.r-project.org/web/packages/strucchange/strucchange.pdf>

2.0.1.2.2. Supuesto de pesos medios a la edad utilizado en la proyección

En relación a los pesos medios a la edad utilizados en la proyección del stock y cálculo de CBA, se utiliza el promedio de los últimos 5 años (**Figura 4**). Este supuesto fue acordado con el CCT-PP en la sesión 02/2019³. Los pasos siguientes son proyectar la población para la estimación de la Captura en número y peso con una estrategia de explotación que consiste en aplicar una tasa de explotación constante, equivalente a la mortalidad por pesca F_{RMS} en año biológico (**Tabla 4**).

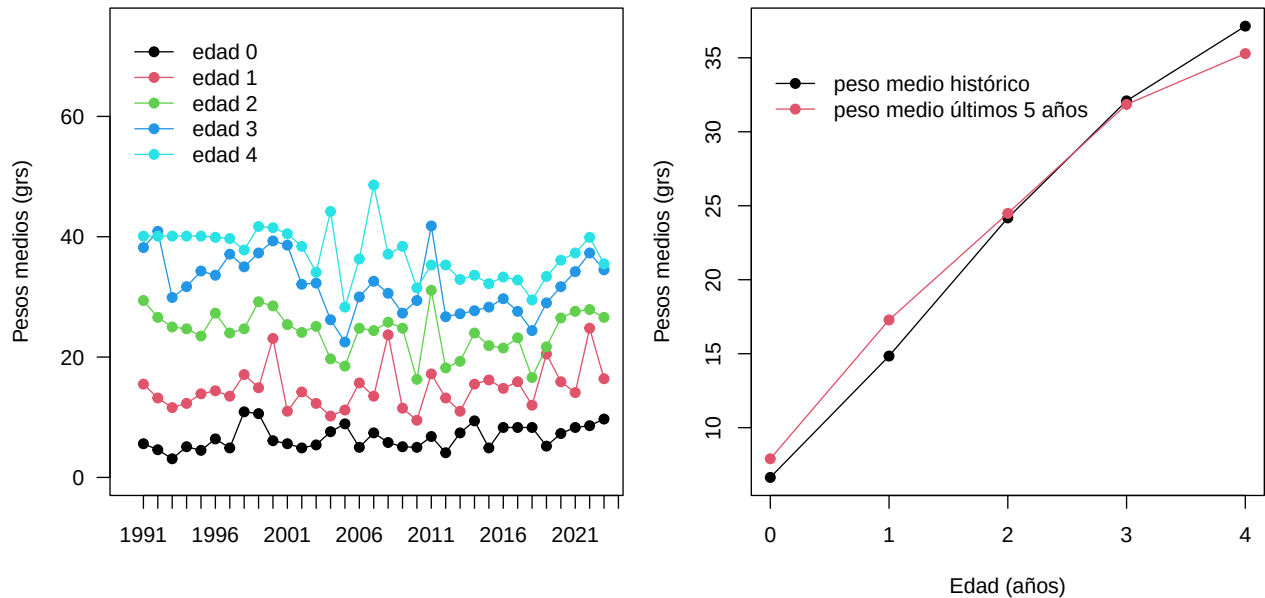


Figura 4. a) Variabilidad de los pesos medios de cada grupo de edad (edad 0 a 4) y b) comparación del supuesto de pesos medios igual al promedio histórico vs peso promedio de los últimos 5 años de la serie.

2.0.1.3. Paso 2: Captura del año actual (Y_{RMS}) aplicando F_{RMS}

Esta captura es estimada en la 1era y 2da revisión de CBA (asesorías de marzo y julio), cuando se cuenta con información del año biológico actualizado con las biomásas acústicas de los cruceros de verano y otoño respectivamente y otras fuentes de información.

Captura en número del año biológico actual

$$C_{RMS} = \frac{F_{RMS}}{Z_{RMS}} N_{naños} (1 - \exp(-Z_{RMS}))$$

Captura en peso del año biológico actual

$$Y_{RMS} = \sum C_{RMS} w_{5años}^{med}$$

³http://www.subpesca.cl/portal/616/articles-105403_documento.pdf

Tabla 4. Proceso de estimación de la Captura (Y_{PRMS}) proyectada en año biológico aplicando F_{RMS}

Descripción	Ecuación*
Condición de partida para la proyección	$N_p = N_{naños}, S_p = S_{naños}$
Escenario de reclutamientos: R_p reclutamiento promedio de los años iniciales entre los años 1997-2009, n es el número de años iniciales	$R_{p(a=0)} = \frac{\sum R_{(1997-2009)}}{n_{(1997-2009)}}$
Escenario de reclutamiento: R_p reclutamiento promedio histórico 1997-año actual, n es el número de años del período	$R_{p(a=0)} = \frac{\sum R_{(1997-añoactual)}}{n_{(1997-añoactual)}}$
Escenario de reclutamientos: R_p reclutamiento promedio entre los años 2010 - año actual, n es el número de años del período	$R_{p(a=0)} = \frac{\sum R_{(2010-añoactual)}}{n_{(2010-añoactual)}}$
Mortalidad por pesca y total al RMS	$F_{RMS} = sel_{naños} F_{60}(\%BDPR),$ $Z_{RMS} = F_{RMS} + M, S_p = exp(-Z_{RMS})$
Dinámica de la abundancia proyectada	$N_{p(a=0)} = R_p, N_{p(a+1)} = N_{p(a-1)} S_p,$ $N_{p(a=4)} = N_{p(a-1)} S_p + N_{p(a=4)} S_p$
Captura en número proyectada	$C_{PRMS} = \frac{F_{RMS}}{Z_{RMS} * N_{p(1-exp(-Z_{RMS}))}}$
Captura en peso proyectada	$Y_{PRMS} = \sum C_{PRMS} * w_{5años}^{med}$

* $N_{naños}$ es la abundancia a la edad del último año de evaluación; $S_{naños}$ es la sobrevivencia del último año de evaluación; R_p corresponde al reclutamiento proyectado al año t ; $sel_{naños}$ es la selectividad edad específica del último año de evaluación; F_{60} corresponde a la mortalidad por pesca que determina el 55% BD_0 establecido por el (CCT-PP); Z_{RMS} es la mortalidad total al RMS; M es la mortalidad natural; $N_{p(a=0)}$ es el reclutamiento proyectado; $N_{p(a+1)}$ es la abundancia en número a la edad $a + 1$; C_{PRMS} es la captura proyectada en número; Y_{PRMS} es la captura en peso proyectada y $w_{5años}^{med}$ corresponde al peso promedio de los últimos 5 años.

2.0.1.4. Paso 3a: Descuento del descarte a la Y_{RMS}

La actual Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA, N° 18.892) persigue la conservación y el uso sustentable de los recursos pesqueros mediante la aplicación del enfoque precautorio y ecosistémico, garantizando el resguardo de los ecosistemas marinos. En este contexto, el Artículo 7°B de la LGPA indica que no podrá realizarse el descarte de individuos de una especie objetivo, cualquiera sea su régimen de acceso, y su fauna acompañante, salvo que se i) haya fijado una cuota global anual de captura para la especie objetivo y, ii) que en el proceso de establecimiento de la cuota global anual de captura se haya considerado el descarte, entre otras restricciones indicadas por el citado artículo.

Para dar cumplimiento a esta normativa se estima una CBA_{total} que da cuenta de toda la mortalidad por pesca incluido el descarte. El CCT-PP debe establecer el rango de CBA que se construye a partir de una CBA máxima (CBA_{max}), es decir, el rango por ley es $(0,8 * CBA_{max}; CBA_{max})$. Esta CBA_{max} , deberá estimarse a partir de la CBA_{total} descontando el porcentaje de descarte supuesto para el año 2024. La proporción del descarte supuesto (pd) para el año 2024 y que deberá ser descontado de la CBA_{total} para establecer la CBA_{max} :

$$CBA_{max} = CBA_{total} - pd * CBA_{total}$$

Considerando que el modelo de evaluación de stock de sardina común emplea información agregada en año biológico, la población es proyectada uno o dos años biológicos hacia el futuro (a inicios de julio de un año a junio del año siguiente). Por consiguiente, el descuento del descarte en año biológico se realiza a la Y_{RMS} de cada año biológico proyectado:

$$Y_{RMS_t} = (Y_{RMS_t} - pd * Y_{RMS_t})$$

$$Y_{RMS_{t+1}} = (Y_{RMS_{t+1}} - pd * Y_{RMS_{t+1}})$$

2.0.1.5. Paso 3b: Estimación de la Captura Biológicamente Aceptable (CBA)

El cálculo de la captura en año calendario se obtiene como el promedio ponderado según la estacionalidad semestral de la pesquería. El análisis de quiebres de la serie de proporción de desembarques del primer semestre muestra que a partir del 2010 la proporción disminuye en torno al 70 % para el primer semestre (**Figura 5**). De este modo, el cálculo de CBA se obtiene como el promedio ponderado según la estacionalidad semestral de la pesquería del período más reciente en 70 % para el primer semestre y 30 % para el segundo semestre del año calendario. Este supuesto fue acordado con el CCT-PP en la sesión 02/2019⁴. Este criterio fue revisado por el CCT-PP en la primera sesión de 2022 (sesión 01/2022⁵), en la cual se acordó que para el Hito 2 del ciclo de manejo, se descontará de la captura del año biológico actualizada (Y_{RMS_t}) el desembarque del segundo semestre del año calendario previo y, en el caso de asignación de remanentes, el saldo de cuota del año calendario previo.

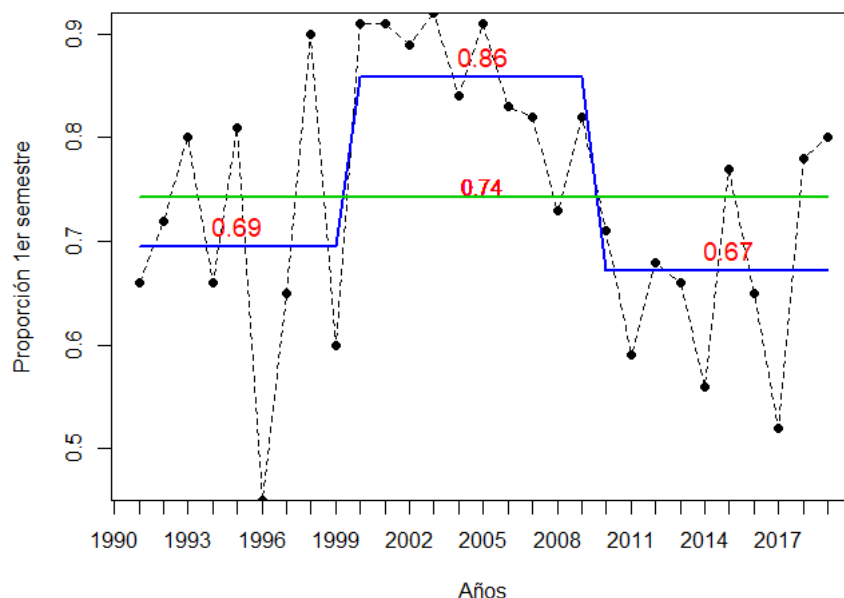


Figura 5. Serie histórica de la proporción de los desembarques de sardina común durante el primer semestre.

⁴http://www.subpesca.cl/portal/616/articles-105403_documento.pdf

⁵https://www.subpesca.cl/portal/616/articles-113988_documento.pdf

2.0.1.6. Paso 3c: Descuento del remanente

En el contexto de haberse autorizado la extracción de remanentes de cuotas anuales de captura no consumidos por la pesca artesanal en los años 2020, 2021 y 2022 (Leyes N° 21.321 , N° 21.414 y N° 21.525), durante la sesión N° 5 del CCT-PP (10 y 11 de agosto 2023) se realizó una revisión de los siguientes aspectos: a) Criterios especificados en las tres Leyes de autorización de remanentes que permiten el traspaso de los saldos de cuota no capturados, b) revisión del consumo y saldo de cuotas asignadas de los años 2020 al 2023 y del consumo y saldo de la cuota remanente de los años 2020 al 2022 c) Descripción del procedimiento de cálculo de la CBA utilizado en los distintos hitos del ciclo de manejo de las pesquerías pelágicas d) Revisión de la incorporación de saldos no capturados (remanentes) en el procedimiento de cálculo de la CBA implementado en los distintos hitos del ciclo de manejo y e) Propuesta de mejoras de corto y mediano plazo para la incorporación del remanente en el procedimiento de cálculo de la CBA a partir el Hito 1. El resumen de esta revisión se encuentra en *ANEXO III* de este informe.

En esta sesión se acordó la incorporación del remanente en el procedimiento de cálculo de la CBA a partir el Hito 1. Para el caso de las pesquerías pelágicas centro-sur se considera la propuesta de corto plazo que consiste en calcular un nivel de resguardo de la C_{RMS} ($\alpha * C_{RMS}$) que considera el descarte y escenarios de remanente para evitar aumentar el riesgo de sobrepesca por estas causas (**Figura 6**).

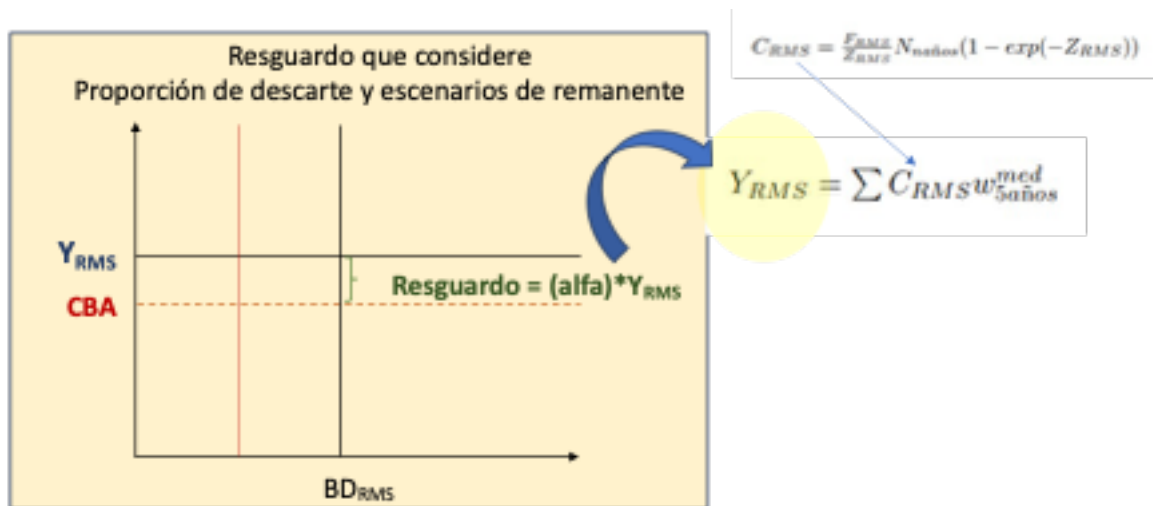


Figura 6. Propuesta de corto plazo para la incorporación de un nivel de resguardo para evitar el riesgo de sobrepesca por causa del descarte y remanente.

$$Resguardo = \alpha = 1 - \left(\frac{CBA(i, j, k, l)}{C_{RMS}(i)} \right) \quad (1)$$

Donde la $CBA(i, j, k, l)$ es la CBA estimada para cada escenario de reclutamiento (i) y descuento de descarte (j) y remanente (k) y para cada percentil de probabilidad (l) y C_{RMS} corresponde a la media (50 % probabilidad) estimada para cada escenario de reclutamiento, sin descuento de descarte y remanente.

■ Método de cálculo remanentes 2023

Con el fin de abordar posibles escenarios de remanentes, tal como se acordó en la quinta sesión del Comité Científico Técnico de Pesquerías Pelágicas (CCT-PP), Subpesca ha formulado las siguientes solicitudes a la Unidad de Control de Cuotas de SERNAPESCA:

1. Determinar la magnitud total de los saldos no capturados por parte del sector artesanal desde el inicio de 2023 hasta la fecha actual, en relación con los recursos pelágicos.
2. Calcular la magnitud total de los remanentes correspondientes al sector artesanal durante el mismo período de 2023 hasta la fecha actual, en referencia a los recursos pelágicos. Este cálculo deberá contemplar dos escenarios diferentes que permitan un máximo de remanente del 30 % y 20 %, respectivamente, con respecto a su unidad asignataria. Dicho cálculo se realizará tomando en consideración el saldo de la unidad asignataria en relación con la cuota asignada a dicha unidad asignataria. Estos escenarios se han propuesto en respuesta a nuevas consideraciones planteadas por el sector.

A continuación se describen los escenarios de remanente calculados en base a los datos de control cuota (**Tabla 5**), los cuales serán incorporados en el cálculo de CBA 2024.

- **Remanente base 30 %:** Para el cálculo de los saldos totales por pesquería, se utilizaron las planillas de control de cuotas, actualizadas hasta el 16/08/2023. Se utilizó el valor de la columna “Saldo”. Para cada región se sumaron los valores, contando los excesos. En la suma se consideraron los saldos de las cuotas artesanales macrozonales, regionales, RAE y de cesiones individuales y colectivas. No se contabilizaron los saldos de las cuotas de fauna acompañante. Posteriormente se sumaron la totalidad de los saldos de todas las regiones, correspondientes a la pesquería.

Para el caso de Anchoveta y Sardina común V-X, en caso que corresponda, se aplica la imputación conjunta y el valor resultante se suma a los saldos.

- **Remanente alternativo 30 %:** Para el cálculo de los saldos, con un límite del 30 %, se entiende que la aplicación del 30 % es considerando la cuota asignada y el saldo por cada unidad asignataria (UA). En el caso de que el saldo de una UA sea superior al 30 % de la cuota asignada, se considera como saldo

de esa UA el 30 % de la cuota asignada. En caso de que el saldo sea menor, se considera la totalidad del saldo.

Para el caso de Anchoqueta y Sardina común V-X, en caso que corresponda, se aplica la imputación conjunta y al valor resultante se analiza si cumple el criterio del 30 %.

Luego del análisis del 30 % se suman los valores de los saldos resultantes con los mismos criterios utilizados para el cálculo del saldo total no capturado.

- **Remanente alternativo 20 %:** Para el cálculo de los saldos, con un límite del 20 %, se entiende que la aplicación del 20 % es considerando la cuota asignada y el saldo por cada unidad asignataria (UA). En el caso de que el saldo de una UA sea superior al 20 % de la cuota asignada, se considera como saldo de esa UA el 20 % de la cuota asignada. En caso de que el saldo sea menor, se considera la totalidad del saldo.

Para el caso de Anchoqueta y Sardina común V-X, en caso que corresponda, se aplica la imputación conjunta y al valor resultante se analiza si cumple el criterio del 20 %.

Luego del análisis del 30 % se suman los valores de los saldos resultantes con los mismos criterios utilizados para el cálculo del saldo total no capturado.

■ **Remanente base 30 % corregido:**

Dado que la actualización del saldo de cuota se llevará a cabo con información correspondiente a septiembre-diciembre de 2023, se ha contemplado un escenario de remanente base del 30 %, el cual será ajustado en función de un supuesto de consumo de cuota para el período comprendido entre septiembre y diciembre. Para realizar este ajuste, se tomará como punto de referencia la magnitud mensual de los desembarques registrados en los últimos 5 años durante el mismo período (septiembre a diciembre), información proporcionada por la Unidad de Control de Cuotas de SERNAPESCA (**Tabla 6**). El promedio de estos desembarques (53.354 toneladas) se restará al escenario base a fin de calcular el escenario corregido (89.723-53.354).

Tabla 5. Escenarios de remanente 2023 calculados en base a planillas de control cuotas actualizadas hasta el 16/08/2023.

	Remanente toneladas
Remanente base 30 %	89.723
Remanente alternativo 30 %	46.322
Remanente alternativo 20 %	33.385
Remanente base 30 % corregido	36.369

Tabla 6. Capturas desembarcadas por año y mes

Año	Mes	Captura toneladas
2.018	Septiembre	161
2.018	Octubre	10.469
2.018	Noviembre	47.185
2.018	Diciembre	7.840
2.019	Septiembre	14
2.019	Octubre	5
2.019	Noviembre	45.536
2.019	Diciembre	30.366
2.020	Septiembre	25
2.020	Octubre	4.768
2.020	Noviembre	29.067
2.020	Diciembre	24.456
2.021	Septiembre	2
2.021	Octubre	4.915
2.021	Noviembre	19.249
2.021	Diciembre	6.932
2.022	Septiembre	0
2.022	Octubre	2.579
2.022	Noviembre	18.858
2.022	Diciembre	14.344

2.0.1.7. Paso 3d: Percentiles de probabilidad de sobrepasar el objetivo de manejo F_{RMS}

Se considera el establecimiento de un percentil entre un 10 % - 50 % de probabilidad que corresponde a una distribución de probabilidad acumulada (**Figura 7**). El CCT-PP determina el rango de CBA considerando el descuento de descarte y seleccionado el percentil de probabilidad y escenario de reclutamiento proyectado. Dado la alta incertidumbre existente en el momento de definir la CBA inicial, el CCT-PP selecciona el escenario de reclutamiento más precautorio y un percentil de probabilidad inferior al 50 %. Este percentil de probabilidad es equivalente a un nivel de resguardo que se calcula a partir de la CBA estimada para cada percentil de probabilidad y la captura al RMS, de este modo, se tiene un nivel de referencia de cuanto se está resguardando.

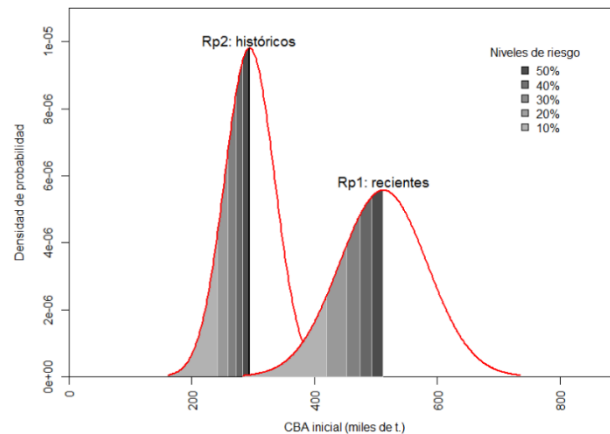


Figura 7. CBA inicial ante distintos percentiles de probabilidad de exceder la estrategia de explotación y bajo un escenario de reclutamiento histórico y reciente.

2.0.2. Proyección del stock

Se analizaron las probables trayectorias de la biomasa desovante como consecuencia de la aplicación de mortalidad por pesca igual a F_{RMS} , considerando la incertidumbre del estatus (e.g., matriz de varianza/covarianza de ADMB) y los posibles estados de la naturaleza a futuro (e.g., niveles probables de reclutamiento futuro, escenarios de reclutamiento). Lo anterior permite analizar los niveles de riesgo de no alcanzar el objetivo de manejo BD_{RMS} en el mediano plazo (2 años biológicos hacia el futuro), considerando la incertidumbre del estatus (probabilidad de sobre-explotación y/o colapso) y los probables estados de la naturaleza a futuro.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Payá, I., Canales, C., Bucarey, D., Canales, M., Contreras, F., Leal, E., Tascheri, R., Yáñez, A., Zúñiga, M. J., Clark, W., Dorn, M., Dunn, M., Fernández, C., Haddon, M., Klaer, N., & Sissenwine, M. (2014). *Revisión de los puntos biológicos de referencia (Rendimiento Máximo Sostenible) en las pesquerías nacionales. Informe Final. Convenio II: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales 2014. Subsecretaría de Economía y EMT / IFOP, Chile* (pp. 1–49 +Anexos). https://www.researchgate.net/publication/301698303_Revision_de_los_puntos_biologicos_de_referencia_Rendimiento_Maximo_Sostenible_en_las_pesquerias_nacionales_Review_of_Biological_Reference_Points_for_main_chilean_fisheries
- Pikitch, E. K. (2012). The risks of overfishing. *Science*, 338(6106), 474–475. <https://doi.org/10.1126/science.1229965>

Contribuimos a la
sostenibilidad de los recursos
marinos de todos los chilenos.



 www.ifop.cl

 info@ifop.cl

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - CHILE