

RESULTADOS PARA PRIMER INFORME

Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentables de anchoveta, Región de Valparaíso a la Región de Los Lagos, año 2023

María José Zúñiga

September 06, 2022

Resumen

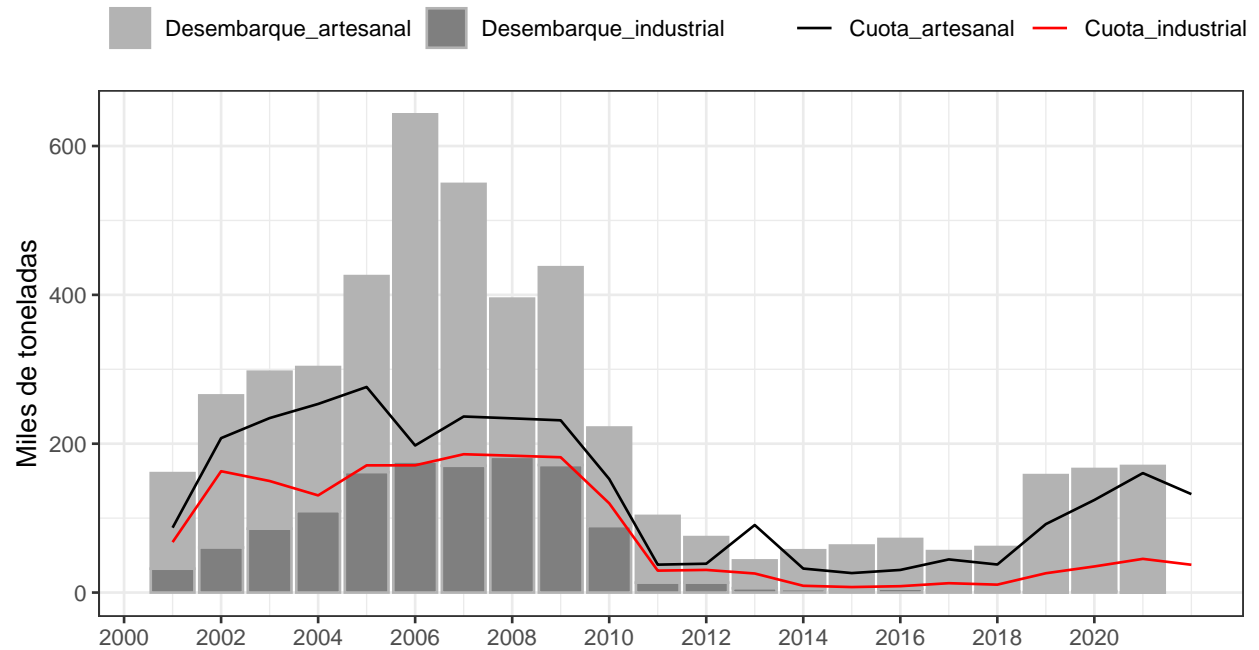
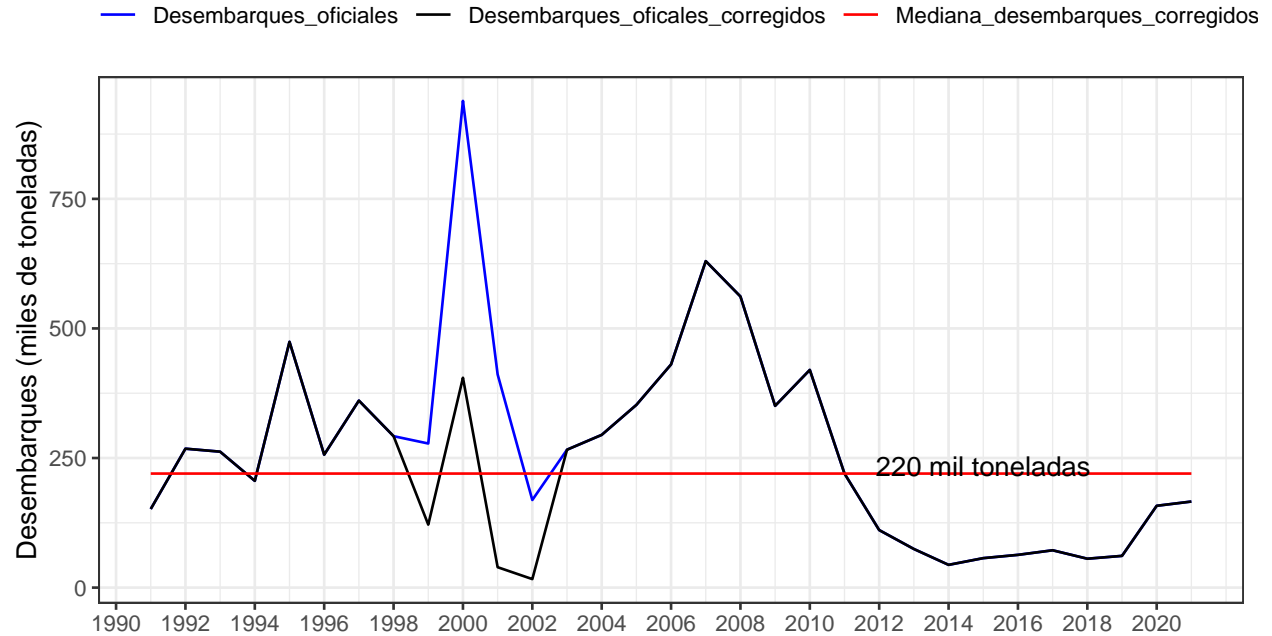
Este reporte contiene los principales resultados de los objetivos 1, 2 y 3, utilizados para generar el Primer informe de Estatus 2021/2022 y CBA 2023 de anchoveta de las regiones de Valparaíso a Los Lagos. Los códigos utilizados para generar este reporte se puede encontrar en el repositorio de github Anchoveta. El código que genera este reporte es FigyTab_PrimerInforme.Rmd.

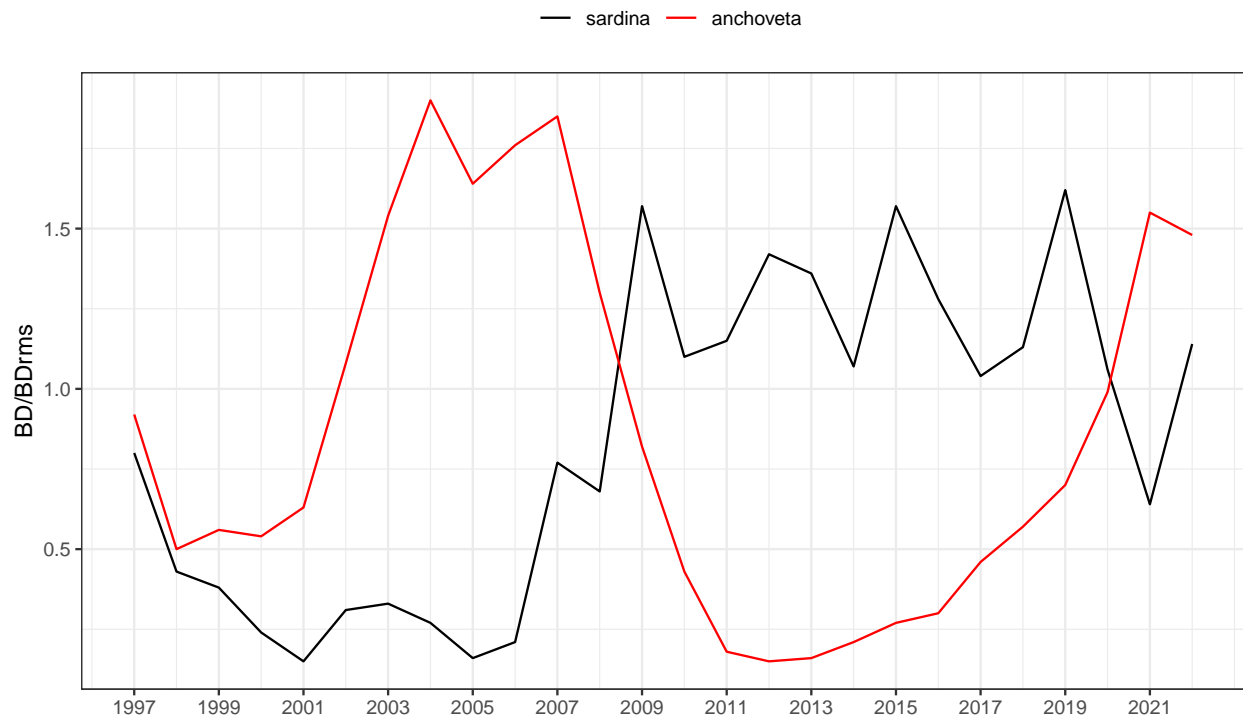
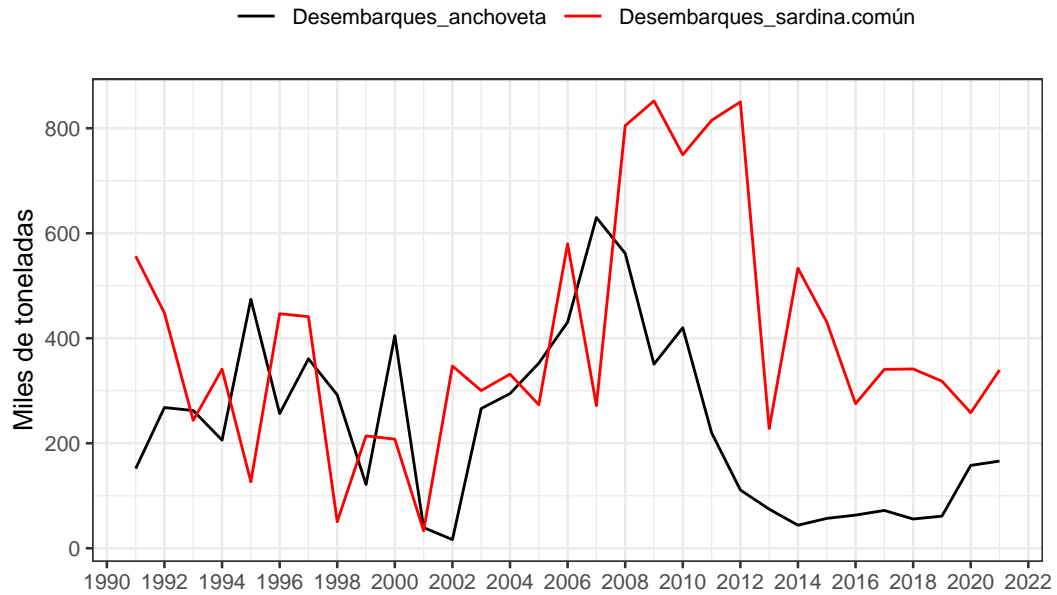
Índice

0.1. ANTECEDENTES	2
0.2. METODOLOGÍA	4
0.3. Datos de entrada al modelo	4
1. RESULTADOS	11
1.1. Ajuste del modelo a los datos y análisis de residuos	11
1.2. Comparación con asesorías previas	11
1.3. Análisis retrospectivo	12
1.4. Perfiles de verosimilitud	12
1.5. Tendencias poblacionales	12
1.6. Puntos Biológicos de Referencia (PBRs)	13
1.7. Estado de explotación	13
1.8. Proyección del stock años 2022/2023 y 2023/2024	14
1.9. Captura Biológicamente Aceptable año 2023 inicial	15
FIGURAS	16



0.1. ANTECEDENTES

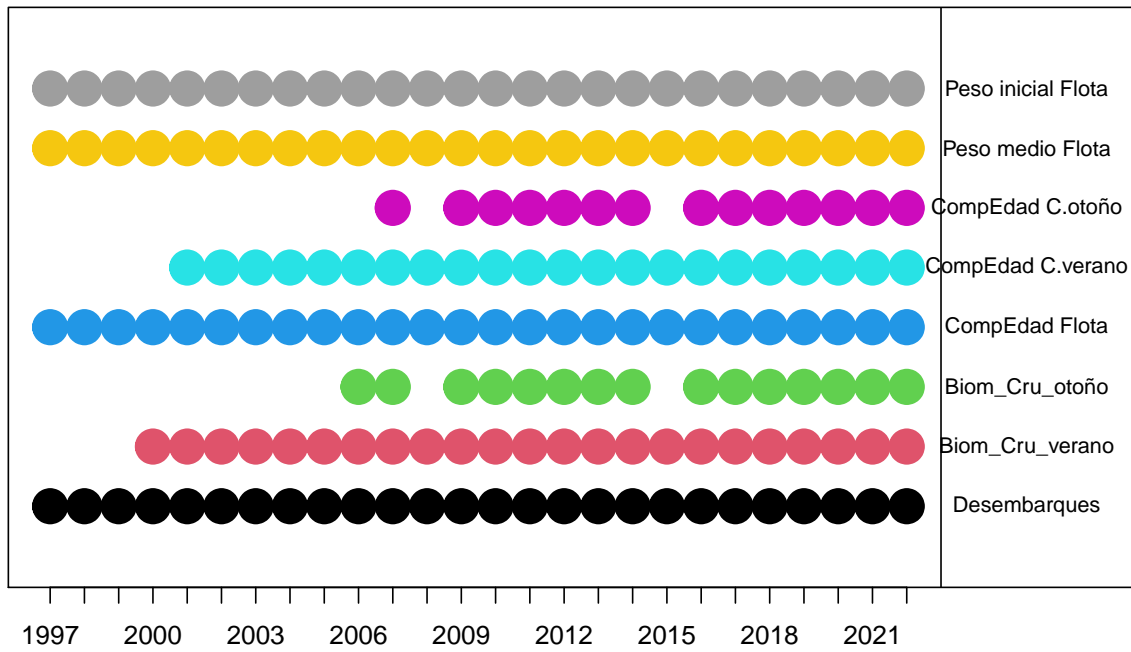






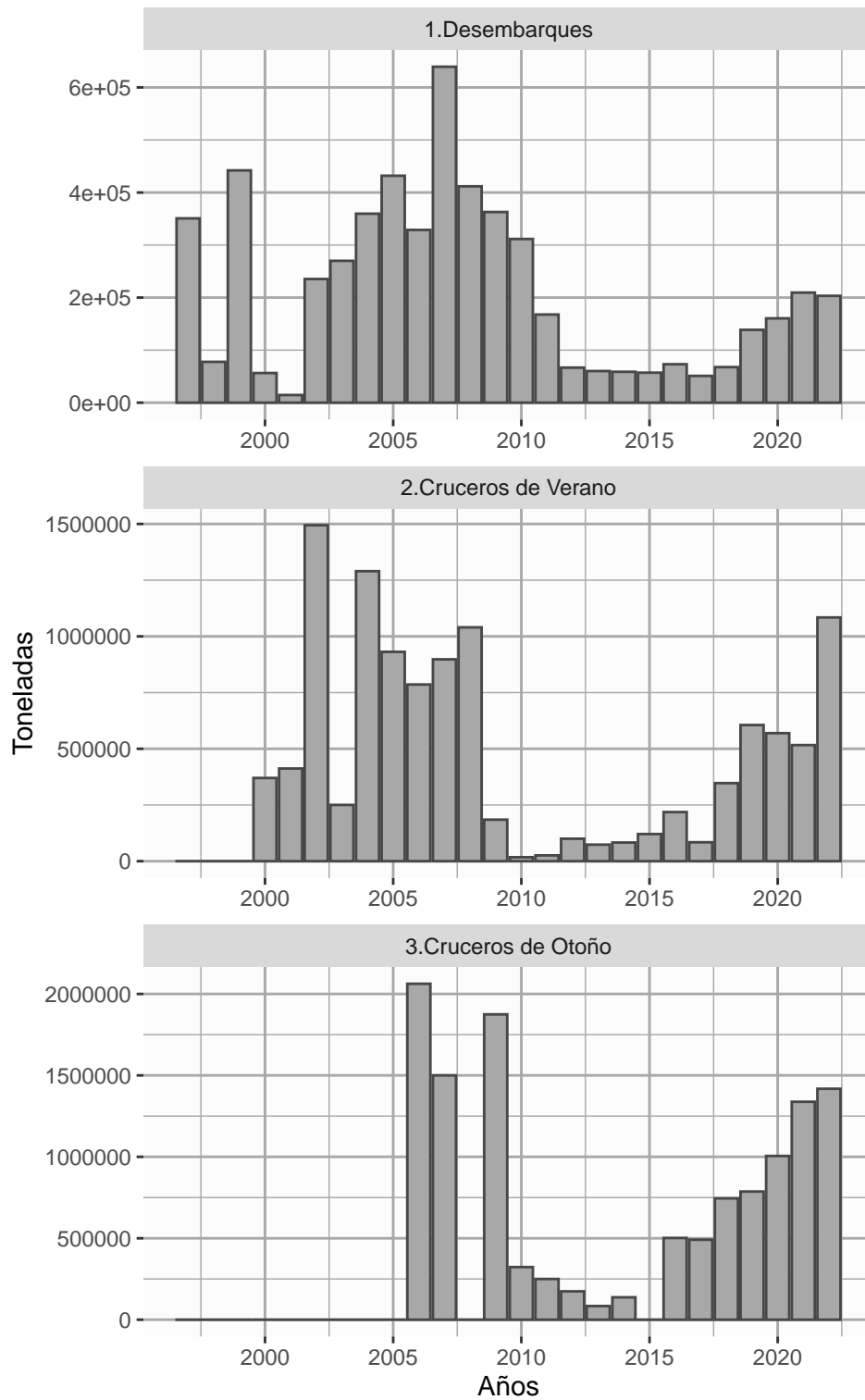
0.2. METODOLOGÍA

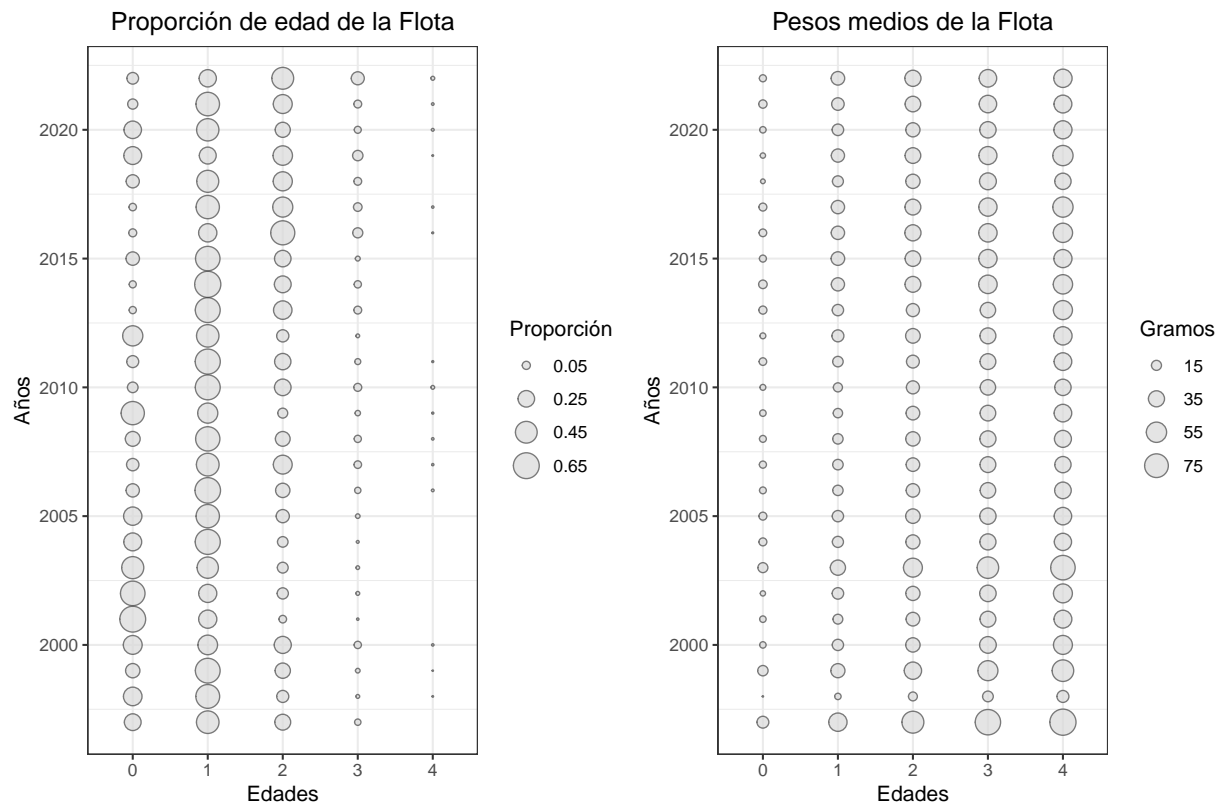
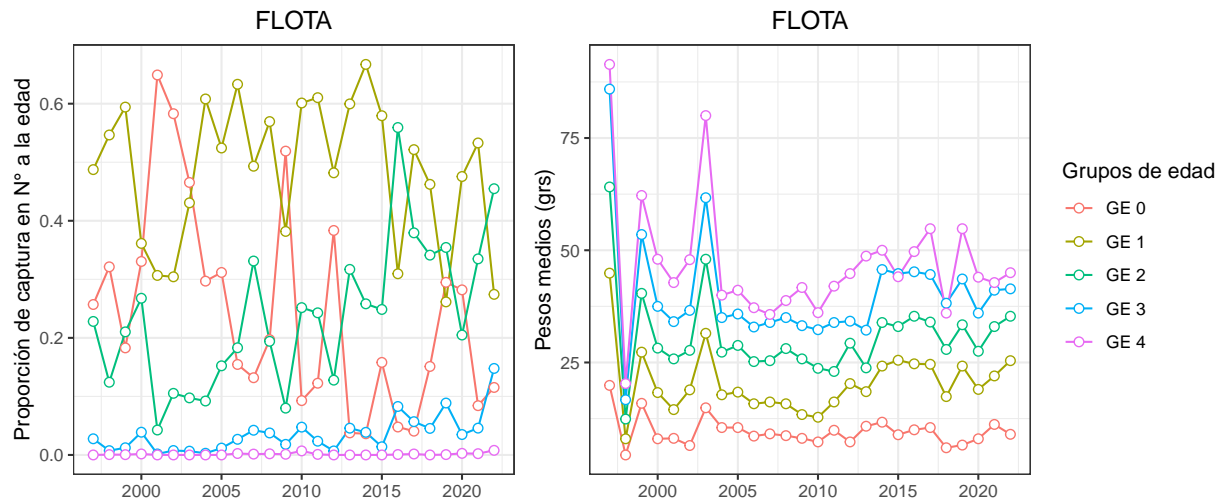
0.3. Datos de entrada al modelo

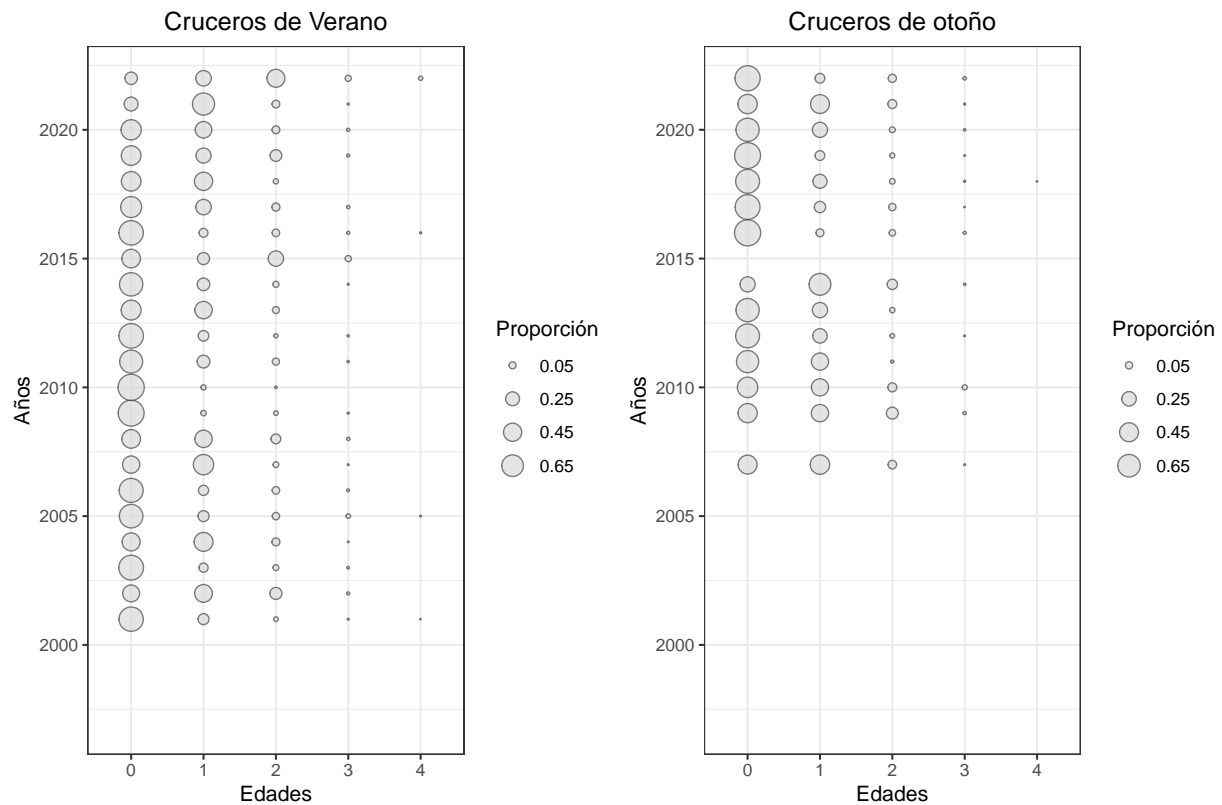
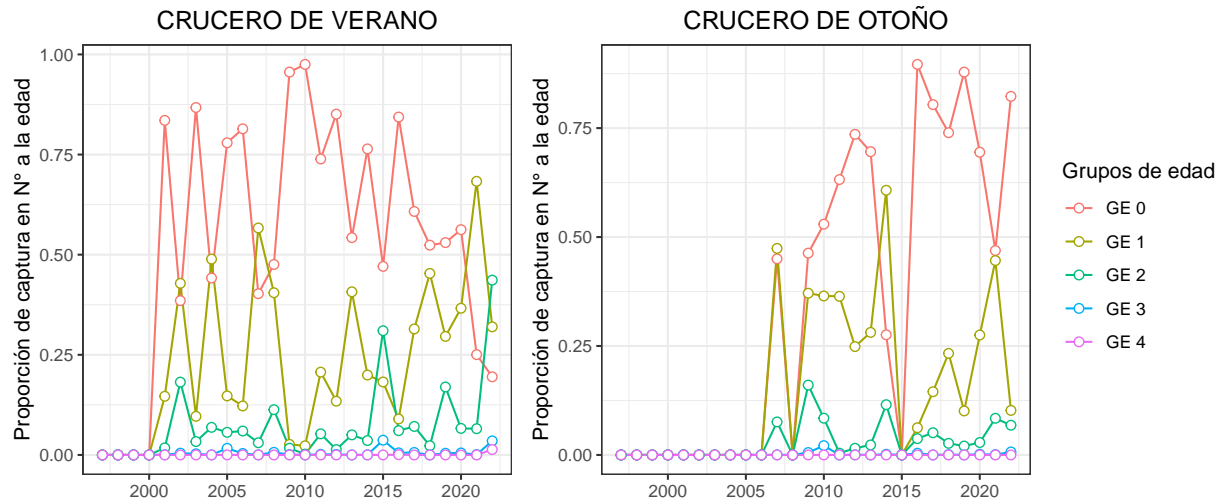


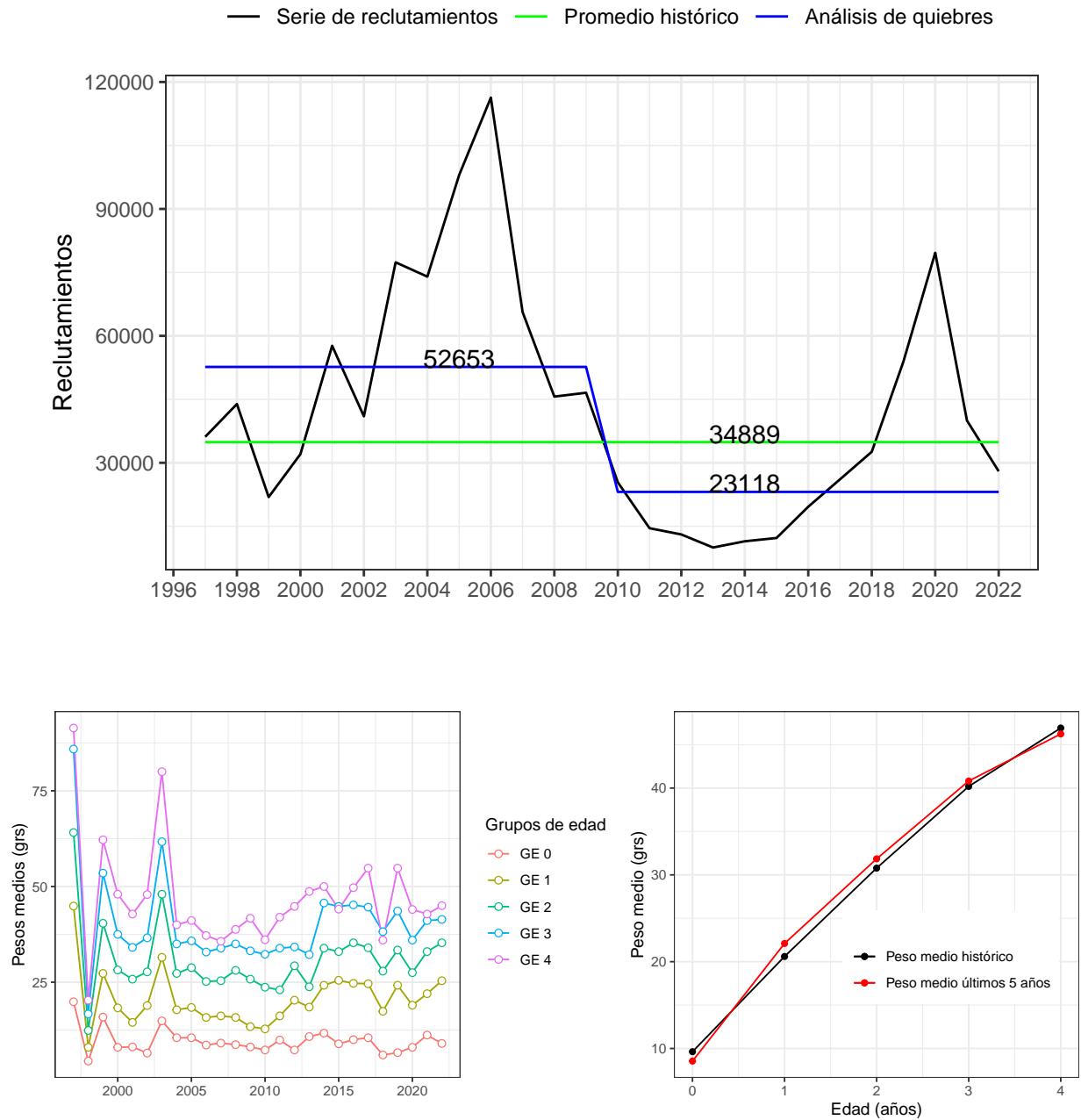


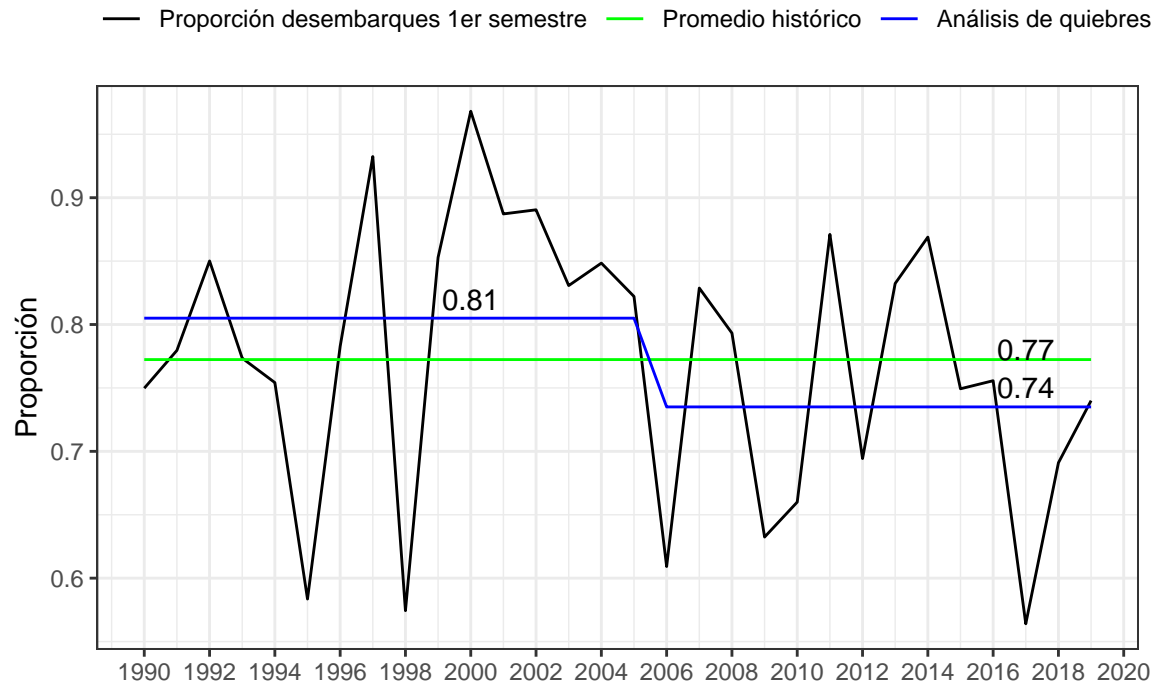
Año.biológico	Desembarques.t.	Porcentaje.descarte	Captura.descartada.t.	Captura.total.t.
1996-97	350755	0 %	0	350755
1997-98	77701	0 %	0	77701
1998-99	442110	0 %	0	442110
1999-00	56441	0 %	0	56441
2000-01	13986	4 %	559	14545
2001-02	226307	4 %	9052	235359
2002-03	259572	4 %	10383	269955
2003-04	345847	4 %	13834	359681
2004-05	415290	4 %	16612	431902
2005-06	316159	4 %	12646	328805
2006-07	614773	4 %	24591	639364
2007-08	395911	4 %	15836	411747
2008-09	348914	4 %	13957	362871
2009-10	299548	4 %	11982	311530
2010-11	161306	4 %	6452	167758
2011-12	64116	4 %	2565	66681
2012-13	57910	4 %	2316	60226
2013-14	56524	4 %	2261	58785
2014-15	54919	4 %	2197	57116
2015-16	70367	4 %	2815	73181
2016-17	49016	4 %	1961	50977
2017-18	66757	1,4 %	935	67692
2018-19	135804	2,1 %	2852	138656
2019-20	157646	1,8 %	2838	160484
2020-21	205398	2 %	4108	209506
2021-22	199343	2 %	3987	203330













1. RESULTADOS

1.1. Ajuste del modelo a los datos y análisis de residuos

El modelo de evaluación utilizado para estudiar la dinámica del stock, sigue la tendencia general de las estimaciones de biomasa de los cruceros hidroacústicos, principalmente a partir del año 2009. El modelo reproduce de manera satisfactoria los bajos niveles poblacionales en el período 2009-2015 y su tendencia al incremento a partir del año 2016. El modelo representa principalmente la tendencia que muestra el crucero de otoño. Los valores más altos del crucero de verano, que poseen mayor incertidumbre, no son ajustados de manera satisfactoria (período 2002-2008 y 2022). La alta variabilidad de estos índices de abundancia se evidencia en la amplitud de los intervalos de confianza supuestos con un coeficiente de variación de $cv=0,3$ (**Figura 1**). Para el año 2022 el modelo no logra capturar el incremento que se observa al incorporar la biomasa del crucero de verano 2022, sin embargo, la información del crucero de otoño es ajustada adecuadamente. El suavizador tipo loess de los residuales del modelo sugieren tendencias leves. El diagrama QQ corrobora, en términos generales, la linealidad en la escala log en todos los índices. No obstante, observando la mayor variabilidad y lejanía relativa respecto de la línea esperada, el análisis evidencia la falta de ajuste a los valores más altos del crucero de verano. Los datos de la captura (desembarques), se asumen insesgados y precisos con un $cv=0,01$, lo cual es reflejado en un buen ajuste del modelo a los valores observados (**Figura 2**).

En relación al ajuste a los datos de composiciones de edades, se observa que el modelo recoge la variabilidad general de la estructura de edades proveniente de la flota, con patrones de sobre-estimación del grupo de edad 0 desde el 2010 al 2018 producto de los bajos niveles de abundancia registrados en ese período (**Figura 3**). En el caso de los cruceros, el modelo muestra un mejor desempeño en ajustar la composición de edades de los estudios de verano (**Figura 4**). En el caso de los cruceros de otoño, el ajuste es menos consistente, subestimando el GE de 0 en los últimos años (**Figura 5**). El comportamiento de los residuales a las composiciones de edades de la flota, sugieren patrones de subestimación del grupo de edad 0 entre los años 2001 al 2009 y de sobre-estimación desde el 2010 al 2018 correspondiente al período con bajos niveles poblacionales. En el caso de los cruceros de verano, se observa una tendencia a sobreestimar el grupo de edad 0 desde el 2017 al 2022, mientras que en el caso de los cruceros de otoño se observan ciertos patrones que reflejan la tendencia a la subestimación del GE 0 desde el 2016 (**Figura 6**).

1.2. Comparación con asesorías previas

El stock de anchoveta en la UPCS comenzó a ser evaluada oficialmente en 1996 por Barria et al. (1998) y Barría et al. (1999), con métodos estructurados por edad en escala calendaria. En la asesoría de septiembre 2020 se realizó el cambio de modelo base de año calendario (MAE) a año biológico (MAEb), el cual fue adoptado por el CCT-PP en la sesión de mayo 2020 (Acta Sesión N°3). Este nuevo modelo base permite una mejor representación del reclutamiento y de la dinámica de anchoveta, disminuyendo la incertidumbre en los indicadores utilizados para medidas de manejo (Zúñiga et al., 2020). En la asesoría actual (julio 2022) se comparan los resultados de los principales indicadores de estatus del modelo base con versiones anteriores (marzo 2022, sept 2021, julio 2021, marzo 2021, sept 2020) para evaluar la consistencia de la evaluación presente (**Figura 7**). En general, existe consistencia en los resultados, en las asesorías de marzo se genera la mayor incertidumbre producto de la incompletitud de datos en este hito de revisión.



1.3. Análisis retrospectivo

En la **Figura ??** se muestra el patrón retrospectivo estándar y relativo de los reclutamientos, BD y F de la anchoveta en la UPCS para el modelo base actual (julio 2022). El análisis retrospectivo del modelo de evaluación muestra que en términos de rho (promedio de anomalías retrospectivas) la reducción de información genera un patrón de subestimación del reclutamiento ($\rho = -0,02$) y de la mortalidad por pesca ($\rho = -0,09$) y un patrón de sobre-estimación de la biomasa desovante ($\rho = 0,04$). En general, las estimaciones de reclutamientos, biomasa y F para los últimos años pueden variar sustancialmente entre las sucesivas actualizaciones, mientras que en los primeros años tienden a converger a valores estables. El año 2019 se genera un problema de convergencia producto del cambio de tendencia hacia el final de la serie. No obstante, el modelo presenta una baja varianza estadística los últimos años de la serie, lo que se traduce en una menor incertidumbre, generando estimaciones más confiables para medidas de manejo.

1.4. Perfiles de verosimilitud

La **Figura ??** muestra el perfil de verosimilitud de cada fuente de dato cuyo mínimo representa la estimación máxima a posteriori del reclutamiento medio (R_0) para cada fuente de error del caso base. El perfil de verosimilitud permiten conocer qué set de datos aporta más información a la estimación de R_0 , y adicionalmente, permite resolver problemas de mala especificación del modelo. En este caso se utilizó para el primer punto, donde destaca que los datos cuyos perfiles estuvieron más próximos entre si y la diferencia del log verosimilitud respecto del mínimo se elevó por sobre el criterio estadístico $\chi^2=1,92$ fue la proporción de edad de la flota (C_Edad_Flota). Es decir, la C_Edad_Flota presenta el mayor aporte estadístico en la asesoría actual. La biomasa del crucero de otoño (Bio_Pelaces) y la composición de edad del crucero de verano (C_Edad_Recl) estiman valores de R_0 menores a la Total, mientras que la biomasa del crucero de verano (Bio_Reclas) y la composición de edad del crucero de otoño (C_Edad_Pel) estiman valores de R_0 mayores a la Total. Las estimaciones de composiciones de edad generan estimaciones contrarias a las biomasa de cada crucero.

1.5. Tendencias poblacionales

La **Figura 8** y la **Tabla 1** muestran los cambios que ha experimentado anchoveta en sus tendencias poblacionales en un período de 26 años (1996/97 - 2021/22). El análisis respecto a la media histórica de los indicadores de estado y flujo ($R_{promedio} = 43$ mil millones de peces, $BT_{promedio} = 775$ mil t, $BD_{promedio} = 404$ mil t, $F_{mediana} = 0,68$) permite identificar claramente dos ciclos con altos y bajos niveles de abundancia de una duración de 10 años aprox. El período de altos niveles de abundancia de anchoveta se registra desde el año 2002/03 hasta el año 2008/09 con valores sobre el promedio histórico ($R_{alto} = 75$ mil millones de peces, $BT_{alto} = 1,42$ millones de t, $BD_{alto} = 716$ mil t). Los niveles bajo el promedio histórico se registran desde el año 2009/10 hasta el 2017/18 ($R_{bajo} = 18$ mil millones de peces, $BT_{bajo} = 275$ mil t., $BD_{bajo} = 143$ mil t). Respecto a la asesoría previa (marzo 2022) los reclutamientos incrementan un 34 %, la biomasa total incrementa un 4 % y la biomasa desovante disminuye un 1 %).

Los mayores niveles de mortalidad por pesca se registraron durante el período de baja abundancia ($F > F_{mediana}$) debido a los bajos rendimientos. A partir del año 2015/16, se observa el inicio de un nuevo ciclo con tendencia positiva generada por la fuerza de la clase anual reclutada que se incorpora a la población y a los bajos niveles de mortalidad por pesca ($F < F_{mediana}$). El incremento de los reclutamientos 2018/19 y 2019/20, la disminución de la mortalidad por pesca 2/3 por debajo de M ($M=0,7$ año⁻¹) y el incremento de la biomasa total y desovante 2019/20 permiten la recuperación de anchoveta centro-sur para los tres últimos



años de la serie. La mortalidad por pesca 2021/2022 actualizada en la asesoría actual es un 26 % menor al supuesto utilizado en la asesoría previa (marzo 2022) en torno al $F_{RMS} = 0,45$.

La selectividad de la flota indica que anchoveta es próximo a su completo reclutamiento a la pesquería a la edad de 2 años cuya retención es del orden del 97 %, mientras que los individuos de edad 0 y 1 son vulnerados en un 10 % y 67 % respectivamente. Respecto a la selectividad de los cruceros acústicos, en enero el arte de pesca selecciona el 60 % de peces de edad 0 y en mayo se selecciona un 82 % de peces de edad 0 y 100 % de peces de edad 1 (**Figura 9**).

1.6. Puntos Biológicos de Referencia (PBRs)

En la **Tabla 2** y **Figura 10** se presentan los valores calculados de F_{RMS} , BD_{RMS} y BD_{LIM} recomendados por el Comité Científico Técnico de Pequeños Pelágicos (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 PBRs (Payá et al., 2014). En relación al cálculo de BD_0 , en la sesión de agosto 2020 del CCT-PP se revisó los datos utilizados en la estimación de los Puntos Biológicos de Referencia (PBR) dado que el cambio del modelo de año calendario a año biológico provoca un acortamiento en la serie utilizada para la estimación de BD_0 de 19 a 12 años y considerando que la anchoveta cierra su ciclo decreciente iniciado el 2009, el cual en su oportunidad determinó su exclusión del cálculo de BD_0 a la hora de aplicar la metodología descrita en el taller de PBR (Payá et al., 2014), considerándose un caso excepcional. Conforme a lo anterior, el CCT-PP establece que para efectos de la determinación del estatus y CBA, se utilice la serie completa de datos para el cálculo de BD_0 . De esta manera se aplica íntegramente la metodología recomendada y se estandariza con lo aplicado en sardina común (Acta Sesión N° 5 20-21/08/2020¹).

Los pasos para el cálculo de BD_0 , BD_{RMS} y BD_{LIM} se describe en la **Tabla 2**. Este procedimiento busca encontrar un balance entre la serie histórica de las BD y de F a partir del cálculo de $BD_{promedio}$ y F_{mh} . Al respecto, la **Figura 10** muestra las series de Biomasa desovante y mortalidad por pesca junto a los PBRs calculados, donde se observa que en el período de menores niveles de BD se registraron los mayores niveles de F. Cuando los niveles de BD incrementan las Fs son bajas. Según Patterson (1992), para que el valor de F_{mh} fuera sostenible las biomásas deberían ser estables o crecientes y el nivel de F encontrarse bajo 2/3 de M. Respecto a la mortalidad por pesca al RMS, el CCT-PP recomendó considerar un F_{RMS} precautorio ($F_{60\%BDPR}$, **Figura 11**) debido a su condición de pesquería mixta junto a sardina común y por su rol ecosistémico, considerado clave para otros eslabones de la trama trófica.

1.7. Estado de explotación

Los resultados de este estudio muestran que entre los años 1996/97 y 2000/01 el stock de anchoveta centro-sur se encontraba sobre-explotado con biomásas por debajo del objetivo de manejo ($BD < BD_{RMS}$). A partir del 2001/02 se incrementan los niveles de biomasa desovante, permitiendo que el stock transite y se mantenga en una condición de plena-explotación hasta el 2007/08. No obstante, los niveles de reclutamiento para el año 2008 se reducen drásticamente generando niveles de biomasa desovante por debajo del promedio histórico para el 2008/09. Debido a la falla en los reclutamientos, desde el año 2009/10 la anchoveta de la zona centro-sur cambia drásticamente su estatus a una condición de agotamiento y/o colapso, manteniéndose en esa condición durante 8 años (2009/10 al 2016/17). A partir del año 2017/18 se manifiesta una recuperación del stock, transitando de la zona de colapso a la zona de sobre-explotación los años 2017/18 y 2018/19 y de plena-explotación los años 2019/20, 2020/21 y 2021/2022. En términos

¹http://www.subpesca.cl/portal/616/articles-108563_documento.pdf



de los niveles de mortalidad por pesca (F_t año⁻¹), en general, se ha mantenido históricamente por sobre el nivel objetivo de referencia F_{RMS} , no obstante, a partir del año 2016/17, los niveles de F_t estuvieron bajo el objetivo de manejo. Con respecto a la razón entre $F_{2021/2022}$ y F_{RMS} en la asesoría previa (marzo 2022) se asumió un valor en torno a F_{RMS} para el año actual ($F/F_{RMS} = 1$), a la espera de actualizar el valor de captura 2021/2022 en esta asesoría (julio 2022). Al respecto, se registraron capturas por debajo del RMS y por lo tanto, la mortalidad por pesca estimada con información actualizada es un 26 % menor al supuesto utilizado en la asesoría previa, por lo tanto, la razón entre $F_{2021/2022}$ y F_{RMS} disminuye a 0,73 (**Figura 12 y Tabla 3**).

Respecto a la condición actual de anchoveta centro-sur, los resultados actualizados con información completa de este estudio indican una recuperación del estatus generada por el incremento de los reclutamientos 2018/19 y 2019/20, la disminución de la mortalidad por pesca por debajo del objetivo de manejo ($F < F_{RMS}$) y 2/3 por debajo de M ($M=0,7$ año⁻¹) y el incremento de la biomasa total y desovante de los años 2019/20, 2020/21 y 2021/2022. Por lo tanto, anchoveta centro-sur se encuentra en una condición de plena-explotación sin probabilidad de sobre-explotación (0 %) (**Figura 13 y Tabla ??**).

1.8. Proyección del stock años 2022/2023 y 2023/2024

La proyección de la población se realizó 2 años biológicos hacia el futuro (julio 2021-junio 2022 y julio 2022-junio 2023) en base a tres escenarios de reclutamiento: a) un escenario favorable que consiste en el reclutamiento promedio del período 1997-2009 (59 mil millones de ind.), b) un escenario que representa el reclutamiento promedio histórico (43 mil millones de ind.) y un escenario que representa el período reciente entre el 2010-2021 (25 mil millones de ind.) (**Figura ??**), con una mortalidad por pesca en torno al F_{RMS} y pesos medios igual al promedio de los últimos 5 años.

Las **Figuras ?? y Tabla ??** indican que independiente del escenario de reclutamiento, en términos de biomasa desovante proyectada al 2021/2022 (554 mil t) se observa una disminución del 12 % respecto al año previo 2020/2021 (631 mil t), de este modo la probabilidad de sobreexplotación aumenta a un 13 % para el año biológico 2021/2022. Mientras que la biomasa desovante proyectada hacia el 2022/2023 depende del reclutamiento proyectado hacia el 2022 y 2023, de este modo, la probabilidad de sobreexplotación puede aumentar hasta un 60 % si los reclutamientos futuros retornan a los niveles promedios 2010-2021, o pueden disminuir a un 0 % si los reclutamientos se encuentran en torno al promedio de los años 1997-2009 (**Tabla ?? y Figura ??**).

La **Tabla ??** muestra la captura proyectada para los años biológicos 2021/2022 y 2022/2023 considerando una mortalidad por pesca igual al F_{RMS} , con sus respectivos escenarios de reclutamientos. El cálculo de la Captura al RMS (C_{RMS}) para el año calendario 2022 se obtiene como el promedio ponderado según la estacionalidad semestral de la pesquería que a la fecha se asume 70 % para el primer semestre ($C_{1erSem2022}$) y 30 % para el segundo semestre ($C_{2doSem2022}$). De este modo, la captura al RMS para el año biológico 2021/2022 ($C_{2021/2022}$) puede variar según el escenario de reclutamiento entre 192 mil t a 201 mil t. Si el 70 % de la captura 2021/2022 se realiza durante el primer semestre 2022, la captura puede variar entre 135 mil t a 141 mil t, dependiendo del reclutamiento 2022, considerando un resguardo del 2 % por causa del descarte.

El aporte del reclutamiento en la estimación de captura 2021/2022 es de un 8 % para un escenario de reclutamiento alto ($R_{1997-2009}$), de un 6 % para un escenario de reclutamientos promedio histórico y de un 3,6 % para un escenario de reclutamiento bajos ($R_{2010-2021}$) (**Figura ??**). En el caso de la captura



proyectada para el año 2022/2023, los escenarios de reclutamientos tienen un efecto en el grupo de edad 1, un 51,5 % para un escenario de reclutamiento alto ($R_{1997-2009}$), de un 44,6 % para un escenario de reclutamientos promedio histórico y de un 33,3 % para un escenario de reclutamiento bajos ($R_{2010-2021}$) (**Figura ??**), por lo tanto, es una estimación con mayor incertidumbre (**Figura ??**).

1.9. Captura Biológicamente Aceptable año 2023 inicial

El cálculo de la CBA inicial para el año calendario 2022 se obtiene como el promedio ponderado según la estacionalidad semestral de la pesquería que a la fecha se asume 70 % para el primer semestre y 30 % para el segundo semestre, bajo un criterio de explotación de F60 %SPR, sujeto a percentiles de probabilidad entre el 10 % y 50 %. La **Tabla ??** y **Figura ??** muestran los rangos de capturas para el año 2022 estimada bajo un escenario de $R_{1997-2009}$ podría situarse entre 161 mil t y 211 mil t; bajo un escenario de $R_{histórico}$ entre 147 mil t y 197 mil t y, bajo un escenario de $R_{2010-2021}$ entre 132 mil t y 182 mil t. Considerando el descuento del 2 % de descarte 2022, los rangos de capturas para el año 2022 estimada bajo un escenario de $R_{1997-2009}$ podría situarse entre 158 mil t y 207 mil t; bajo un escenario de $R_{histórico}$ entre 144 mil t y 194 mil t y, bajo un escenario de $R_{2010-2021}$ entre 129 mil t y 179 mil t. Para evaluar el efecto que tiene la decisión de la CBA en base a los percentiles (10 %-50 %) que en general son menores a la captura al RMS (percentil del 50 %), se calculó el resguardo a lo cual equivale cada percentil (**Tabla ??**). Esos niveles variaron entre un 5 % para un percentil del 40 % hasta un 26 % para un percentil de probabilidad del 10 %, considerando tres escenarios de reclutamiento.

FIGURAS

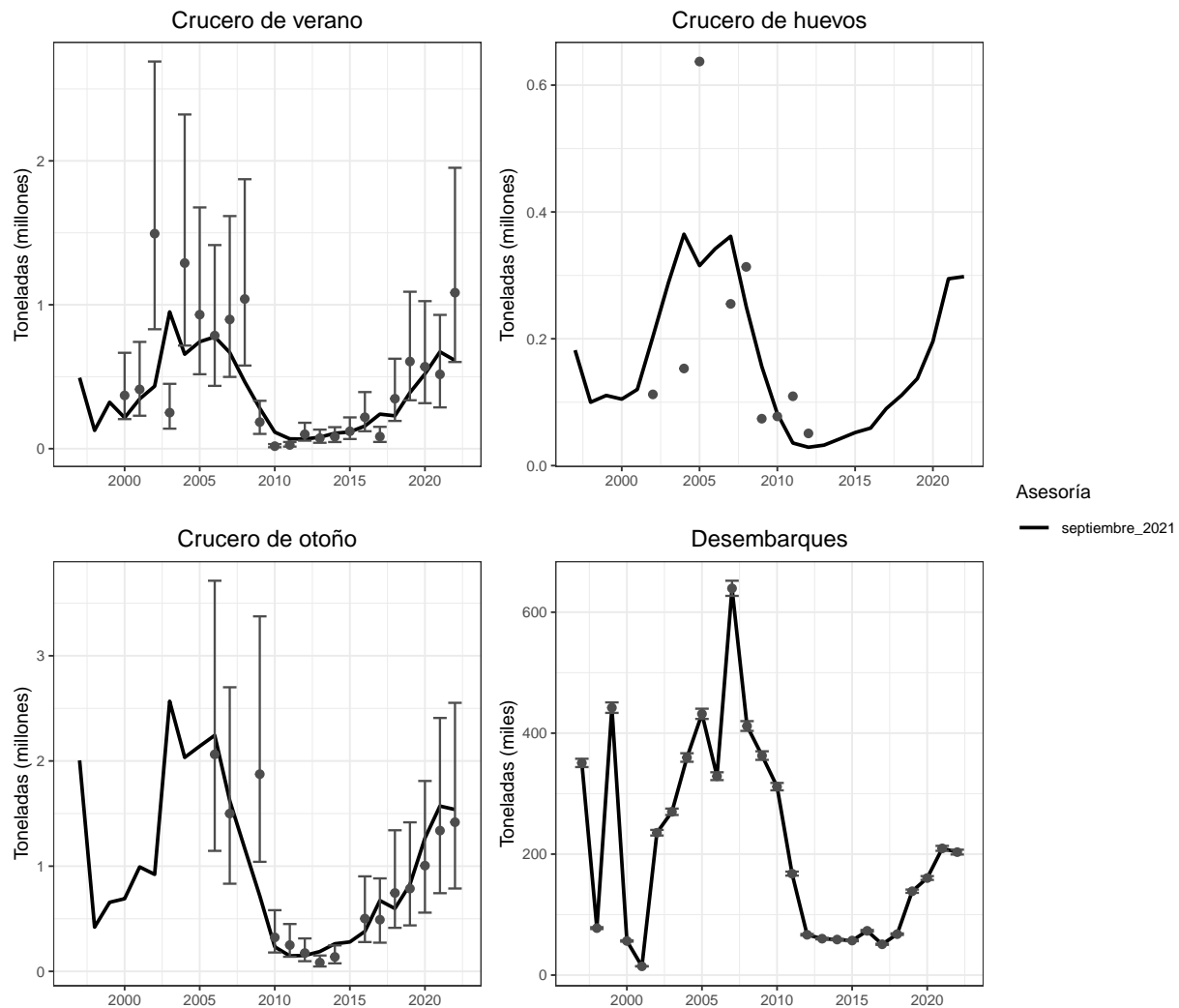


Figura 1. Ajustes del modelo anual en edades a los valores de biomاسas de cruceros de verano, otoño y desembarques. Las barras corresponden al intervalo de confianza asintótico y el círculo al valor del estimador

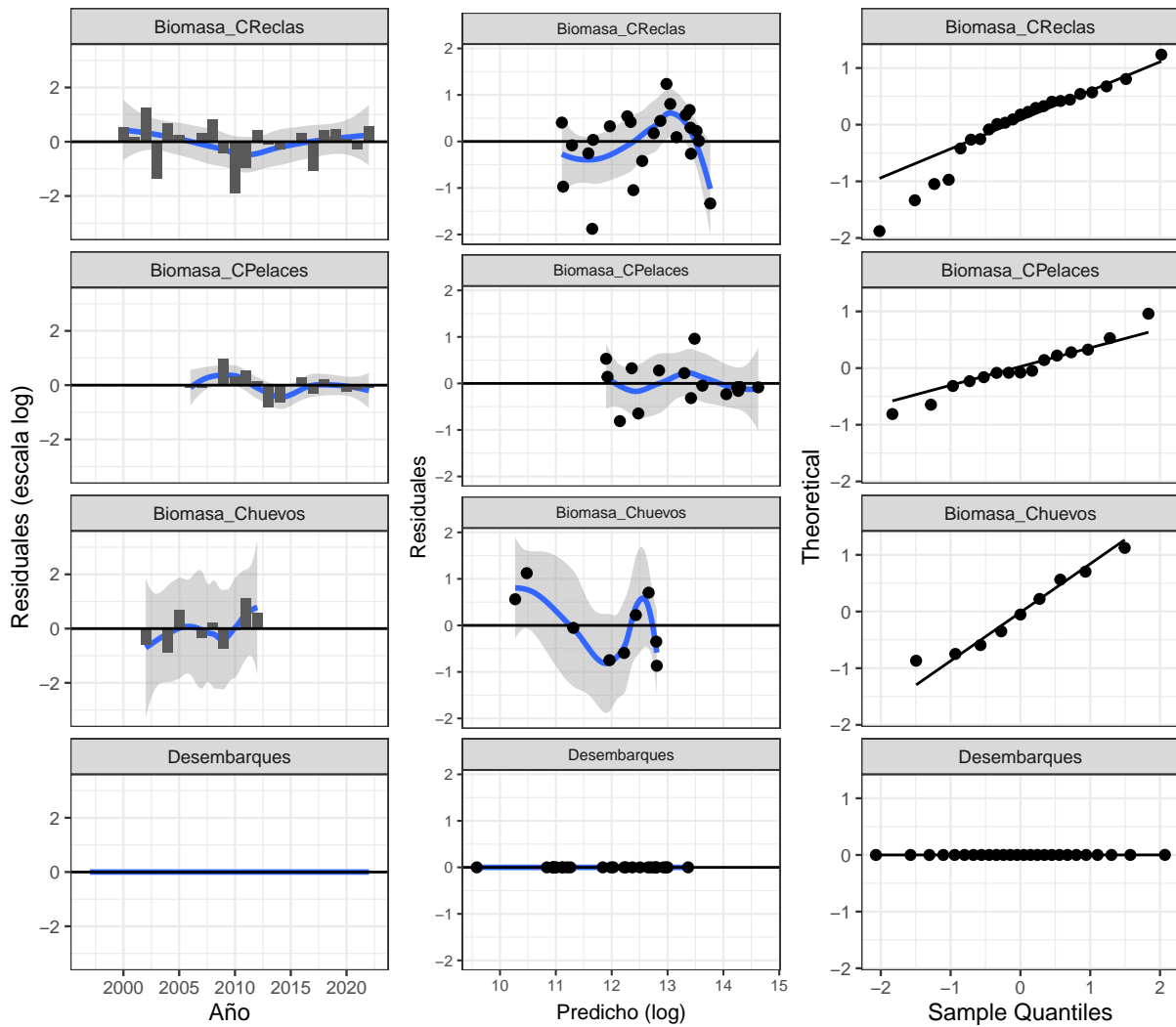


Figura 2. Residuales (escala log) del ajuste del modelo base actual a los datos observados.

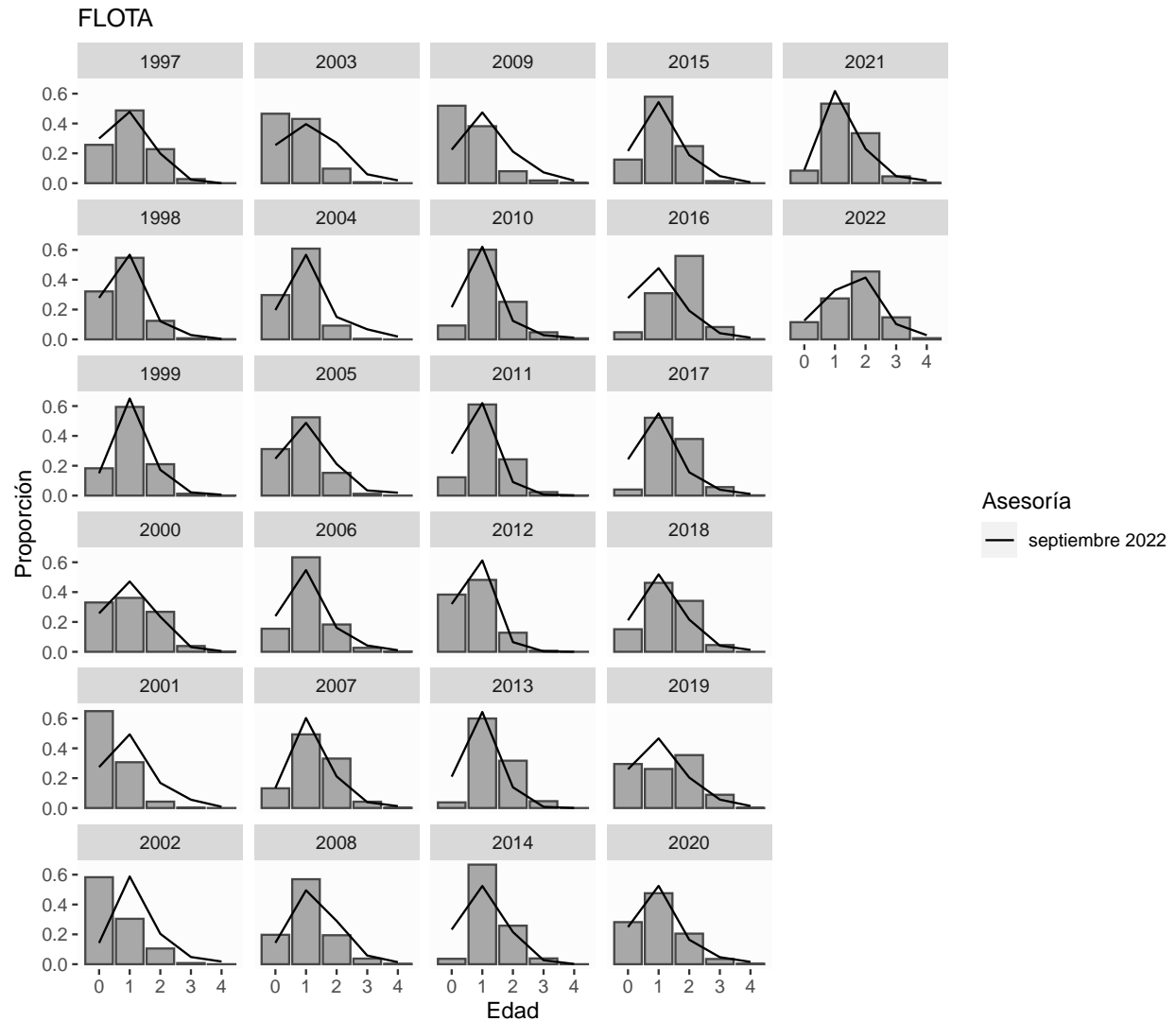


Figura 3. Ajuste del modelo base a las composiciones de edades de la flota de anchoveta de las regiones de Valparaíso a Los Lagos.

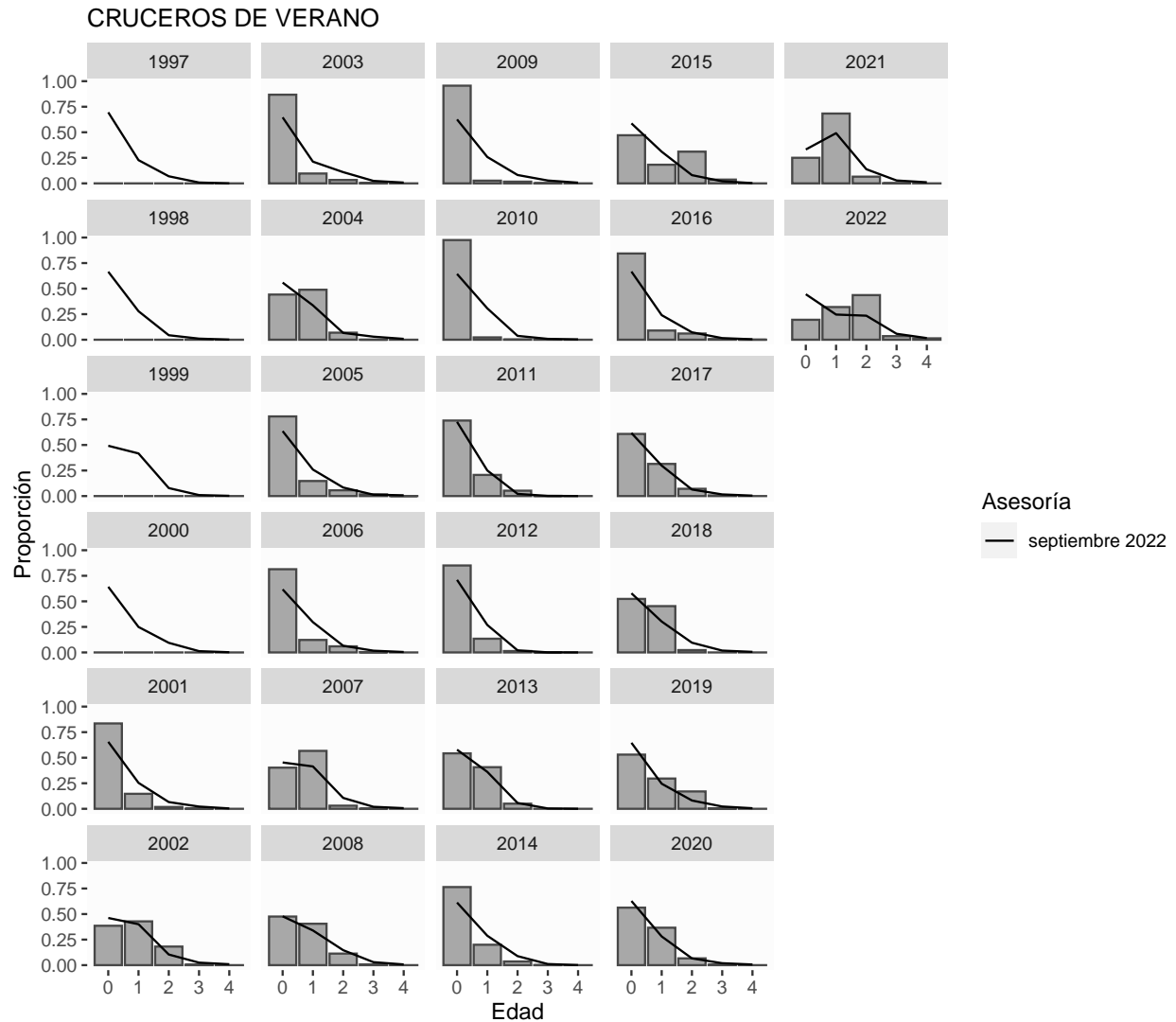


Figura 4. Ajuste del modelo base a las composiciones de edades de los Cruceros de verano de anchoveta de las Regiones de Valparaíso a Los Lagos.

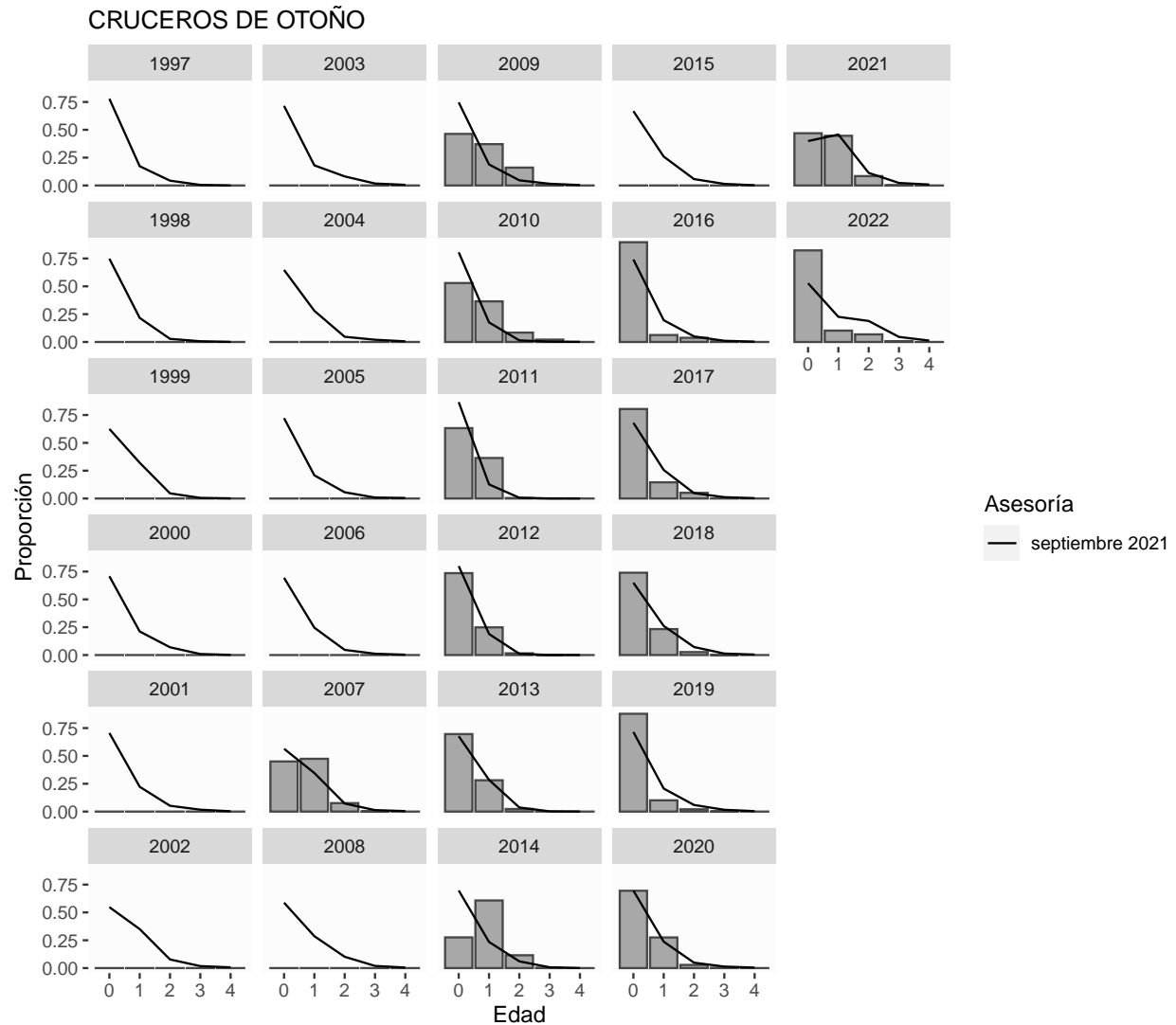


Figura 5. Ajuste del modelo base a las composiciones de edades de los Cruceros de otoño de anchoveta de las Regiones de Valparaíso a Los Lagos.

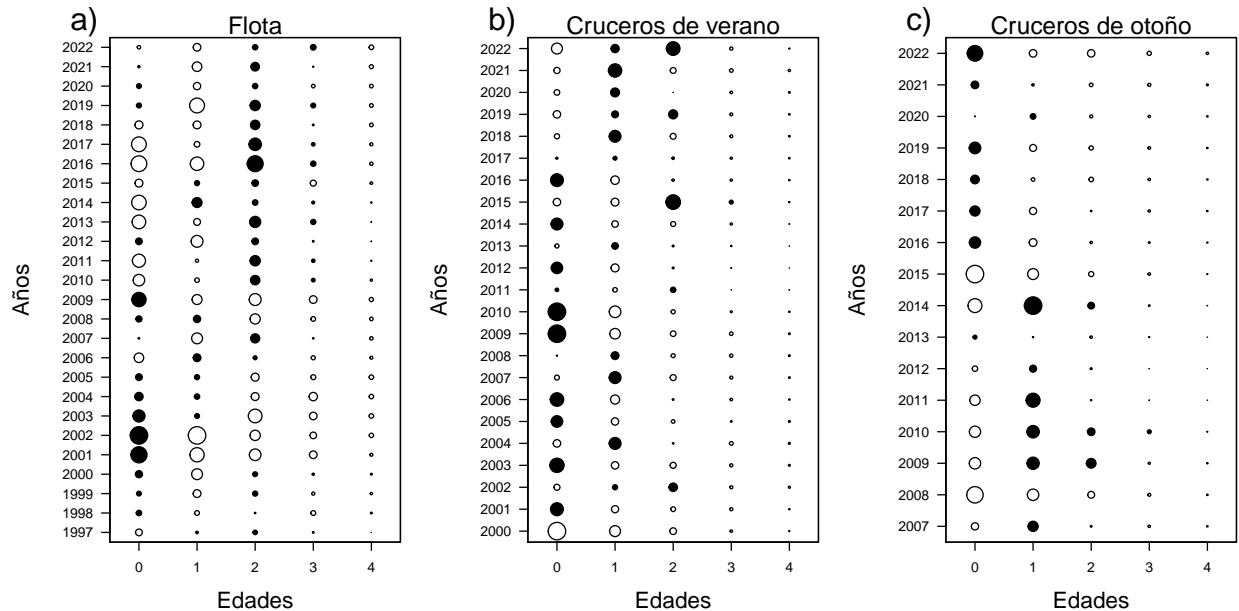


Figura 6. Residuales del modelo base actual a las composiciones de edades de la flota y cruceros. Subestimaciones (círculos negros) y sobreestimaciones (circulo blanco), donde el tamaño corresponde a la magnitud relativa de error por edad.

	Septiembre 2022
Año biológico	2021/22
F_{RMS}	0.46
BD_{RMS}	487
BD_{LIM}	243
$p(BD_{last} < BD_{RMS})$	0
$p(F_{last} > F_{RMS})$	0.01
$p(\text{sobre-explotación})$	0
$p(\text{agotado/colapsado})$	0
$p(\text{sobrepesca})$	0.01

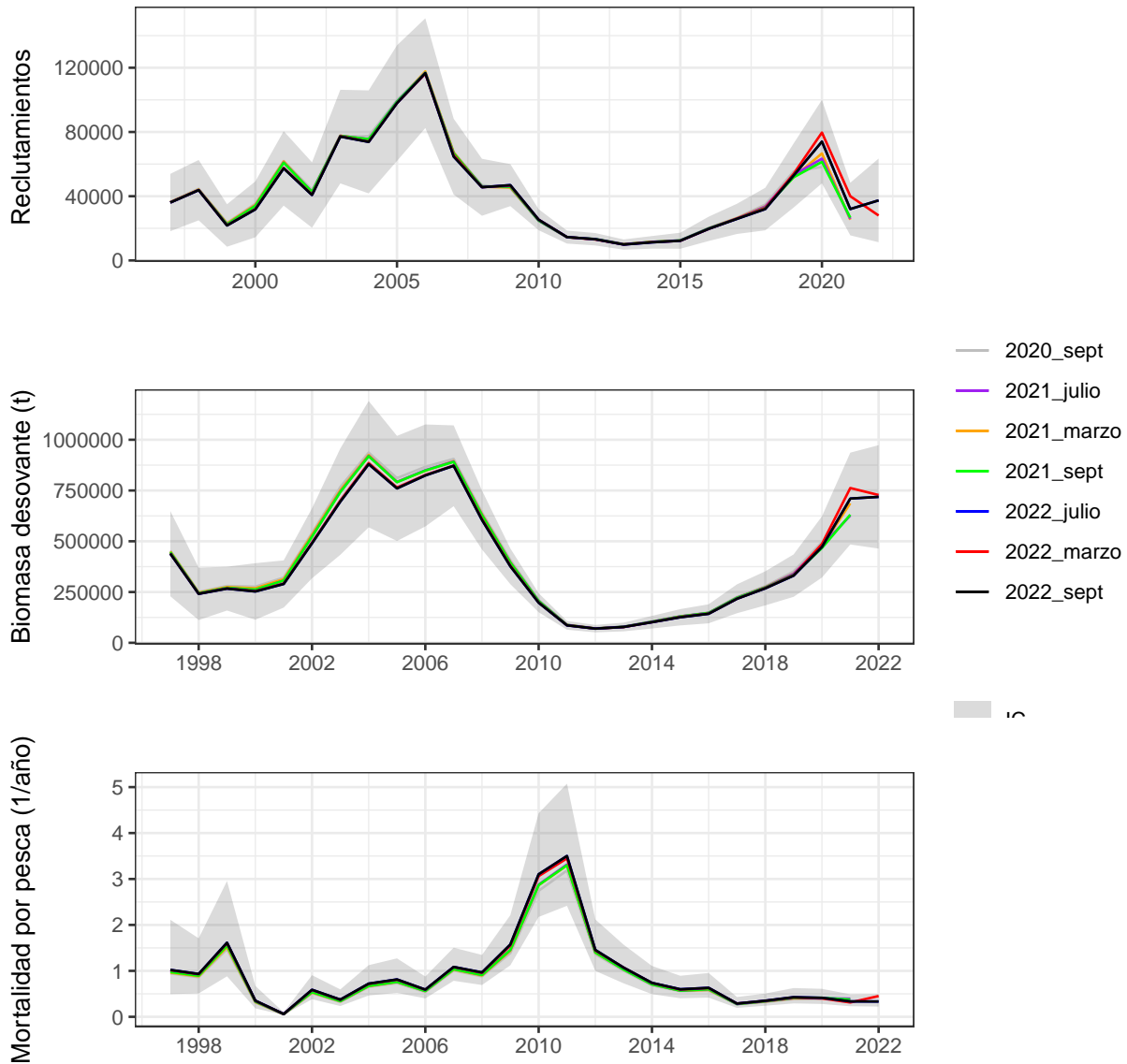


Figura 7. Comparación con asesorías anteriores del reclutamiento, biomasa desovante y mortalidad por pesca ($Faño^{-1}$) de la anchoveta centro-sur. Los años en el eje x corresponden a año biológico.

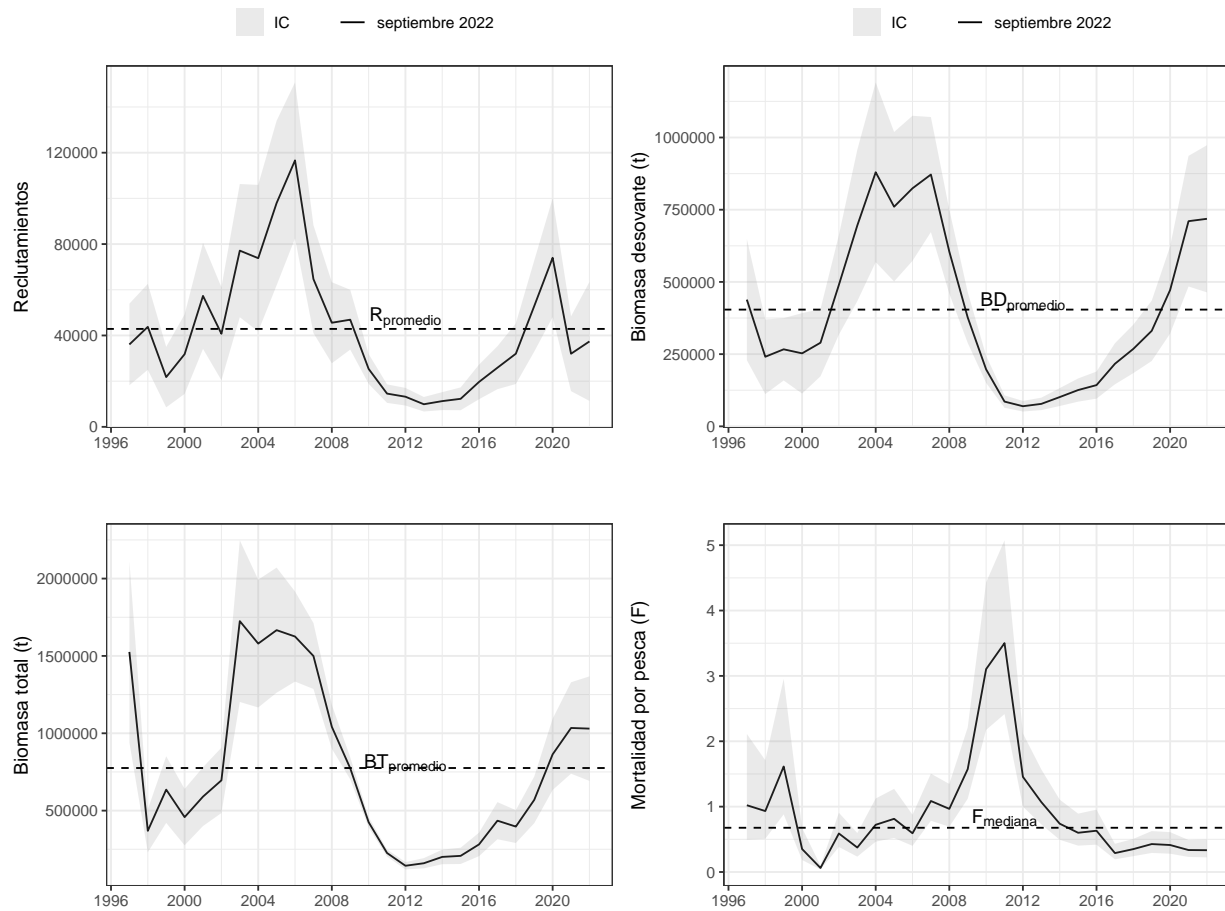


Figura 8. Estimaciones medias de los reclutamientos, biomasa total, biomasa desovante y mortalidad por pesca y su respectivo Intervalo de Confianza (IC). Las línea segmentada corresponde al promedio y mediana de las series respectiva.

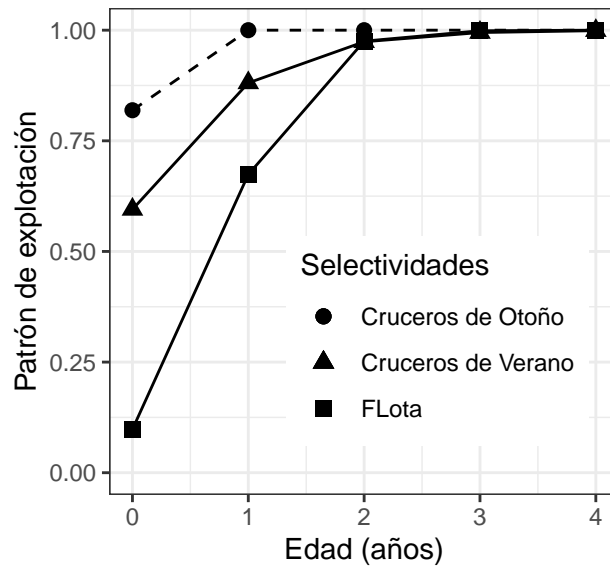


Figura 9. Patrón de explotación o selectividad de la flota y de los cruceros acústicos de anchoveta de las Regiones de Valparaíso a Los Lagos.

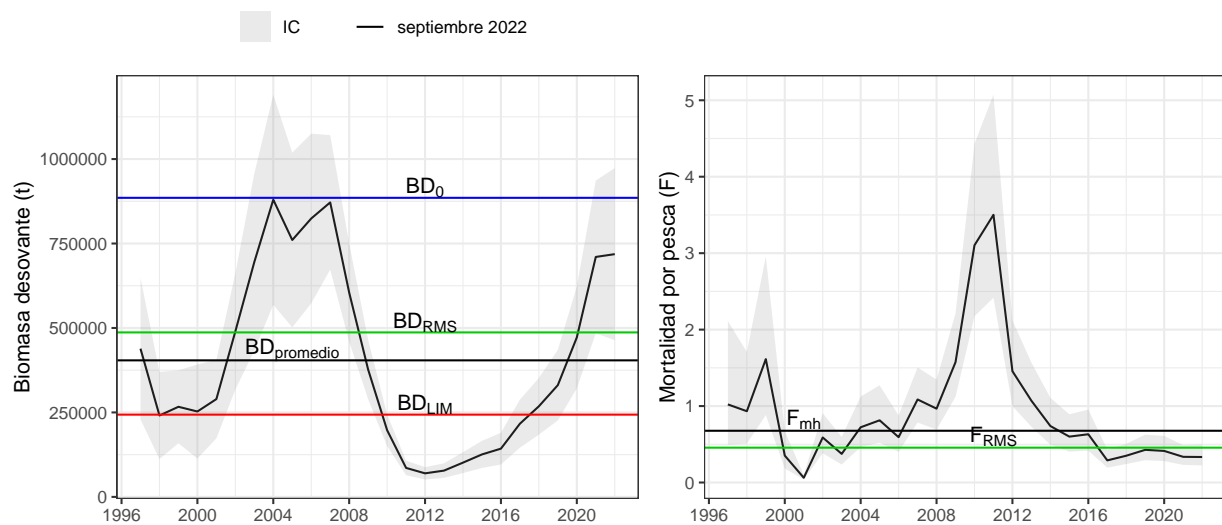


Figura 10. Series de Biomasa desovante y mortalidad por pesca junto a los PBRs calculados a partir de la BD promedio y mediana de F (F_{mh}) para el período 1997-2022.



Tabla 1. Estimaciones medias de las biomasa desovante (t) , biomasa total (t), reclutamientos (#) y mortalidad por pesca (año-1) estimadas en la asesoría de septiembre 2022 de anchoveta de las regiones de Valparaíso a Los Lagos.

Año biológico	Biomasa desovante	Biomasa total	Reclutamientos	Mortalidad por pesca
1996/97	4.387e+05	1.526e+06	3.606e+04	1,021
1997/98	2.409e+05	3.695e+05	4.377e+04	0,933
1998/99	2.667e+05	6.358e+05	2.177e+04	1,614
1999/00	2.527e+05	4.58e+05	3.181e+04	0,352
2000/01	2.895e+05	5.905e+05	5.732e+04	0,062
2001/02	4.899e+05	6.957e+05	4.074e+04	0,589
2002/03	6.953e+05	1.725e+06	7.713e+04	0,374
2003/04	8.797e+05	1.58e+06	7.382e+04	0,722
2004/05	7.604e+05	1.667e+06	9.796e+04	0,814
2005/06	8.241e+05	1.625e+06	1.166e+05	0,593
2006/07	8.717e+05	1.5e+06	6.468e+04	1,086
2007/08	6.05e+05	1.042e+06	4.556e+04	0,966
2008/09	3.769e+05	7.736e+05	4.69e+04	1,574
2009/10	1.974e+05	4.252e+05	2.537e+04	3,103
2010/11	8.573e+04	2.261e+05	1.455e+04	3,502
2011/12	6.971e+04	1.436e+05	1.319e+04	1,456
2012/13	7.779e+04	1.598e+05	9.894	1,07
2013/14	1.014e+05	2.008e+05	1.126e+04	0,739
2014/15	1.257e+05	2.076e+05	1.227e+04	0,6
2015/16	1.428e+05	2.816e+05	1.966e+04	0,631
2016/17	2.166e+05	4.35e+05	2.589e+04	0,289
2017/18	2.681e+05	3.969e+05	3.201e+04	0,35
2018/19	3.308e+05	5.695e+05	5.288e+04	0,427
2019/20	4.72e+05	8.638e+05	7.4e+04	0,413
2020/21	7.103e+05	1.034e+06	3.201e+04	0,336
2021/22	7.186e+05	1.03e+06	3.739e+04	0,334

Tabla 2. Puntos biológicos de referencia de biomasa (miles t) estimados en la evaluación de stock de septiembre 2021, marzo 2022 y julio 2022 para anchoveta de las regiones de Valparaíso a Los Lagos, calculados siguiendo los pasos descritos en la metodología de este informe.

septiembre 2002	
BDpromedio	404.00
Fmh	0.68
%BDPR_Fmh	50.80
%BDPR_F~RMS~	60.00
%BD_Fmh	45.80
%BD_F~RMS~	55.00
BDo	885.00
BD55 %	487.00
BD27.5 %	243.00

Estatus proyectado - Asesoría septiembre

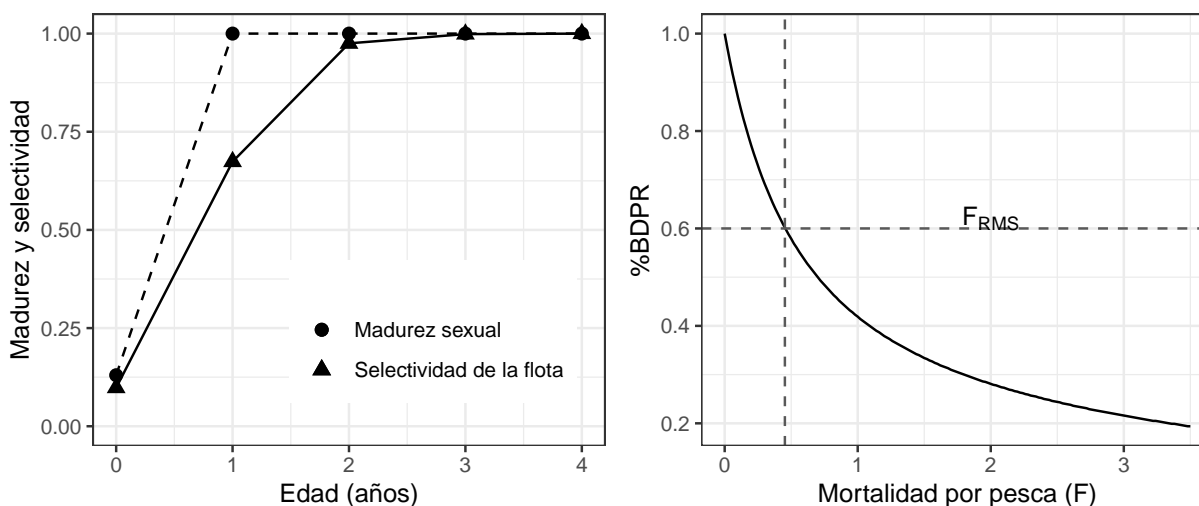
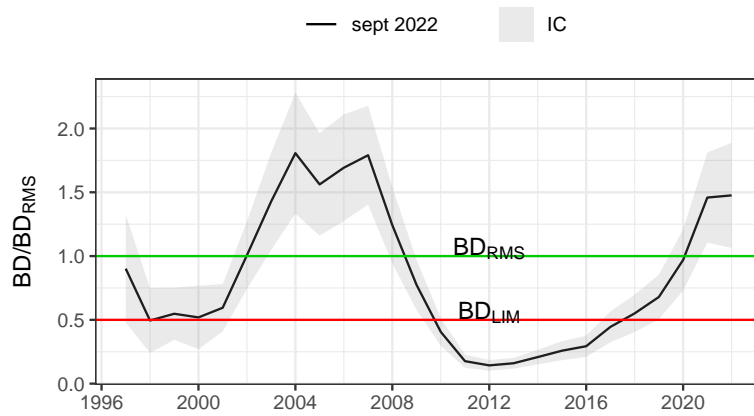


Figura 11. Madurez, selectividad (Panel izquierdo) y Curva de Biomasa por Recluta (%BDPR) (Panel derecho), utilizados en los cálculos de F_{RMS} .

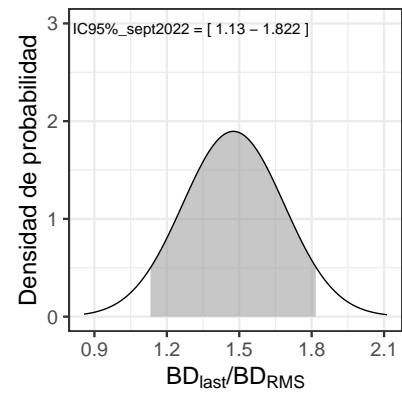
Tabla 3. Índices de reducción de F respecto de F_{RMS} (F/F_{RMS}), BD respecto de BD_{RMS} (BD/BD_{RMS}), tasas de explotación anual referidos a la biomasa (Y/BT) y a la abundancia estimada ($C\#/N\#$), estimadas en la evaluación de septiembre 2022 de anchoveta de las Regiones de Valparaíso a Los Lagos.

Años biológicos	F/F_{RMS}	BD/BD_{RMS}	Y/BT	$C\#/N\#$
1996/97	2,242	0,901	0,23	0,164
1997/98	2,047	0,495	0,21	0,157
1998/99	3,542	0,548	0,695	0,332
1999/00	0,772	0,519	0,123	0,067
2000/01	0,136	0,595	0,025	0,012
2001/02	1,293	1,006	0,338	0,148
2002/03	0,822	1,428	0,157	0,072
2003/04	1,585	1,807	0,228	0,152
2004/05	1,786	1,562	0,259	0,15
2005/06	1,301	1,693	0,202	0,114
2006/07	2,384	1,79	0,426	0,256
2007/08	2,12	1,243	0,395	0,23
2008/09	3,454	0,774	0,469	0,277
2009/10	6,811	0,405	0,733	0,452
2010/11	7,684	0,176	0,741	0,438
2011/12	3,195	0,143	0,464	0,212
2012/13	2,348	0,16	0,377	0,205
2013/14	1,622	0,208	0,293	0,142
2014/15	1,317	0,258	0,275	0,122
2015/16	1,386	0,293	0,26	0,111
2016/17	0,635	0,445	0,117	0,057
2017/18	0,769	0,551	0,171	0,075
2018/19	0,938	0,679	0,243	0,081
2019/20	0,907	0,969	0,186	0,08
2020/21	0,737	1,459	0,203	0,106
2021/22	0,732	1,476	0,197	0,097

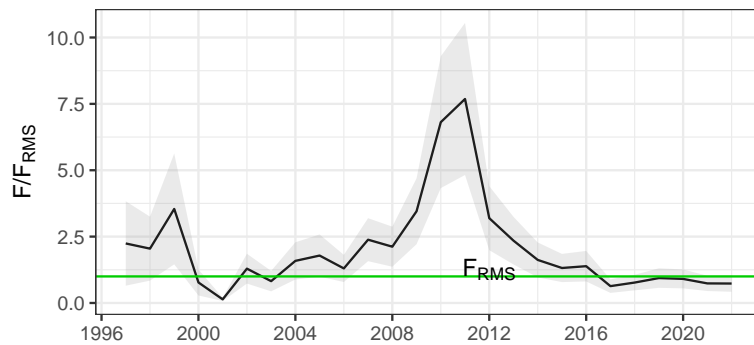
a)



b)



c)



d)

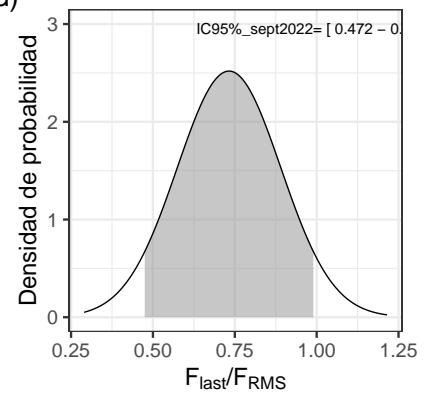


Figura 12. a) Razón BD/BD_{RMS} , b) la distribución de probabilidad de BD_{last}/BD_{RMS} , c) razón F/F_{RMS} y d) la distribución de probabilidad F_{last}/F_{RMS}

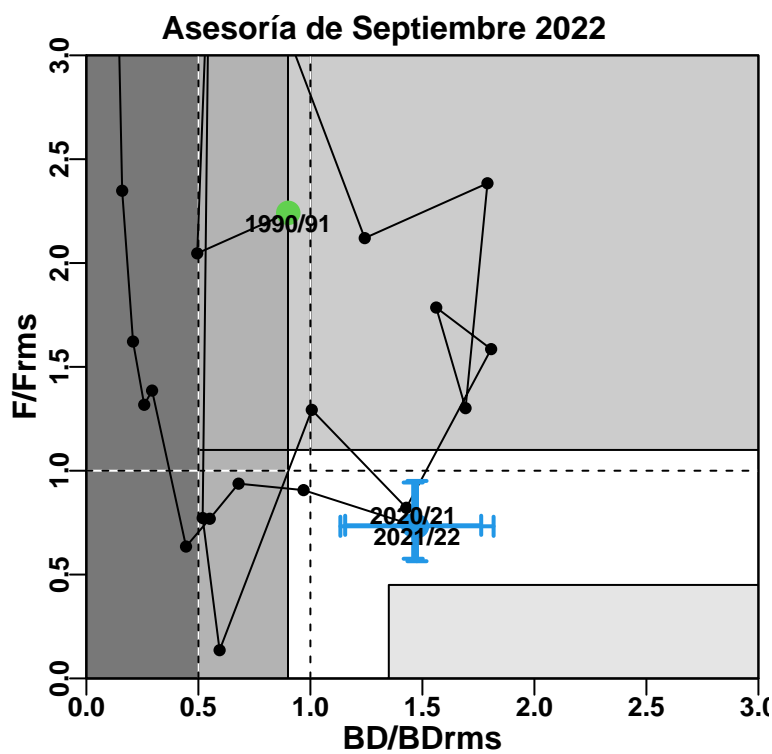


Figura 13. Diagrama de fases de explotación de la biomasa desovante respecto de la mortalidad por pesca de la asesoría de septiembre 2022. Los ejes están estandarizados a los valores que generan el RMS proxy. Cruz azul corresponde a los intervalos de confianza de la razón BD/BD_{RMS} y F/F_{RMS} . El año con cruz continua corresponde a *exitEstatus* completo.



- Barria, P., Zuleta, A., & Gili, R. (1998). *Bases biológicas para prevenir la sobreexplotación de sardina común y anchoveta*. (Informe Final. FIP 96-12). Instituto de Fomento Pesquero. http://190.151.20.106/exlibris/aleph/a23_1/apache_media/V3Q1X151EXJ1JHEFVUL6PNTNQ337AS.pdf
- Barría, P., Böhm, G., Aranís, A., Gili, R., Donoso, M., & Rosales, S. (1999). *Evaluación indirecta y análisis de la variabilidad del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur. Informe final. FIP no 97-10*.
- 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
- Zúñiga, D. B., & J. Q. (2020). *Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de anchoveta de la región de valparaíso a los lagos, año 2021*. (Primer Informe. Convenio de Desempeño 2020, Subsecretaría de Economía y EMT). Instituto de Fomento Pesquero.