



REPORTE TÉCNICO

Convenio de Desempeño 2021

Estatus y posibilidades de explotación biológicamente
sustentables de anchoveta y sardina española,
Región de Arica y Parinacota a la Región de Antofagasta, año 2022

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio 2021



REPORTE TÉCNICO

Convenio de Desempeño 2021

Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de anchoveta y sardina española,
Región de Arica y Parinacota a la Región de Antofagasta, año 2022

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio 2021

REQUERENTE
SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO

Subsecretario de Economía y
Empresas de Menor Tamaño
Julio Alberto Pertuze Salas

EJECUTOR
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Luis Parot Donoso

Jefe (I) División Investigación Pesquera
Sergio Lillo Vega

JEFE DE PROYECTO
Juan Carlos Quiroz Espinoza

AUTORES
Fernando Espíndola Rebollo
Mará José Zúñiga Basualto
Doris Bucarey Sepúlveda
Juan Carlos Quiroz Espinoza



Índice

1. RESUMEN EJECUTIVO	6
2. ANTECEDENTES	7
2.1. Desembarques	7
2.2. Índices de abundancia	10
2.3. Crecimiento	13
2.4. Mortalidad natural	15
2.5. Reclutamiento	15
2.6. Análisis retrospectivo	17
2.7. Estatus	19
2.8. Captura Biológicamente Aceptable (CBA)	21
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	22
3.1. Estimación de la Captura Biológicamente Aceptable (CBA)	22
3.2. Proyección del stock	22
3.3. Penalización del último reclutamiento	24
4. RESULTADOS	27
4.1. Efecto en la incorporación de nuevos datos	27
4.2. Revisión del proceso de estimación de CBA de anchoveta norte	28
4.2.1. Primer hito	28
4.2.2. Aporte de cada grupo de edad a la captura proyectada por semestre	32
4.2.3. Abundancia semestral proyectada	37
4.2.4. Segundo hito	41
4.2.5. Aporte de cada grupo de edad a la captura proyectada por semestre	43
4.2.6. Abundancia semestral proyectada	45
5. CONCLUSIONES	48
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

Índice de figuras

1. Desembarques anuales y semestrales para Chile, Perú y Total del stock de anchoveta distribuido entre 16°LS - 24°LS (1986 - 2019). Los puntos amarillos representan la cuota chilena. En el panel superior (a) se muestra el desembarque en escala anual y en el panel inferior (b) en escala semestral.	7
2. Proporción por tallas de la abundancia del crucero acústico en el norte de Chile (2000-2001 y 2007- 2019).	12
3. Índices considerados en la evaluación del stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile al segundo semestre del 2019, en a) la biomasa total acústica del Perú, b) la biomasa total acústica de Chile y c) biomasa desovante estimada a partir del MPH del norte de Chile.	12
4. Diferentes proyectos que dan cuenta del modelo de crecimiento de la anchoveta en la zona norte de Chile, en el panel d) se resumen todos los datos juntos de los diferentes proyectos.	13
5. Crecimiento de la anchoveta en una escala de tiempo mensual. La caja verde contiene los individuos sexualmente maduros que corresponde a tallas mayores e igual a 11.5 cm. Y la caja celeste contiene a los individuos de seis meses de edad con un intervalo de tallas que va desde los 10 a 14 cm de longitud total.	14
6. Reclutamientos semestrales estimados por el modelo de evaluación para la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.	16
7. Desvíos de los reclutamientos estimados por el modelo de evaluación para la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.	17
8. Análisis retrospectivo para la biomasa desovante de la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile. La sombra en azul representa el intervalo de confianza al 95 % para la serie completa y la línea azul representa la estimación media para la serie completa. Las líneas segmentadas en rojo representan las biomassas desovantes estimadas al descuento de información.	18
9. Patrón retrospectivo para los últimos nueve semestres de <i>rho</i> de Mohn para la serie de los reclutamientos como una diferencia del último año de la evaluación de la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.	19
10. Serie temporal de la razón de la mortalidad por pesca respecto a su referente asociado al RMS y la incertidumbre al último semestre de la evaluación en el planel superior (a) y la serie temporal de la razón de la biomasa desovante respecto a su referente asociado al RMS y la incertidumbre al último semestre de la evaluación en el panel inferior (b) para la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile. La línea roja representa el objetivo de manejo referido al RMS.	20
11. Escenario de reclutamientos promedios diferenciado para el primer y segundo semestre empleados para proyectar el stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile. Las líneas punteadas indican los promedios para cada semestre.	23
12. Reclutamientos promedios diferenciado para el primer y segundo semestre empleados para proyectar el stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile. Las líneas punteadas indican los promedios para cada semestre.	25
13. Relación no-lineal entre los reclutamientos (<i>t</i>) y los desembarques totales (<i>t+1</i>) en escala semestral para el stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.	25
14. Esquema que ilustra el archivo .pin y la modificación del última estimación de la desviación de R_0 , y la consola de comando donde se ejecuta esa instrucción.	26



15. Estimaciones de las principales variables de estado durante el ciclo de asesoría anual. El Hito 1 corresponde a la asesoría de septiembre 2020 y el Hito 2 a la asesoría del marzo del 2021.	27
16. Biomasa desovante (a), capturas (b) y RPR largo plazo (c) proyectado durante 4 semestres para el primer hito de asesoría.	30
17. Biomasa desovante (a), capturas (b) y RPR largo plazo (c) proyectado durante 3 semestres para el primer hito de asesoría.	31
18. Biomasa desovante (a), captura (b) y RPR largo plazo (c) proyectado para el segundo hito de asesoría.	42



Índice de tablas

1.	Desembarques del stock de anchoveta 16°- 24°LS 1986-2019	9
2.	Biomasa estimada a través del Método de Producción de Huevos (MPH) y cruceros acústicos del stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.	11
3.	Métodos empíricos para estimar la mortalidad natural.	15
4.	Información relevante para el cálculo de CBA 2021 en cada una de las etapas de estimación.	21
5.	Captura biológicamente aceptables recomendadas por el CCT en las distintas etapas de establecimiento de CBA (ton), desembarques registrados (ton) y sus diferencias.	21
6.	Resultados del modelo no-lineal entre los reclutamientos (<i>t</i>) y los desembarques (<i>t</i> + 1) en escala semestral para el stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.	26
7.	Escenarios de proyección (4 semestres) usados en el primer hito de asesoría.	29
8.	CBA semestral proyectada (2020.0-2021.5) y anual para el 2021 para el stock de anchoveta dado el criterio del $F=F_{RMS}$ y los diferentes escenarios evaluados.	29
9.	Escenarios de proyección (3 semestres) usados en el primer hito de asesoría.	31
10.	CBA semestral proyectada (2020.5-2021.5) y anual para el 2021 para el stock de anchoveta dado el criterio del $F=F_{RMS}$ y los diferentes escenarios evaluados.	32
11.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E1.	32
12.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E2.	33
13.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E3.	33
14.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E4.	33
15.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E5.	33
16.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E6.	34
17.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E7.	34
18.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E8.	34
19.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S1.	35
20.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S2.	35
21.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S3.	35
22.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S4.	35
23.	Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S5.	35



24. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S6.	36
25. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S7.	36
26. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S8.	36
27. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E1.	37
28. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E2.	37
29. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E3.	37
30. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E4.	38
31. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E5.	38
32. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E6.	38
33. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E7.	38
34. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E8.	39
35. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S1.	39
36. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S2.	39
37. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S3.	40
38. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S4.	40
39. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S5.	40
40. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S6.	40
41. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S7.	41
42. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S8.	41
43. CBA semestral proyectada (2020.0-2020.5) y anual para el 2020 para el stock de anchoveta dado el criterio del $F=F_{RMS}$ y los diferentes escenarios evaluados.	42
44. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E1.	43
45. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E2.	43
46. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E3.	43
47. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E4.	44
48. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E5.	44
49. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E6.	44
50. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E7.	44
51. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E8.	45
52. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E1.	45
53. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E2.	45
54. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E3.	46
55. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E4.	46
56. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E5.	46
57. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E6.	46
58. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E7.	47
59. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E8.	47



1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente reporte técnico contiene los resultados de la proyección del stock de anchoveta (*Engraulis ringens*) del sur de Perú y norte de Chile (región de Arica y Parinacota a región de Antofagasta), para el primer y segundo hito de asesoría científica, y los supuestos empleados en cada uno de los hitos para el establecimiento de la Captura Biológicamente Aceptable (CBA). Estos resultados fueron presentados en la cuarta sesión del Comité Científico Técnico (CCT) como parte del *Taller de Datos y Modelos*, el cuál se enmarca en la reducción de brechas en consistencia con los temas relevados en el Programa de Mejoramiento Continuo de la Calidad de la Asesoría Científica (PMCCAC).

Los análisis desarrollados en el presente reporte buscan reducir la incertidumbre en la proyección del stock que genera la recomendación de cuota en cada uno de los hitos de asesoría científica para el establecimiento de la CBA, originada tanto por el patrón retrospectivo que se observan en los reclutamientos, que tiende a sobreestimar los reclutamientos del último semestre de la evaluación, como también, por los supuestos de reclutamientos promedios (longitud de la serie) que son usados durante la proyección del stock de anchoveta. Otro aspecto a considerar durante la proyección del stock en el primer hito (4 semestres) de asesoría, es que en el primer y segundo semestre de la proyección la captura es conocida, por lo tanto es posible resolver la mortalidad por pesca para cada flota.

En este sentido, se evaluaron ocho escenarios en la proyección del stock de anchoveta para cada hito de asesoría. Además, se evaluó proyectar el stock de anchoveta durante tres semestres, es decir, se incorporó un semestre de información en la evaluación de stock. Para el primer hito de asesoría, los resultados indican que la CBA anual debería fluctuar entre las 776 a 724 mil toneladas y un millón 166 mil toneladas a 648 mil toneladas para la proyección de cuatro y tres semestres, respectivamente. Para el segundo hito de asesoría, la CBA anual debería fluctuar entre un millón 109 mil toneladas a 595 mil toneladas. En términos generales, el grupo de edad 1 (6 meses de edad) es el que aporta el mayor porcentaje de individuos en la captura, con valores que varían entre un 74 % a un 91 % y un 71 % a un 89 % para el primer (4 semestres) y segundo (2 semestres) hito de asesoría, respectivamente. Esto implica, que para el primer hito de asesoría, la CBA anual estimada depende de los supuestos de reclutamientos promedios que ingresan durante la proyección, es decir, la longitud de la serie usada para calcular los reclutamientos promedios. En cambio, para el segundo hito de asesoría, la CBA anual estimada depende principalmente si el último reclutamiento estimado por el modelo es penalizado o no, y secundariamente del método usado para penalizar el último reclutamiento estimado por el modelo, encontrándose diferencias de hasta cincuenta toneladas entre un método y otro.

2. ANTECEDENTES

2.1. Desembarques

La historia de la pesquería del stock de anchoveta compartido entre el sur de Perú y norte de Chile, comienza con leves desembarques ocurridos en 1984 y a contar de 1986 se incrementan considerablemente hasta el año 1994 (**Tabla 1; Figura 1**), los más altos desembarques ocurren entre los años 1994 al 2002. Desde el año 2004 al primer semestre 2013 estos muestran una tendencia de descenso con máximos relativos. El desembarque por país muestra un cambio de dominancia, entre los años 1986 al 2004 se puede señalar que el mayor desembarque fue realizado en el norte de Chile. Sin embargo, entre el 2005 al 2009 los mayores desembarques se realizaron en sur de Perú. Entre las causas probables de la dominancia peruana del desembarque se encuentra el aumento del esfuerzo de pesca en la pesquería del sur del Perú debido a la mayor disponibilidad de anchoveta en dicha área según lo informado por IMARPE en el 12^{do} taller de evaluación conjunta de IFOP e IMARPE, 2008 (Serra y Canales, 2013). Y desde el año 2010 a diciembre del 2013 el desembarque chileno ha dominado el desembarque total del stock anchoveta. Se postula que el incremento del desembarque chileno en el año 2011 habría estado asociado a un desplazamiento de la anchoveta del sur de Perú hacia el norte de Chile, evidenciándose un incremento del desembarque particularmente en la zona de Arica (Böhm *et al.*, 2013).

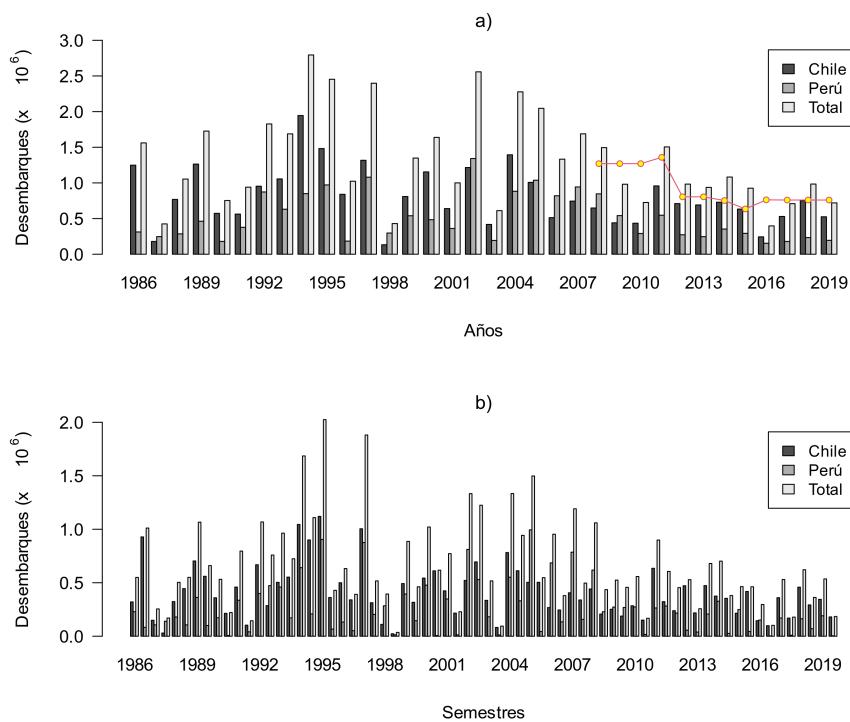


Figura 1. Desembarques anuales y semestrales para Chile, Perú y Total del stock de anchoveta distribuido entre 16°LS - 24°LS (1986 - 2019). Los puntos amarillos representan la cuota chilena. En el panel superior (a) se muestra el desembarque en escala anual y en el panel inferior (b) en escala semestral.



Más recientemente y de acuerdo a las estadísticas oficiales, el primer y segundo semestre del 2014 se capturaron en Chile 375.1 mil y 354.3 mil toneladas, respectivamente. Por su parte, en el sur del Perú y de acuerdo a lo informado en Oficio PRODUCE 100-59-2015, el desembarque acumulado de enero a octubre había sido de 336.7 mil toneladas, de las cuales solo 26 mil toneladas fueron capturadas en el segundo semestre. Si se considera además que producto de este oficio la captura de anchoveta fue prohibida en la zona sur del Perú en noviembre y diciembre 2014 debido a la gran presencia de reclutas, se deduce entonces que la captura en esta región pudo haber alcanzado 310 mil toneladas durante el primer semestre del 2014. De esta forma, el desembarque total 2014 se estima en 1.082 millones de toneladas (**Tabla 1**) el cual se traduce un alza del 15% respecto del año 2013, y el desembarque del 2015 disminuyó en un 1% con respecto al 2013. Y el desembarque del 2015 se tradujo en una disminución del 14% con respecto al del 2014. Sin embargo, el desembarque durante el 2016 se redujo fuertemente, alcanzando 397 mil toneladas para ambos países. Y finalmente, en el año 2017 el desembarque aumentó a 708 mil toneladas. Cerrando el año 2018, se registra un desembarque total de 971.1 mil toneladas, un 37% superior a lo registrado en el 2017. Desde el 2016 hasta el 2018 se viene registrando un aumento constante de los desembarques, pasando de 397.4, 708.7, 984.1 mil toneladas, respectivamente (**Figura 1**).

**Tabla 1.** Desembarques del stock de anchoveta 16°- 24°LS 1986-2019.

Año	Sur Perú	Norte Chile	Total
1986	321.2	1248.7	1560.9
1987	246.4	178.8	425.2
1988	285.6	768.5	1054.1
1989	462.8	1263.8	1726.6
1990	179.9	573.1	753.0
1991	377.5	562.8	940.3
1992	873.2	953.9	1827.1
1993	631.4	1056.2	1687.1
1994	849.2	1945.0	2794.2
1995	971.5	1482.1	2453.6
1996	183.8	840.0	1023.8
1997	1080.6	1317.4	2398.0
1998	297.0	132.7	429.7
1999	539.4	809.2	1348.6
2000	483.8	1154.4	1638.2
2001	360.8	639.8	1000.6
2002	1341.6	1216.0	2557.6
2003	193.7	417.9	611.6
2004	882.8	1394.1	2276.9
2005	1037.9	1007.7	2045.6
2006	819.8	513.1	1332.9
2007	943.4	744.8	1688.2
2008	846.8	648.2	1495.0
2009	541.3	440.2	981.5
2010	290.5	435.0	725.5
2011	546.8	958.0	1504.8
2012	272.9	710.1	983.0
2013	246.0	691.0	937.0
2014	353.0	729.4	1082.4
2015	293.0	633.0	926.0
2016	154.0	243.4	397.4
2017	179.0	529.7	708.7
2018	220.0	751.1	971.1
2019	195.0	524.9	719.9

2.2. Índices de abundancia

Las estimaciones de biomasa desovante disponible para la evaluación de stock se entregan en la **Tabla 2**, el índice de biomasa desovante utilizado corresponde al reportado por Claramunt *et al.* (2014). En el 2014 la estimación de biomasa desovante alcanzó un valor de 399 mil toneladas. En el 2015 la estimación de biomasa desovante subió a 436 mil toneladas, luego en el 2016 fue de 461 mil toneladas y en el 2017 de 201 mil toneladas, lo que representa una disminución del 56 % con respecto al 2016. En el 2018 la biomasa desovante estimada aumento a las 799 mil toneladas y en el 2019 esta fue de 645 mil toneladas. Sin embargo, en el 2020 este valor alcanzó las 297 mil toneladas. En la **Tabla 2** se muestran los índices provenientes de los cruceros acústicos por año e incluye: i) la biomasa total del sur de Perú (1990 al 2019) y la biomasa total del norte de Chile (Castillo *et al.*, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013). Para el crucero del norte de Chile se incluye también la estructura de tamaños disponible para la abundancia total (2000-2002 y 2007-2019) y la fecha en que se desarrolló el crucero acústico. La actualización de los registros peruanos se efectuó a través de los Talleres IMARPE-IFOP de Evaluación Conjunta del Stock de Anchoveta del Sur de Perú y Norte de Chile, el último realizado entre el 3 y 7 de diciembre del 2018 en el Club Alemán, Valparaíso, Chile.

En enero 2015, IMARPE reportó en la zona sur del Perú una biomasa total de 534 mil toneladas, de las cuales el 94 % estaba compuesta por reclutas (Oficio PRODUCE 100-556-2014), individuos menores a 11.5 cm. Asimismo, poco antes y en diciembre del 2014 IFOP había registrado una biomasa de 410 mil toneladas cuya incidencia de reclutas alcanzaba el 60 % en peso. Y para el 2016 se estima una biomasa total de 307 mil toneladas para el norte de Chile y en el 2017 este valor fue de 105 mil toneladas. Sin embargo, este valor sube drásticamente a 793 mil toneladas de biomasa total en el 2018, lo que representa un aumento de más de seis veces de magnitud. Pero en el 2019 este valor cae drásticamente a las 230 mil toneladas. Las estructuras de tallas de los cruceros acústicos de anchoveta están disponibles desde el 2000 hasta 2002 y desde el 2007 hasta el 2019. Esta información es relevante dado por la presencia de individuos de menor tamaño (individuos desde los 2.5 cm), dando cuenta de los reclutas que están ingresando a la pesquería, y por el extenso periodo que abarca esta información (**Figura 2**).

La **Figura 3** muestra los índices utilizados en la evaluación de stock al segundo semestre del 2019. En el caso de la biomasa total acústica del Perú, representa la fracción correspondiente a la región sur de Perú (16-18°21'L.S.). En el caso de la biomasa acústica de Chile representa la totalidad de la biomasa estimada desde los 18°21' hasta los 24°L.S. Las estimaciones hechas a fines de primavera de los años 2014, 2015 y 2016 se han registrado altos valores, con un promedio de 334 (\pm 66) mil toneladas, un gran porcentaje de estas biomassas corresponde a la fracción juvenil del stock. Durante el 2017 este valor cae a 105 mil toneladas para luego expandirse a 793 mil toneladas durante el 2018, valor más alto de la serie histórica. Sin embargo, este valor cae a 230 mil toneladas en el 2019. Por otra parte, la biomasa desovante estimada en el segundo semestre del 2017 alcanzó un valor de 201 mil toneladas, el valor más bajo de toda la serie histórica estimada por el método de producción diaria de huevos para la anchoveta del norte de Chile. Pero la estimación hecha en el 2018, la biomasa desovante alcanzó un valor de 799 mil toneladas, mostrando un aumento de casi cuatro veces con respecto al valor observado en el 2017 (**Figura 3**). Sin embargo, este valor cae levemente en el 2019 a 651 mil toneladas.



Tabla 2. Biomasa estimada a través del Método de Producción de Huevos (MPH) y cruceros acústicos del stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.

Año	MPH	Acústica Perú	Acústica Chile
1990	—	187.000	—
1991	—	558.000	—
1992	314.232	482.000	—
1993	—	893.000	—
1994	—	744.000	—
1995	465.696	2.667.000	—
1996	253.356	648.000	385.881
1997	744.838	745.000	—
1998	—	1.306.000	957.868
1999	973.292	178.000	—
2000	608.087	522.000	959.791
2001	765.885	199.000	317.977
2002	1.503.911	1008.000	—
2003	1.238.731	839.000	—
2004	668.979	682.000	—
2005	1.520.754	1.375.000	—
2006	1.081.156	283.000	—
2007	240.727	1.318.000	713.012
2008	532.132	554.000	135.550
2009	287.916	425.000	456.341
2010	—	1.274.000	253.861
2011	795.056	613.000	170.405
2012	672.077	2.271.000	299.520
2013	520.336	2.013.000	163.002
2014	399.605	884.000	410.660
2015	436.014	534.000	285.644
2016	461.000	370.000	307.129
2017	201.178	1.487.000	105.841
2018	799.400	1.156.000	793.242
2019	645.891	2.968.000	230.206

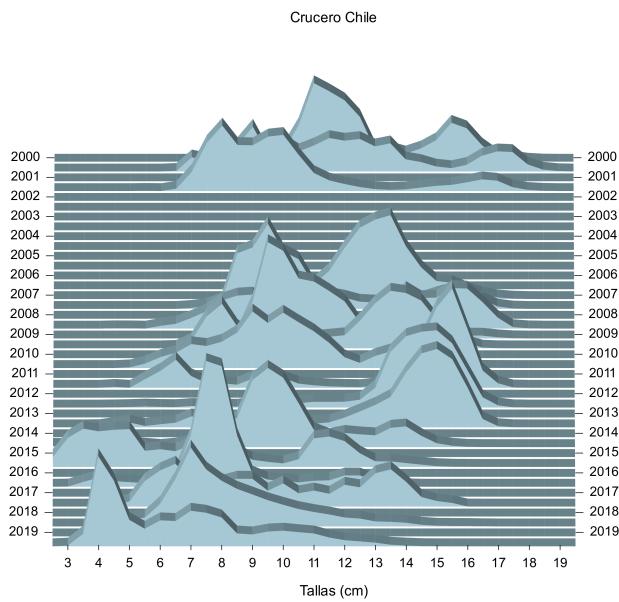


Figura 2. Proporción por tallas de la abundancia del crucero acústico en el norte de Chile (2000-2001 y 2007- 2019).

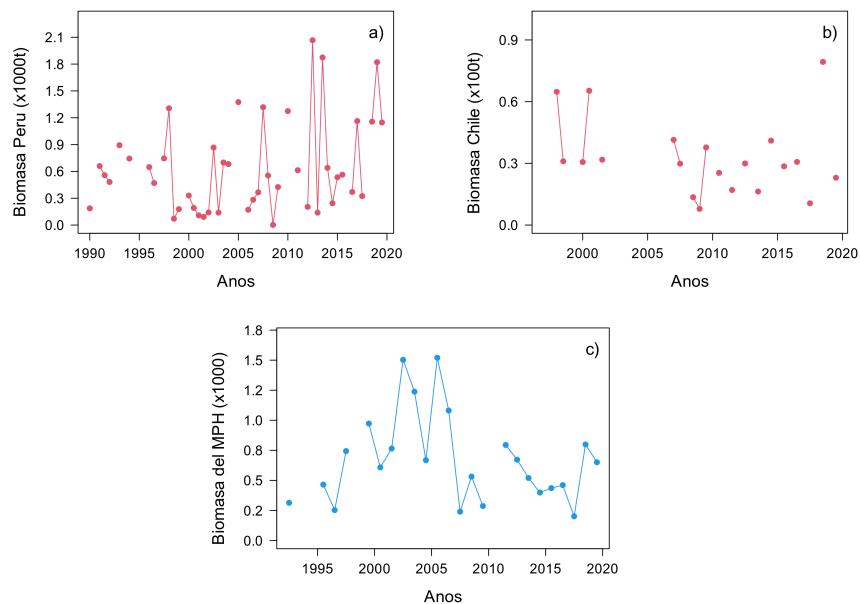


Figura 3. Índices considerados en la evaluación del stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile al segundo semestre del 2019, en a) la biomasa total acústica del Perú, b) la biomasa total acústica de Chile y c) biomasa desovante estimada a partir del MPH del norte de Chile.

2.3. Crecimiento

Estudios recientes han reportado un rápido crecimiento en la fase juvenil en algunas especies (*Engraulidos*), sugiriendo que estas alcanzan una porción significativa de su longitud asintótica al año de vida (Cerna y Plaza, 2016). En este contexto, se ejecutó el proyecto FIP 2009-17 que buscaba ajustar la asignación de edad anual. Los juveniles de esta especie crecieron a tasas muy elevadas, donde los ejemplares de 11 y 12 cm de longitud total tenían entre 4 y 5 meses de edad. También se pudo determinar la edad diaria en ejemplares mayores a 12 cm de longitud total, reportándose que ejemplares de entre 15 y 16 cm no tenían más de 400 días de vida. Posteriormente, un segundo proyecto de investigación fue ejecutado (SUBPESCA No 4728-31 LP 11), el cual permitió validar la periodicidad diaria de formación de los micro incrementos primarios en juveniles y adultos de esta especie en condiciones de confinamiento, lo que ratificaba los resultados del FIP 2009-17. Finalmente, el proyecto FIP 2014-31 permitió confirmar la determinación y asignación de la edad a nivel diario para la anchoveta en la zona norte de Chile. Esta secuencia de proyectos involucrados en la determinación de la edad de la anchoveta es mostrada en la **Figura 4**.

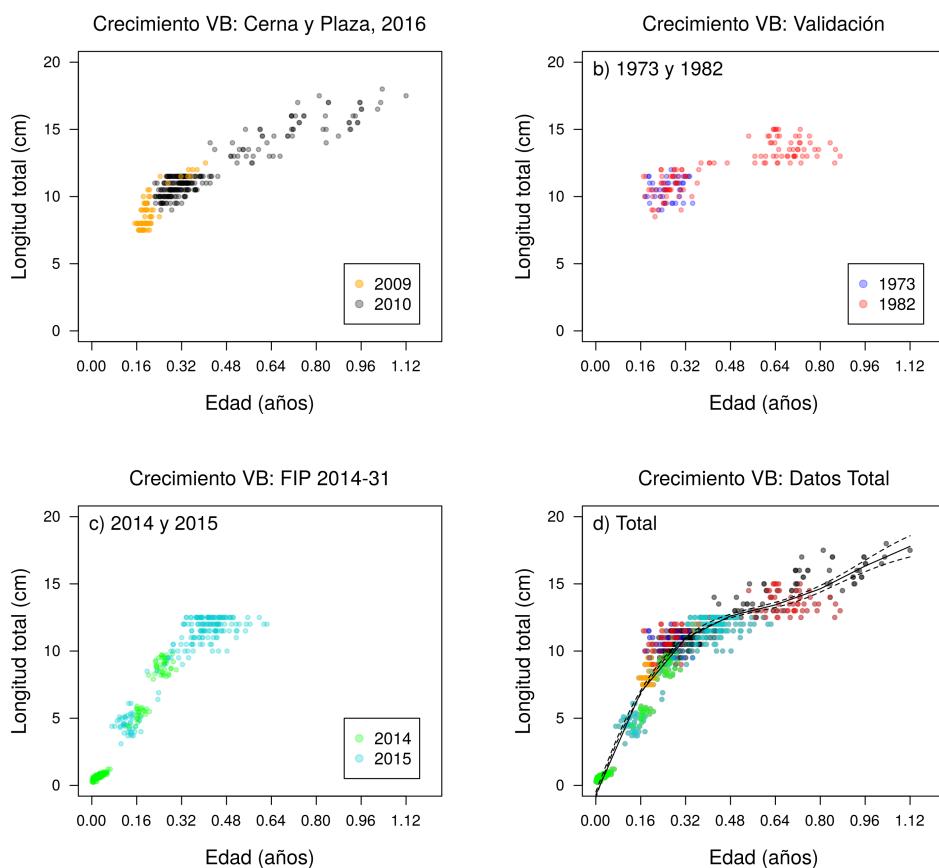


Figura 4. Diferentes proyectos que dan cuenta del modelo de crecimiento de la anchoveta en la zona norte de Chile, en el panel d) se resumen todos los datos juntos de los diferentes proyectos.

También se han usado otolitos de peces capturados entre enero y julio del 2015, a los cuales se les contó el número de incrementos desde el segundo anillo concéntrico que rodea el primordio central hasta el borde del otolito. Los peces capturados correspondieron a juveniles de entre 8.5 y 12.5 cm de longitud total con edades que fluctuaron entre 97 y 167 días, que corresponden a peces nacidos entre julio y diciembre del 2014 y una menor cantidad entre enero y abril (Böhm *et al.*, 2016). Entonces, la edad de reclutamiento de la anchoveta varía entre los 92 (*3^{er}* mes) y 191 días (*6^{to}* mes) desde la eclosión. Estos resultados son coincidentes con los reportados por Simpson y Buzeta (1967) que señalan dos nacimientos, uno durante el otoño (feb-abr) y el otro en primavera (jul-nov), con un coeficiente de crecimiento (*k*) de 1.6 año^{-1} y una longitud asintótica (L_{inf}) de 16.9 cm. También Saetersdal y Valdivia (1964) reportan para el Perú una descendencia de verano y otra de primavera, con la entrada de peces juveniles durante octubre-enero y otra en marzo-junio, esta última contiene una alta proporción de peces de pequeño tamaño por debajo de los 12 cm.

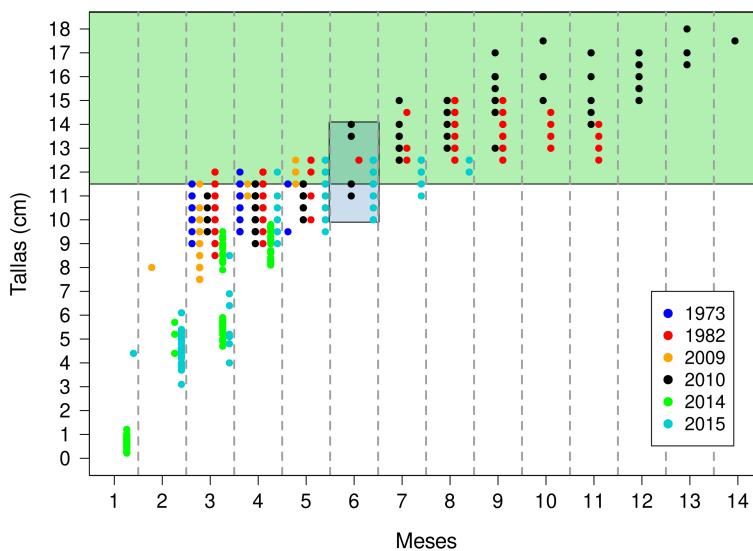


Figura 5. Crecimiento de la anchoveta en una escala de tiempo mensual. La caja verde contiene los individuos sexualmente maduros que corresponde a tallas mayores e igual a 11.5 cm. Y la caja celeste contiene a los individuos de seis meses de edad con un intervalo de tallas que va desde los 10 a 14 cm de longitud total.

Reconfigurando los datos de microincrementos diarios (otolitos) a una escala de tiempo mensual, esta indica que a los tres meses de edad hay individuos de 4 y 12 cm de longitud total dependiendo del año, mostrando la alta variabilidad que presenta el crecimiento de la anchoveta en los primeros meses de vida. Estos resultados indican que habría individuos madurando sexualmente a los 3 meses para los años 1973, 1982 y 2009. En cambio, para los seis meses de edad, más de la mitad de los individuos (64 %) están maduros sexualmente (**Figura 5**).

2.4. Mortalidad natural

La mortalidad natural es calculada a través de diferentes modelos bio-analógicos existentes en la literatura según los parámetros de crecimiento anteriormente señalados. Estos modelos entregan un valor superior a dos (**Tabla 3**), para lo cual en el modelo de evaluación de stock se utiliza un valor de $M = 1,1$ (semestre $^{-1}$) para la tasa de mortalidad natural (M), valor usado como constante para todas las edades y semestres.

Tabla 3. Métodos empíricos para estimar la mortalidad natural.

Método	Edad teórica máxima		
	–	1	2
Rikhter y Efanov (1976)	2.78	–	–
Pauly (1980)	1.74	–	–
Taylor (1958, 1960)	–	2.16	1.99
Hoenning (1983)	–	2.16	2.14
Alverson y Carney (1975)	–	2.33	2.28
Alagaraja (1984)	–	2.33	2.30
Hewitt y Hoenning (2005)	–	2.14	2.11
Promedio	2.26	2.22	2.17

$$(1) T_{max} = t_0 + \frac{3}{k}$$

2.5. Reclutamiento

Observaciones, *in situ*, históricamente han mostrado que el ingreso de reclutas ocurre desde octubre hasta marzo, sin embargo, durante los últimos años se ha detectado una mayor presencia de reclutas desde abril hasta agosto (Böhm *et al.*, 2016). Por otro lado, la distribución de longitudes observada por el crucero hidroacústico estimó un 73 % de reclutas, distribuyéndose los ejemplares entre 2.5 y 16 cm (Leiva *et al.*, 2016), con una alta presencia de individuos de 2.5 y 5 cm asociados a la franja costera. Durante la fase cálida del evento ENOS se observa un alto porcentaje de ejemplares menores a los 12 cm, alcanzando un 70 % la presencia de reclutas en las capturas de la flota industrial (Bertrand *et al.*, 2004; Böhm *et al.*, 2016). Además, durante el último tiempo se ha observado una disminución de las tallas medias en la flota industrial, donde la falta de ejemplares adultos ha estado ausente en los últimos años. La distribución de longitudes en las capturas de la flota industrial chilena muestra un patrón unimodal con una talla media de 14.7, 14.1, 13.0, 12.1, 12.6, 13.2 y 11.4 cm en el 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 respectivamente.

El modelo de evaluación de stock de la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile tiene una escala de tiempo semestral en año calendario, y al inicio de cada semestre se produce la entrada de los reclutamientos como desviaciones desde R_0 . Estas estimaciones muestran que los reclutamientos registrados durante el segundo semestre han sido en promedio de mayor intensidad respecto de los registrados en el primer semestre (**Figura 6**), y esto se debería principalmente a que el reclutamiento del segundo semestre es el que soporta las capturas del primer semestre (debido

al rápido crecimiento, ver **Figura 5**), donde se registra la mayor proporción de la captura del año. Desde mediados del 2008 hasta el 2015 los reclutamientos semestrales han alcanzado un valor medio de 230 (± 143) millones de individuos. En segundo semestre del 2015 se registró el valor más bajo de la serie.

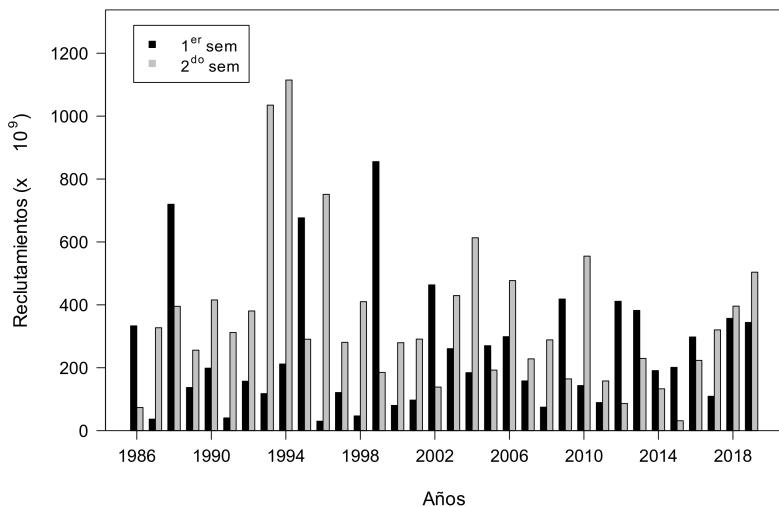


Figura 6. Reclutamientos semestrales estimados por el modelo de evaluación para la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.

Los desvíos de los reclutamientos semestrales estimados por el modelo de evaluación de stock indican, respecto de su tendencia de largo plazo, anomalías negativas desde el 2008 hasta el primer semestre del 2017, y en el segundo semestre del 2017 esta tendencia se revierte (anomalía positiva), con anomalías de 0.08, 0.21, 0.36, 053 y 0.72 para el 2017.5, 2018.0, 2018.5, 2019.0 y 2019.5, respectivamente. Sin embargo, las estimaciones semestrales indican que durante el segundo semestre del 2015 se registró el valor más bajo durante los últimos veinte años (**Figura 7**). Dada esta tendencia negativa en los reclutamientos en el largo plazo durante los años 2008-2017 (**Figura 7**), la biomasa de este recurso ha registrado una importante disminución en comparación con los valores estimados antes del año 2000. Sin embargo, en los últimos cruceros acústicos realizados en el norte de Chile han registrado altos valores de biomasa total, con un alto porcentaje correspondiente a la fracción menor a los 11.5 cm (biomasa de reclutas) de longitud total, por sobre el promedio histórico. El reclutamiento del 2016 es uno de los mayores registrados en la última década, superior en un 24 % al reclutamiento observado en el 2015, y muy similar al observado en el 2014. Es decir, durante los años 2015-16-17 se han registrado un valor medio de 241 (± 28) mil toneladas de biomasa de reclutas. Aunque, en el segundo semestre del 2017 este valor alcanzó las 41 mil toneladas (Leiva *et al.*, 2018). Sin embargo, a finales del 2018 se registró un valor de 596 mil toneladas de biomasa de reclutas, valor más alto de la serie historia desde que se hace el crucero acústico (1996) en el norte de Chile.

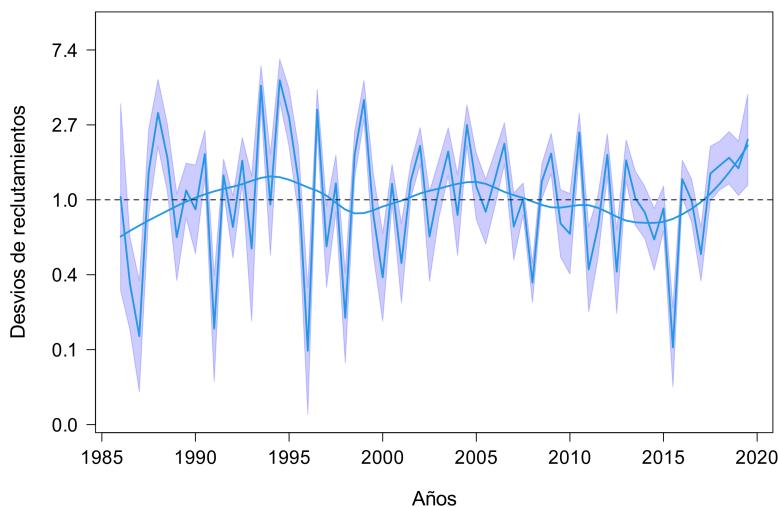


Figura 7. Desvíos de los reclutamientos estimados por el modelo de evaluación para la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.

Esta contradicción entre los desvíos de los reclutamiento estimados por el modelo de evaluación y las observaciones directas sobre la biomasa total y la de reclutas del sotck de anchoveta en el norte de Chile, se ve acentuada con las bajas capturas que se registraron durante este periodo, durante el segundo semestre del 2016 la captura total fue de 101 mil toneladas y en el segundo semestre del 2017 la captura total fue de 178 mil toneladas. Las bajas capturas durante este periodo se debe a la alta presencia de individuos juveniles de menor tamaño que son evitados por la flota industrial, producto del enmallamiento de las redes de cerco y los bajos niveles de rendimiento para las plantas de proceso. Entonces, durante este periodo la alta presencia de biomasa de reclutas no se traducen posteriormente (6 meses) en altas capturas, lo que podría deberse a diversos procesos físicos, químicos y biológicos producto del calentamiento global que afectan a los ecosistemas marinos.

2.6. Análisis retrospectivo

Una manera de probar la capacidad del modelo de evaluación y de sus resultados a la ausencia o exclusión de series de información es el análisis retrospectivo. Este análisis mide la coherencia entre estimaciones sucesivas de un mismo parámetro a medida que se eliminan datos en forma secuencial. En muchas aplicaciones se ha visto que la varianza estadística en la estimación de abundancia (o mortalidad por pesca) tiende a disminuir con el transcurso del tiempo, y las estimaciones del último año (utilizadas en el manejo pesquero) son poco confiables (Sinclair et al., 1991; Mohn, 1993; Parma, 1993). Estos errores retrospectivos pueden deberse a muchas razones, desde sesgo en los datos de captura, hasta diferentes tipos de especificaciones erróneas en el modelo, como parámetros que se asumen que son constantes en el análisis pero que en realidad cambian, así como supuestos erróneos sobre la vulnerabilidad relativa de ciertas clases

de edad.

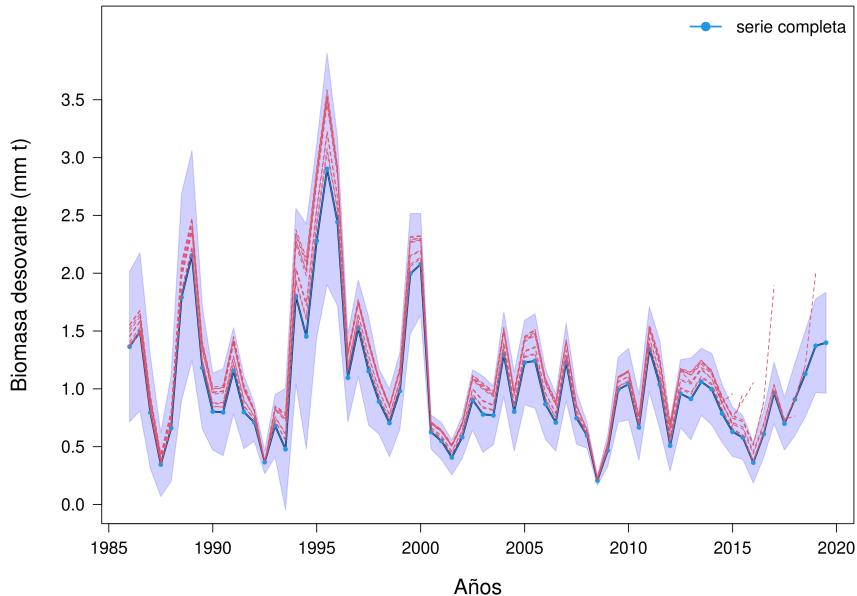


Figura 8. Análisis retrospectivo para la biomasa desovante de la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile. La sombra en azul representa el intervalo de confianza al 95 % para la serie completa y la línea azul representa la estimación media para la serie completa. Las líneas segmentadas en rojo representan las biomassas desovantes estimadas al descuento de información.

En la **Figura 8** se muestra el análisis retrospectivo para la biomasa desovante de la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile, la cual se llevó a cabo mediante la eliminación sistemática de los últimos cinco años de la serie de datos, secuencialmente por semestre. Los resultados muestran un patrón retrospectivo a sobreestimar la biomasa desovante al descuento del primer, quinto, sexto, séptimo y octavo semestre, es decir, hace un semestre (2019.0), dos años y medio atrás (2017.0), tres años (2016.5), tres años y medio (2015.0) y cuatro años atrás (2014.5). Las diferencias en los niveles de biomasa desovante resultan ser muy marginales para el resto de los descuentos, incluso se tiende a subestimar la biomasa desovante en el primer semestre del 2017.

El análisis retrospectivo puede ser visualizado también como la suma de las diferencias relativas entre un parámetro estimado de la evaluación con todos los datos, y el mismo parámetro estimado con respecto a una serie de tiempo reducida. Este estadístico es conocido como *rho* de Mohn (1999), y su cálculo será cero cuando la evaluación descontada sea igual con la evaluación con todos los datos, o cuando las diferencias entre la evaluación descontada y la de la evaluación con

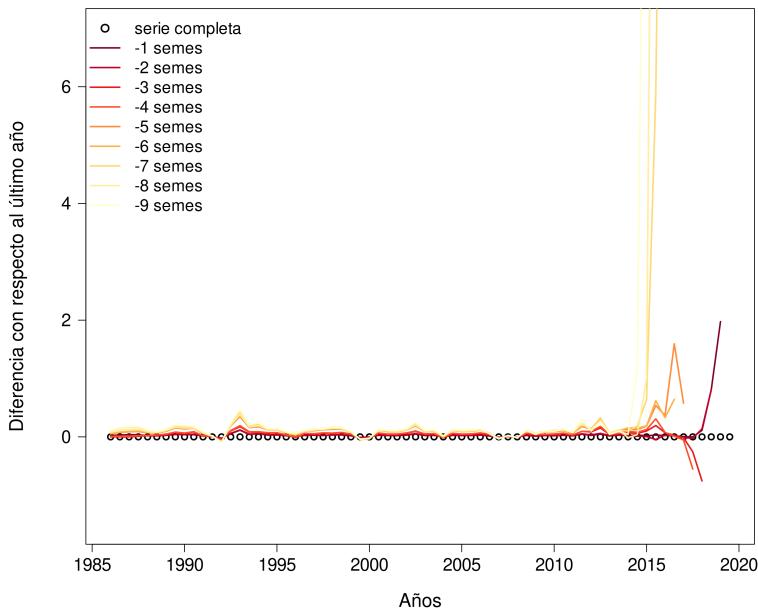


Figura 9. Patrón retrospectivo para los últimos nueve semestres de *rho* de Mohn para la serie de los reclutamientos como una diferencia del último año de la evaluación de la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.

todos los datos son balanceados por las diferencias positivas y negativas. El estadístico de *rho* de Mohn será grande, si es positivo o negativo, cuando hay un consistente patrón de cambio en la evaluación descontada relativa a la evaluación con todos los datos. En la **Figura 9** se muestra el estadístico de *rho* de Mohn para los reclutamientos, el cuál muestra diferencias inferiores a 0.5 para los dos últimos años. Sin embargo, se observó un valor de **1.97** para el primer semestre del 2019 y un valor de **0.81** para el segundo semestre del 2018. Luego, las diferencias cambian a valores negativos de 0.75 y 0.55 para el primer semestre del 2018 y el segundo semestre del 2017, respectivamente.

2.7. Estatus

El estado de explotación del stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile fue evaluado conforme al estándar adoptado por el Comité Científico Técnicos (CCT) y es sustentado en la estimación de los Puntos Biológicos de Referencia (PBR) especie-específicos (Payá et al., 2014). Los proxies al Rendimiento Máximo Sostenido (RMS) son: i) la biomasa al rendimiento máximo sostenido (B_{RMS}) es igual al 50 % de la biomasa desovante virginal (BD_0) y ii) la mortalidad por pesca al RMS (F_{RMS}) es aquella mortalidad por pesca que en el largo plazo produce el 55 % de la biomasa desovante por recluta igual a $F55\%BDPR$ (Beverton y Holt, 1957). Es decir, el valor de mortalidad por pesca objetivo al segundo semestre del 2019 es de $0.86 \text{ semestre}^{-1}$, con una alta variabilidad en el tiempo (década del 90) con un valor medio de 1.13 y un coeficiente de variación del 37 %, influenciada particularmente por el patrón de explotación. Y la biomasa desovante virginal se ha estimado en 1.28 millones de toneladas (± 73 mil toneladas), entonces el proxy de la

biomasa desovante al rendimiento máximo sostenible ($50\%BD_0$) es cercano a las 640 mil toneladas.

Considerando los PBR mencionados anteriormente, la mortalidad por pesca muestra un patrón fluctuante desde mediados de 1992, en varios períodos donde se registran valores por sobre el F_{RMS} y otros períodos por debajo del F_{RMS} . Sin embargo, desde el 2010 a la fecha los valores se ubican por debajo del F_{RMS} , generando con esto una condición sin sobrepesca (**Figura 10**), y al último semestre de la evaluación la mortalidad por pesca se encuentra un 86% por debajo del objetivo de manejo. De igual manera, los resultados indican que la reducción de la biomasa ocurrida a mediados del 2008 y en 2016 llevaron a la población a valores por debajo de la biomasa al RMS, generando con ello un estado de sobreexplotación. Sin embargo, la reducción de la mortalidad por pesca observada durante los últimos años y la alta variabilidad observados en los reclutamientos han llevado a la población a niveles por encima del punto biológico de referencia objetivo de manejo, y esto se traduce que desde mediados del 2016 a la fecha ha variado en torno a un 1.57 (± 0.47). Al último semestre de la evaluación la biomasa desovante se encuentra un 118% superior al objetivo de manejo, y dado los niveles de incertidumbre, existe una nula probabilidad de que la $BD_{2019,5} < BD_{RMS}$ (**Figura 10**), generando con ello un estado de subexplotación en biomasa desovante.

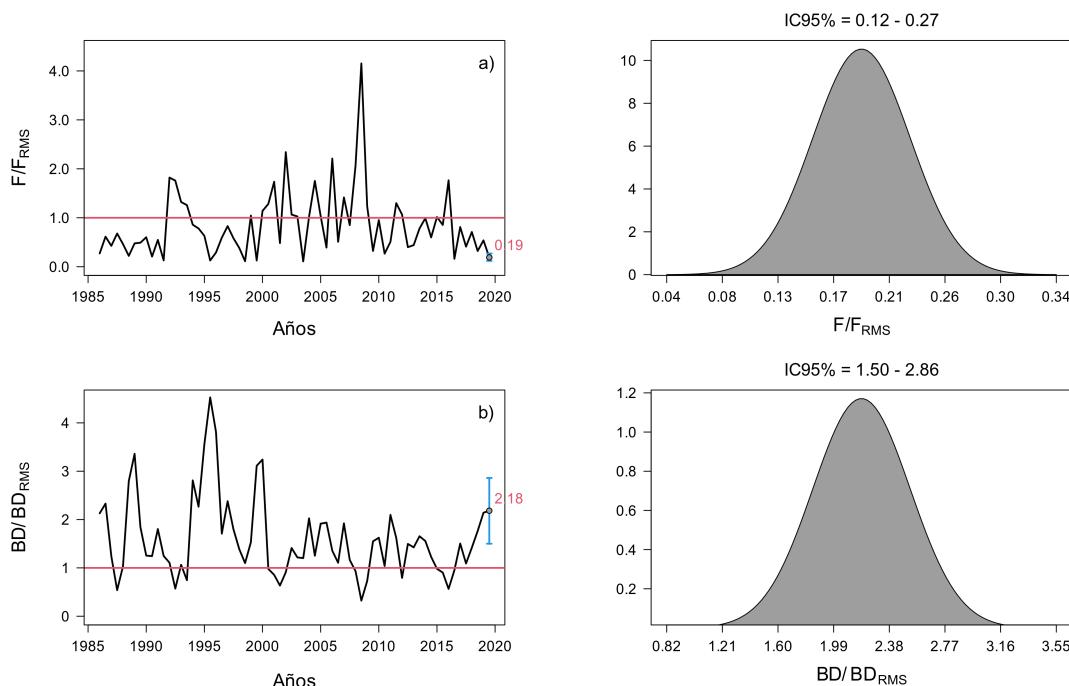


Figura 10. Serie temporal de la razón de la mortalidad por pesca respecto a su referente asociado al RMS y la incertidumbre al último semestre de la evaluación en el panel superior (a) y la serie temporal de la razón de la biomasa desovante respecto a su referente asociado al RMS y la incertidumbre al último semestre de la evaluación en el panel inferior (b) para la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile. La línea roja representa el objetivo de manejo referido al RMS.



2.8. Captura Biológicamente Aceptable (CBA)

De acuerdo al ciclo de manejo histórico de esta pesquería, la recomendación de CBA comienza con el cálculo de la CBA inicial que permite al CCT-PP, en octubre de cada año, establecer el estatus y recomendar el rango de CBA para el año siguiente. En el mes de diciembre, el crucero de evaluación hidroacústico permite estimar la abundancia y biomasa total en el norte de Chile (fines de año) y sur de Perú (primavera y verano), esta información junto a datos provenientes de la pesquería de Chile y Perú y la estimación de la biomasa desovante (otoño-primavera) a partir del método de producción diaria de huevos, es utilizada para la actualización de la CBA (**Tabla 4**).

Tabla 4. Información relevante para el cálculo de CBA 2021 en cada una de las etapas de estimación.

Datos de entrada	CBA inicial	CBA actualizada
Desembarques Chile	1986.0 - 2019.5	1986.0 - 2020.5
Desembarques Perú	1986.0 - 2019.5	1986.0 - 2020.5
Descarte Chile	2017 - 2019.5	2017 - 2019.5
Biomasa acústica Perú	1990-2019.5	1990 - 2020.5
Biomasa acústica Chile	1997-2002, 2007-2019.5	1997-2002, 2007-2020.5
Biomasa desovante Chile (MPDH)	1992-2019	1992-2020.5
Composición de tallas flota Perú	1986 -2019.5	1986 - 2020.5
Composición de tallas flota Chile	1986 - 2019.5	1986 - 2020.5
Composición de tallas crucero Chile	2000-2002 y 2007-2019	2000-2002 y 2007-2020
Pesos medios a la talla Chile	2001 - 2019.5	2001 - 2020.5
Proyección del reclutamiento	4 semestres	2 semestres

La **Tabla 5** muestra las CBA recomendadas por el CCT-PP en las distintas etapas de establecimiento de cuotas, desembarques registrados y sus diferencias, entre el 2015 y 2020. Entre el 2016 y 2019 se mantuvo una CBA statu quo en 760 mil toneladas, en ambos hitos de manejo (CBA inicial y actualizada). El año 2020 se incrementa a 784 mil toneladas, no obstante, para ese año se capturó un 35 % de la CBA recomendada.

Tabla 5. Captura biológicamente aceptables recomendadas por el CCT en las distintas etapas de establecimiento de CBA (ton), desembarques registrados (ton) y sus diferencias.

Año	CBA inicial	CBA actualizada	Desembarques	Diferencia
2015	633.0	633.0*	633.0	0.00 veces la CBA
2016	760.0	760.4*	243.4	0.32 veces la CBA
2017	760.0	760.0*	529.7	0.70 veces la CBA
2018	760.0	760.0*	751.1	0.99 veces la CBA
2019	749.3*	749.3*	524.9	0.70 veces la CBA
2020	784.3	784.3*	271.9	0.35 veces la CBA
2021	564.4	743.7	—	—

Nota: *status quo



3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

En base a las estimaciones poblacionales del modelo de evaluación aplicado, se realizó un análisis de la productividad del stock y de sus posibilidades futuras de explotación. El análisis considerará como criterio de explotación, aquel nivel de mortalidad por pesca que conduce al Rendimiento Máximo Sostenido (F_{RMS}). Esta información y algunos resultados preliminares, juntos a los antecedentes expuestos fueron dados a conocer en el último Comités Científico Técnicos (CCT) durante los días 1-2 de julio del presente año, considerando los requerimientos de reglas de decisión establecidas en los Planes de Manejo o programas de recuperación respectivos, conforme al marco legal y normativo vigente. Los análisis consideran entre otros, la proyección poblacional (variables de estado) bajo condiciones de incertidumbre y la generación de tablas sobre la abundancia del stock proyectado y participación por grupo de edad durante la proyección del stock.

3.1. Estimación de la Captura Biológicamente Aceptable (CBA)

La estimación de las capturas biológicamente aceptables se realizó mediante un análisis de estrategias de explotación, que considera niveles de mortalidad por pesca constante, es decir, las remociones por pesca son proporcionales a los cambios de abundancia del stock. El criterio de explotación está basado en los Puntos Biológicos de Referencia (PBR), el cual considera el criterio el F55 %BDPR (biomasa desovante por recluta) como un proxy del nivel de mortalidad por pesca que genera el Rendimiento Máximo Sostenido (RMS). Además, es posible usar otros valores de mortalidad por pesca para realizar estimaciones de captura y proyecciones del stock. En el caso de la pesquería de anchoveta norte, la recomendación de CBA comienza con un reporte entregado en el mes de septiembre en que se estima una CBA inicial. Este reporte permite al CCT-PP (reunión de octubre) establecer el estatus y recomendar el rango de CBA para el año siguiente en base a percentiles de riesgo (10 % - 50 %) de sobrepasar el objetivo de manejo $p(F > F_{RMS})$. Luego, en abril se entrega un segundo reporte que contiene información actualizada de la pesquería, la cuál permite actualizar la CBA inicial.

3.2. Proyección del stock

Durante la proyección del stock de anchoveta se realiza un conjunto de análisis estocásticos de las probables trayectorias de la biomasa desovante y/o niveles de reducción como consecuencia de la aplicación de diferentes estrategias, tácticas y reglas de decisión consideradas en los respectivos Planes de Manejo y/o Programas de Recuperación de las pesquerías, según corresponda, considerando la incertidumbre del estatus (e.g. matriz de correlación de variables de estado) y los posibles estados de la naturaleza a futuro (e.g. niveles probables de reclutamiento futuro). Estos con el fin de analizar los niveles de riesgo de no alcanzar los objetivos de conservación en el corto o mediado plazo, considerando la incertidumbre del estatus y los probables estados de la naturaleza a futuro.

En base a que el modelo de evaluación entrega estimaciones de abundancia para todos los grupos etarios del último semestre de evaluación y considerando las diferentes etapas de asesoría para el establecimiento de la CBA, se asumen los siguientes supuestos para el cálculo de la CBA:

- Se asume las estimaciones de abundancia (N_p) para todos los grupos etarios al segundo semestre del 2019.
- Se asumen los pesos medios del último semestre de la evaluación de stock.
- Se emplean tres métodos para penalizar el último reclutamiento estimado por el modelo de evaluación, dada la alta incertidumbre asociada a esta estimación y por el patrón retrospectivo en los reclutamientos.
- Las proyecciones se realizan en el corto plazo, 2, 3 y 4 semestres.
- Durante las proyecciones, los reclutamientos futuros provienen del escenario de reclutamientos promedios diferenciado para el primer y segundo semestre (**Figura 11**).
- La longitud de la serie de reclutamientos va desde el año 2000 hasta el año 2019, y desde el año 2000 hasta el 2018.
- Durante la proyección del stock de anchoveta, se consideran los niveles de mortalidad por pesca totales (flota chilena + flota peruana) ocurridos al último semestre de la evaluación, ponderado por la F_{RMS} .
- Se asume que los peces capturados es una función de la población y de la mortalidad por pesca y natural (Baranov, 1918).
- Durante la proyección del stock (4 semestre) la captura es conocida en el primer y segundo semestre proyectado, entonces se estima la mortalidad por pesca a través Newton Raphson.

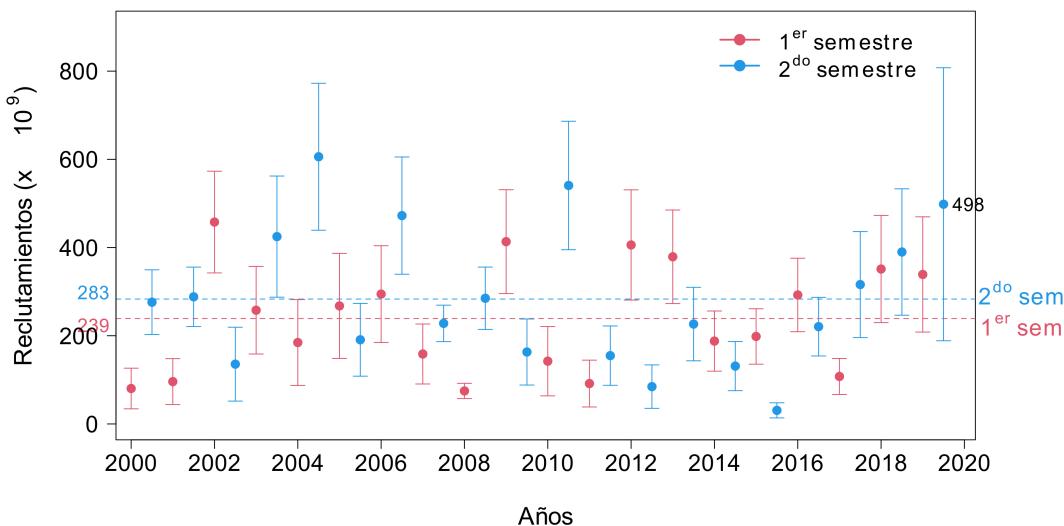


Figura 11. Escenario de reclutamientos promedios diferenciado para el primer y segundo semestre empleados para proyectar el stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile. Las líneas punteadas indican los promedios para cada semestre.



Para proyectar el stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile es necesario incorporar los nuevos reclutas para cada semestre proyectado, primer y segundo semestre del 2020 y 2021. La elección de los niveles de reclutamientos que entran en cada semestre tiene fuertes implicancias en los niveles poblacionales que se estimen en el futuro y en los niveles de captura biológicamente aceptable debido principalmente al rápido crecimiento (**Figura 5**) y a una alta mortalidad natural más la mortalidad por pesca que genera el F_{RMS} . Dado que el último reclutamiento estimado por el modelo de evaluación tiene una alta incertidumbre y más el patrón retrospectivo en los reclutamientos, es necesario aplicar el enfoque precautorio en la toma de decisión inicial (primer hito) y en su actualización (segundo hito) sobre los niveles de captura biológicamente aceptable, es decir, se podría considerar reducir la longitud de la serie para el cálculo de los reclutamientos promedios (eliminando el último año con alta incertidumbre) o penalizar el último reclutamiento estimado por el modelo de evaluación antes que se proyecte la población del stock de anchoveta.

En la actualidad, la CBA considera un rango de valores (de 10 a 50 %) basado en el riesgo de no alcanzar el objetivo de conservación. El riesgo corresponde a una distribución de probabilidad acumulada y representa la expectativa de sobrepasar la mortalidad por pesca que conduce al objetivo de manejo, que es equivalente a mantener el stock robusto. Dada la alta incertidumbre existente en el establecimiento de la CBA en el proceso de asesoría inicial, se recomienda utilizar un nivel de riesgo muy inferior al 50 %.

3.3. Penalización del último reclutamiento

Dada la alta incertidumbre que se genera en el último reclutamiento estimado por el modelo de evaluación (**Figura 11**) y el fuerte patrón retrospectivo en los reclutamientos (**Figura 9**), existe una alta probabilidad que al incorporar nueva información al modelo ($t + 1$) el valor estimado para el reclutamiento (t) disminuya. Dada esta alta incertidumbre que se genera en el último reclutamiento estimado por el modelo de evaluación y por el patrón retrospectivo en los reclutamientos, se proponen tres métodos para penalizar el último reclutamiento estimado por el modelo:

a) límite inferior del último reclutamiento estimado

En la **Figura 12** se muestra el límite inferior de la última estimación del reclutamiento hecha por el modelo, la que corresponde a 1.96 veces por la desviación estándar.

b) relación entre el reclutamiento y el desembarque

Ocupando los datos de reclutamientos semestrales (t) estimados por el modelo de evaluación y los desembarques semestrales observados ($t + 1$) en la pesquería, se ajusta un modelo no-lineal para describir la relación entre estas variables (**Figura 13**). Los resultados del modelo no-lineal son mostrado en la **Tabla 6**.

c) límite inferior de la última desviación de R_0

Otra forma de penalizar el último reclutamiento cuando se tiene por certeza de su estimación es penalizar el último desvío de R_0 . Este método es usado en la Organización Regional de Pesca del Pacífico Sur (SPRFMO) para la evaluación de stock del jurel y consiste en usar el límite inferior de

la última estimación de la desviación de R_0 desde el archivo .pin, y correr el modelo de evaluación desde la última fase de estimación. En la **Figura 14** se muestra el esquema de estimación para este método.

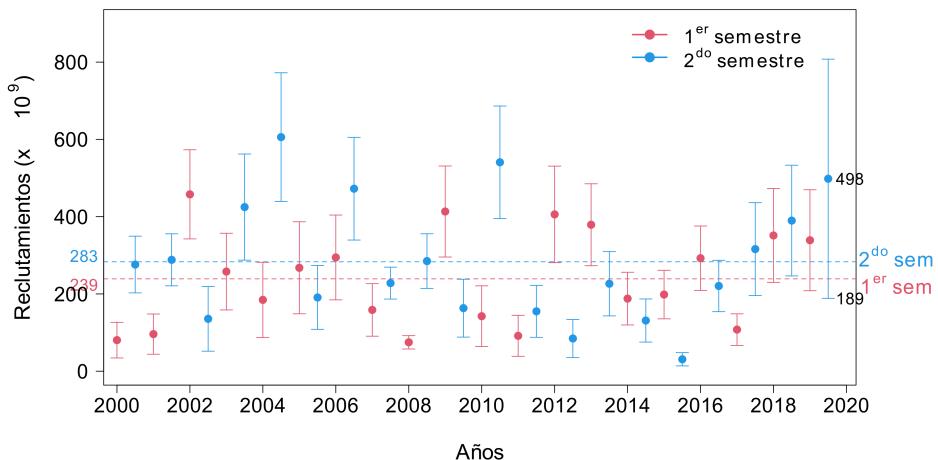


Figura 12. Reclutamientos promedios diferenciado para el primer y segundo semestre empleados para proyectar el stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile. Las líneas punteadas indican los promedios para cada semestre.

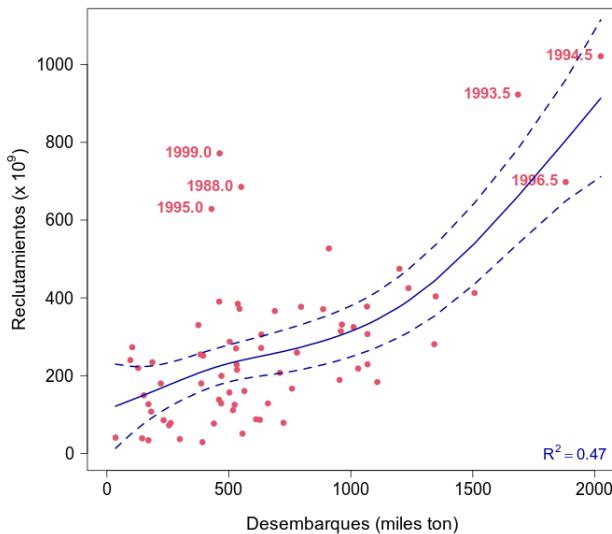


Figura 13. Relación no-lineal entre los reclutamientos (t) y los desembarques totales (t+1) en escala semestral para el stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.



Tabla 6. Resultados del modelo no-lineal entre los reclutamientos (t) y los desembarques ($t + 1$) en escala semestral para el stock de anchoveta del sur de Perú y norte de Chile.

	Paramétrica	No paramétrica
Intercepto	270.821*** (17.926)	
s(desem)		2.845*** (3.528)
Observaciones		69
R ² ajustado		0.465
Log Likelihood		-446.003
UBRE		23,482.240

Nota:

* $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

```
fernando@shark: ~/ancho/2022/taller/mod_05
fernando@sh... fernando@sh... fernando@sh... fernando@sh...
fernando@sh... fernando@sh... fernando@sh... fernando@sh...
> system> ./ancho -nox -ainp ancho_modi.pin -phase 6 -maxfn 0"
Set current phase to 4
ancho.pin
lomega ~/ancho/2022/taller/mod_05
1# Number of parameters = 263 Objective function value = 10236.2747753662
2# log_se1a:
3 1.09999999111987 0.971087503406027 0.231970608773017 0.854772924648818 0.8
4# log_se1b:
5 -0.0348218046029678 -0.681017110548899 -2.29999977613249 -0.9175890425203
6# log_se1c:
7 3.59992684103793 0.10000003625231 0.1000000262690278 3.59998166487294 0.1
8# log_se1d:
9 0.716341109148769 1.03480845275212 0.202835737338114 0.804092121670094 0.5
10# log_se1e:
11 -0.7486368844000142 -0.716957407385385 -2.29991610426080 -0.967054605327473
12# log_se1f:
13 3.59991196575221 0.100000064849543 1.54328135116810 0.100001560356868 0.1
14# log_A50c:
15 -0.803269219337449 -1.25095183295813
16# log_rangoc:
17 -0.2000000339980832 -0.200000017885497
18# Len50_S:
19 0.250000004665122 0.249999999045444
20# LenDiff_S:
21 -2.49999999019348 -2.50000000226523
22# log_Ro:
23 5.20182042259
24# dev_log_Ro:
25 0.000000000000000 -1,-1.1406593176 -1,-81693192313,0.371716167415 1.16279253415 0.57262713464 -0.510565904513 0.123998403265 -0.166494664783
0.576714299989 -1,-72032886198 0.324727882022 -0.412349763511 0.519257094175 -0.648231525348 1.51312952372 -0.068584639930 1.58983792127
1.09426478213411 -1,-9876481576 1.1958874371 -0.620726852566 0.22315271768 -1.5749027756 0.59468427216 1.33667524070
-0.181393286980 -1,-0.1984648684 0.21407677565 -0.842478218074 0.257243621643 0.719731946340 -0.497139085403 0.14576666769 0.644927793887
-0.188196131349 0.00020513305 0.1831546222018 -0.155097029298 0.27842175126 0.75164284113 -0.340144387463 0.0228927153975 -0.19153083539
0.245905672164 0.617656483110 -0.312152484771 -0.448413318318 0.886274490964 -0.889434404732 0.363738623222 0.599385894571 -0.96834495926
0.5311920699 0.01606376205243 -0.529946656298 -0.116563738073 -1.97811733799 0.271597360462 -0.0102149109309 -0.727518856412
0.349342017037 0.454967967982 0.559081355910 0.419307629830 0.804330947099
26# dev_log_No:
27 0.396625184345 0.716769198412 0.0831487276949 -0.330722445109 -0.423281930281 -0.442516069151
28# Fgt_Ch:
29 -1.59576160107 -0.304735738811 -1.28633719885 -2.54393148570 -0.845052686832 -1.41802622110 -0.17189450889 -0.522864946701 -0.571061212947
-1.28273407738 -0.38459819577 -1.54853555728 0.72617840179 0.476753851686 0.389842120088 0.66790212299 -0.073211376909 0.145670674196
-0.5105017528193 -1.59103680724 -0.97415895265 -0.242834429863 -0.099306600260 0.740381653367 -1.63259565783 -0.26256562849 -0.64860694602
-2.58335859193 -0.956527264881 0.468473969743 -0.247410963332 -0.559637986567 -0.144424632637 -0.343059581994 -0.680067036669 -2.24125841689
Plain Text Tab Width: 8 L1, Col 1 INS
```

Figura 14. Esquema que ilustra el archivo .pin y la modificación del última estimación de la desviación de R_0 , y la consola de comando donde se ejecuta esa instrucción.

4. RESULTADOS

4.1. Efecto en la incorporación de nuevos datos

El gran desafío que presentan los pequeños peces pelágicos a nivel mundial, y más aún para la anchoveta del norte de Chile que presenta una rápida tasa de crecimiento con una alta mortalidad natural, es intentar predecir los reclutamientos futuros durante la proyección del stock. Esto se complica aún más, ya que el modelo de evaluación de stock presenta una tendencia a sobreestimar los reclutamientos del primer hito de asesoría cuando se incorporan nuevos datos en el segundo hito de asesoría (panel intermedio, **Figura 15**). Este patrón retrospectivo en los reclutamientos (**Figura 8 y 9**) hace necesario plantearse algunos escenarios sobre los supuestos en los reclutamientos que serán ingresados durante la proyección del stock de anchoveta, tanto para el primer hito de asesoría (septiembre), como en el segundo hito (marzo) de asesoraía.

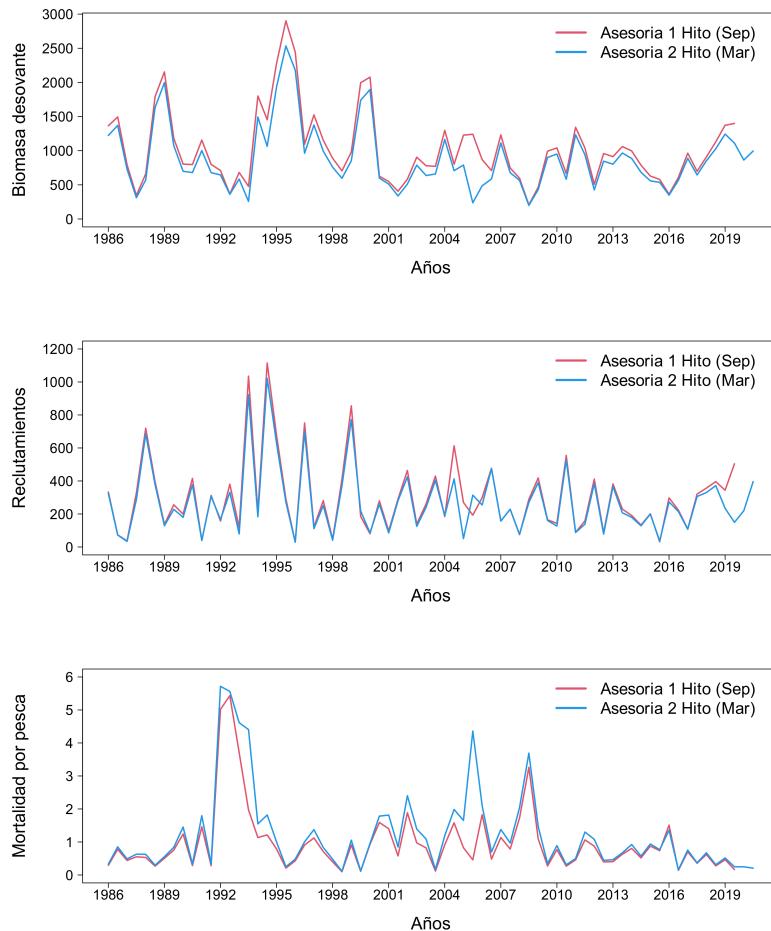


Figura 15. Estimaciones de las principales variables de estado durante el ciclo de asesoría anual. El Hito 1 corresponde a la asesoría de septiembre 2020 y el Hito 2 a la asesoraía del marzo del 2021.

4.2. Revisión del proceso de estimación de CBA de anchoveta norte

El establecimiento de la CBA anual para el stock de la anchoveta del sur de Perú y norte de Chile tiene dos hitos: i) el primer hito de asesoría que ocurre en octubre de cada año, donde es necesario proyectar el stock de anchoveta cuatro semestres para estimar la CBA anual, y además durante el primer y segundo semestre proyectado la mortalidad por pesca conocida. Y ii) el segundo hito de asesoría que ocurre en marzo-abril de cada año, y es necesario proyectar el stock de anchoveta dos semestres para estimar la CBA anual. En cada uno de estos hitos es necesario hacer supuestos sobre los niveles de reclutamientos (número de individuos) que serán ingresados en cada uno de los semestres proyectados. Estos niveles de reclutamientos podrían corresponder a un promedio de ciertos reclutamientos que ocurrieron en un periodo determinado (longitud de la serie) de tiempo, diferenciado por semestres o un patrón inherente que ocurre dentro del año ($\text{sem1} > \text{sem2}$ o $\text{sem1} < \text{sem2}$). O podríamos hacer algún tipo de penalización del último reclutamiento estimado por el modelo dado el patrón retrospectivo que se observa en los reclutamientos (**Figura 9**). Para el caso de penalizar el reclutamiento, se consideran tres métodos: i) el límite inferior del intervalo de confianza estimado por el modelo para el último reclutamiento, ii) predecir el reclutamiento desde una relación no-lineal entre el reclutamiento (t) y el desembarque ($t + 1$), y iii) el límite inferior del intervalo de confianza estimado por el modelo para la última desviación de R_0 . Para cada uno de los hitos de asesoría, se asumen que los reclutamientos ingresados en cada uno de los semestres proyectados es considerado como un evento independiente de un semestre a otro.

Los resultados mostrados a continuación corresponde a modo de ejemplo, donde el modelo de evaluación entrega estimaciones de todos los grupos etarios hasta el 2019.5, se considera la mortalidad por pesca total (flota chilena + flota peruana) y los pesos medios del último semestre. La mortalidad por pesca total es ponderada por la mortalidad por pesca que produce el RMS, equivalente al 55 %BDPR.

4.2.1. Primer hito

a) 4 semestres proyectados

Para el primer hito de asesoría se evaluaron los siguientes escenarios **Tabla 7** para 4 semestres proyectados. Los resultados de las proyecciones muestran que la biomasa desovante debería fluctuar entre un millón 776 mil toneladas y 927 mil toneladas para el escenario E1, y valores un poco menores para el escenario E2. Para el escenario E3, la biomasa desovante debería fluctuar entre un millón 225 mil toneladas y 813 mil toneladas, y valores un poco menores para el escenario E4. Para el escenario E5, la biomasa desovante debería fluctuar entre un millón 158 mil toneladas y 799 mil toneladas, y valores un poco menores para el escenario E6, el cuál registro los menores valores para todos los escenarios evaluados. Finalmente, para el escenario E7, la biomasa desovante debería fluctuar entre un millón 388 mil toneladas y 852 mil toneladas, y valores un poco menores para el escenario E8 (**Figura 16**).

Para todos los escenarios evaluados durante el primer y segundo semestre proyectado, la captura tienen valores muy similares, debido a que esta es conocida (**Figura 16** y **Tabla 8**). Para el tercer semestre proyectado la captura registra un valor máximo de 432 mil toneladas para el escena-



rio E1 y un valor mínimo de 398 mil toneladas para el escenario E6. Y para el cuatro semestre proyectado la captura registra un valor máximo de 343 mil toneladas para el escenario E1 y un valor mínimo de 326 mil toneladas para el escenario E2, E4 y E6. En términos de la reducción de la biomasa desovante de largo plazo del stock de anchoveta, todos los escenarios evaluados convergen al final de la proyección a un valor por sobre el objetivo de manejo pesquero, indicando que el stock de anchoveta es altamente productivo dado los niveles de reclutamientos ingresados durante la proyección (**Figura 16**).

Tabla 7. Escenarios de proyección (4 semestres) usados en el primer hito de ase-soría.

Escenario	Descripción
E1	Reclutamientos promedios desde el 2000 hasta el 2019.5
E2	Reclutamientos promedios desde el 2000 hasta el 2018.5
E3	E1 + penalización último reclutamiento (2019.5) Np(1)=188.6
E4	E2 + penalización último reclutamiento (2019.5) Np(1)=188.6
E5	E1 + penalización último reclutamiento (relación) Np(1)=149.5
E6	E2 + penalización último reclutamiento (relación) Np(1)=149.5
E7	E1 + penalización último desviaciones de $R_0=0.8-1.96*0.3$
E8	E2 + penalización último desviaciones de $R_0=0.8-1.96*0.3$

Tabla 8. CBA semestral proyectada (2020.0-2021.5) y anual para el 2021 para el stock de anchoveta dado el criterio del $F=F_{RMS}$ y los diferentes escenarios evalua-dos.

Escenario	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5	2021 TOT
E1	148.5	125.9	432.4	343.8	776.2
E2	148.5	126.1	405.6	326.3	731.9
E3	151.4	124.9	405.6	341.6	747.2
E4	151.4	125.0	399.1	326.1	725.2
E5	152.9	124.7	402.3	341.3	743.6
E6	152.9	124.8	398.2	326.1	724.3
E7	149.7	125.3	417.0	345.3	762.3
E8	149.7	125.4	404.8	329.1	733.9

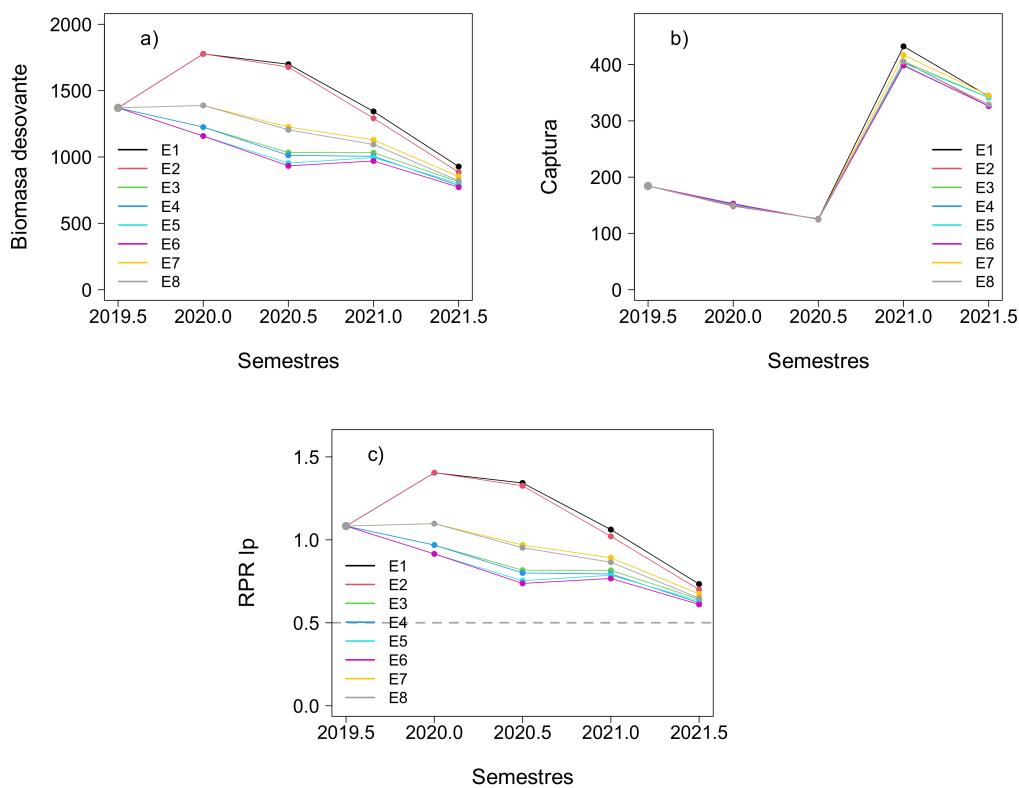


Figura 16. Biomasa desovante (a), capturas (b) y RPR largo plazo (c) proyectado durante 4 semestres para el primer hito de asesoría.

b) 3 semestres proyectados

Para proyectar el stock de anchoveta durante 3 semestres se evaluaron los siguientes escenarios **Tabla 9**. Los resultados de las proyecciones muestran que la biomasa desovante debería fluctuar entre tres millones 929 mil toneladas y un millón 981 mil toneladas para el escenario S1, y valores un poco menores para el escenario S2. Para el escenario S3, la biomasa desovante debería fluctuar entre un millón 252 mil toneladas y 835 mil toneladas, y valores un poco menores para el escenario S4. Para el escenario S5, la biomasa desovante debería fluctuar entre un millón 85 mil toneladas y 764 mil toneladas, y valores un poco menores para el escenario S6, el cuál registró los menores valores para todos los escenarios evaluados. Finalmente, para el escenario S7, la biomasa desovante debería fluctuar entre dos millones 194 mil toneladas y un millón 241 mil toneladas, y valores un poco menores para el escenario S8 (**Figura 17**).

Para todos los escenarios evaluados durante el primer semestre proyectado, la captura tienen valores muy similares, debido a que esta es conocida (**Tabla 10**). Para el segundo semestre proyectado la captura registra un valor máximo de 801 mil toneladas para el escenario S1 y un valor mínimo de 318 mil toneladas para el escenario S5. Y para el tercer semestre proyectado la captura registra un valor máximo de 365 mil toneladas para el escenario S1 y un valor mínimo de 342 mil toneladas para el escenario S4 y S6. En términos de la reducción de la biomasa desovante de largo plazo del stock de anchoveta, todos los escenarios evaluados convergen al final de la

proyección a un valor por sobre el objetivo de manejo pesquero, indicando que el stock de anchoveta es altamente productivo dado los niveles de reclutamientos ingresados durante la proyección (**Figura 17**).

Tabla 9. Escenarios de proyección (3 semestres) usados en el primer hito de asesoría.

Escenario	Descripción
S1	Reclutamientos promedios desde el 2000 hasta el 2019.5
S2	Reclutamientos promedios desde el 2000 hasta el 2018.5
S3	S1 + penalización último reclutamiento (2019.5) $Np(1)=250.2$
S4	S2 + penalización último reclutamiento (2019.5) $Np(1)=250.2$
S5	S1 + penalización último reclutamiento (relación) $Np(1)=149.5$
S6	S2 + penalización último reclutamiento (relación) $Np(1)=149.5$
S7	S1 + penalización último desviaciones de $R_0=2.1-1.96*0.4$
S8	S2 + penalización último desviaciones de $R_0=2.1-1.96*0.4$

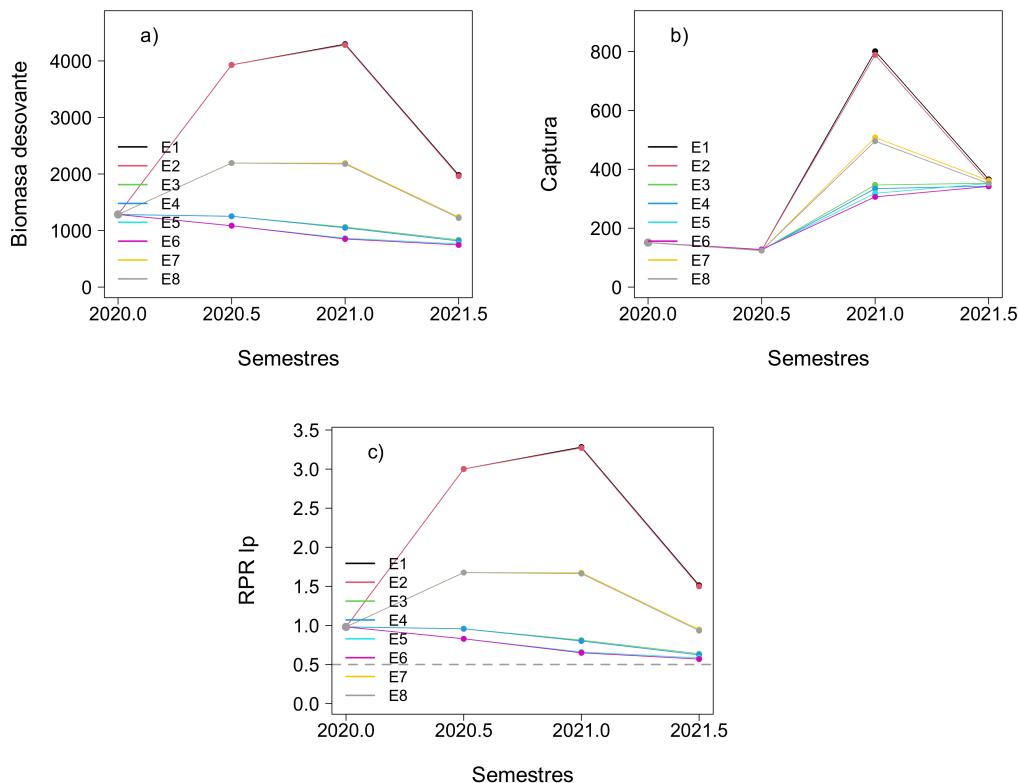


Figura 17. Biomasa desovante (a), capturas (b) y RPR largo plazo (c) proyectado durante 3 semestres para el primer hito de asesoria.



Tabla 10. CBA semestral proyectada (2020.5-2021.5) y anual para el 2021 para el stock de anchoveta dado el criterio del $F=F_{RMS}$ y los diferentes escenarios evaluados.

Escenario	2020.5	2021.0	2021.5	2021 _{TOT}
S1	124.0	801.1	365.8	1166.9
S2	124.0	788.7	355.8	1144.5
S3	125.5	346.8	352.9	699.7
S4	125.5	334.5	342.9	677.4
S5	127.7	318.7	352.0	670.7
S6	127.7	306.5	342.0	648.5
S7	124.2	508.2	361.8	870.0
S8	124.2	495.7	351.6	847.3

4.2.2. Aporte de cada grupo de edad a la captura proyectada por semestre

a) 4 semestres proyectados

Durante la proyección del stock de anchoveta se estimó la captura en número de individuos por grupo de edad (Baranov, 1918), y luego fue dividida por la suma total de todos los grupos de edad. Este porcentaje por grupo de edad en la captura es presentado en las **Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18** para el escenario E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 y E8 respectivamente. Independiente del escenario evaluado, el grupo de edad 1 (6 meses) es el que mayor porcentaje aporta a la captura semestral. Para el escenario E1 y E2 este valor varía entre un 78 % y un 91 %, para el escenario E3 y E4 este valor varía entre un 78 % y un 83 %, para el escenario E5 y E6 este valor varía entre un 74 % y 87 % y para el escenario E7 y E8 este valor varía entre un 84 % y 85 %. En general, los grupos de edades 0 (reclutas), 1 (6 meses) y 2 (1 año) aportan el 100 % de la captura semestral para todos los escenarios evaluados durante la proyección del stock de anchoveta.

Tabla 11. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E1.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.041	0.090	0.088	0.123
1	0.914	0.787	0.848	0.831
2	0.043	0.120	0.059	0.042
3	0.001	0.002	0.003	0.001
Suma(0:2)	0.999	0.998	0.996	0.998

Tabla 12. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E2.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.039	0.088	0.089	0.122
1	0.916	0.783	0.846	0.833
2	0.043	0.126	0.060	0.042
3	0.001	0.002	0.003	0.001
Suma(0:2)	0.999	0.997	0.996	0.998

Tabla 13. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E3.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.103	0.095	0.093	0.118
1	0.788	0.861	0.845	0.839
2	0.105	0.041	0.059	0.040
3	0.002	0.002	0.001	0.001
Suma(0:2)	0.997	0.997	0.998	0.998

Tabla 14. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E4.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.099	0.099	0.090	0.122
1	0.792	0.855	0.851	0.833
2	0.106	0.043	0.056	0.042
3	0.002	0.002	0.001	0.001
Suma(0:2)	0.997	0.997	0.998	0.998

Tabla 15. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E5.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.125	0.096	0.094	0.117
1	0.745	0.870	0.845	0.840
2	0.126	0.031	0.059	0.040
3	0.002	0.002	0.000	0.001
Suma(0:2)	0.997	0.997	0.998	0.998

Tabla 16. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E6.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.119	0.101	0.090	0.122
1	0.749	0.863	0.852	0.833
2	0.127	0.032	0.056	0.042
3	0.002	0.002	0.000	0.001
Suma(0:2)	0.997	0.997	0.998	0.998

Tabla 17. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E7.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.073	0.094	0.091	0.119
1	0.849	0.839	0.846	0.837
2	0.075	0.064	0.059	0.041
3	0.001	0.002	0.001	0.001
Suma(0:2)	0.997	0.997	0.998	0.998

Tabla 18. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.0-2021.5) para el escenario E8.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.070	0.096	0.089	0.122
1	0.852	0.834	0.850	0.833
2	0.075	0.067	0.057	0.042
3	0.001	0.002	0.001	0.001
Suma(0:2)	0.997	0.997	0.998	0.998

b) 3 semestres proyectados

El porcentaje de participación por grupo de edad en la captura es presentado en las **Tabla 19**, **Tabla 20**, **Tabla 21**, **Tabla 22**, **Tabla 23**, **Tabla 24**, **Tabla 25** y **Tabla 26** para el escenario S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7 y S8 respectivamente. Independiente del escenario evaluado, el grupo de edad 1 (6 meses) es el que mayor porcentaje aporta a la captura semestral. Para el escenario S1 y S2 este valor varía entre un 50 % y un 97 %, para el escenario S3 y S4 este valor varia entre un 78 % y un 84 %, para el escenario S5 y S6 este valor varia entre un 72 % y 84 % y para el escenario S7 y S8 este valor varia entre un 65 % y 94 %. En general, los grupos de edades 0 (reclutas), 1 (6 meses) y 2 (1 año) aportan el 100 % de la captura semestral para todos los escenarios evaluados durante la proyección del stock de anchoveta.

Tabla 19. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S1.

Edad	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.015	0.096	0.123
1	0.973	0.513	0.832
2	0.011	0.388	0.031
3	0.000	0.001	0.012
Suma(0:2)	0.999	0.997	0.986

Tabla 20. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S2.

Edad	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.014	0.096	0.121
1	0.974	0.503	0.834
2	0.011	0.398	0.031
3	0.000	0.001	0.013
Suma(0:2)	0.999	0.997	0.986

Tabla 21. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S3.

Edad	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.103	0.148	0.124
1	0.820	0.783	0.842
2	0.073	0.065	0.031
3	0.001	0.002	0.001
Suma(0:2)	0.997	0.996	0.997

Tabla 22. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S4.

Edad	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.099	0.150	0.122
1	0.823	0.779	0.844
2	0.074	0.067	0.031
3	0.001	0.002	0.001
Suma(0:2)	0.996	0.996	0.998

Tabla 23. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S5.

Edad	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.160	0.154	0.124
1	0.723	0.808	0.842
2	0.113	0.035	0.031
3	0.002	0.002	0.000
Suma(0:2)	0.996	0.996	0.997



Tabla 24. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S6.

Edad	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.155	0.156	0.122
1	0.728	0.804	0.844
2	0.114	0.036	0.031
3	0.002	0.002	0.000
Suma(0:2)	0.996	0.997	0.998

Tabla 25. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S7.

Edad	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.034	0.125	0.124
1	0.939	0.664	0.838
2	0.025	0.207	0.031
3	0.000	0.002	0.005
Suma(0:2)	0.998	0.996	0.993

Tabla 26. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020.5-2021.5) para el escenario S8.

Edad	2020.5	2021.0	2021.5
0	0.033	0.126	0.122
1	0.941	0.657	0.840
2	0.025	0.214	0.031
3	0.000	0.002	0.005
Suma(0:2)	0.999	0.997	0.993

4.2.3. Abundancia semestral proyectada

a) 4 semestres proyectados

En las **Tabla 27, Tabla 28, Tabla 29, Tabla 30, Tabla 31, Tabla 32, Tabla 33 y Tabla 34** se presentan las matrices de abundancia en número durante la proyección del stock de anchoveta para 4 semestres. En estas se observan los diferentes supuestos (**Tabla 7**) aplicados para cada uno de los casos evaluados. Además, se muestra la abundancia por grupo de edad al último semestre estimado por el modelo de evaluación (2019.5), de manera de identificar el último reclutamiento estimado (**Tabla 27 y Tabla 28**). Y en las restantes tablas se puede ver el reclutamiento penalizado por los diferentes métodos aplicados.

Tabla 27. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E1.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	498.17	239.04	283.16	239.04	283.16
1	111.22	165.00	79.25	93.69	77.55
2	26.66	31.30	47.98	21.58	13.19
3	8.57	8.52	10.09	15.2	5.85
4	1.89	2.84	2.83	3.34	4.98
5	0.48	0.79	1.21	1.34	1.56

Tabla 28. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E2.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	498.17	227.26	265.29	227.26	265.29
1	111.22	165.00	75.34	87.76	73.73
2	26.66	31.30	47.98	20.34	12.36
3	8.57	8.52	10.09	15.19	5.51
4	1.89	2.84	2.83	3.34	4.97
5	0.48	0.79	1.21	1.34	1.56

Tabla 29. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E3.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	188.66	239.04	267.53	239.04	267.61
1	111.22	61.96	78.77	88.42	77.55
2	26.66	31.30	14.74	20.47	12.45
3	8.57	8.52	9.61	4.62	5.55
4	1.89	2.84	2.82	3.18	1.51
5	0.48	0.79	1.21	1.34	1.50

Tabla 30. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E4.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	188.66	227.26	265.29	227.26	265.29
1	111.22	61.96	74.89	87.63	73.73
2	26.66	31.30	14.73	19.22	12.34
3	8.57	8.52	9.61	4.61	5.21
4	1.89	2.84	2.82	3.18	1.51
5	0.48	0.79	1.21	1.34	1.50

Tabla 31. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E5.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	149.52	239.04	265.73	239.04	265.73
1	111.22	49.52	78.60	87.78	77.55
2	26.66	31.30	10.94	20.28	12.36
3	8.57	8.52	9.45	3.42	5.50
4	1.89	2.84	2.81	3.13	1.12
5	0.48	0.79	1.21	1.34	1.48

Tabla 32. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E6.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	149.52	227.26	265.29	227.26	265.29
1	111.22	49.52	74.73	87.60	73.73
2	26.66	31.30	10.94	19.02	12.34
3	8.57	8.52	9.45	3.41	5.16
4	1.89	2.84	2.81	3.13	1.11
5	0.48	0.79	1.21	1.34	1.48

Tabla 33. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E7.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	274.19	241.18	274.28	241.18	274.72
1	111.21	90.81	79.72	90.67	78.25
2	26.90	31.58	23.85	21.08	12.77
3	8.64	8.60	9.93	7.51	5.71
4	1.91	2.87	2.85	3.29	2.46
5	0.49	0.79	1.22	1.35	1.54

Tabla 34. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2021.5) para el escenario E8.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	274.19	229.29	267.67	229.29	267.67
1	111.21	90.81	75.78	88.46	74.39
2	26.90	31.58	23.85	19.81	12.46
3	8.64	8.60	9.93	7.49	5.37
4	1.91	2.87	2.85	3.29	2.45
5	0.49	0.79	1.22	1.35	1.54

b) 3 semestres proyectados

En las **Tabla 35**, **Tabla 36**, **Tabla 37**, **Tabla 38**, **Tabla 39**, **Tabla 40**, **Tabla 41** y **Tabla 42** se presentan las matrices de abundancia en número durante la proyección del stock de anchoveta para 4 semestres. En estas se observan los diferentes supuestos (**Tabla 9**) aplicados para cada uno de los casos evaluados. Además, se muestra la abundancia por grupo de edad al último semestre estimado por el modelo de evaluación (2020.0), de manera de identificar el último reclutamiento estimado (**Tabla 35** y **Tabla 36**). Y en las restantes tablas se puede ver el reclutamiento penalizado por los diferentes métodos aplicados.

Tabla 35. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S1.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	1881.09	239.55	274.89	239.55
1	98.63	623.45	79.63	88.41
2	27.74	29.46	200.69	11.21
3	8.35	9.00	9.72	54.54
4	2.87	2.77	2.99	3.18
5	0.82	1.22	1.33	1.44

Tabla 36. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S2.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	1881.09	229.41	267.41	229.41
1	98.63	623.45	76.26	86.00
2	27.74	29.46	200.69	10.74
3	8.35	9.00	9.72	54.54
4	2.87	2.77	2.99	3.18
5	0.82	1.22	1.33	1.44

Tabla 37. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S3.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	250.28	239.55	274.89	229.55
1	98.63	82.95	79.00	88.41
2	27.74	29.46	21.87	11.12
3	8.35	9.00	9.28	5.94
4	2.87	2.77	2.99	3.04
5	0.82	1.22	1.33	1.43

Tabla 38. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S4.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	250.28	229.41	267.41	229.41
1	98.63	82.95	75.65	86.00
2	27.74	29.46	21.87	10.65
3	8.35	9.00	9.28	5.94
4	2.87	2.77	2.99	3.04
5	0.82	1.22	1.33	1.43

Tabla 39. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S5.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	149.52	239.55	274.89	229.55
1	98.63	49.55	78.57	88.41
2	27.74	29.46	11.39	11.06
3	8.35	9.00	8.98	3.09
4	2.87	2.77	2.97	2.94
5	0.82	1.22	1.33	1.43

Tabla 40. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S6.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	149.52	229.41	267.41	229.41
1	98.63	49.55	75.24	86.00
2	27.74	29.46	11.39	10.59
3	8.35	9.00	8.98	3.09
4	2.87	2.77	2.97	2.94
5	0.82	1.22	1.33	1.43

Tabla 41. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S7.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	816.95	242.51	278.29	242.51
1	99.85	270.76	80.48	89.50
2	28.09	29.82	83.54	11.33
3	8.46	9.11	9.75	22.70
4	2.90	2.81	3.03	3.19
5	0.83	1.24	1.34	1.45

Tabla 42. Abundancia semestral proyectada (2020.0 - 2021.5) para el escenario S8.

Edad	2020.0	2020.5	2021.0	2021.5
0	816.95	232.23	270.71	232.23
1	99.85	270.76	77.07	87.06
2	28.09	29.82	83.54	10.85
3	8.46	9.11	9.75	22.71
4	2.90	2.81	3.03	3.19
5	0.83	1.24	1.34	1.45

4.2.4. Segundo hito

Para el segundo hito de asesoria se evaluaron los mismos escenarios del primer hito **Tabla 7**. Los resultados de las proyecciones muestran que la biomasa desovante debería fluctuar entre un millón 665 mil toneladas y un millón 116 mil toneladas para el escenario E1, valores muy similares para el escenario E2. Para el escenario E3, la biomasa desovante debería fluctuar entre un millón 185 mil toneladas y 839 mil toneladas, valores muy similares para el escenario E4. Para el escenario E5, la biomasa desovante debería fluctuar entre un millón 130 mil toneladas y 807 mil toneladas, valores muy similares para el escenario E6. Y finalmente, para el escenario E7 la biomasa desovante debería fluctuar entre un millón 329 mil toneladas y 923 mil toneladas, valores muy similares para el escenario E8 (**Figura 18**). En términos de las capturas semestrales, para el escenario E1 esta debería fluctuar entre 737 mil toneladas y 371 mil toneladas para el primer y segundo semestre, respectivamente. Estos valores son muy similares para el primer semestre del escenario E2 y se observa una diferencia cercana a 20 toneladas en el segundo semestre. Para el escenario E3, las capturas semestrales debería fluctuar entre 329 mil toneladas y 332 mil toneladas para el primer y segundo semestre, respectivamente. Estos valores son muy similares para el primer semestre del escenario E4 y se observa una diferencia cercana a 20 toneladas en el segundo semestre del 2020. Para el escenario E5, las capturas semestrales debería fluctuar entre 282 mil toneladas y 327 mil toneladas para el primer y segundo semestre, respectivamente. Estos valores son muy similares para el primer del escenario E6 y se observa una diferencia cercana a 20 toneladas en el segundo semestre del 2020. Y finalmente, para el escenario E7 las capturas semestrales debería fluctuar entre 446 mil toneladas y 346 mil toneladas para el primer y segundo semestre, respectivamente. Estos valores son muy similares para el primer semestre del escenario E8 y se observa una diferencia cercana a 16 toneladas en el segundo semestre del 2020 (**Tabla 43**). En términos de la reducción de la biomasa desovante de largo plazo del stock de anchoveta, todos los escenarios evaluados muestran al final de la proyección un valor por sobre el objetivo de manejo pesquero, indicando que el stock de anchoveta es altamente productivo dado los niveles de reclutamientos ingresados durante la proyección (**Figura 18**).

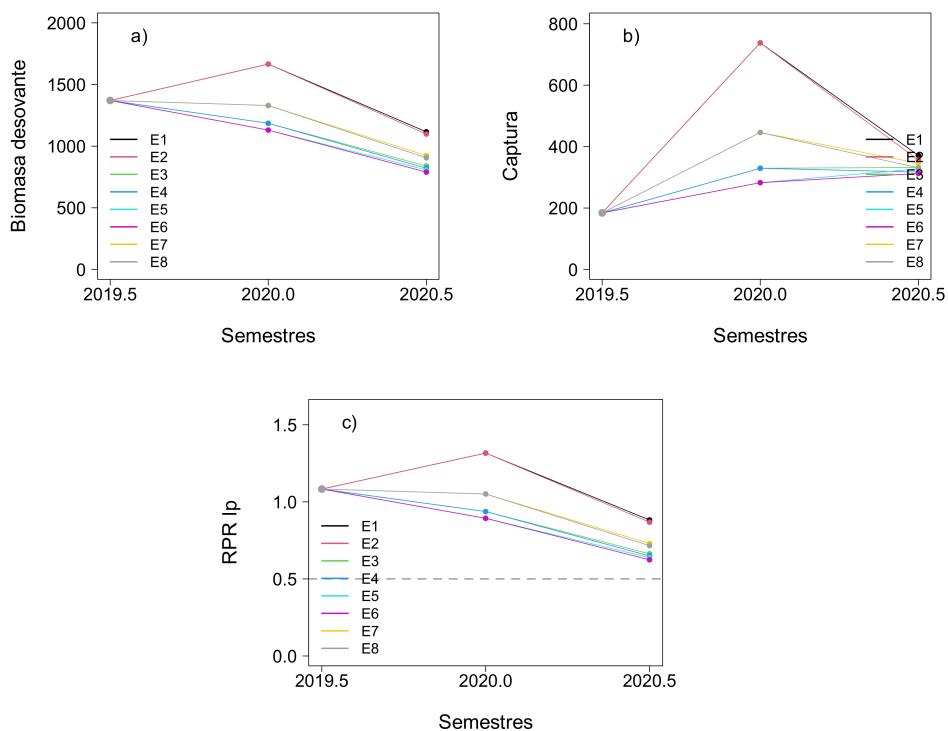


Figura 18. Biomasa desovante (a), captura (b) y RPR largo plazo (c) proyectado para el segundo hito de asesoría.

Tabla 43. CBA semestral proyectada (2020.0-2020.5) y anual para el 2020 para el stock de anchoveta dado el criterio del $F=F_{RMS}$ y los diferentes escenarios evaluados.

Escenario	2020.0	2020.5	2020 TOT
E1	737.6	371.5	1109.2
E2	737.6	356.4	1094.0
E3	329.5	332.2	661.7
E4	329.5	317.1	646.6
E5	282.6	327.7	610.3
E6	282.6	312.6	595.2
E7	446.1	346.1	792.2
E8	446.0	330.9	776.9

4.2.5. Aporte de cada grupo de edad a la captura proyectada por semestre

Durante la proyección del stock de anchoveta se estimó la captura en número de individuos por grupo de edad (Baranov, 1918), y luego fue dividida por la suma total de todos los grupos de edad. Este porcentaje por grupo de edad en la captura es presentado en las **Tabla 44, Tabla 45, Tabla 46, Tabla 47, Tabla 48, Tabla 49, Tabla 50 y Tabla 51** para el escenario E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 y E8 respectivamente. Independiente del escenario evaluado, el grupo de edad 1 (6 meses) es que mayor porcentaje aporta a la captura semestral. Para el escenario E1 y E2 este valor varía entre un 89 % y un 80 %, para el escenario E3 y E4 este valor varía entre un 75 % y un 84 %., para el escenario E5 y E6 este valor varía entre un 71 % y un 85 % y para el escenario E7 y E8 este valor varía entre un 82 % y 83 %. En general, los grupos de edades 0 (reclutas), 1 (6 meses) y 2 (1 año) aportan el 100 % de la captura semestral para los diferentes escenarios evaluados.

Tabla 44. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E1.

Edad	2020.0	2020.5
0	0.052	0.119
1	0.894	0.804
2	0.051	0.073
3	0.001	0.002
Suma(0:2)	0.998	0.997

Tabla 45. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E2.

Edad	2020.0	2020.5
0	0.050	0.117
1	0.896	0.802
2	0.051	0.076
3	0.001	0.002
Suma(0:2)	0.998	0.997

Tabla 46. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E3.

Edad	2020.0	2020.5
0	0.120	0.119
1	0.759	0.849
2	0.117	0.028
3	0.002	0.002
Suma(0:2)	0.997	0.997

Tabla 47. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E4.

Edad	2020.0	2020.5
0	0.115	0.123
1	0.763	0.843
2	0.118	0.080
3	0.002	0.002
Suma(0:2)	0.997	0.997

Tabla 48. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E5.

Edad	2020.0	2020.5
0	0.141	0.119
1	0.717	0.854
2	0.137	0.023
3	0.003	0.002
Suma(0:2)	0.995	0.996

Tabla 49. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E6.

Edad	2020.0	2020.5
0	0.135	0.124
1	0.722	0.848
2	0.138	0.024
3	0.003	0.002
Suma(0:2)	0.995	0.996

Tabla 50. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E7.

Edad	2020.0	2020.5
0	0.089	0.119
1	0.822	0.836
2	0.086	0.041
3	0.001	0.002
Suma(0:2)	0.997	0.996

Tabla 51. Porcentaje por grupo de edad en la captura proyectada (2020) para el escenario E8.

Edad	2020.0	2020.5
0	0.085	0.122
1	0.825	0.831
2	0.087	0.043
3	0.001	0.002
Suma(0:2)	0.997	0.996

4.2.6. Abundancia semestral proyectada

En las **Tabla 52**, **Tabla 53**, **Tabla 54** y **Tabla 55** se presentan las matrices de abundancia en número durante la proyección del stock de anchoveta. En estas se observan los diferentes supuestos (**Tabla 7**) aplicados para cada uno de los casos evaluados. Además, se muestra la abundancia por grupo de edad al último semestre estimado por el modelo de evaluación, de manera de identificar el último reclutamiento estimado (**Tabla 52** y **Tabla 53**). Y en las tablas siguientes se muestra el reclutamiento penalizado por los diferentes métodos para el semestre 2019.5.

Tabla 52. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E1.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5
0	498.17	239.04	283.16
1	111.22	165.00	77.55
2	26.66	31.30	23.24
3	8.57	8.52	8.49
4	1.89	2.84	2.79
5	0.48	0.79	1.21

Tabla 53. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E2.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5
0	498.17	227.26	265.29
1	111.22	165.00	73.73
2	26.66	31.30	23.24
3	8.57	8.52	8.49
4	1.89	2.84	2.79
5	0.48	0.79	1.21

**Tabla 54.** Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E3.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5
0	185.15	239.04	267.53
1	111.22	61.44	77.55
2	26.66	31.30	8.65
3	8.57	8.52	8.49
4	1.89	2.84	2.79
5	0.48	0.79	1.21

Tabla 55. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E4.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5
0	185.15	227.26	265.29
1	111.22	61.44	73.73
2	26.66	31.30	8.65
3	8.57	8.52	8.49
4	1.89	2.84	2.79
5	0.48	0.79	1.21

Tabla 56. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E5.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5
0	149.52	239.04	265.73
1	111.22	49.52	77.55
2	26.66	31.30	6.97
3	8.57	8.52	8.49
4	1.89	2.84	2.79
5	0.48	0.79	1.21

Tabla 57. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E6.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5
0	149.52	227.26	265.29
1	111.22	49.52	73.73
2	26.66	31.30	6.97
3	8.57	8.52	8.49
4	1.89	2.84	2.79
5	0.48	0.79	1.21

**Tabla 58.** Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E7.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5
0	274.19	241.18	274.28
1	111.22	90.81	78.25
2	26.66	31.58	12.79
3	8.57	8.60	8.56
4	1.89	2.87	2.81
5	0.48	0.79	1.22

Tabla 59. Abundancia semestral proyectada (2019.5 - 2020.5) para el escenario E8.

Edad	2019.5	2020.0	2020.5
0	274.19	229.29	267.67
1	111.22	90.81	74.39
2	26.66	31.58	12.79
3	8.57	8.60	8.56
4	1.89	2.87	2.81
5	0.48	0.79	1.22



5. CONCLUSIONES

Este reporte técnico dio cuenta de una revisión de la estimación de la Captura Biológicamente Aceptable (CBA) proyectada (4 a 2 semestres) para los diferentes hitos de asesorías que ocurren durante el establecimiento de la CBA anual, una en forma preliminar en octubre y su actualización en abril. Durante la proyección del stock de anchoveta se deben tomar algunos supuestos sobre los reclutamientos futuros que deben ingresar en la proyección, y por otro lado, dada la alta incertidumbre de la última estimación del reclutamiento hecha por el modelo de evaluación y el patrón retrospectivo que presentan los reclutamientos, se hace necesario aplicar algún método para penalizar el último reclutamiento estimado por el modelo de evaluación. En este sentido, se aplicaron tres métodos para penalizar el último reclutamiento, i) el límite inferior de la última estimación del reclutamiento, ii) predecir el reclutamiento desde una relación entre el reclutamiento y el desembarque, y iii) el límite inferior de la última estimación de la desviación de R_0 .

La principal conclusión de los resultados reportados en este informe indican que para el primer hito del establecimiento de la CBA (4 semestres proyectados), la CBA depende principalmente de los niveles de reclutamiento promedios (longitud de la serie) que ingresan durante la proyección. Mientras que para el segundo hito de asesoría (2 semestres proyectados), la CBA depende principalmente si el último reclutamiento estimado por el modelo de evaluación es penalizado o no. Los resultados provenientes de la proyección para tres semestres indican una alta incertidumbre y un alto valor para el último reclutamiento estimado por el modelo de evaluación, casi cuatro veces más que la estimación hecha para cuatro semestre proyectados.

Finalmente, de los tres métodos usados para penalizar el último reclutamiento estimado por el modelo de evaluación, el método basado en la relación entre los desembarques y reclutas estima reclutamientos más similares a los que son estimado por el modelo de evaluación cuando se incorpora nueva información al modelo. Incluso, el límite inferior del último reclutamiento estimado por el modelo de evaluación tiende a un valor por sobre el valor que es estimado cuando se agrega nueva información al modelo de evaluación (**Figura 15**).



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertrand, A., M. Segura, M. Gutiérrez y L. Vásquez. 2004. From small-scale habitat loopholes to decadal cycles: a habitat-based hypothesis explaining fluctuation in pelagic fish populations off Peru. *Fish Fish.*, 5: 296-316.
- Baranov, F.I. 1918. On the question of the biological basis of fisheries, *Nauchnye Issledovaniya Ikhtiolicheskii Instituta Izvestiya*, vol. 1, 81-128 pp.
- Beverton, R.J.H. y S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Ser. 2*, 19, 533 pp.
- Böhm, G., C. Hernández, G. Pérez, E. Díaz, L. Cortez, L. Ossa, F. Cerna, C. Valero, C. Machuca, L. Muñoz, H. Reyes, M. Troncoso, C. Gaspar, Z. Young y R. Aravena. 2013. Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2013. Actividad 1: Recursos pelágicos: Pesquería Recursos pelágicos Zona Norte. Subsecretaría de Economía. Informe Final. 267 pp.
- Böhm, G., C. Hernández, E. Díaz, R. Ojeda, F. Cerna, C. Valero, C. Machuca, L. Muñoz, C. Rozas, H. Reyes, M. Pizarro, R. Aravena, M. Troncoso, C. Gaspar y Z. Young. 2016. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Pelágicas Zona Norte. Subsecretaría de Economía y EMT. Informe Final. 364 pp.
- Castillo, J. A. Saavedra, C. Hernández, V. Catasti, F. Leiva, J. Letelier, H. Reyes, M. Pizarro, B. Leiva, F. Cerna, A. López, L. Herrera, G. Claramunt, A. Mujica y E. Uribe. 2009. Evaluación hidroacústica reclutamiento anchoveta entre la XV y IV Regiones, año 2009. Informe Final. FIP 2008-02. 285 pp + Figuras, Tablas y Anexos.
- Castillo, J. A. Saavedra, F. Leiva, H. Reyes, M. Pizarro, F. Espíndola, V. Catasti, C. Lang, C. Hernández, B. Leiva, F. Cerna, A. López, L. Herrera, G. Claramunt, E. Oliva, P. Moreno y M. Medina. 2010. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2010. Informe Final. FIP 2009-02. 225 pp + Figuras, Tablas y Anexos.
- Castillo, J. A. Saavedra, F. Leiva, H. Reyes, M. Pizarro, V. Catasti, C. Lang, M., San Martin, B. Leiva, F. Cerna, A. López y L. Herrera. 2011. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2011. Informe Final. FIP 2010-13. 248 pp + Figuras, Tablas y Anexos.
- Castillo, J. A. Saavedra, F. Leiva, H. Reyes, M. Pizarro, V. Catasti, C. Lang, M., San Martin, B. Leiva, F. Cerna, A. López y L. Herrera. 2012. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2012. Informe Final. FIP 2010-13. 248 pp + Figuras, Tablas y Anexos.
- Castillo, J. A. Saavedra, F. Leiva, H. Reyes, M. Pizarro, V. Catasti, C. Lang, M., San Martin, B. Leiva, F. Cerna, A. López y L. Herrera. 2013. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2013. Pre-Informe Final. FIP 2012-11. 248 pp + Figuras, Tablas y Anexos.
- Cerna, F. y G. Plaza. 2016. Daily growth patterns of juveniles and adults of the Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) in northern Chile. *Mar. Fresh. Res.*, .
- Claramunt, G., Herrera, G., Moreno, P. y Azocar, C. 2014. Evaluación de la biomasa desovante de anchoveta en la XV, I y II Regiones, Año 2013. Pre-Informe Final. FIP 2013-06.



Leiva, F., R. Vargas, C. Grendi, U. Cifuentes, C. Rozas, B. Leiva, F. Cerna, A. López, C. Lang, L. Herrera, J. Jaque, J. Angulo y V. Valenzuela. 2016. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2015. Informe Final, IFOP, 335 pp.

Mohn, R.K. 1993. Bootstrap estimates of ADAPT parameters, their projection in risk analysis and the retrospective patterns. In: Risk Evaluation and Biological Reference Points for Fisheries Management, pp. 173-184. Ed. by S.J. Smith, J.J. Hunt and D. Rivard. Canadian Special Population Fisheries and Aquatic Science 120.

Mohn, R. 1999. The retrospective problem in sequential population analysis: An investigation using cod fishery and simulated data. ICES Journal of Marine Science, 56: 473-488.

Parma, A.N. 1993. Retrospective catch-at-age analysis of pacific halibut: implications on assessment of harvesting policies. In: Proceeding of the International Symposium on Management Strategies for Exploited Fish Populations, pp 247-265. Ed. by G. Kruse, D.M. Eggers, C. Pautzke, R.J. Marasco and T.J. Quinn II. Alaska Sea Grant College Program.

Payá I, C. Canales, D. Bucarey, M. Canales, F. Contreras, F. Espíndola, E. Leal, R. Tascheri, A. Yañez y M.J. Zúñiga. 2014. Proyecto 2.16: Revisión de los puntos biológicos de referencia (Rendimiento Máximo Sostenible) en las pesquerías nacionales. Convenio II: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2014. Informe Final. Subsecretaría de Economía y EMT - IFOP. 51 pp.+ 4 Anexos.

Saetersdal, G. y J.E. Valdivia. 1964. Un estudio del crecimiento, tamaño y reclutamiento de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.) basado en datos de frecuencia de longitud. Instituto de Investigación de los Recursos Marinos, La Punta, Callao, Perú. Boletín Nº 4, vol 1, 85-136 pp.

Serra, R. y C. Canales. 2013. Investigación del Estatus y Evaluación de Estrategias de Explotación Sustentables 2013, de las Principales Pesquerías Chilenas. Actividad 1: Peces Pelágicos: Anchoveta y sardina española XV, I y II Regiones. 2011. Informe Final.

Simpson, J. y R. Buzeta. 1967. El crecimiento y la edad de la anchoveta (*Engraulis ringens*, Jenyns) en Chile basado en estudios de frecuencia de longitud. *Boletín Científico*, Nº 3. IFOP. 56 pp.

Sinclair, A., D. Gascon, R. O'Boyle, D. Rivard and S. Gavaris. 1991. Consistency of some northwest Atlantic groundfish stock assessment. NAFO Scientific Council Studies, 16: 59-77.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839,
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl

A wide-angle photograph of a vast ocean meeting a cloudy sky at the horizon. A faint rainbow is visible on the right side of the frame.

www.ifop.cl