

Informe Final

PROYECTO FIPA 2017 – 55

**“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS
DE EVALUACIÓN INDIRECTA DE STOCK DE
PESQUERÍAS BENTÓNICAS COMO INSUMO PARA EL
MANEJO PESQUERO”**

PROPONENTE



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Abril 2019



RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento constituye el Informe Final del proyecto FIPA 2017-55 “Evaluación de la aplicación de metodologías de Evaluación Indirecta de Stock de pesquerías bentónicas como insumo para el manejo pesquero”, y da cuenta de todos los resultados del Proyecto, considerando las observaciones realizadas por el evaluador, en cada uno de los Informes de avance.

Como primera actividad (en el marco del objetivo 1) se presentó el proyecto a la contraparte técnica de la Subsecretaría de Pesca e Investigadores de IFOP, con la finalidad de presentar el plan de trabajo, metodologías y procedimientos para la selección de 4 pesquerías como casos de estudio.

En el objetivo 1 se realizó una revisión, sistematización y clasificación de la bibliografía sobre evaluación indirecta de recursos pesqueros. Desde un total de 117 referencias (entre libros, artículos científicos y reportes), 17 están referidas a metodologías de stock assesment de recursos bentónicos. Cinco de estos trabajos señalan las consideraciones necesarias para analizar este tipo de stocks y otros 12 trabajos proponen metodologías de análisis, utilizando data pobre y data limitada. Considerando los requerimientos de información las aproximaciones para evaluación indirecta revisadas incluyen i) modelos que solo usan las capturas, ii) modelos que solo usan capturas y esfuerzos, iii) modelos que usan capturas, esfuerzos, y pesos, y iv) modelos que usan capturas, esfuerzos, composición biológica, y otras fuentes de información tales como datos independientes de la pesca.

Para el cumplimiento del objetivo 2, se confeccionó una ficha metodológica en la que se incluyeron aquellas metodologías de evaluación indirecta potencialmente aplicables a stocks bentónicos. La ficha está compuesta de 11 metodologías, en las que se identificó: 1) el tipo de dinámica subyacente, 2) Paso de tiempo de la dinámica, 3) Longitud de las series de tiempo requeridas para ajustar los modelos a los datos, 4) Necesidad de información biológica, 5) Necesidad de información pesquera, y 6) Necesidad de información independiente. De las metodologías identificadas sólo una es catalogada como data pobre o de baja exigencia en datos (Depleción, MacCall 2007), y una como data con una alta exigencia de datos (Progresión por categorías de talla, Punt *et al.*, 2013), mientras que las 9 metodologías restantes, son metodologías consideradas con una moderada exigencia de datos, siendo estos principalmente modelos de depleción. Debe remarcar que, con el fin de cumplir con las bases del proyecto, la nomenclatura utilizada corresponde a data pobre y data rica, sin embargo, nuestra aproximación consideró que Pesquerías pobres en datos y Pesquerías bentónicas no son equivalentes. Esto debido a que la estructura espacial persistente de las pesquerías bentónicas genera problemas específicos, como son por ejemplo una tendencia al agotamiento serial e hiperestabilidad en los indicadores de captura por unidad de esfuerzo (CPUE), aún en casos ricos en datos. Estas consideraciones son discutidas en la identificación de los stocks y en la aplicación de los estudios de caso.



En el objetivo 3 se identificaron las fuentes de información y las características de la data disponible. La principal fuente de información son los registros de desembarque de Sernapesca que están disponibles desde el año 1960, en los que en las últimas décadas predominan las algas pardas. Para el año 2016 este registro incluye 45 especies de pesquerías bentónicas, dominando los desembarques bentónicos 3 especies de alga café (Huiro negro, Huiro palo y Huiro flotador), una especie de alga roja (luga roja) y un equinodermo (erizo comestible) patrón que se ha repetido en los últimos 5 años al menos.

Como parte del objetivo 3 y asumiendo una escala espacial regional para la identificación de stocks bentónicos (a modo de hipótesis), desde los desembarques de Sernapesca desde 2000 a 2016 se identificaron 375 potenciales stocks bentónicos (recursos por región). Siguiendo esta hipótesis se identificaron 5 fuentes de información para satisfacer las necesidades de análisis: i) Desembarques de Sernapesca, ii) Seguimiento bentónico del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), iii) Seguimiento de AMERBs, cuya base de datos administra el Instituto de Fomento Pesquero, iv) evaluaciones directas, v) parámetros de la historia de vida de recursos bentónicos, principalmente en reportes de proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA). Estas fuentes de información fueron asociadas a los requerimientos de información para la potencial aplicación de metodologías de evaluación indirecta para stock bentónicos descrita en el objetivo 2, lo que resultó en la identificación de 4 familias de métodos: i) Métodos 0 (M-0): dirigidos a aquellas pesquerías que solo presentan una serie de desembarque de manera continua (46 stocks de animales bentónicos y 38 stocks de macroalgas), ii) Métodos I (M-I): dirigidos aquellas que presentan información de desembarque, monitoreo pesquero, evaluaciones directas y parámetros biológicos (data independiente)(13 stocks de animales bentónicos), iii) Métodos II (M-II), dirigidos a aquellas que presentan solo información de desembarque y parámetros biológicos (data independiente)(12 stocks de animales bentónicos), iv) Métodos III (M-III): aquellas que cuentan con información de desembarque y de monitoreo pesquero (26 stocks de animales bentónicos), y v) Métodos IV (M-IV), aquellas que cuentan con información de desembarque y evaluaciones directas en AMERB (data independiente) (37 stocks de animales bentónicos y 45 stocks de macroalgas). Finalmente, 158 stocks presentan series discontinuas de registros de desembarque de Sernapesca, para los que no se logró identificar una metodología de análisis.

La información sintetizada de los objetivos 1 a 3 fue presentada en un taller metodológico realizado los días 12 y 13 de marzo en Valparaíso, donde se presentaron como insumos la síntesis de: a) la revisión bibliográfica desarrollada en el objetivo 1, b) aproximaciones metodológicas (objetivo 2) y c) la información biológica y pesquera disponible (objetivo 3). Este taller generó un amplio debate en torno a la aplicación de metodologías de Evaluación Indirecta de especies bentónicas, lo que fue reflejado en al acta del taller.

Como conclusión del taller se seleccionaron 4 recursos bentónicos como estudios de caso para la aplicación de metodologías de evaluación indirecta: cada uno con distinta disponibilidad de información para satisfacer los términos de referencia del proyecto, y en



escalas espaciales definidas. Se seleccionaron las especies i) Almeja (*Venus antiqua*), tanto en la escala espacial de la bahía Ancud como en la escala espacial de la región de Los Lagos, ii) Huevo (*Ensis macha*), en el Golfo de Arauco, iii) Juliana (*Tawera gayi*), en el mar interior de Chiloé y iv) Huiro negro (*Lessonia berteroana*) en la III región de Atacama.

En el objetivo 4 se exploró en detalle la data disponible de los 4 estudios de caso y se procedió a aplicar algunas de las 11 metodologías propuestas. Almeja X región, Huevo del Golfo de Arauco y Juliana del mar interior de Chiloé fueron evaluados aplicando modelos Pseudo Longitud estructurado (10, tabla 2.1) e Integrado en Estructura de tamaños (11, tabla 2.1). Huiro negro en la región de Atacama fue modelado aplicando un modelo de Producción latente (Modelo de Depleción) (11, tabla 2.1). El Modelo Jerárquico de Excedente Productivo (6, tabla 2.1) fue aplicado a los estudios de caso Huevo en el Golfo de Arauco, Almeja en Bahía Ancud y Almeja en región de Los Lagos.

Como parte de la discusión general de los resultados del proyecto se presenta un análisis sintético de los resultados del objetivo 4. Se concluyó que no es recomendable aplicar las metodologías más simples, que sólo usan la historia anual de capturas, por tener demasiados supuestos de dudosa validez. Dos grupos de metodologías, aquellas derivadas de los procesos de depleción intra-anales con paso de tiempo rápido (día, semana o mes) combinada con modelo de excedente productivo (modelo jerárquico) y aquellas derivadas de la dinámica de poblaciones talla-estructurada, se destacan por su aplicabilidad, completitud, y aptitud para explotar las bases de datos existentes.

Se implementaron dos versiones de modelos basados en la composición de tallas para la juliana, el huevo y la almeja, uno talla-estructurado y otro edad-estructurado, obteniendo resultados válidos de evaluación de stock, pero estos también resultaron severamente dependientes de los valores desconocidos de dos parámetros de la dinámica de poblaciones que no pudieron ser estimados.

En relación a los modelos aplicados, tanto los modelos basados en dinámica en edad o dinámica en tallas aplicados sobre huevo, navajuela y almeja no mostraron diferencias significativas. Estos modelos proporcionaron resultados consistentes, independiente de las escalas espaciales empleadas. Estos modelos permitieron conocer aspectos hasta ahora desconocidos sobre la variabilidad de los reclutamientos, selectividad y mortalidad por pesca del huevo, navajuela y almeja.

Los modelos integrados fueron robustos en las distintas escalas espaciales y permiten también analizar efectos de hiperestabilidad de los datos. Sin perjuicio de esta característica, la escala espacial resulta crítica a la hora de definir unidades poblacionales para fines de evaluación de stock de recursos bentónicos.

Una de las principales desventajas en la aplicación de los modelos integrados de evaluación de stock, es la calidad de los datos/información respecto de procesos y parámetros claves. Todos los análisis fueron realizados en un marco bayesiano (estimación condicional) sobre la base de hipótesis de parámetros desconocidos,



destacándose, por ejemplo, que las escalas pueden variar entre escenarios, pero no así la tendencia relativa para fines de diagnóstico de poblaciones.

De manera complementaria, se recomienda examinar el desempeño de modelos integrados de evaluación de stock considerando las estimaciones del modelo de agotamiento (CatDyn) como índices de abundancia a inicios de temporada. Esto podrá ser evaluado examinando la consistencia entre la tendencia de las estimaciones de CatDyn y la variación de la proporción de los individuos grandes.

Todos los modelos analizados se consideran aptos para la evaluación de recursos bentónicos, y su aplicación dependerá de las ventajas comparativas relativas a las necesidades de manejo pesquero, por ejemplo, el impacto de la talla mínima legal o escenarios de decisión frente a cambios de régimen en los reclutamientos, entre otros.

El modelo de agotamiento-stock reduction analysis aplicado a la dinámica de huiro negro permitió evaluar distintos aspectos de la resiliencia y productividad de estas poblaciones (e.g. RMS). La incorporación de una medida de abundancia relativa basada en el precio promedio por unidad de peso permitió generar estimaciones más coherentes del tamaño poblacional y las estimaciones fueron sensibilizadas a diversos escenarios de resiliencia basada en la relación stock/recluta y mortalidad natural.

El modelo jerárquico fue implementado sin dificultades a la base de datos de huepo del Golfo de Arauco y todos los parámetros del modelo en la primera etapa y en la segunda etapa fueron obtenidos exitosamente de la maximización de funciones de verosimilitud.

El modelo jerárquico fue implementado exitosamente a la base de datos de almeja de la Bahía de Ancud y falló cuando fue implementado a la base de datos de toda la X Región señalando que la escala espacial correcta del análisis es muy importante.

Las condiciones de aplicación del modelo jerárquico son que los datos de captura en peso por semana y de peso medio por semana deben ser de buena calidad mientras que la calidad de los datos de esfuerzo no es muy determinante.



INDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO.....	1
INDICE GENERAL.....	5
INDICE DE TABLAS.....	7
INDICE DE FIGURAS.....	10
INDICE DE ANEXOS.....	18
EQUIPO DE TRABAJO.....	19
1 ANTECEDENTES.....	20
2 OBJETIVOS.....	22
2.1 Objetivos Específicos.....	22
3 DESARROLLO DEL PROYECTO.....	23
3.1 Objetivo Específico N° 1. <i>Revisión, sistematización y clasificación (generando bases de datos) de literatura científica, nacional e internacional sobre métodos indirectos de evaluación de stocks utilizados para la administración de pesquerías, con particular atención a aquellos que han sido utilizados para la evaluación de recursos bentónicos.</i>	23
3.1.1 Metodología.....	23
3.1.2 Resultados.....	24
3.2 Objetivo Específico N° 2. <i>Descripción detallada de las metodologías y requerimientos de información para los diferentes métodos indirectos de evaluación de recursos bentónicos identificados en objetivo anterior.</i>	30
3.2.1 Antecedentes.....	30
3.2.2 Metodología.....	31
3.2.3 Resultados.....	34
3.3 Objetivo Específico N° 3. <i>Selección de dos casos de estudio para pesquerías bentónicas de data pobre y dos casos de estudio para pesquerías de data rica.</i>	36
3.3.1 Antecedentes.....	36
3.3.2 Metodología.....	37
3.3.2.1 Recopilación y exploración de Información Biológica Pesquera.....	37
3.3.2.2 Taller Metodológico.....	38
3.3.3 Resultados.....	39
3.3.3.1 Recopilación y exploración de Información Biológica Pesquera.....	39
3.3.3.2 Taller Metodológico Diseño e implementación de Modelos de Evaluación.....	41
3.4 Objetivo Específico N° 4. <i>Diseño e implementación de evaluación indirecta de stocks para casos de estudio seleccionados. Desarrollando criterios para la identificación de unidades poblacionales y escalas espaciales a emplear, en función de las especies seleccionadas.</i>	69



3.4.1 Metodología.....	69
3.4.1.1 Caracterización de la Pesquería.....	69
3.4.1.2 Evaluación Indirecta de las poblaciones de estudio.....	70
3.4.1.3 Taller de discusión de resultados.....	78
3.4.2 Resultados.....	78
3.4.2.1 Taller de discusión de resultados.....	78
3.4.2.2 Evaluación Indirecta de las poblaciones de estudio.....	82
3.5 Objetivo Especifico N° 5. <i>Proponer las condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks, identificando brechas de conocimiento y/o información, junto con líneas de acción para subsanar vacíos existentes.....</i>	184
3.5.1 Antecedentes.....	184
3.5.2 Metodología.....	187
3.5.2.1 Validación de la Metodología en el software CatDyn mediante simulación computacional.....	187
3.5.2.2 Taller de Difusión de Resultados.....	189
3.5.3 Resultados.....	190
4 ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	200
4.1 Objetivo Especifico N° 1. Revisión y Sistematización de la Literatura Científica..	200
4.2 Objetivo Especifico N° 2. Requerimientos de Información de las Metodologías. .	202
4.3 Objetivo Especifico N° 3. Selección de Casos de Estudio.....	204
4.4 Objetivo Especifico N° 4. Diseño e implementación de evaluación indirecta de stocks para casos de estudio seleccionados.....	206
4.5 Objetivo Especifico N° 5. Condiciones Para la Aplicación de las Metodologías...	213
5 CONCLUSIONES.....	214
6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	216
7 ANEXOS.....	223



INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Lista de revistas científicas del ámbito pesquero con altos estándares de publicación que contienen literatura generada por autores nacionales y del mundo.	27
Tabla 1.2. Lista de libros sobre evaluación de stock indirecta de recursos pesqueros.....	28
Tabla 1.3. Categorías propuestas por ICES (2012) para la clasificación de los stocks pesqueros relativos a la disponibilidad de datos para la realización de stock assessment (ICES 2012).....	29
Tabla 2.1. Ficha 1: Metodologías de evaluación de Stock potencialmente adecuadas a pesquerías bentónicas.....	35
Tabla 3.1. Resumen de stocks pesqueros propuestos preliminarmente, de acuerdo al registro de Desembarques de Sernapesca, y fuentes de información biológica y pesquera asociadas a cada una entre los años 2000 y 2016.....	42
Tabla 3.2. Presencia de datos disponibles por región año y recurso desde el Monitoreo del Seguimiento Bentónico del Instituto de Fomento Pesquero. C datos de captura y esfuerzo, B, datos de muestreo biológico, T datos de talla.....	43
Tabla 3.3. Número de registros anuales de viajes de pesca con captura monitoreados por IFOP a nivel nacional, por especie y región.....	45
Tabla 3.4. Número de registros anuales de variables biológicas (Longitud – Peso) monitoreados por IFOP a nivel nacional, por especie y región.....	48
Tabla 3.5. Número de registros anuales de longitud monitoreados por IFOP a nivel nacional, por especie y región.....	50
Tabla 3.6. Información disponible de evaluaciones directas de especies bentónicas en AMERBs obtenidas del proyecto “Programa de Seguimiento de Pesquerías Bajo Régimen de Áreas de Manejo”, y mantenido por IFOP.....	52
Tabla 3.7. Información disponible de evaluaciones directas de especies bentónicas obtenidas desde resultados de Proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA).....	54
Tabla 3.8. Información disponible de historia de vida de especies bentónicas obtenidas desde resultados de Proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera. L inf y K, Parámetros de crecimiento de modelo von Bertalanfy; M, mortalidad natural, Lm50, talla de primera madurez. Los valores indican el número de parámetros (regiones) disponibles.....	55
Tabla 3.9. Identificación de metodologías de evaluación indirecta aplicables a stocks bentónicos en una escala espacial regional considerando la información disponible de distintas fuentes para pesquerías bentónicas chilenas.....	57
Tabla 3.10. Resumen pesquerías bentónicas clasificadas según metodologías de evaluación indirectas de stock para región. Solo se considera los invertebrados bentónicos.....	58



Tabla 3.11. Identificación de 4 stocks propuestos para ser evaluados como estudios de caso, aplicando algunas de las metodologías propuestas en la tabla 2.1 del objetivo 2.....	59
Tabla 4.1. Desembarque total y estimación de varado y barreteado de Huiro Negro (<i>L. berteroana</i>) para el periodo 2000-2017 en la III Región.....	88
Tabla 4.2. Proporción de alga barreteada 2008-2013 y desembarque promedio (t) 2000-2007 por región y puerto.....	89
Tabla 4.3. Desembarque, precio por tonelada e índice de abundancia de huiro negro.....	89
Tabla 4.4. Configuración de los modelos de análisis utilizados para cada uno de los escenarios evaluados. Para Huasco, el índice basado en el precio (f-precio) se calculó de manera particular, mientras que para el resto de los casos se consideró el índice global de la región (S1 y S9).....	90
Tabla 4.5. Series de datos empleados en la evaluación de stock de los recursos juliana, almeja y Huevo (Fuente: Mardones com pers).....	90
Tabla 4.6. Series de años con datos empleados en la evaluación de stock de los recursos juliana, almeja y Huevo (Fuente: IFOP).....	90
Tabla 4.7. Detalles del modelo MESTOCKL.....	91
Tabla 4.8. Detalles del modelo MODTALLASL. Modelo de los Procesos.....	93
Tabla 4.9. Detalles del modelo MODTALLASL. Modelo de las observaciones.....	94
Tabla 4.10. Detalles del modelo MODTALLASL. Modelo de los errores.....	94
Tabla 4.11. Factores de ponderación empleados para la información de entrada al modelo de evaluación por recurso.....	95
Tabla 4.12. Principales parámetros que condicionaron los escenarios de análisis según modelo empleado para la evaluación de los recursos almeja, juliana y huevo.....	95
Tabla 4.13. Parámetros poblacionales obtenidos para los escenarios de análisis. La última columna indica el valor del negativo de la log-verosimilitud.....	96
Tabla 4.14. Resumen de variables poblacionales y puntos de referencia de juliana, almeja y huevo estimados por medio del modelo MESTOCKL para diferentes escenarios de análisis. LL es el negativo de la log-verosimilitud.....	97
Tabla 4.15. Resumen de variables poblacionales y puntos de referencia de juliana, almeja y huevo estimados por medio del modelo MODTALLASLL para diferentes escenarios de análisis. LL es el negativo de la log-verosimilitud.....	98
Tabla 4.16. Resumen de variables poblacionales y puntos de referencia de juliana estimadas por medio del modelo MODACT para diferentes escenarios de análisis. LL es el negativo de la log-verosimilitud.....	98
Tabla 4.17. Modelos de depleción generalizados seleccionados entre 72 o más para cada año de datos de la pesca de huevo del Golfo de Arauco y sus estimados para los parámetros. SE = error estándar.....	99
Tabla 4.18. Datos de entrada y resultados de la estimación de biomásas por parte de CatDyn y del modelo de excedente productivo Pella-Tomlinson, stock de huevo del Golfo de Arauco.....	100
Tabla 4.19. Estimados de los parámetros del modelo de excedente productivo Pella-Tomlinson del huevo del Golfo de Arauco.....	101



Tabla 4.20. Modelos de depleción generalizados seleccionados entre 72 o más para cada año de datos de la pesca de almeja de la Bahía de Ancud y sus estimados para los parámetros. SE = error estándar.....	102
Tabla 4.21. Datos de entrada y resultados de la estimación de biomاسas por parte de CatDyn y del modelo de excedente productivo Pella-Tomlinson, stock de almeja en la Bahía de Ancud.....	103
Tabla 4.22. Estimados de los parámetros del modelo de excedente productivo Pella-Tomlinson de la almeja de la Bahía da Ancud.....	104
Tabla 5.1. Parámetros estimados por CatDyn con los datos de huepo del Golfo de Arauco en 2008 y un modelo de depleción generalizado de dos perturbaciones y modelo de verosimilitud 'adjusted profile normal' (apn).....	193
Tabla 5.2. Configuración de los estudios de validación de resultados del CatDyn.....	193



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desembarque nacional de recursos bentónicos. Fuente Sernapesca.....	21
Figura 3.1. Desembarque nacional de recursos bentónicos. Fuente Sernapesca.....	60
Figura 3.2. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Erizo y Huepo entre los años 2000 y 2016.....	60
Figura 3.3. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Culengue, Navajuela y Tumbao entre los años 2000 y 2016.....	61
Figura 3.4. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Cholga, Chorito y Choro zapato entre los años 2000 y 2016.....	61
Figura 3.5. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para el recurso Almeja entre los años 2000 y 2016.....	62
Figura 3.6. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Picoroco, Piure y Pulpo del norte entre los años 2000 y 2016.....	62
Figura 3.7. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Caracol locate, Caracol picuyo y Caracol trumulco entre los años 2000 y 2016.....	63
Figura 3.8. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Lapa frutilla, Lapa negra, Lapa reina y Lapa sp. entre los años 2000 y 2016.....	63
Figura 3.9. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Luga negra y Luga roja entre los años 2000 y 2016.....	64
Figura 3.10. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Chicorea, Cochayuyo y Luga cuchara entre los años 2000 y 2016.....	64
Figura 3.11. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Huiro flotador, Huiro Negro y Huiro palo entre los años 2000 y 2016.....	65
Figura 3.12. Serie de distribución de tamaños monitoreado por IFOP para los recursos Almeja, Caracol locate, Caracol picuyo, Caracol trumulco, Cholga y Chorito entre los años 2000 y 2016.....	65
Figura 3.13. Serie de distribución de tamaños monitoreado por IFOP para los recursos Choro zapato, Culengue, Navajuela, Tumbao, Erizo y Huepo entre los años 2000 y 2016.....	66
Figura 3.14. Serie de distribución de tamaños monitoreado por IFOP para los recursos Lapa Frutilla, Lapa Negra, Lapa reina y Taquilla entre los años 2000 y 2016.....	66
Figura 3.15. Serie de tiempo de registros biológicos de longitud y peso monitoreado por IFOP para los recursos Almeja, Caracol locate, Caracol picuyo, Caracol trumulco, Cholga y Chorito entre los años 2000 y 2016.....	67
Figura 3.16. Serie de tiempo de registros biológicos de longitud y peso monitoreado por IFOP para los recursos Choro zapato, Culengue, Navajuela, Tumbao, Erizo y Huepo entre los años 2000 y 2016.....	67
Figura 3.17. Serie de tiempo de registros biológicos de longitud y peso monitoreado por IFOP para los recursos Lapa frutilla, Lapa negra, Lapa reina y Taquilla entre los años 2000 y 2016.....	68
Figura 4.1. Mapa de la zona de estudio III región de Atacama.....	105



Figura 4.2. Precio por tonelada de Huiro Negro e índice de abundancia para la III Región.	105
Figura 4.3. Desembarque de alga Huiro Negro (<i>Lessonia berteroana</i>) en la región de Atacama (fuente: Sernapesca).	106
Figura 4.4. Desembarque anual de juliana (<i>Tawera gayi</i>) registrado en el puerto de Desembarque Castro, región de Los Lagos (fuente: Sernapesca).	106
Figura 4.5. Distribución mensual del desembarque de juliana (<i>Tawera gayi</i>) registrado en puerto de Desembarque Castro, región de Los Lagos (fuente: Sernapesca).	107
Figura 4.6. Distribución espacial de las capturas de pesca de juliana (<i>Tawera gayi</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2009 y 2011.	108
Figura 4.7. Distribución espacial de las capturas de pesca de juliana (<i>Tawera gayi</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2012 y 2016.	109
Figura 4.8. Proporción anual de buzos por embarcación en la pesquería de juliana (<i>Tawera gayi</i>) región de Los Lagos.	110
Figura 4.9. Distribución a) Longitud (mm), y b) peso total (gr) de ejemplares juliana (<i>Tawera gayi</i>) durante el muestreo de la captura realizado por IFOP, entre los años 2009 y 2016.	111
Figura 4.10. Desembarque anual de huepo (<i>Ensis macha</i>) registrado en el puerto de Desembarque Coronel, región del Bio Bio(fuente: Sernapesca).	112
Figura 4.11. Distribución mensual del desembarque de huepo (<i>Ensis macha</i>) registrado en puerto de Desembarque Coronel, región del Bio Bio (fuente: Sernapesca).	112
Figura 4.12. Distribución espacial de las capturas de pesca de huepo (<i>Ensis macha</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2000 y 2005 en el Golfo de Arauco.	113
Figura 4.13. Distribución espacial de las capturas de pesca de huepo (<i>Ensis macha</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2006 y 2011 en el Golfo de Arauco.	114
Figura 4.14. Distribución espacial de las capturas de pesca de huepo (<i>Ensis macha</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2012 y 2016 en el Golfo de Arauco.	115
Figura 4.15. Distribución anual del índice captura por unidad de esfuerzo (kilos/buzo/hora) de la pesquería de huepo (<i>Ensis macha</i>) en el Golfo de Arauco.	116
Figura 4.16. Proporción anual de buzos por embarcación en la pesquería de huepo (<i>Ensis macha</i>) en el Golfo de Arauco.	116
Figura 4.17. Distribución a) Longitud (mm), y b) peso total (gr) de ejemplares huepo (<i>Ensis macha</i>) durante el muestreo de la captura realizado por IFOP, entre los años 2000 y 2017.	117
Figura 4.18. Desembarque anual de Almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) registrado en el puerto de Desembarque Ancud, región de Los Lagos (fuente: Sernapesca).	118
Figura 4.19. Distribución mensual del desembarque de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) registrado en puerto de Desembarque Ancud, región de Los Lagos (fuente: Sernapesca).	118



Figura 4.20. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2000 y 2007 en la Bahía de Ancud.....	119
Figura 4.21. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2008 y 2015 en la Bahía de Ancud.....	120
Figura 4.22. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2016 y 2017 en la Bahía de Ancud.....	121
Figura 4.23. Distribución anual del índice captura por unidad de esfuerzo (kilos/buzo/hora) de la pesquería de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) en la Bahía de Ancud.....	121
Figura 4.24. Proporción anual de buzos por embarcación en la pesquería de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) en la Bahía de Ancud.....	122
Figura 4.25. Distribución a) Longitud (mm), y b) peso total (gr) de ejemplares almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) durante el muestreo de la captura realizado por IFOP, entre los años 2000 y 2017 en la Bahía de Ancud.....	122
Figura 4.26. Desembarque anual de Almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) registrado en la región de Los Lagos (fuente: Sernapesca).....	123
Figura 4.27. Distribución mensual del desembarque de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) registrado en la región de Los Lagos (fuente: Sernapesca).....	123
Figura 4.28. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2000 y 2003 en la región de Los Lagos.....	124
Figura 4.29. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2004 y 2007 en la región de Los Lagos.....	125
Figura 4.30. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2008 y 2011 en la región de Los Lagos.....	126
Figura 4.31. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2012 y 2015 en la región de Los Lagos.....	127
Figura 4.32. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2016 y 2017 en la región de Los Lagos.....	128
Figura 4.33. Distribución anual del índice captura por unidad de esfuerzo (kilos/buzo/hora) de la pesquería de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) en la región de Los Lagos.....	128
Figura 4.34. Proporción anual de buzos por embarcación en la pesquería de almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) en la región de Los Lagos.....	129
Figura 4.35. Distribución a) Longitud (mm), y b) peso total (gr) de ejemplares almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>) durante el muestreo de la captura realizado por IFOP, entre los años 2000 y 2017 en la región de Los Lagos.....	129



- Figura 4.36. Ajuste del modelo a los índices de abundancia. En (a) se muestra el análisis con steepness 0,8 fijo, mientras que en (b) se muestra el análisis con steepness estimado..... 130
- Figura 4.37. Biomasa anual calculada para el total del área de estudio y para las localidades Caldera, Huasco y Chañaral. En línea se representan los diferentes escenarios, mientras que en barra se muestra la captura en toneladas..... 131
- Figura 4.38. Ajuste del modelo MESTOCKL a la información de CPUE (a), composiciones de tallas (b y c) y desembarques de Juliana (*Tawera gayi*) en la región de Los Lagos. En las figuras a y b, los puntos representan los datos y las líneas los escenarios de análisis evaluados. La Figura c) representa la composición de tallas combinadas observada y predicha para todos los años con datos. La figura d) es la serie de desembarques ajustada por el modelo (líneas rojas)..... 132
- Figura 4.39. Variables poblacionales de la juliana (*Tawera gayi*) en la región de Los Lagos estimadas por medio del modelo MESTOCKL. Cada línea de color representa un escenario distinto de análisis. a) Reclutamientos, b) Biomasa desovante, c) Agotamiento poblacional y d) Mortalidad por pesca. En c) las líneas segmentadas representan los límites de B_0 al 40% en negro y 20% en rojo..... 133
- Figura 4.40. Ajuste del modelo MODTALLASLL a la información de CPUE (a), composiciones de tallas (b y c) y desembarques de Juliana (*Tawera gayi*) en la región de Los Lagos. En las figuras a y b, los puntos representan los datos y las líneas los escenarios de análisis evaluados. La Figura c) representa la composición de tallas combinadas observada y predicha para todos los años con datos. La figura d) es la serie de desembarques ajustada por el modelo (líneas rojas)..... 134
- Figura 4.41. Variables poblacionales de la juliana (*Tawera gayi*) en la región de Los Lagos estimadas por medio del modelo MODTALLASLL. Cada línea de color representa un escenario distinto de análisis. a) Reclutamientos, b) Biomasa desovante, c) Agotamiento poblacional y d) Mortalidad por pesca. En c) las líneas segmentadas representan los límites de B_0 al 40% en negro y 20% en rojo..... 135
- Figura 4.42. Variables poblacionales de la juliana (*Tawera gayi*) en la región de Los Lagos estimadas por medio del modelo MODACT. a) Composición de tallas promedio 7 años observada (sombra) y ajustada (línea roja). Las curvas en línea negro representan las clases anuales presentes, b) Composición de edades de la población y las capturas, c) Selectividad y talla promedio por edad. d) Composición de tallas actual y la objetivo al 40% B_0 136
- Figura 4.43. Ajuste del modelo MESTOCKL a la información de CPUE (a), composiciones de tallas (b y c) y desembarques de Almeja (*Ameghinomya antiqua*) en la región de Los Lagos sur. En las figuras a y b, los puntos representan los datos y las líneas los escenarios de análisis evaluados. La Figura c) representa la composición de tallas combinadas observada y predicha para todos los años con datos. La figura d) es la serie de desembarques ajustada por el modelo (líneas rojas)..... 137
- Figura 4.44. Variables poblacionales de la almeja (*Ameghinomya antiqua*) en la región de Los Lagos sur estimadas por medio del modelo MESTOCKL. Cada línea de color representa un escenario distinto de análisis. a) Reclutamientos, b) Biomasa



- desovante, c) Agotamiento poblacional y d) Mortalidad por pesca. En c) las líneas segmentadas representan los límites de B_0 al 40% en negro y 20% en rojo..... 138
- Figura 4.45. Ajuste del modelo MODTALLASLL a la información de CPUE (a), composiciones de tallas (b y c) y desembarques de Almeja (*Ameghinomia antiqua*) en la región de Los Lagos sur. En las figuras a y b, los puntos representan los datos y las líneas los escenarios de análisis evaluados. La Figura c) representa la composición de tallas combinadas observada y predicha para todos los años con datos. La figura d) es la serie de desembarques ajustada por el modelo (líneas rojas)..... 139
- Figura 4.46. Variables poblacionales de la Almeja (*Ameghinomya antiqua*) en la región de Los Lagos sur estimadas por medio del modelo MODTALLASLL. Cada línea de color representa un escenario distinto de análisis. a) Reclutamientos, b) Biomasa desovante, c) Agotamiento poblacional y d) Mortalidad por pesca. En c) las líneas segmentadas representan los límites de B_0 al 40% en negro y 20% en rojo..... 140
- Figura 4.47. Ajuste del modelo MESTOCKL a la información de CPUE (a), composiciones de tallas (b y c) y desembarques de Huepo (*Ensis macha*) en el Golfo de Arauco. En las figuras a y b, los puntos representan los datos y las líneas los escenarios de análisis evaluados. La Figura c) representa la composición de tallas combinadas observada y predicha para todos los años con datos. La figura d) es la serie de desembarques ajustada por el modelo (líneas rojas)..... 141
- Figura 4.48. Variables poblacionales de la Huepo (*Ensis macha*) en el Golfo de Arauco estimadas por medio del modelo MESTOCKL. Cada línea de color representa un escenario distinto de análisis. a) Reclutamientos, b) Biomasa desovante, c) Agotamiento poblacional y d) Mortalidad por pesca. En c) las líneas segmentadas representan los límites de B_0 al 40% en negro y 20% en rojo..... 142
- Figura 4.49. Ajuste del modelo MODTALLASLL a la información de CPUE (a), composiciones de tallas (b y c) y desembarques de Huepo (*Ensis macha*) en el Golfo de Arauco. En las figuras a y b, los puntos representan los datos y las líneas los escenarios de análisis evaluados. La Figura c) representa la composición de tallas combinadas observada y predicha para todos los años con datos. La figura d) es la serie de desembarques ajustada por el modelo (líneas rojas)..... 143
- Figura 4.50. Variables poblacionales de la Huepo (*Ensis macha*) en el golfo de Arauco estimadas por medio del modelo MODTALLASLL. Cada línea de color representa un escenario distinto de análisis. a) Reclutamientos, b) Biomasa desovante, c) Agotamiento poblacional y d) Mortalidad por pesca. En c) las líneas segmentadas representan los límites de B_0 al 40% en negro y 20% en rojo..... 144
- Figura 4.51. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2000. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada..... 145
- Figura 4.52. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2001. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada..... 146



- Figura 4.53. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2002. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....147
- Figura 4.54. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2003. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....148
- Figura 4.55. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2004. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....149
- Figura 4.56. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2005. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....150
- Figura 4.57. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2006. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....151
- Figura 4.58. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2007. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....152
- Figura 4.59. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2008. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....153
- Figura 4.60. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2009. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....154
- Figura 4.61. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2010. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....155
- Figura 4.62. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2011. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....156
- Figura 4.63. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2012. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....157
- Figura 4.64. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2013. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....158
- Figura 4.65. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2014. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....159
- Figura 4.66. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2015. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....160



Figura 4.67. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2016. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	161
Figura 4.68. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2017. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	162
Figura 4.69. Historia y estado actual de explotación del huego del Golfo de Arauco.....	163
Figura 4.70. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2000. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	164
Figura 4.71. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2001. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	165
Figura 4.72. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2002. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	166
Figura 4.73. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2003. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	167
Figura 4.74. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2004. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	168
Figura 4.75. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2005. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	169
Figura 4.76. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2006. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	170
Figura 4.77. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2007. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	171
Figura 4.78. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2008. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	172
Figura 4.79. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2009. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	173
Figura 4.80. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2010. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	174
Figura 4.81. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2011. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	175



Figura 4.82. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2012. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	176
Figura 4.83. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2013. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	177
Figura 4.84. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2014. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	178
Figura 4.85. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2015. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	179
Figura 4.86. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2016. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	180
Figura 4.87. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2017. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.....	181
Figura 4.88. Historia y estado actual de explotación de la almeja de la Bahía de Ancud.	182
Figura 4.89. Historia y estado actual de explotación (indeterminado) de la almeja de la X Región.....	183
Figura 5.1. Resultados del modelo de evaluación de stock jerárquico (Roa-Ureta <i>et al.</i> , 2015) para el recurso huepo del Golfo de Arauco, indicando que la biomasa del CatDyn del año 2008 es la que fue estimada con mayor precisión estadística.....	194
Figura 5.2. Boxplots de los siete parámetros del modelo sobre 100 iteraciones que variaron el valor inicial de cada parámetro entregado para la optimización con el método spg.....	195
Figura 5.3. Efecto de errores sistemáticos en los datos de captura de entrada al modelo CatDyn de dos perturbaciones para los datos de huepo del Golfo de Arauco, año 2008. La línea roja indica la realidad exacta conocida del modelo operativo para cada parámetro.....	196
Figura 5.4. Efecto de errores sistemáticos en los datos de esfuerzo de entrada al modelo CatDyn de dos perturbaciones para los datos de huepo del Golfo de Arauco, año 2008. La línea roja indica la realidad exacta conocida del modelo operativo para cada parámetro.....	197
Figura 5.5. Efecto de errores aleatorios en los datos de captura de entrada al modelo CatDyn de dos perturbaciones para los datos de huepo del Golfo de Arauco, año 2008.....	198
Figura 5.6. Efecto de errores aleatorios en los datos de esfuerzo de entrada al modelo CatDyn de dos perturbaciones para los datos de huepo del Golfo de Arauco, año 2008.....	199



INDICE DE ANEXOS

7.1 Anexo 1. Acta de coordinación Proyecto FIPA 2017-55.....	223
7.2 Anexo 1.1. Lista de publicaciones revisadas, clasificadas por tema tipo de recurso y método.....	226
7.3 Anexo 3.1. Desembarque de Recursos Bentónicos en Chile 2001-2016 por región. Los desembarques están ordenados de forma descendente para cada año. Fuente Sernapesca.....	236
7.4 Anexo 3.2. Invitación taller Metodológico, 12 y13 de marzo de 2018-10-18.....	259
7.5 Anexo 3.3. Planilla Excel con Resumen de información disponible para stock.....	260
7.6 Anexo 3.4. Programa Taller metodológico, 12 y 13 de marzo de 2018.....	261
7.7 Anexo 3.5. Lista de Asistencia Taller Metodológico.....	262
7.8 Anexo 3.6. Presentaciones Taller Metodológico.....	266
7.9 Anexo 3.7. Acta Taller Metodológico.....	289
7.10 Anexo 4.1. Invitación Taller de Resultados.....	297
7.11 Anexo 4.2. Presentaciones Taller de Resultados.....	298
7.12 Anexo 4.3. Acta Taller de Resultados.....	329
7.13 Anexo 4.4. Lista de Asistencia Taller de Resultados.....	331
7.14 Anexo 5.1. Invitación Taller de Difusión de Resultados.....	333
7.15 Anexo 5.2. Presentación Taller de Difusión de Resultados.....	334
7.16 Anexo 5.3. Acta Taller de Difusión de Resultados.....	347
7.17 Anexo 5.4. Lista de Asistencia Taller de Difusión Resultados.....	349



EQUIPO DE TRABAJO

PROFESIONAL	INSTITUCION	ROL
Dr. Carlos Molinet Flores	Universidad Austral de Chile	Jefe de Proyecto, Coordinación General, análisis de datos, elaboración de Informes
Dr. Ruben Roa-Ureta	AZTI – Profesional Independiente	Análisis de datos, Evaluación de Stock, elaboración de informes
Dr. Cristian Canales	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Análisis de datos, Evaluación de Stock, elaboración de informes
Jorge Henríquez M.	Universidad Austral de Chile	Exploración y manejo de base de datos, elaboración de informes, análisis de datos
Manuel Díaz Gómez	Universidad Austral de Chile	Análisis espacial de pesquerías bentónicas
Nazareth Sanchez	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Análisis de datos, Evaluación de Stock, elaboración de informes
Nicolas Adasme	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Análisis de datos, Evaluación de Stock, elaboración de informes
Thamara Matamala	Universidad Austral de Chile	Revisión bibliográfica
Myriam Castillo	Universidad Austral de Chile	Apoyo administrativo para gestión del proyecto



1 ANTECEDENTES

Los recursos pesqueros bentónicos tienen una gran importancia en la economía chilena, lo que se vio impulsado desde finales de los años 1970s. El desembarque de recursos bentónicos representó alrededor del 42% del desembarque artesanal en Chile, uno de los sectores de la economía chilena que más mano de obra emplea en el sector pesquero.

Durante el año 2016 se desembarcaron alrededor de 400.000 tons., distribuidas entre 43 especies de algas, moluscos y equinodermos (Fig. 1, Sernapesca 2016).

Entre las especies más desembarcadas se encuentran las algas (principalmente el huiro negro *Lessonia berteorana*, con alrededor de 155.000 tons. entre la I y VIII regiones) que suman unas 329.000 tons.

El invertebrado más desembarcado es el erizo *Loxechinus albus* (29.000 tons en 2016), cuyos desembarques se concentran entre la X, XI y XII regiones; seguido por el recurso almeja (*Ameghinomya antiqua*, con unas 13.000 tons), entre otras especies.

La fuerza laboral para la explotación de estos recursos la constituyen unos 80.000 alqueros, 12.000 buzos mariscadores, además de armadores y asistentes de buzos (Sernapesca, 2016). A esto se debe sumar la mano de obra absorbida en plantas de proceso, ya que la mayor parte del procesamiento de estos recursos necesita un cierto nivel de manipulación.

A pesar de la importancia de los recursos pesqueros bentónicos, entre los recursos de libre acceso (definidos como aquellos que no son recursos de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs)), existen pocas aproximaciones para su evaluación indirecta.

Luego de su inclusión como una herramienta de administración pesquera en Chile se han creado 12 Comités de Manejo de Recursos Bentónicos (erizo, almejas, algas pardas, alga roja, pulpo, macha, huego, juliana entre otros recursos), los que se encuentran en elaboración o puesta en marcha de sus respectivos planes de Manejo (<http://www.subpesca.cl/portal/616/w3-propertyvalue-38010.html>). A pesar de esto, sólo en el Plan de Manejo del recurso erizo de la X-XI Regiones se cuenta con un sistema relativamente completo de colecta de datos, metodologías validadas de evaluación de stock, y manejo por medio de cuotas anuales de captura revisadas cada año por el Grupo Técnico Asesor de la Comisión de Manejo de las Pesquerías Bentónicas (COMPEB).

Por otro lado, los stocks de peces pelágicos, demersales y migratorios cuentan con un completo sistema de investigación y manejo que incluye laboratorios de determinación de edad, equipos de observadores e investigadores, cruceros de evaluación directa, manejo por cuotas anuales de pesca, y revisión de todo el sistema por parte de pares nacionales e internacionales. Es necesario e importante que el manejo de todos los recursos bentónicos también se beneficie de un completo sistema de investigación científica, comenzando por el desarrollo de metodologías de evaluación de stock que utilicen los datos existentes y que indiquen claramente como ampliar y completar la colecta de datos para la aplicación de las mejores metodologías.

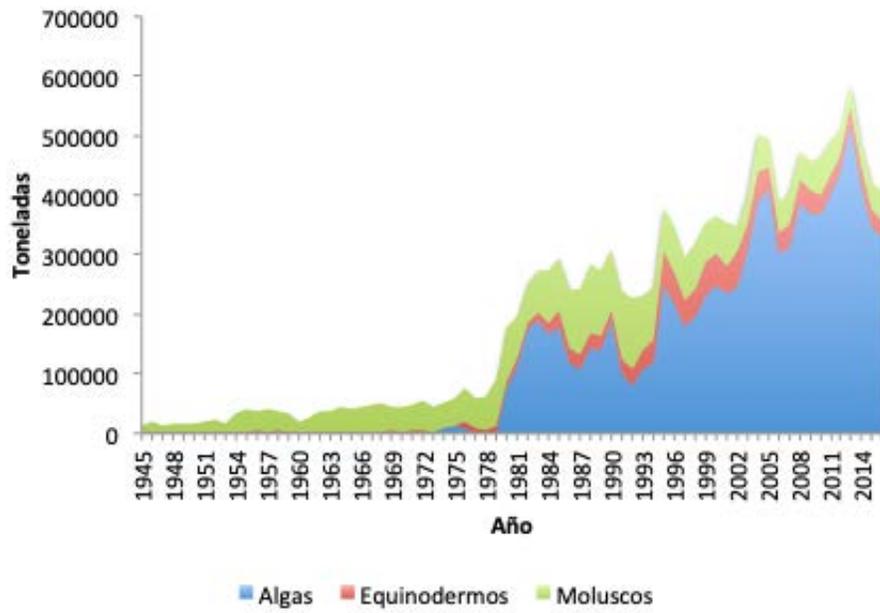


Figura 1. Desembarque nacional de recursos bentónicos. Fuente Sernapesca.



2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Específicos

- a) Revisión, sistematización y clasificación (generando bases de datos) de literatura científica, nacional e internacional sobre métodos indirectos de evaluación de stocks utilizados para la administración de pesquerías, con particular atención a aquellos que han sido utilizados para la evaluación de recursos bentónicos.
- b) Descripción detallada de las metodologías y requerimientos de información para los diferentes métodos indirectos de evaluación de recursos bentónicos identificados en objetivo anterior.
- c) Selección de dos casos de estudio para pesquerías bentónicas de data pobre y dos casos de estudio para pesquerías de data rica.
- d) Diseño e implementación de evaluación indirecta de stocks para casos de estudio seleccionados. Desarrollando criterios para la identificación de unidades poblacionales y escalas espaciales a emplear, en función de las especies seleccionadas.
- e) Proponer las condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks, identificando brechas de conocimiento y/o información, junto con líneas de acción para subsanar vacíos existentes.



3 DESARROLLO DEL PROYECTO

Reunión de Coordinación

Al inicio del proyecto, con fecha 3 de Noviembre se realizó una reunión de coordinación a través de video conferencia, en la que participaron desde Valparaíso, el Sr. Luis Carroza, Director ejecutivo del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura, los profesionales de la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura Srta. Lorena Burotto, Srta. María Alejandra Pinto y Sr. Andrés Venegas, y los investigadores del Instituto de Fomento Pesquero Sr. Andrés Olgún y Sr. Pablo Araya, y desde Puerto Montt, los Investigadores del proyecto Sr. Carlos Molinet y Sr. Jorge Henríquez. La finalidad de la reunión fue presentar el plan de trabajo, metodologías y procedimientos relevantes para fines del estudio y coordinar las actividades a realizar. Los temas en discusión son presentados en Anexo 1 en el Acta de la reunión.

3.1 Objetivo Específico N° 1. *Revisión, sistematización y clasificación (generando bases de datos) de literatura científica, nacional e internacional sobre métodos indirectos de evaluación de stocks utilizados para la administración de pesquerías, con particular atención a aquellos que han sido utilizados para la evaluación de recursos bentónicos.*

3.1.1 Metodología

La revisión, sistematización y clasificación de literatura científica nacional e internacional sobre evaluación indirecta de recursos pesqueros implica compilar información desde artículos científicos publicados en revistas de amplia circulación, así como libros recientes sobre la materia y documentos de talleres de trabajo por parte de grupos de expertos a nivel internacional. La característica común de las dos primeras fuentes de información científica, artículos y libros, es que han sido revisados por pares de nivel senior y aprobados para publicar por parte de editores, como ocurre en otros campos de la ciencia.

Para esto se realizó una revisión en la biblioteca virtual de la Universidad Austral de Chile con especial atención a artículos publicados en revistas científicas de alto nivel, que frecuente u ocasionalmente publican artículos relevantes en el ámbito de la evaluación indirecta de stocks pesqueros (Tabla 1.1), y se creó una base de datos en Endnote y formato Excel, en donde se incluyen los artículos en formato PDF (Anexo 1.1).

Con la información de cada artículo se elaboró una tabla resumen donde se clasifica la metodología usada, especies y categoría del stock relativo a los datos disponibles.



Además, en la revisión se incluye la revisión de libros específicos acerca de la temática de stock assessment.

Finalmente, como una parte del objetivo específico 3, se realizó una revisión de parámetros de historia de vida de recursos bentónicos enfocado, a los informes finales de los proyectos del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura.

3.1.2 Resultados

Desde un total de 117 referencias (entre libros, artículos científicos y reportes), 17 están referidas a metodologías de stock assessment de recursos bentónicos. Cinco de estos trabajos señalan las consideraciones necesarias para analizar este tipo de stocks y otros 12 trabajos proponen metodologías de análisis para este tipo de recursos, utilizando data pobre y data limitada (Anexo 1.1). Según los datos que se requieren, las aproximaciones revisadas incluyen i) modelos que solo usan las capturas, ii) modelos que solo usan capturas y esfuerzos, iii) modelos que usan capturas, esfuerzos, y pesos, y iv) modelos que usan capturas, esfuerzos, composición biológica, y otras fuentes de información tales como datos independientes de la pesca.

Terrance Quinn, autor del libro moderno más completo sobre evaluación de stocks pesqueros por métodos indirectos (Tabla 1.2), ha sugerido que la época entre 1980 y 2000 fue la época dorada de la evaluación de stocks (Quinn, 2003). En esos 20 años las ideas matemáticas tempranas de Fedor Baranov y de John Beverton y Sidney Holt, posteriormente desarrolladas por varios pioneros hasta 1980, se integraron con el desarrollo paralelo de la modelación estadística basada en las funciones de verosimilitud, dando nacimiento a los poderosos métodos modernos de evaluación indirecta de stocks. El artículo de Quinn (2003) es una revisión histórica de la disciplina de la evaluación de stocks hasta el fin del siglo XX y por lo tanto servirá como guía para la construcción de la base de datos durante los primeros años de desarrollo de la disciplina ya madura (1980 a 2000).

Algunos autores plantean que las aproximaciones tradicionales a la evaluación de stock tienen que ser adaptadas a las características especiales de las especies sedentarias, especialmente invertebrados donde las poblaciones son a menudo espacialmente estructuradas y la unidad de stock puede ser muy pequeña (Caddy, 1975; Orensanz and Jamieson, 1998; Orensanz *et al.*, 2005). En estos casos, el crecimiento, la sobrevivencia, la fecundidad y asentamiento son modulados por la calidad y disponibilidad del alimento y están fuertemente relacionados con la complejidad del sustrato (Caddy, 2007). Por lo tanto, los rasgos de historia de vida de invertebrados bentónicos muestran variaciones de pequeña escala, asociadas con sus ubicaciones específicas y gradientes ambientales (Caddy, 1975; Orensanz *et al.*, 1998; Prince, 2005). Además, las regulaciones de manejo para recursos sedentarios principalmente han considerado el establecimiento de tamaños límite más bien que cuotas de captura.

Un trabajo importante de referencia es el desarrollado por Punt *et al.*, (2013) respecto de la variedad de modelos talla estructurados empleados para la evaluación de



invertebrados marinos (moluscos y crustáceos). Modelos que van desde aquellos basados en el examen de las composiciones de tallas para realizar inferencias respecto de la mortalidad por pesca bajo condiciones de equilibrio (e.g. Beverthon y Holt, 1956; Pauly, 1983; Sparre and Venema; 1998), a modelos más recientes sobre el uso de Periodo de Vida de Producción de Huevos (lifetime egg production) (Botsford *et al.*, 2004) y tasa de potencial desovante (SPR) derivado de las composiciones de tallas (Hordyk *et al.*, 2015), hasta el desarrollo y uso de modelos integrados cuando existen series más completas de composiciones de tallas, capturas e índices de abundancia relativa.

Los libros de nuestra revisión se indican en la Tabla 1.2. Algunos de estos textos son bien conocidos y muy generales en cuanto a su ámbito (Quinn and Deriso, 1999; Hilborn and Walters, 1992; Haddon, 2001), mientras que otros son bien específicos y potencialmente más relevantes para este proyecto (Jacobsen *et al.*, 2016; Galluci *et al.*, 1995; Jamieson and Campbell, 1998). Los textos de Galluci *et al.*, (1995) y de Jamieson and Campbell (1998) son directamente relevantes mientras que el texto de Jacobsen *et al.*, (2016) puede ser relevante debido a las particulares estrategias reproductivas de los recursos bentónicos, que en algunos casos difieren significativamente de las estrategias reproductivas de los peces pelágicos, demersales y migratorios.

El Comité Asesor del International Council for the Exploration of the Sea (ICES) propuso 6 categorías para clasificar los stocks pesqueros relativos a la disponibilidad de datos para la realización de stock assessment (ICES 2012). En la Tabla 1.3 presentamos un resumen de esta clasificación.

En las últimas dos décadas se ha generado un amplio debate en torno a la aplicación de la evaluación indirecta, para stock pesqueros con denominación pobres y/o limitados en datos. En 2015 la revista Fisheries Research publicó un número especial sobre metodologías de evaluación de stock y manejo de recursos en pesquerías pobres en datos (Thornson *et al.*, 2015) (Fisheries Research, 2015, volumen 171). Uno de los investigadores de este proyecto publicó dos artículos en ese número especial (Roa-Ureta 2015b, Roa-Ureta *et al.*, 2015), y uno de estos artículos, que fue escrito junto a otros investigadores de este proyecto, describe la metodología de evaluación aplicada al erizo de la X-XI Contigua. Esto indica que la metodología de evaluación de stock aplicada en Chile es reconocida como un ejemplo a nivel internacional de metodologías de evaluación de recursos bentónicos.

Además de las revistas y libros de las Tablas 1.1 y 1.2 consideramos el documento producido por un grupo especial de trabajo convenido por el National Marine Fisheries Service de los EEUU para estudiar el manejo y la evaluación de stocks en pesquerías pobres en datos¹. El reporte final esencialmente considera la metodología propuesta por MacCall (2009), que solo usa datos de capturas y que puede ser una alternativa válida para las pesquerías bentónicas nacionales más pobres en datos. Uno de los

1 https://www.st.nmfs.noaa.gov/Assets/Quality-Assurance/documents/peer-review-reports/2011/2011_05_13%20Stokes%20SWFSC%20NWFSC%20data%20limited%20assessment%20methods%20workshop%20report.pdf



investigadores de este proyecto ha implementado la metodología de MacCall para dar consejo a la Unión Europea respecto de pesquerías de peces de aguas profundas en el marco del grupo de trabajo del ICES sobre peces de aguas profundas en 2010 (ICES, 2012).

Un debate mayor sobre la situación mundial de los stocks pesqueros ha tenido lugar en revistas interdisciplinarias de amplio impacto (Science, Nature, Proceedings of the National Academy of Sciences), y ese debate ha repercutido en consideraciones metodológicas en evaluación de stock. El debate ha enfrentado a un grupo de investigadores de la School of Aquatic and Fishery Sciences, University of Washington en Seattle, EEUU, y otro grupo del Fisheries Centre, University of British Columbia en Vancouver, Canada. La razón última del debate es que el grupo de British Columbia creen que de seguir la explotación pesquera tal y como ocurre en la actualidad ocurrirán colapsos y extinciones de peces dentro de unas pocas décadas, mientras que el grupo de Seattle sostiene que esto es una exageración gruesa causada por análisis defectuosos que se basan exclusivamente en los registros de capturas. Un corolario del debate ha sido publicado a la forma de contrapunto en Nature (Hilborn y Branch, 2013; Pauly 2013). El resultado importante de este debate para los fines de este proyecto es determinar si datos de captura solamente pueden ser suficientes para obtener el estado de explotación de un recurso pesquero. En el texto del Objetivo Específico 2 llamaremos a estas metodologías M-0, por ser las más elementales de todas en términos de requerimiento de datos .



Tabla 1.1. Lista de revistas científicas del ámbito pesquero con altos estándares de publicación que contienen literatura generada por autores nacionales y del mundo.

Disciplina	Revista	Factor de Impacto (Thomson-Reuters)
Pesquerías	Fisheries Research	2,19
	Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences	2,47
	ICES Journal of Marine Science	2,76
	Fishery Bulletin	0,88
	Fishery Science	0,84
	Fish and Fisheries	9,01
	Reviews in Fish Biology and Fisheries	3,58
	North American Journal of Fisheries Management	1,20
	Reviews in Fishery Science	2,03
	Transactions of the American Fisheries Society	1,50
	Fisheries	3,00
Ciencias del mar	Scientia Marina	1,01
	Bulletin of Marine Science	2,26
Ciencias de la Tierra	Natural Resource Modeling	0,43
Biología general	Ecological Modelling	2,36
	Journal of Theoretical Biology	2,11
	Nature	40,14
	Science	37,21
	PLOS Biology	9,80
	Proceedings of the National Academy of Science	9,66



Tabla 1.2. Lista de libros sobre evaluación de stock indirecta de recursos pesqueros.

Título	Autor(es)	Año
Quantitative Fish Dynamics	Terrance J. Quinn, Richard B. Deriso	1999
Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty	Ray Hilborn, Carl J. Waters	1992
Modelling and Quantitative Methods in Fisheries	Malcolm Haddon	2011
Fish Reproductive Biology: Implications for Assessment and Management	Tore Jacobsen, Michael J. Fogarty, Bernard A. Megrey, Erlend Moksness (Eds.)	2016
Stock Assessment: Quantitative Methods and Applications for Small Scale Fisheries	Vincent F. Gallucci, Saul B. Saila, Daniel J. Gustafson, Brian J. Rothschild	1995
Review of Northeast Fishery Stock Assessments	National Research Council, Division on Earth and Life Studies, Ocean Studies Board, Environment and Resources Commission on Geosciences, Committee to Review Northeast Fishery Stock Assessments (USA)	1998
Improving Fish Stock Assessments	National Research Council, Division on Earth and Life Studies, Ocean Studies Board, Environment and Resources Commission on Geosciences, Committee on Fish Stock Assessment Methods	1998
Stock assessment for fishery management: A framework guide to the stock assessment tools of the Fisheries Management Science Programme	Food and Agriculture Organization of the United Nations	2006
Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management	G.S. Jamieson, A. Campbell	1998



Tabla 1.3. Categorías propuestas por ICES (2012) para la clasificación de los stocks pesqueros relativos a la disponibilidad de datos para la realización de stock assessment (ICES 2012).

Categoría	Tipo	Descripción
1	Stocks con data rica (assessment cuantitativo)	Estas son stocks que no se consideran de datos limitados y esta categoría incluye las poblaciones con evaluaciones analíticas completas y predicciones. También se incluyen los stocks con evaluaciones cuantitativas basadas en modelos de producción.
2	Stocks assessment analítico y predicciones cualitativas	Esta categoría incluye stocks con assessment cuantitativo y predicciones que por una variedad de razones son meramente indicativas de tendencias en la mortalidad por pesca, reclutamiento y biomasa.
3	Stocks con assessment estudio basados que indica tendencias	Esta categoría incluye stocks cuyos índices obtenidos desde los estudios (u otros indicadores del tamaño del stock tales como índices fiables dependientes de la pesca, por ejemplo, lpue, cpue y longitud media en la captura) están disponibles y proporcionan indicaciones confiables de las tendencias en métricas de stock tales como mortalidad, reclutamiento y biomasa.
4	Stocks para las cuales hay datos de captura confiables disponibles	Esta categoría incluye stocks para los cuales se puede usar una serie temporal de capturas para aproximar el RMS.
5	Stocks con data pobre	Esta categoría incluye stocks para los cuales solo están disponibles los datos de desembarques y no se dispone de información pesquera relevante de poblaciones o especies similares en la ecorregión o más allá. La situación a abordar aquí es la biodiversidad en lugar del rendimiento.
6	Stocks con desembarques insignificantes y stocks en cantidades bajas, como pesca incidental.	Esta categoría incluye stocks donde los desembarques son insignificantes en comparación con los descartes. También incluye stocks que forman parte de complejos de stock y se capturan principalmente como especies de captura incidental en otras pesquerías específicas. El desarrollo de indicadores puede ser el más apropiado para tales poblaciones.



3.2 Objetivo Específico N° 2. *Descripción detallada de las metodologías y requerimientos de información para los diferentes métodos indirectos de evaluación de recursos bentónicos identificados en objetivo anterior.*

3.2.1 Antecedentes

Las metodologías modernas de evaluación de stock indirectas son en su inmensa mayoría basadas en la dinámica de poblaciones de los organismos que sustentan las pesquerías en sus ambientes acuáticos. Por ejemplo, el libro de texto moderno más importante sobre la materia, Quinn y Deriso (1999, Tabla 1.2) se titula Dinámica Cuantitativa de Peces.

Sin embargo, aunque en efecto la dinámica de poblaciones de los organismos en sus ambientes acuáticos produce las metodologías de evaluación de stock más completas, también es cierto que existe una base teórica alternativa a la dinámica de poblaciones que produce metodologías de evaluación de stock menos completa, pero no por ello menos útiles para la evaluación de los stocks bentónicos, y otras metodologías para aquellas pesquerías con limitación de datos biológicos. Esta base teórica alternativa, en lugar de fundamentarse en la dinámica de poblaciones, se fundamenta en la dinámica de la captura.

Roa-Ureta (2012) demostró matemáticamente (ver Supplementary Material del artículo citado) que cuando la tasa de captura se escribe como $dC/dt = f(E,N)$ donde C es la captura, E es el esfuerzo de pesca, y N es la abundancia de los organismos en su ambiente acuático, entonces surgen metodologías de evaluación de stock denominadas “generalized depletion models”, en honor a versiones rudimentarias que surgieron entre los años 30 y 70 del siglo pasado.

Cabe hacer notar que las metodologías de evaluación de stock fundamentadas en la dinámica de poblaciones surgen de la hipótesis alternativa que describe a la tasa de captura como $dC/dt = f(F,N)$ donde F es la mortalidad de los organismos por causa de la pesca. Que la pesca entre indirectamente a través de la mortalidad de los peces, en lugar de directamente a través del esfuerzo de los pescadores, conduce a una solución alternativa a la mostrada en el Supplementary Material del artículo de Roa-Ureta (2012), la famosa ecuación de captura del ‘abuelo’ de la ciencia pesquera por el matemático ruso Fedor Baranov (término de Quinn, 2003).

Tenemos entonces por un lado una enorme familia de metodologías derivadas de la ecuación de captura de Baranov, fundamentadas en la dinámica de poblaciones de los organismos en sus ambientes acuáticos, y tenemos por otro lado una familia menor de metodologías menos completas, pero no por eso potencialmente menos útiles para la evaluación de los stocks bentónicos que están fundamentadas más directamente en el proceso de pesca.

Las metodologías que se fundamentan en la dinámica de poblaciones tienen pasos de tiempo anuales o semestrales porque están fundamentadas en la dinámica del



reclutamiento, que en aguas templadas y frías tiene periodicidad anual (Roa-Ureta, 2015b) y en aguas tropicales y cálidas puede tener periodicidad semestral (por ejemplo, Rabaoui *et al.*, 2017).

Por otro lado, las metodologías que se fundamentan en la dinámica de captura tienen pasos de tiempo mucho más rápidos, que puede ser diario (Roa-Ureta, 2012; Lin *et al.*, 2017), semanal (Roa-Ureta *et al.*, 2015) o mensual (Roa-Ureta, 2015b; Maynou, 2015), porque están fundamentadas en el esfuerzo de los pescadores que ocurre a escalas de días, semanas o como máximo meses.

3.2.2 Metodología

Confección de Ficha Metodológica para Evaluaciones Indirecta

A partir de la compilación realizada en el Objetivo Específico N° 1, se realizó una descripción detallada de las metodologías y requerimientos de información, confeccionando una ficha metodológica para Evaluación Indirecta, según los siguientes criterios:

1. Dinámica subyacente del modelo(s).
 - a) Dinámica de poblaciones
 - b) Dinámica de capturas
 - c) Ambas
2. Paso de tiempo de la dinámica.
 - c) Diaria
 - d) Semanal
 - e) Mensual
 - f) Semestral
 - g) Anual
8. Longitud de las series de tiempo requeridas para ajustar los modelos a los datos.
 - a) Décadas
 - b) Años
 - c) Meses
9. Necesidad de información biológica
 - a) Pesos medios en la captura por paso de tiempo para toda o parte de la serie de tiempo
 - b) Estructura de longitudes por paso de tiempo o agregada para toda o parte de la serie de tiempo
 - c) Estructura de edades por paso de tiempo o agregada para toda o parte de la serie de tiempo



- d) Condición reproductiva por paso de tiempo o agregada para toda o parte de la serie de tiempo
- 10. Necesidad de información pesquera**
- a) Capturas por paso de tiempo para toda o parte de la serie de tiempo
 - b) Capturas y esfuerzos por paso de tiempo para toda o parte de la serie de tiempo
 - c) Tipo de unidad de esfuerzo, específico del arte de pesca (por ejemplo, horas de buceo) o general del esfuerzo (por ejemplo, número de embarcaciones)
 - d) Experimentos de selectividad del arte de pesca
- 11. Necesidad de información independiente**
- a) Índices de abundancia relativa desde prospecciones científicas
 - b) Estimaciones de abundancia absoluta desde prospecciones científicas
 - c) Estructura biológica (longitudes, edades, condición reproductiva) desde prospecciones científicas
 - d) Estudios de sub-unidades poblacionales y sus escalas espaciales (meta-poblaciones)
 - e) Estudios de crecimiento y reproducción
 - f) Experimentos de marcaje y recaptura

Un criterio importante adicional, es que la existencia de información a nivel supranacional es considerado sin importancia para los recursos bentónicos, puesto que por definición son recursos de movimiento limitado que no atraviesan fronteras internacionales.

En consecuencia, el diseño de la ficha para cada metodología tiene la siguiente forma:

Ficha 1.

Metodología	Tipo de Dinámica	Paso de Tiempo	Largo de la Serie	Data Biológica	Data Pesquera	Información Independiente	Exigencia de Datos
0							
1							
2							
...							
M							



En donde M es el total de metodologías identificadas a través de la revisión bibliográfica.

La ficha además se completó con el tipo de herramienta obtenida para el manejo pesquero y su respectiva cita bibliográfica.

En el ejemplo más avanzado de evaluación de stock y manejo de un recurso bentónico en Chile, el caso del erizo de la X-XI Regiones, la metodología de evaluación de stock y determinación de la cuota de captura anual resuelve nuestra lista de criterios arriba de la siguiente manera:

1. Dinámica subyacente del modelo(s).
 - Ambas, de capturas y poblacional
2. Paso de tiempo de la dinámica.
 - Semanal y anual
3. Longitud de las series de tiempo requeridas para ajustar los modelos a los datos.
 - Meses y décadas
4. Necesidad de información biológica
 - Pesos medios en la captura por paso de tiempo para toda o parte de la serie de tiempo
5. Necesidad de información pesquera
 - Capturas y esfuerzos por paso de tiempo para toda o parte de la serie de tiempo
 - Tipo de unidad de esfuerzo específico del arte de pesca (por ejemplo, horas de buceo)
6. Necesidad de información independiente
 - No.



3.2.3 Resultados

Confección de Ficha Metodológica para Evaluaciones Indirecta

Desde la revisión bibliográfica efectuada en el Objetivo Específico 1, se compiló información para la confección de la Ficha 1 en donde se seleccionaron aquellas metodologías potencialmente adecuadas para pesquerías bentónicas, y posibles de utilizar en las 4 pesquerías que serán seleccionadas como casos de estudio (Tabla 2.1). La ficha está compuesta de 11 metodologías, según su exigencia de datos. De estas solo una es catalogada como data pobre o de baja exigencia en datos (Depleción, MacCall 2007), y una como data con una alta exigencia de datos (Progresión por categorías de talla, Punt *et al.*, 2013), mientras que las 9 metodologías restantes, son metodologías consideradas con una moderada exigencia de datos, siendo estos principalmente modelos de depleción (Tabla 2.1).

Es importante hacer notar que en el caso de la metodología 1, depletion-corrected average catch (DCAC), la metodología original de MacCall (2007) es la más simple metodología existente en términos de requerimientos de datos y por eso es también la que tiene más fuerte dependencia de sus supuestos. Desde el punto de vista de su aplicación, no es un requisito tener conocimiento previo del valor de la tasa de mortalidad natural, M , derivado de algún estudio científico. Cualquier valor razonable puede ser utilizado. También es importante tomar en cuenta que en esta metodología la historia de los desembarques debe estar disponible desde el inicio de la pesquería. La metodología 5 es una derivación de la metodología 1 que esencialmente consiste en unificar DCAC con otra metodología llamada Stock Reduction Analysis, SRA (Kimura *et al.*, 1984). La metodología de Canales *et al.*, (2018) aplicada a macro-algas es idéntica a la metodología de Dick y MacCall (2011) excepto por una re-parametrización y por usar información obtenida por reportes de usuarios para determinar el grado de depleción. La metodología 9 también está conceptualmente ligada a la metodología 5 por el hecho de basarse en la lógica del SRA, con la diferencia que en lugar de conectarse con la historia de depleción de la teoría de MacCall (2007) se conecta con datos de estructura de edad en los últimos años para estimar la mortalidad por pesca desde la curva de captura.

Las metodologías 2, 3, 4 y 6 están todas relacionadas entre si y se basan en la dinámica de paso de tiempo rápido asociada al agotamiento de un recurso a medida que es explotado durante una o varias temporadas de pesca.

Las metodologías 8, 10 y 11 forman otro grupo cuya característica común es utilizar la composición de tallas como información de entrada para un análisis clásico de progresión de cohortes (es decir ajuste a tallas de un modelo edad estructurado, metodologías 8 y 10) o un análisis más sofisticado de progresión a través de las categorías de tallas mediante una matriz de transición (metodología 11).



Tabla 2.1. Ficha 1: Metodologías de evaluación de Stock potencialmente adecuadas a pesquerías bentónicas.

Nro	Metodología	Tipo de Dinámica	Paso de Tiempo	Largo de la Serie	Data Biológica	Data Pesquera	Información adicional	Exigencia de Datos	Herramienta de manejo	Referencia
1	Depletion-Corrected Average Catch.	Depleción	Anual	Multi-anual desde año 1	Ninguna	Capturas (peso)	M	Pobre	CTP	MacCall 2007
2	Extended Depletion Model – Catch Survey Analysis	Depleción	Mes	Multi-anual	Ninguna	Captura (número) Esfuerzo Descartes	Índice de reclutamiento	Moderada	CTP	Feenstra <i>et al.</i> ,2017
3	Generalized Depletion	Depleción	Día/ semana	Intra-anual	Pesos	Captura (peso/número) Esfuerzo	Ninguna	Moderada	Tasa de explotación	Roa-Ureta 2012
4	Multi-Annual Generalized Depletion	Depleción	Mes	Multi-anual	Pesos	Captura (peso) Esfuerzo	Ninguna	Moderada	Tasa de explotación	Roa-Ureta 2015a
5	Depletion-Based Stock Reduction Analysis	Depleción Biomasa	Anual	Multi-anual	Ninguna	Capturas (peso)	M, edad de madurez, steepness, nivel de depleción	Moderada	CTP	Dick & MacCall 2011 Canales <i>et al.</i> ,2018
6	Modelo Jerárquico Depleción-Surplus	Depleción/ Biomasa	Día/ semana Anual	Multi-anual	Pesos	Captura (peso/número) Esfuerzo	Ninguna	Moderada	CTP	Roa-Ureta <i>et al.</i> ,2015b
7	Reglas de control de cosecha empíricas	Ninguna	Anual	Multi-anual	Estructura de tallas	Capturas (peso)	Índice de biomasa Historia de vida Mortalidad natural	Moderada	Tasa de explotación	Jardim <i>et al.</i> ,2015
8	Length-Based Spawning Potential Ratio	Equilibrio	Anual	Multi-anual	Estructura de tallas	Esfuerzo	Ninguna	Moderada	Tasa de explotación	Hordyk <i>et al.</i> ,2015
9	Catch-Curve Stock-Reduction Analysis	Biomasa	Anual	Multi-anual	Estructura de edad en los últimos años	Ninguna	Ninguna	Moderada	Tasa de explotación	Thorson & Cope 2015
10	Pseudo length-structured	Progresión por edades	Anual	Multi-anual	Estructura de tallas	Capturas (peso/número) Esfuerzo	Opcionalmente índices de abundancia relativa	Moderada	CTP	Fournier <i>et al.</i> ,1998
11	Length structured Integrado	Progresión por tallas	Anual	Multi-anual	Estructura de tallas	Capturas (peso/número) Esfuerzo	Índices de abundancia relativa	Rica	CTP	Punt <i>et al.</i> ,2013 Canales <i>et al.</i> ,2016



3.3 Objetivo Específico N° 3. Selección de dos casos de estudio para pesquerías bentónicas de data pobre y dos casos de estudio para pesquerías de data rica.

3.3.1 Antecedentes

Las dificultades para la evaluación de stocks de pesquerías bentónicas son el resultado de cuatro factores. Primero, la falta de información de composición biológica rica proporcionada por la estructura de edades, lo que a su vez se origina en la falta o dificultad de los protocolos de lectura de edades como los que existen con los otolitos en los peces. Segundo, la heterogeneidad espacial persistente en la distribución de los recursos sedentarios (o semi sedentarios) que complica la dinámica de poblaciones y la interacción con la dinámica operacional de la flota pesquera. Tercero, las flotas son de pequeña escala, muchas veces formadas por un gran número de botes pequeños, lo que complica la colecta de información. Cuarto, las pesquerías bentónicas son pesquerías de pequeña escala que por ese hecho no reciben tanto financiamiento para su estudio y control como las pesquerías industriales. En el caso de Chile, cabe hacer notar, el Instituto de Fomento Pesquero realiza un esfuerzo en monitoreo de las pesquerías bentónicas que es muy importante y fructífero, a través de su proyecto regular de seguimiento de pesquerías bentónicas.

El desembarque de pesquerías bentónicas en Chile es censado anualmente por Sernapesca y durante el año 2016 el desembarque fue de alrededor de 427.000 toneladas, proveniente de 45 especies, lo que corresponde a aproximadamente 27% de los desembarques provenientes del sector pesquero ese año (Anexo 3.1, Especies desembarcadas 2001-2016) (excluida la acuicultura). Desde los máximos desembarques observados en 2013, se ha observado una tendencia a la declinación en los últimos 3 años (Fig. 3.1).

Los mayores desembarques corresponden a tres especies de alga café (Huiro negro, huiro palo y huiro flotador), una especie de alga roja (luga roja) y una especie de equinodermo, el erizo comestible y cuyo patrón se ha repetido en los últimos 5 años (Anexo 3.1). Latitudinalmente, los volúmenes de algas desembarcadas son mayores en las regiones del norte del país, mientras que los volúmenes de invertebrados bentónicos son más importantes hacia las regiones del centro sur y sur de Chile.

El proyecto de seguimiento de pesquerías bentónicas del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) que se desarrolla a nivel nacional desde 1996 es la principal y más constante fuente de información sobre series de datos de pesquerías bentónicas en Chile. IFOP posee 26 centros de muestreo distribuidos en las macrozonas Norte, Centro-Sur y Sur de Chile, en los que se ha muestreado el desembarque diario de entre 32 y 46 especies por año.



Otras fuentes de información son los estudios que ha financiado el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (principalmente parámetros biológicos y evaluaciones directas) y los ESBA y Seguimientos de AMERBs a lo largo de todo Chile.

En este objetivo se describe la información disponible para pesquerías bentónicas en Chile lo que permitió i) clasificar la disponibilidad de información para las pesquerías bentónicas chilenas en escala espacial regional (como hipótesis preliminar de unidad de stock) y ii) en esa escala espacial cruzar la información disponible con los métodos de evaluación indirecta disponibles que resultaron del objetivo 2.

Finalmente, considerando los Términos Técnicos de Referencia de este proyecto se seleccionaron 4 estudios de casos de pesquerías bentónicas en Chile con distinta disponibilidad de información: i) 2 estudios de caso asumidos como pobre en datos y ii) dos estudios de caso asumidos como rico en datos. A estos casos se aplicó alguna de las metodologías propuestas en el objetivo 2, lo que se detalla en el objetivo 4.

3.3.2 Metodología

3.3.2.1 Recopilación y exploración de Información Biológica Pesquera

La recopilación y exploración de las bases de datos tiene como objetivo analizar la disponibilidad de registros biológico-pesqueros desde distintas fuentes de información y la disponibilidad de información adicional independiente de la pesca. La recopilación fue basada en a) El registro de SERNAPESCA, b) el Programa de Seguimiento Bentónico de IFOP, c) Evaluaciones directas, a través de proyectos FIPA y del Programa de Seguimiento de Pesquerías Bajo Régimen de Áreas de Manejo, y d) como parte de la revisión bibliográfica se realizó recopiló los parámetros de historia de vida de especies bentónicas obtenidos en diferentes proyectos de investigación, principalmente financiados por el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura.

a) Estadística de Desembarque de SERNAPESCA

Para la recopilación de información y a su vez contar con una serie de datos de Desembarque se descargó y/o digitalizó la información de desembarques de SERNAPESCA desde 1945 a 2016 (Anuario Estadístico de Pesca), resumida en figura 3.1. En el anexo 3.1 se muestra el desembarque por región, año y recurso entre 2001 y 2016, con el fin de concentrar los esfuerzos en los principales recursos bentónicos que se explotan o se han explotado recientemente. Esta información está disponible al menos con frecuencia mensual para cada región y en varios casos por puerto de desembarque.

b) Base de Datos del Seguimiento Bentónico

Para la caracterización de la información biológica y pesquera, se solicitó formalmente la información disponible en las bases de datos de IFOP y recolectada a través del Programa de seguimiento bentónico.



La entrega de la información biológica pesquera correspondiente al Seguimiento Bentónico de IFOP, fue realizado el 21 de diciembre en la ciudad de Quellón, en conjunto con un taller de inducción desarrollado por los investigadores de IFOP Nancy Barahona y Claudio Vicencio.

La base de datos entregada en formato Access presenta información pesquera asociada al viaje de pesca (que puede ser diario o de más de 1 día) y que registra información de i) captura, esfuerzo, procedencia, ii) tallas asociadas a la muestra de captura, e iii) información biológica que corresponde a muestreos dirigidos de longitud y peso.

En esta etapa del proyecto se realizó una exploración de la base de datos generada por el Instituto de Fomento Pesquero de Chile (IFOP) entre los años 2000 y 2016, para observar las tendencias de los desembarques, y de la información biológica-pesquera asociada a los viajes de pesca del monitoreo bentónico. Se analizaron las bases de datos de los muestreos biológicos (longitud y peso) y las bitácoras de pesca monitoreadas diariamente a nivel nacional. Aunque el monitoreo del IFOP se inicia el año 1996, existe mayor cantidad de especies registradas, registros pesqueros y completitud de la información a partir del año 2000.

La exploración de la información se realizó desagregando los registros espacialmente por Puerto de desembarque y región; y temporalmente por año y mes.

c) Revisión bibliográfica de Evaluaciones Directas

Con la intención de contar con información adicional y datos independientes de la pesca, se realizó una recopilación bibliográfica de evaluaciones directas realizadas en pesquerías bentónicas nacionales. Adicionalmente se solicitó y exploró la base de datos de áreas de manejo de recursos bentónicos, en el marco del Programa de Seguimiento de Pesquerías Bajo Régimen de Áreas de Manejo.

d) Revisión bibliográfica de parámetros biológicos

Como parte de la revisión bibliográfica desarrollada durante el Objetivo Específico 1, se recopiló información de parámetros biológicos de las especies y/o recursos consultando bases de datos nacionales e internacionales.

e) Exploración de datos

Una vez definida la selección de los 4 recursos como casos de estudio se elaboraron tablas y figuras resumen por recurso en una escala espacial definida. Se identificó la serie de tiempo (años de registro), así como la resolución espacial y temporal de la recolección de información biológica-pesquera asociada a los viajes de pesca del monitoreo bentónico de IFOP, la disponibilidad de información de AMERB, evaluaciones directas y parámetros biológicos.

3.3.2.2 Taller Metodológico

Para el cumplimiento de esta actividad, se desarrolló en Valparaíso un Taller metodológico, los días 12 y 13 de marzo de 2018, en donde participaron los expertos nacional e internacional, Dr. Juan Carlos Quiroz del departamento de Evaluación de



Stock de IFOP y la Dra. Ana Parma, destacada investigadora en pesquerías a nivel mundial, además investigadores de IFOP, investigadores de otras instituciones y profesionales de la Subsecretaría de Pesca (Anexo 3.2).

Durante el taller se presentó una síntesis de la revisión bibliográfica, las aproximaciones metodológicas y de la información biológica pesquera disponible. Esto fue utilizado como insumo para la discusión lo que finalmente condujo a proponer los casos de estudio.

3.3.3 Resultados

3.3.3.1 Recopilación y exploración de Información Biológica Pesquera

a) Estadística de Desembarque de SERNAPESCA

Utilizando una escala espacial regional, como aproximación preliminar a una unidad de stock, se identificaron 375 stocks pesqueros de especies bentónicas en Chile (248 stock de invertebrados y 127 stock de algas), con disponibilidad de datos en las distintas fuentes de información y con información registrada entre los años 2000 y 2016 (Tabla 3.1). Toda la información disponible para cada stock propuesto se resume en planilla Excel en el anexo digital de bases de datos (Anexo 3.3).

La región del Bio-Bio y la región de Los Lagos presentan la mayor cantidad de stocks (41 y 45, respectivamente), mientras la región de la Araucanía y la región de Arica y Parinacota presentan la menor cantidad de stocks (14 en ambos casos). En 85 de estos stocks propuestos preliminarmente, existe información del Seguimiento Bentónico del IFOP, principalmente en la zona centro sur y enfocado en el seguimiento de invertebrados, mientras que las pesquerías del centro norte registran escasa o nula información (Tabla 3.1), incluidas las pesquerías de algas pardas, que constituyen las principales pesquerías, en cuanto a biomasa desembarcada, en Chile desde hace al menos 8 años (Anexo 3.1).

b) Base de Datos del Seguimiento Bentónico

La base de datos de IFOP contiene información pesquera asociada al viaje de pesca (que puede ser diario o de más de 1 día) y que registra información de i) captura, esfuerzo, procedencia, ii) tallas asociadas a la muestra de captura, e iii) información biológica que corresponde a muestreos dirigidos de longitud y peso (Tablas 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5).

Desde 60 recursos alguna vez monitoreadas por IFOP, 34 de ellos están representados a lo largo del país y poseen una cantidad de registros significativos (Tabla 3.2). Estos registros han sido para la aplicación de modelos de evaluación indirecta y en el caso particular del erizo en la X y XI regiones para proponer una CTP desde hace 8 años.

Los invertebrados bentónicos que presentan series más completas de muestreo de captura y alguna medida de esfuerzo (Tabla 3.2 y Tabla 3.3) son el erizo, huepo (Fig. 3.2), culengue, navajuela, tumbao (Fig. 3.3), cholga, chorito (Fig. 3.4), almejas (Fig. 3.5),



picoroco, pulpo del norte, pulpo del sur y piure (Fig. 3.6). Los recursos locate, caracol picuyo, caracol trumulco y algunas lapas presentan registros con algunos vacíos (Fig. 3.7 y 3.8). Las lapas genéricas presentan una serie de tiempo más completa, aunque no se diferencia entre especies. Para las algas, las series más completas corresponden a luga roja, luga café y chicorea (Tabla 3.2, Tabla 3.3, Fig. 3.4 y 3.5), principalmente en el sur de Chile. Las series más pobres en datos de captura y esfuerzo del monitoreo de IFOP corresponden a las algas pardas (Tabla 3.3, Fig. 3.11), que en contraste registran los mayores desembarques de las pesquerías bentónicas en los últimos 5 años, al menos.

c) Seguimiento AMERBs y Evaluaciones directas

La información contenida en la base de datos que mantiene el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) sobre los estudios realizados en el sistema AMERB, registra mayor homogeneidad a lo largo de las regiones de Chile, con un total de 201 registros (Tabla 3.1). Esta base posee información de densidad (ind/m²), distribución de tamaños, abundancia, entre otros, provenientes de evaluaciones directas y que cuenta con un total de 4197 informes de Situación Base y/o Seguimiento para 67 Especies en un total de 538 áreas a nivel nacional entre los años 1998 y 2016 (Tabla 3.6). Varias de las AMERB citadas poseen series de tiempo de seguimientos anuales, bienales y en otras escalas temporales que deben ser evaluados como un apoyo al entendimiento de lo que pasa fuera de las AMERB.

Complementariamente a las evaluaciones directas que se realizan en AMERB, a través del FIPA se han ejecutado, entre 1994 y 2014, un total de 25 proyectos en donde se ha realizado la evaluación directa de 15 recursos bentónicos a nivel nacional (Tabla 3.1 y 3.7). Además, en el marco del Seguimiento a Pesquerías Bentónicas en Régimen de Plan de Manejo se encuentran en ejecución evaluaciones a los recursos macha, huego, navajuela, entre otros.

d) Parámetros biológicos

Finalmente se identificaron y registraron 88 estudios sobre parámetros biológicos estudiados (mortalidad natural, reproducción y crecimiento, principalmente) para 20 especies (Tabla 3.1 y 3.8). Espacialmente, el recurso loco presenta información para 10 regiones. Almejas, lapa negra y lapa rosada son los recursos que temporalmente han sido más estudiados en los proyectos FIPA, aunque principalmente en el sur de Chile.

e) Clasificación de los stocks preliminarmente propuestos

Considerando las metodologías de Evaluación Indirecta identificadas en la tabla 2.1 (Objetivo 2) y la información disponible descrita en este objetivo se consideran cuatro tipos de metodologías: i) Métodos 0 (M-0): dirigidos a aquellas pesquerías que solo presentan una serie de desembarque de manera continua, ii) Métodos I (M-I): dirigidos a aquellas que presentan información de desembarque, monitoreo pesquero, evaluaciones directas y parámetros biológicos (data independiente), iii) Métodos II (M-II), dirigidos a aquellas que presentan solo información de desembarque y parámetros biológicos (data



independiente), iv) Métodos III (M-III): aquellas que cuentan con información de desembarque y de monitoreo pesquero, y v) Métodos IV (M-IV), aquellas que cuentan con información de desembarque y evaluaciones directas en AMERB (data independiente) (Tabla 3.9). Cada uno de estos métodos incluye varias de las metodologías incluidas en la tabla 2.1, las que pueden ser usadas de manera comparativa.

De los 375 stocks regionales, preliminarmente identificados, 217 stocks en la escala espacial regional, que podrían ser evaluados utilizando las distintas aproximaciones (Tabla 3.9 y 3.10), luego de una exploración específica de la data disponible.

Se identificó que 38 stocks de algas y 46 stocks de invertebrados que presentaron únicamente información de desembarque de SERNAPESCA (series continuas), a los cuales sólo es posible aplicar una metodología (M-0). Por las razones que se exponen en la Discusión y Análisis de Resultados, estas metodologías no fueron consideradas para la selección de los 4 casos de estudio. Esto se fundamenta esencialmente en un acuerdo con los argumentos de Hilborn y Branch (2013) y en el hecho que la metodología M-0 depende excesivamente de presunciones biológicas fuertes.

3.3.3.2 Taller Metodológico Diseño e implementación de Modelos de Evaluación

El taller fue realizado los días 12 y 13 de marzo de 2018, en la ciudad de Valparaíso, y tuvo como objetivo discutir acerca de metodologías de evaluación indirecta de stock bentónicos y seleccionar dos pesquerías bentónicas chilenas de data pobre y dos pesquerías bentónicas chilenas de data rica para ser utilizados como “modelos de estudio”. Se anexa la invitación enviada para la participación y Programa del Taller metodológico, Lista de asistencia de participantes, Presentaciones y Acta de resultados del taller (Anexo 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7).

a) Selección de especies

Como resultado de la discusión realizada y los variados puntos de vista expuestos (ver Anexo 3.7) se concluyó en un listado de 4 recursos y sus características asociadas al manejo y disponibilidad de información para ser evaluados de acuerdo a lo establecido en los TTR del proyecto. El recurso Almeja (*A. antiqua*) en dos escalas espaciales, el recurso juliana en el mar interior de Chiloé, el recurso huepo en el Golfo de Arauco y el recurso huiro negro en la III región (Tabla 3.11).



Tabla 3.1. Resumen de stocks pesqueros propuestos preliminarmente, de acuerdo al registro de Desembarques de Sernapesca, y fuentes de información biológica y pesquera asociadas a cada una entre los años 2000 y 2016.

Región	Desembarques Sernapesca	Seguimiento Bentónico (IFOP)	Seguimiento AMERBs	Evaluaciones Directas	Estudios Parámetros Biológicos
1	15	9	14	3	6
2	30	2	14	3	8
3	31	2	12	2	8
4	38		22	3	7
5	31		12	3	6
6	20		14	2	4
7	24		12	1	5
8	41	18	24	3	9
9	14		1		1
10	45	21	36	1	12
11	24	2	13		9
12	17	10	3	1	3
14	31	12	19	3	7
15	14	9	5		3
Total	375	85	201	25	88



Tabla 3.2. Presencia de datos disponibles por región año y recurso desde el Monitoreo del Seguimiento Bentónico del Instituto de Fomento Pesquero. C datos de captura y esfuerzo, B, datos de muestreo biológico, T datos de talla.

Recurso	Años/Regiones	Invertebrados																										
		XV			I			II			III			VIII			XIV			X			XI			XII		
		C	B	T	C	B	T	C	B	T	C	B	T	C	B	T	C	B	T	C	B	T	C	B	T	C	B	T
Almeja	2000-2016				x	x	x							x	x	x				x	x	x				x	x	x
Almeja	2014-2016																x	x	x									
Almeja	2008-2016	x	x																x									
Caracol locate	2000-2016				x	x	x																					
Caracol locate	2008-2016	x	x	x																								
Caracol picuyo, palo palo	2000-2016																			x	x	x						
Caracol trumulco	2000-2016													x	x	x												
Caracol trumulco	2016																x	x	x									
Cholga	2000-2016				x	x	x							x	x	x				x		x				x	x	x
Cholga	2008-2016	x	x	x															x		x							
Cholga	2014-2016																											
Chorito	2000-2016																			x	x	x				x	x	x
Chorito	2014-2016																		x		x							
Choro	2000-2016				x	x	x													x	x	x				x	x	x
Choro	2007-2016													x	x	x												
Choro	2008-2016	x	x	x																								
Choro	2014-2016																		x	x	x							
Culengue	2000-2016				x	x	x							x	x	x				x	x	x						
Culengue	2009-2016	x	x	x																								
Culengue	2014-2016																		x									
Erizo	2000-2016				x	x	x					x	x	x						x	x	x	x	x	x	x	x	x
Erizo	2009-2016	x	x	x																								
Erizo	2014-2016													x	x	x												
Huepo	2000-2016													x	x	x				x	x	x						
Huepo	2005-2016																									x	x	x
Huepo	2014-2016																		x	x	x							
Juliana	2009-2016																					x						
Lapa	2001-2016				x			x														x						
Lapa	2003-2016																										x	



Tabla 3.3. Número de registros anuales de viajes de pesca con captura monitoreados por IFOP a nivel nacional, por especie y región.

Especie	Región	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Caracol locote	1	1006	613	380	661	436	854	683	435	162	145	45	60	119	119	193	111	129
	15									149	138	74	62	53	62	73	72	43
Caracol picuyo, palo palo	10	60	264	132	572	312	274	587	353	498	154	124	586	679	639	621	200	137
Caracol trumulco	8	15	4	4	12	5	6	6	62	78	60	57	167	50	94	44	33	61
	14												2					8
Lapa	1	2874	2563	3168	3187	3085	2370	1336	1327	361	476	399	343	361	203	192	126	119
	2	1605	1215	1573	1072	969	652	824	706	480	500	333	941	543	262	182	96	60
	10		22	47	802	1151	5	24	8	3	1		5		5	11	24	12
	12				1		2		13	35	31	35	47	47	24	2	12	37
	14												7				6	2
	15									899	623	480	393	238	213	227	222	176
Lapa frutilla	3															75		21
Lapa negra	3															140		55
	8				9					1	32	116	101	143	56	26	69	63
	14																7	4
Lapa reina	3															44		38
Loco	12		3	5	2	1	4	3	4	13	2	5	2	2	2			2
	14															2	3	7
Maucho	12								59	77	109	125	125	99	75	51	80	141
Pelo	8			13	160		27								9	28	32	30
Almeja	1	567	696	1253	1537	959	740	578	243	60	54	24	28	131	187	192	247	179
	8	433	495	639	400	624	613	740	448	435	604	224	206	237	307	404	241	171
	10	15806	14114	12487	12823	12838	12349	13156	11682	9821	10601	10015	8446	7778	7731	7184	7676	5069
	12	30	75	36	183	10	186	146	137	187	216	172	165	187	220	220	216	187
	14															64	49	92
	15										109	75	57	98	138	220	199	134
Culengue	1	48	385	398	650	319	305	269	97	6	6	1	1	2	2			1
	8	2563	1307	1564	1029	540	860	538	592	731	50	87	96	76	52	75	43	24
	10	8268	7174	9095	13333	8256	6909	4728	7514	8197	5172	5287	4338	4414	3197	3184	3386	2266
	14															2	4	2



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Especie	Región	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	15										38	18	7	5	17	65	19	5
Huepo	8	12601	15188	13701	11729	9353	9407	6222	9457	6722	8673	6703	7333	7816	3666	2591	3828	2401
	10	1766	1635	1673	2543	2411	1704	1630	2083	1142	814	786	738	527	578	275	1144	1024
	12	1	1	6			67	206	432	482	113	95	454	406	300	871	777	845
	14												1			11	24	17
Juliana	10				1						19	60	88	146	16	139	25	549
Navajuela	8	4341	4668	9139	6013	7655	6704	13153	13763	11559	3648	661	4389	8340	11489	12172	11081	11992
	10	159	98	99	95	104	99	93	206	324	557	281	245	151	154	178	169	113
	14															278	490	374
Taquilla	8	45	17	2138	2042	2464	1677	2373	2982	1711	1187	1367	730	182	304	466	423	496
Tumbao	1	46	201	169	29	18	5	18										3
	8		193	794	732	618	735	871	899	545	457	195	128	48	29	15	13	2
	10	361	318	986	3861	1589	1665	1075	1507	1200	805	725	296	182	212	122	98	41
	15										4	1	1		4	39	18	4
Cholga	1	1629	1497	1735	1734	1157	987	788	425	345	313	263	125	120	366	295	336	288
	8	72	65	299	601	573	212	131	141	32	77	65	62	357	313	411	231	217
	10	48	132	260	324	411	494	466	399	242	282	278	250	102	751	698	357	208
	12	23	71	57	89	24	374	449	397	351	489	321	364	324	305	316	355	331
	14												8			33	73	37
	15									98	271	310	251	123	132	75	111	211
Chorito	10	153	292	224	253	179	87	35	21	29	2	17	9		1		5	13
	12	4	42	124	816	168	270	208	280	179	183	148	186	106	172	154	183	207
	14															70	62	81
Choro	1	94	238	240	456	254	250	206	300	94	63	102	24	67	200	120	131	105
	8		1						2	4	26		2	31	8	19	3	4
	10	1		40	99	195	86	398	468	315	261	175	182	84	50	63	177	160
	12	30	60	29	42	4	111	85	73	75	68	38	44	80	52	17	11	29
	14												2			184	524	356
	15									209	173	170	122	109	87	67	72	47
Ostión del sur	12						55				86	46	79	130	132	104	79	128
Ostra	10	174	157	93	189	213	133	231	228	178	110	103	33	47	55	147	257	24
Erizo	1	1542	3251	2512	2190	2084	1610	1172	714	521	467	206	60	189	184	145	112	69



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Especie	Región	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	3	260	121	411	404	429	252	24					13	38	380	26		34
	8	3	1	4			1		9	5	28	7	8	41	38	35	23	4
	10	5851	5303	8319	6473	8253	5688	5586	6390	7127	7426	7618	9272	8306	8043	6968	5753	7334
	11	1652	2973	1771	1045	1410	1358	1154	1053	525	1372	510	1017	976	879	1348	1699	1235
	12	1119	836	1389	1383	1977	1689	2111	2190	2163	1877	1291	1189	1076	1055	1283	1244	1213
	15									334	453	275	260	178	136	113	156	114
Chicorea	8			108	98	43	125	662	341	698	267	94	68	110	123	231	137	31
	10											5	24	8	1	3	52	5
Cochayuyo	8				2	89	8	6	4	2	5		5	12	5		28	14
Cuchara	10													3			18	3
Huiro flotador	8														14			9
	10										3					4	40	6
Huiro negro	1				2		8					2			49	139	104	201
	8									23	3		13	14	182	46	7	233
Huiro palo	8									159	716				69	200	118	11
Luga negra	8	25		107	761	667	544	1127	4241	4301	3607	2508	1704	2828	3453	2093	2095	1109
	10	107	182	180	786	1299	474	109	789	1077	625	782	758	1272	1019	1233	814	581
Luga roja	10	935	806	946	1098	1776	1745	1016	897	1317	1361	837	1404	1807	2278	1264	1137	1089
	11	98	62	81	40	50	120	103	38	95	42	1	80	127	29	24	26	101
	12	85	41	74	166	394	627	663	808	636	960	645	430	610	860	745	528	487
Picoroco	8	491	296	228	87	262	127	109	203	194	194	138	327	354	228	244	231	153
	10	2557	2574	2164	1731	1639	2119	1718	628	446	499	602	581	566	862	918	1354	1097
Piure	1	1374	1580	1829	2041	1818	1446	955	859	231	361	246	151	158	229	237	194	121
	8	1278	1116	993	737	686	632	969	861	1080	1002	827	1221	1525	1354	1438	1318	1310
	10	2213	2602	2700	2524	2306	1959	2173	1842	1545	1785	1934	1718	1971	1900	1898	2176	1332
	14												18			38	79	72
	15									525	463	522	380	340	303	335	320	333
Pulpo del norte	1	1986	1147	909	2532	2027	1295	885	432	53	36	96	429	518	263	339	566	786
	2	1395	1642	692	400	502	385	490	59	69	8	223	593	299	189	162	161	240
	3	344	418	126	5	143	172	92					1177	466	213	9		60
	15									551	97	443	216	74	162	131	142	149



Tabla 3.4. Número de registros anuales de variables biológicas (Longitud – Peso) monitoreados por IFOP a nivel nacional, por especie y región.

Especie	Región	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Caracol locate	1	8292	8562	8823	7468	4319	6448	7385	6247	2679	1978		381	882		878	561	554
	15									1856	2087	1916	715	1360	1015	711	543	230
Caracol picuyo, palo palo	10	4367	8980	3407	5875	4329	2659	4967	2373	2916	2056	2064	6220	5551	2055	1556	815	1313
Caracol trumulco	8	1086		1050	255	293	206	249	962	1133	1145	744	1717	1670	2012	1020	771	737
	14																	103
Lapa frutilla	1	86	139	674	287	1816	525	1105	591	8		11	47	28	10	27		7
	2	787	3279	5955	1250	248	80	533	147					393	209	134	818	263
	3	3882	11542	9071	1334	2089	4838	796					1517	3696	5165	3908	827	905
	15									342	340	260	203	128	260	51	155	69
Lapa negra	1	3332	7251	14244	7131	9372	5279	10912	7585	2852	3981	4919	5961	3576	340	576	343	374
	2	9673	12019	24753	10968	4829	2965	11568	9422	8427	7613	7052	2776	5188	4447	3974	2502	2220
	3	14827	15866	11516	7191	5800	5666	1626					6051	8148	11558	11289	2944	4887
	8	2029	2956	2913	2540	1418	3207	5315	4857	3979	3266	8857	8442	7607	4091	1870	3253	2333
	15									4301	3628	2635	3190	2373	2048	1480	1079	494
Lapa reina	2	537	461	870	354	238	32	124	6		63			177	422	314	1733	399
	3	2103	2794	880	193	49							100	489	5807	2563	1051	2844
Almeja	1	1910	5281	5935	5299	3629	2571	3841	2012	452	527	189	183	1039	1203	1212	826	720
	8	9360	11437	14347	9533	9464	10224	11200	8069	7916	13945	6749	4997	7090	7715	7766	6131	5297
	10	114205	96906	79709	47121	31711	29517	28662	26433	24841	25848	29672	29225	25457	25577	22699	27196	24212
	12	8923	9254	5884	8128	904	950	1074	903	1542	826	621	1513	166	148		304	1365
	14															64		163
	15											1486	1278	1351	1109	1135	1204	1035	743
Cholga	1	814	4294	5860	4545	3504	1707	3076	3897	2232	1115	1797	1273	1128	990	1069	1122	1034
	8	2086	3245	6566	5285	2157	2474	4327	2326	1306	2856	2991	3136	5944	5019	3670	3888	4904
	12	3688	5528	3535	4281	239	2284	3575	2179	1287	1865	1101	3711	643	261		581	3419
	15									615	1009	1116	1371	866	970	530	526	623
Chorito	10			1240	1504	1239	1188	828	645	374		98						273
	12		355	2011	17686	2670	1396	1707	932	1532	497	623	1587	112			387	505
Choro	1	577	1746	2148	2563	1140	1453	1051	2514	482	175	590	218	304	796	354	145	315
	8		385						103	210	634		164	275	231	636	134	291



Especie	Región	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	10	244			864	2336	1191	3366	3833	2890	4278	1911	2029	972	268	116	662	746
	12	6226	10223	4577	2926		606	201	160	294	381	165	775	113			133	1257
	14															616	104	138
	15									1709	1904	1620	1222	1570	1734	1236	244	120
Culengue	1	56	3002	3586	2659	1503	2205	1971	852	108	34					14		32
	8	17461	9641	11835	11095	3034	4079	3513	4880	5372	1501	3704	3687	2739	2647	2858	2079	816
	10	39128	39038	46398	35409	20031	17023	17119	15525	16785	15482	15450	12933	10710	7629	7537	7153	5271
	15										414	148	37	38	134	484		49
Huepo	8	38529	52086	46017	29477	21614	18798	8901	10569	11285	6639	6739	9799	12475	7470	6784	8611	7455
	10	7883	4856	3397	5737	3392	3174	3040	3036	2071	3800	5445	6112	3880	3563	715	2180	2453
	12						993	1750	1751	3829	332	176	2755	4675	2112	2064	1688	1878
	14																	231
Navajuela	8	30414	27950	26303	12326	5046	6003	6366	7012	8418	8736	4767	5398	6542	4733	4499	5288	5455
	10	7443	6447	1876	952	2179	2457	2361	2700	3346	3953	3200	3008	1973	1117	587	1656	1188
	14															1610	3454	2465
Taquilla	8	1303	778	9178	4074	2912	2144	2705	2911	2930	2611	2038	2240	2134	1711	1172	1724	1281
Tumbao	1	79	1173	769	198	297	124	518										161
	8		596	4700	9000	4303	3631	3758	4587	5254	8660	5319	2950	2197	1567	715	295	81
	10	7045	8823	18955	18452	8863	9312	8757	6823	6432	6642	6726	3676	1771	2042	1949	1964	946
Erizo	1	296	14742	17238	6916	9975	6161	4944	4473	5210	4185	2148	373	739	1369	1520	687	521
	3	5114	977	5622	3202	2494	1682	402					261	778	248	932	2512	3047
	8									196	815	386	705	1734	1313	870	684	105
	10	32932	25097	38225	40220	32890	24578	30187	23421	17619	16157	23752	32637	24261	22166	20258	20841	27355
	11	38226	22981	30867	18975	23904	17115	15504	3322	2876	7168	4687	14798	14520	13218	10746	9673	5047
	12	59752	56381	119793	106120	70693	39967	57971	58701	62968	51748	35587	42249	35040	20357	14158	20894	18084
	15									1433	2489	2169	2559	2929	1479	375	330	141



Tabla 3.5. Número de registros anuales de longitud monitoreados por IFOP a nivel nacional, por especie y región.

Especie	Región	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Caracol locate	1	24180	20333	12141	13830	7935	13260	14862	15268	5557			415	946		1201	835	861
	15									4527		3549	1962	2635	2069	1751	776	291
Caracol picuyo, palo palo	10	6641	9533	3363	11454	7362	6047	9696	4617	5466		4627	15976	18136	6193	3842	1793	2028
Caracol trumulco	8	834		612	887	519	340	291	2558	2795		1808	4994	2856	4762	2178	1396	1619
	14																	109
Lapa frutilla	1	101	147	226	345	1815	671	1148	609	8		11	47	28	10	27		7
	2	326	954	130	586	18	82	550	154					497	209	87	846	274
	3	6899	6072	10040	3325	3730	7102	1234					4237	11613	9101	7299	1113	1727
	15									353	339	265	203	129	263	51	232	78
Lapa negra	1	15253	21376	25157	13475	12999	9455	17846	11272	4245	4486	7258	7170	4118	376	647	392	500
	2	9947	8076	6171	14085	6869	4857	27960	26689	20138	17580	17017	6986	11958	6654	6042	2873	3881
	3	20644	17847	15025	18116	11449	8515	1960					20074	28972	25717	27997	5280	7837
	8	3329	3888	2667	3504	2862	5640	7185	6169	6915	5136	14325	13261	11655	5841	3137	6293	4368
	15									6615	5035	3385	4709	3783	2937	2091	1126	622
Lapa reina	2		100		86	185	32	125	6		73			183	425	330	1917	426
	3	2974	1598	458	243		53						284	2133	9009	5095	1287	4992
Almeja	1	16929	18303	13688	13640	8884	7263	8877	5035	668	629	209	232	1169	1567	1545	1185	917
	8	13422	14125	11212	18209	35595	33430	39438	22057	26732	43471	17657	13465	16979	19699	25328	19693	13858
	10	126862	112787	85297	92398	123823	125506	120533	114007	99294	101753	137776	132285	122672	117276	102099	115136	92837
	12	8118	9050		7002	2764	4058	2968	1639	3305	1215	1005	2782	297	203		625	3475
	14																81	241
	15											3156	3073	3103	2133	1953	2002	1722	1700
Cholga	1	8505	9173	12701	9401	5275	3664	6428	8061	4598		2639	1574	1321	1056	1373	1404	1345
	8	2718	4021	6777	9534	12140	10877	8651	6077	2381		4786	5732	17475	14318	12473	17820	16490
	10	1079		2667	5844	13954	14618	13183	17842	8320		12026	12784	2904	13508	3893	4533	4618
	12	4908	6941	280	1351	791	3357	5461	2665	2158		1275	4796	791	298		949	5452
	14																	51
	15										814		1938	2073	1113	1456	601	747	864
Chorito	10			628	3321	2290	4069	588	255	780		122						822
	12		362	168	16815	3822	2553	3180	1744	3090		787	3038	177			532	768



Especie	Región	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	14															417		59	
Choro	1	2823	6289	4479	4438	1937	3300	1770	4555	593		602	238	313	914	374	147	316	
	8								194	393			176	442	659	1582	172	379	
	10	302			985	2300	1010	5961	10714	3455		4150	6554	2460	936	247	1924	1713	
	12	7346	10360		1075		1886	261	251	476		288	1078	160			149	3235	
	14																961	139	177
	15									3107			2437	1951	2220	2217	1607	173	59
Culengue	1	115	6165	4397	4733	2376	4460	4311	1487	126						14		31	
	8	27553	12020	11167	20257	10159	10506	8823	12336	21679		6566	6649	4895	3927	5542	3945	1815	
	10	47550	48676	45760	68564	67711	52654	48562	53258	48826		50032	43869	32043	22663	23853	20698	13966	
	15											439	37	38	173	808		50	
Huepo	8	39864	57209	53574	45767	46364	50032	25006	23999	21636		18020	25694	35045	17327	14545	16291	17015	
	10	9475	6206	4426	8269	7217	6584	7163	7284	4634		13890	15775	10619	11466	3007	5537	7357	
	12						6561	5856	4748	16656		405	12849	22525	7667	10798	4240	11639	
	14																	316	
Navajuela	8	35606	33077	27153	20394	20567	24498	22769	21585	28507		13009	22879	26488	25499	24278	27504	30530	
	10	10192	8235	2602	2604	4498	8803	7286	10589	9880		10568	14998	9773	8382	3630	4907	4922	
	14															5775	11060	10926	
Taquilla	8	1717	836	9881	8036	12077	10044	10593	11364	11787	13312	7967	9868	5714	9362	11015	16896	13500	
Tumbao	1	118	3869	1888	274	310	130	987										179	
	8		783	6817	13810	23163	17634	30838	19556	23910		15282	7784	3964	2577	1174	907	84	
	10	8302	12165	26136	39607	26539	28177	25372	29690	18467		14841	11435	5690	5653	5144	3574	1535	
Erizo	1	1248	18484	18880	12813	17785	10049	8586	7768	10811	6507	3355	481	929	2162	1967	901	1447	
	3	9020	1346	7727	5397	4319	2466	401					543	3085	294	9237	9654	7459	
	8									308	1665	550	820	2887	2750	2250	1515	281	
	10	48225	36211	54280	69561	83585	83302	89219	78004	81685	78774	116536	134285	103742	85726	87479	90138	101724	
	11	30834	7902	20637	19580	49478	35652	31260	19290	17618	53264	28912	92270	76881	60588	43151	39741	27233	
	12	110026	97071	197311	78525	310207	193590	227781	214848	236094	197269	142501	153522	126193	115493	48612	60152	60610	
	15									1747	3634	3356	3245	4340	1805	436	436	196	



Tabla 3.6. Información disponible de evaluaciones directas de especies bentónicas en AMERBs obtenidas del proyecto “Programa de Seguimiento de Pesquerías Bajo Régimen de Áreas de Manejo”, y mantenido por IFOP.

Especie	Número de Regiones	Años de la serie Amerbs	Promedio de Estudios/año
Almeja	7	18	3,27
Caracol Locate	5	18	1,92
Caracol Palo Palo	1	4	1,00
Caracol Picuyo	1	10	2,60
Caracol Piquihue	2	3	2,33
Caracol Rubio	1	5	1,20
Caracol Tegula	1	1	1,00
Caracol Trophon	2	2	1,00
Caracol Trumulco	1	1	1,00
Carola	1	1	1,00
Chasca	2	13	1,97
Chascon o Huiro Negro	7	17	2,14
Chicorea de Mar	2	15	2,55
Chocha	1	11	1,91
Cholga	3	17	10,06
Chorito	3	12	6,81
Choro	6	14	1,82
Cochayuyo	5	14	2,18
Culengue	6	17	2,33
Erizo	12	18	6,76
Huepo o Navaja de Mar	1	18	2,61
Huiro flotador	4	4	1,06
Huiro Palo	9	17	5,04
Juliana o Tawera	1	9	1,67
Lapa	11	16	2,75
Lapa Bonete	7	6	2,02
Lapa Negra	11	18	8,24
Lapa Picta	4	7	1,41
Lapa Reina	9	18	2,44
Lapa rosada	10	18	7,30
Loco	12	18	15,86
Luche	3	2	1,00
Luga Cuchara o Corta	4	9	1,33
Luga Luga	1	12	2,17
Luga Negra o Crespa	5	13	2,78
Luga roja	3	10	1,66
Macha	6	18	2,07



Especie	Número de Regiones	Años de la serie Amerbs	Promedio de Estudios/año
Navajuela	4	17	2,74
Ostión del Norte	5	16	1,33
Ostión del Sur	1	4	2,67
Pelillo	5	18	1,84
Pepino de Mar	2	2	1,50
Picoroco	2	5	1,20
Piure	4	6	1,25
Pulpo del norte	3	12	2,43
Taquilla	3	18	2,30
Tumbao	2	14	3,84



Tabla 3.7. Información disponible de evaluaciones directas de especies bentónicas obtenidas desde resultados de Proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA).

RECURSO	AÑO	REGION
Algas pardas	2008	VIII
Almeja	1999	XV-V
Huepo	2011	XII
Huiro	2010	XV-I-II
Juliana	2009	X
	2016	X
Lessonia berteroana y Macrocystis spp	2016	III
Lessonia berteroana, Lessonia trabeculata,y Macrocystis spp	2014	II
	2014	XV
	2015	IV
	2017	I
Loco	2005	III-IV
	2010	XV-I-II
Luga	2001	X-XI
	2001	XII
	2012	X
Luga roja	2003	XI
Macha	2008	X
Mazzaella laminarioides	2011	V-VI
Ostión del norte	1995	III-IV
Ostión del sur	2005	XII
	2010	XII
Caracol Trofon	2007	XII
	2016	XII



Tabla 3.8. Información disponible de historia de vida de especies bentónicas obtenidas desde resultados de Proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera. L inf y K, Parámetros de crecimiento de modelo von Bertalanfy; M, mortalidad natural, Lm50, talla de primera madurez. Los valores indican el número de parámetros (regiones) disponibles.

RECURSO	AÑO	L inf	K	Mortalidad (M)	Lm50	Talla crítica
Almeja	1996			1		
	1998	2	1	2		2
	2003	2	2		2	
	2008	1	1		1	
	2011	6	6	5	2	
Culengue	1999	1	1	1		1
	2003	1	1			
	2011	5	5	5		
Erizo	1999	5	5	1		
	2014	2	2		2	2
Huepo	1997				1	
	1998	2	2	2		2
	2001	1	1			
Juliana	1999	1	1	1		1
	2009	1	1	1		1
Lapa negra	1977	1	1			
	1994	1	1			
	1996	1	1			
	1997	2	2	1		
	2003	2	2			
	2007	2	2			
	2008	2	2	2		
Lapa rosada	1994	2	2			
	1996	1	1			
	1997	1	1	1		
	2002	2	2			
	2008	2	2			
Lapa rosada y negra	2007	1	1			
Locate	2010			4	4	4
Loco	2000	10	10			
	2007	2	2		2	
	2017	5	5		4	
Macha	1996			2		
	1999	2	2	2		2
	2001	3	3	3	3	3



RECURSO	AÑO	L inf	K	Mortalidad (M)	Lm50	Talla crítica
	2010	3	3	3	3	
Navajuela	1997				2	
	1998	3	2	3		3
	2001	1	1			
Ostión del sur	1999	1	1	1	1	1
Ostión protagónico	1999	1	1	1	1	1
Picoroco	1998				1	
Piure	1998				1	
Pulpo del norte	1998				3	
Pulpo del sur	2001	1	1		1	
Taquilla	2008	2	2	2	2	2
Tumbao	2003	2	2		2	



Tabla 3.9. Identificación de metodologías de evaluación indirecta aplicables a stocks bentónicos en una escala espacial regional considerando la información disponible de distintas fuentes para pesquerías bentónicas chilenas.

Stock Bentónicos	Registro Desembarque Sernapesca	Monitoreo Pesquero IFOP	Monitoreo AMERBs	Evaluaciones Directas	Estudios Parámetros Biológicos	Clasificación metodologías (Tabla 2.1)	Número de stocks en escala regional
Animales sésiles y sedentarios	Serie continua de Captura total (Captura en peso)					1 (M-0)	46
	Serie Continua de Captura total (Captura en peso)	Captura, esfuerzo, talla/peso	Información independiente	Información independiente	Información independiente	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 (M-I)	13
	Serie Continua de Captura total (Captura en peso)				Información independiente	1, 5 (M-II)	12
	Serie Continua de Captura total (Captura en peso)	Captura, esfuerzo, talla/peso				1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 (M-III)	26
	Serie Continua de Captura total (Captura en peso)		Información independiente	Información independiente		1, 8, 10, 11 (M-IV)	37
	Serie Discontinua de Captura total (Captura en peso)						114
Algas	Serie continua de Captura total (Captura en peso)					1 (M-0)	38
	Serie Continua de Captura total (Captura en peso)		Información independiente	Información independiente		1, 8, 10, 11 (M-IV)	45
	Serie Discontinua de Captura total (Captura en peso)						44
Total							375

Métodos 0 = Metodología 1 según tabla 2.1.

Métodos I = Metodologías 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 según tabla 2.1.

Métodos II = Metodologías 1 y 5 según tabla 2.1.

Métodos III = Metodologías 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 según tabla 2.1.

Métodos IV = Metodologías 1, 8, 10, 11, según tabla 2.1.



Tabla 3.10. Resumen pesquerías bentónicas clasificadas según metodologías de evaluación indirectas de stock para región. Solo se considera los invertebrados bentónicos.

Especie	REGIONES													
	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
Invertebrados														
Almeja	M-0	M-I	M-II	M-0	M-IV				M-I		M-I	M-I	M-IV	M-III
Caracol Locate	M-III	M-I	M-II											
Caracol Palo Palo												M-IV	M-0	
Caracol Picuyo												M-III		
Caracol Tegula				M-0	M-0	M-0	M-0	M-0	M-0					
Caracol Trumulco									M-III		M-III	M-0		
Chocha					M-IV									
Cholga	M-III	M-III	M-0					M-0	M-III		M-0	M-0	M-IV	M-III
Chorito	M-0								M-0		M-0	M-III		M-III
Choro	M-III	M-III	M-0			M-0	M-0	M-IV	M-III	M-IV	M-III	M-III	M-0	
Culengue			M-II		M-IV				M-III		M-II	M-I	M-IV	
Erizo	M-III	M-III	M-IV	M-III	M-IV	M-IV			M-III	M-0	M-IV	M-I	M-I	M-I
Huepo o Navaja de Mar									M-I		M-I	M-III		M-III
Juliana o Tawera												M-II		
Lapa Negra	M-IV	M-IV	M-IV	M-IV	M-II	M-II			M-IV		M-IV	M-IV	M-0	
Lapa Picta									M-IV					
Lapa Reina					M-IV	M-IV								
Lapa Rosada				M-IV	M-II	M-IV								
Loco		M-IV	M-IV	M-IV	M-IV	M-IV	M-IV	M-IV	M-IV	M-0	M-0	M-IV		M-0
Macha					M-II							M-II		
Navajuela			M-II						M-III		M-III	M-I		
Ostra Chilena												M-0		
Pepino de Mar									M-0			M-IV		
Picoroco					M-0	M-0			M-0			M-0		
Piure	M-0	M-0	M-0	M-0	M-0	M-0	M-IV	M-IV	M-0	M-0	M-0	M-0		
Pulpo del norte	M-0	M-0	M-0	M-0										
Pulpo del Sur												M-III		
Taquilla									M-I			M-II		
Algas														
Chasca				M-0	M-0	M-IV	M-IV	M-0						
Chascon o Huiro Negro	M-0	M-IV	M-IV	M-IV	M-IV	M-IV	M-IV	M-0	M-0			M-IV		
Chicorea de Mar				M-0	M-IV				M-0			M-0		
Cochayuyo					M-0	M-0	M-IV	M-IV	M-IV	M-0	M-IV	M-IV		
Huiro flotador	M-0	M-0	M-0	M-IV	M-IV	M-0	M-0	M-0	M-IV		M-0	M-IV		
Huiro Palo		M-IV	M-IV	M-IV	M-IV	M-IV			M-IV			M-IV		
Lechuguilla					M-0				M-0			M-0		
Liquen Gomoso				M-0					M-0					



Especie	REGIONES													
	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
Luche				M-0	M-0			M-0	M-IV		M-IV	M-IV		
Luga Cuchara o Corta						M-0	M-IV	M-0	M-IV		M-IV	M-0		
Luga Negra o Crespa						M-IV		M-0	M-IV	M-0	M-IV	M-IV	M-IV	
Luga roja				M-0						M-0	M-IV	M-IV	M-IV	M-0
Peillo			M-0	M-IV	M-IV			M-0	M-IV		M-0	M-IV	M-IV	

Métodos 0 = Metodología 1 según tabla 2.1.

Métodos I = Metodologías 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 según tabla 2.1.

Métodos II = Metodologías 1 y 5 según tabla 2.1.

Métodos III = Metodologías 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 según tabla 2.1.

Métodos IV = Metodologías 1, 8, 10, 11, según tabla 2.1.

Tabla 3.11. Identificación de 4 stocks propuestos para ser evaluados como estudios de caso, aplicando algunas de las metodologías propuestas en la tabla 2.1 del objetivo 2.

Especie	Escala espacial	Plan de Manejo	Data disponible	Observaciones
Almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>)	X región Bahía Ancud	i) Zona contigua ii) Bahía Ancud	i. Desembarque, ii. Monitoreo pesquero (Captura, esfuerzo, talla/peso) iii. Data independiente	Talla límite de captura (55 mm).
Juliana (<i>Tawera gayi</i>)	X región	PM Juliana	i. Desembarque, ii. Seguimiento bentónico (sólo captura), iii. Data independiente	Talla límite de captura (25 mm).
Huiro negro (<i>Lessonia berteroana</i>)	III región	PM III región	i. Desembarque, ii. Data independiente	Estimación desembarque incierto por estados de humedad.
Huepo (<i>Ensis macha</i>)	Golfo de Arauco	PM Golfo de Arauco	i. Desembarque, ii. Monitoreo pesquero (Captura, esfuerzo, talla/peso) iii. Data independiente	Cuotas de captura.

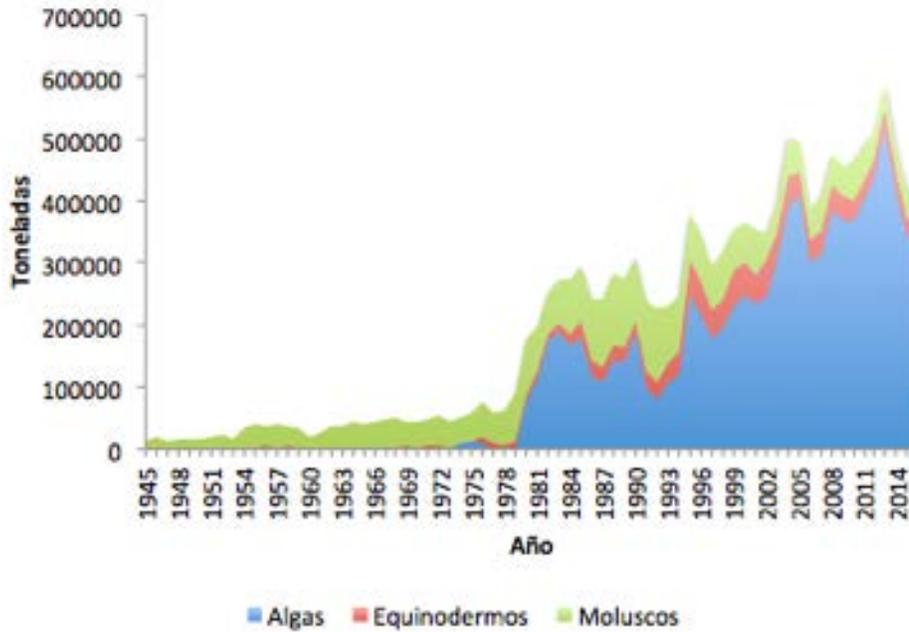


Figura 3.1. Desembarque nacional de recursos bentónicos. Fuente Sernapesca.

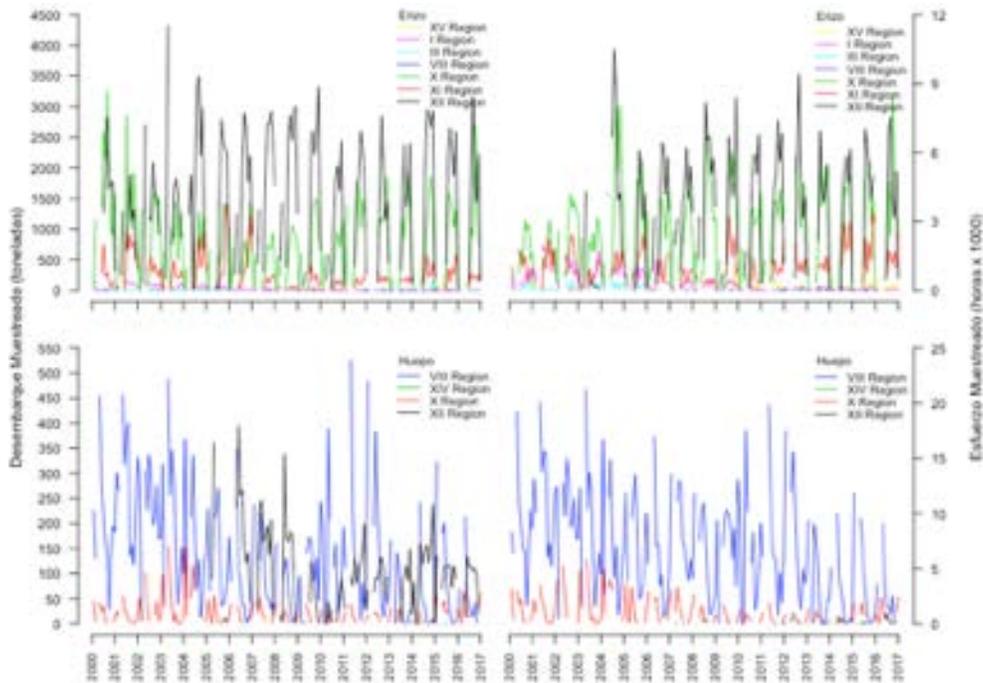


Figura 3.2. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Erizo y Huevo entre los años 2000 y 2016.

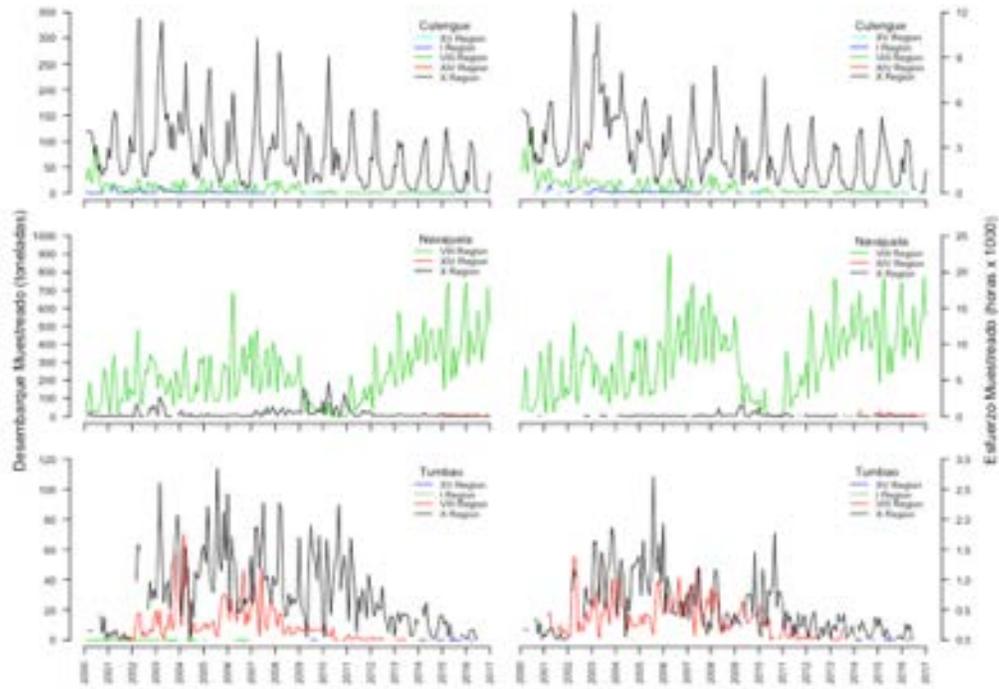


Figura 3.3. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Culengue, Navajuela y Tumbao entre los años 2000 y 2016.

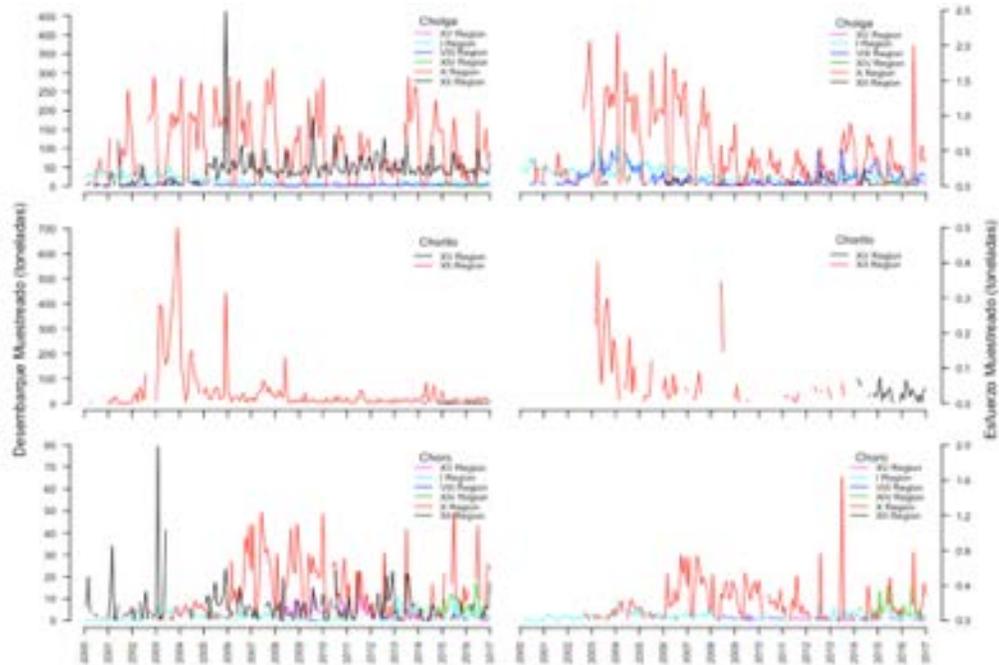


Figura 3.4. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Cholga, Chorito y Choro zapato entre los años 2000 y 2016.

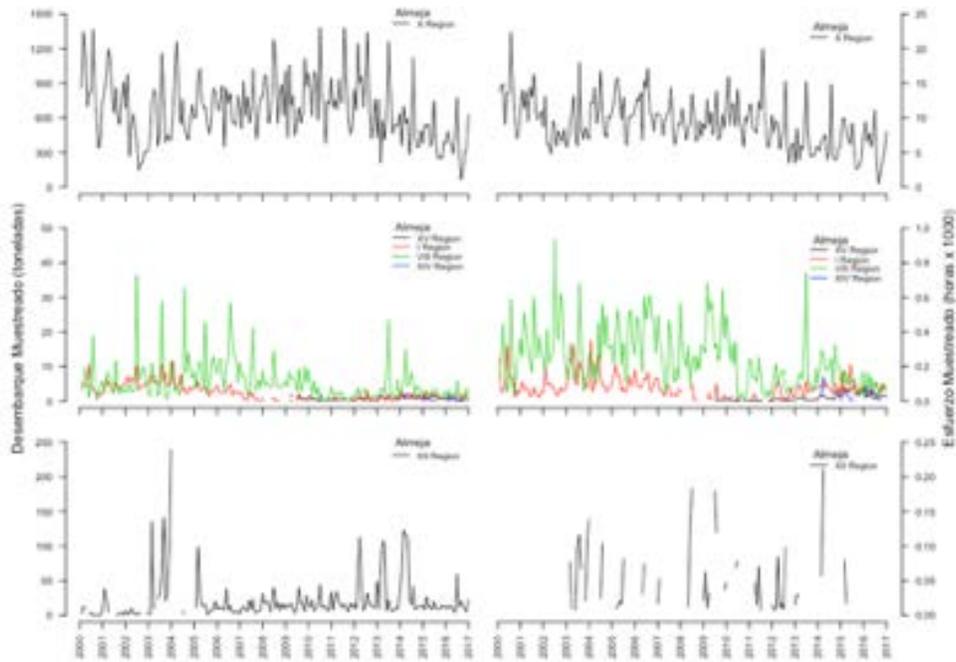


Figura 3.5. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para el recurso Almeja entre los años 2000 y 2016.

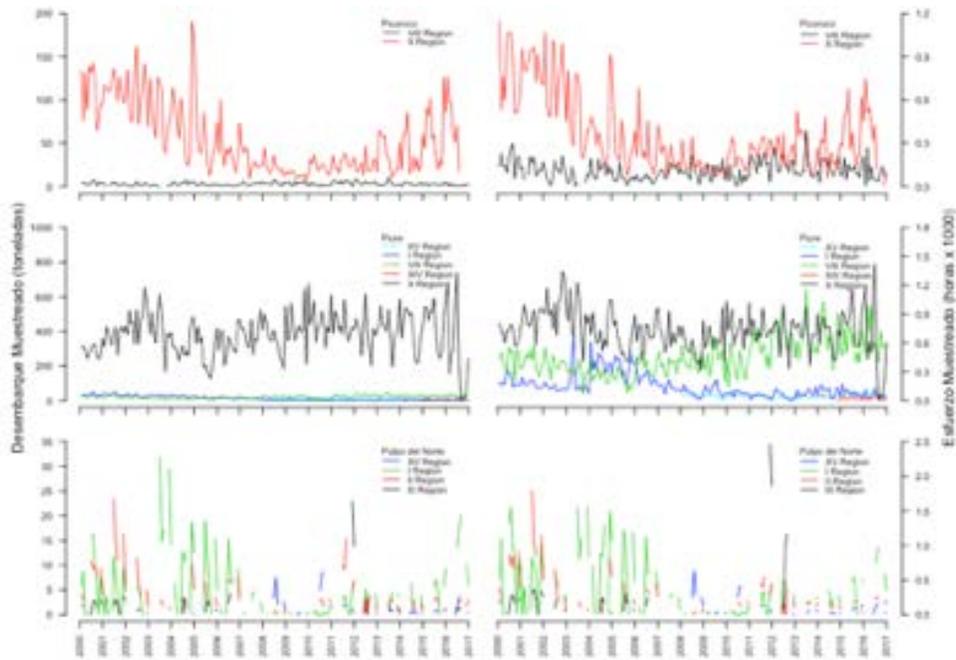


Figura 3.6. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Picoroco, Piure y Pulpo del norte entre los años 2000 y 2016.

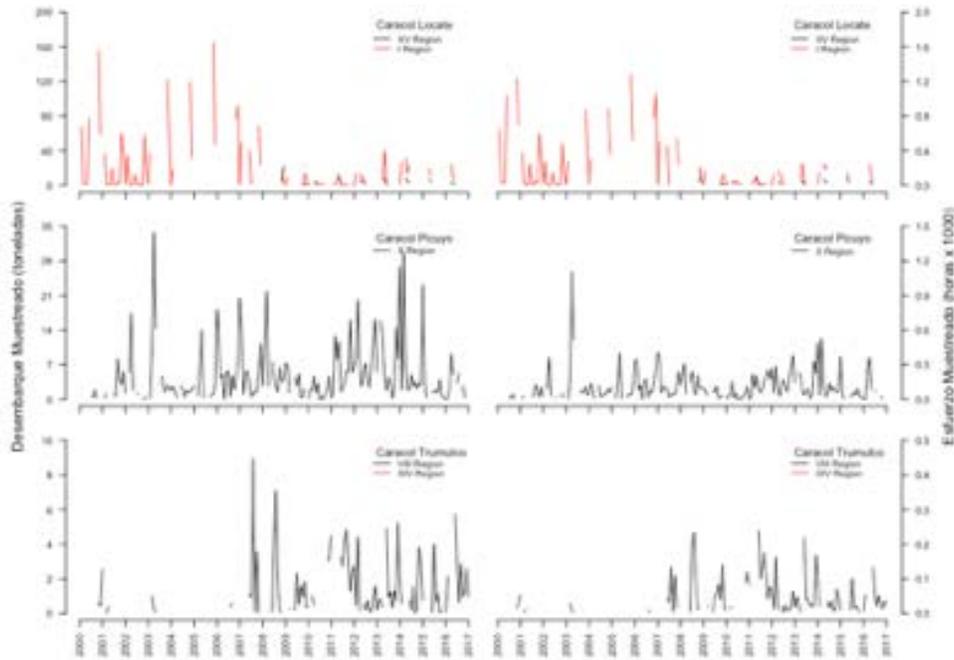


Figura 3.7. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Caracol locate, Caracol picuyo y Caracol trumulco entre los años 2000 y 2016.

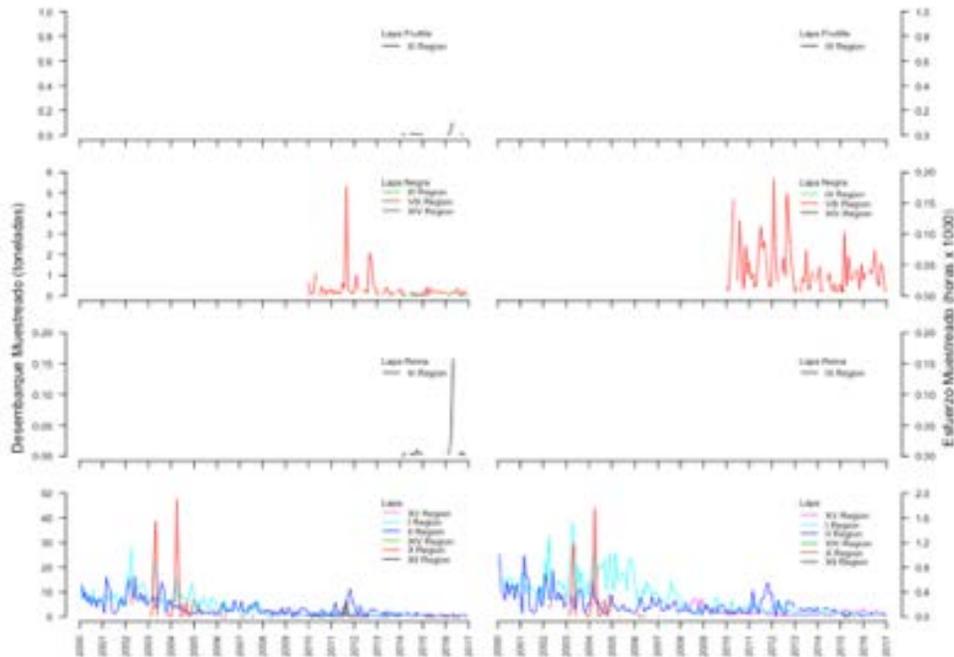


Figura 3.8. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Lapa frutilla, Lapa negra, Lapa reina y Lapa sp. entre los años 2000 y 2016.

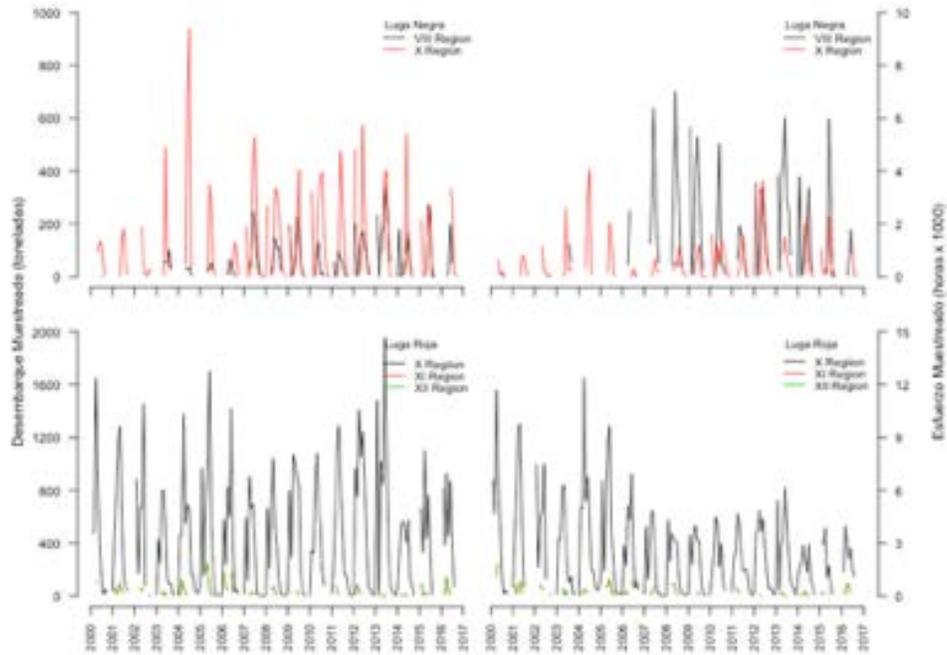


Figura 3.9. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Luga negra y Luga roja entre los años 2000 y 2016.

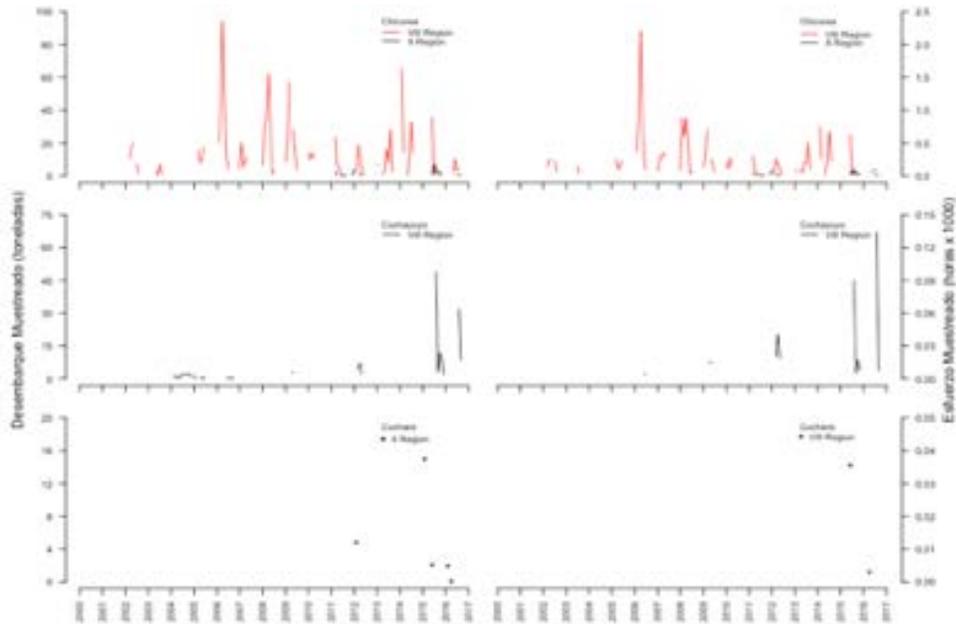


Figura 3.10. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Chicorea, Cochayuyo y Luga cuchara entre los años 2000 y 2016.

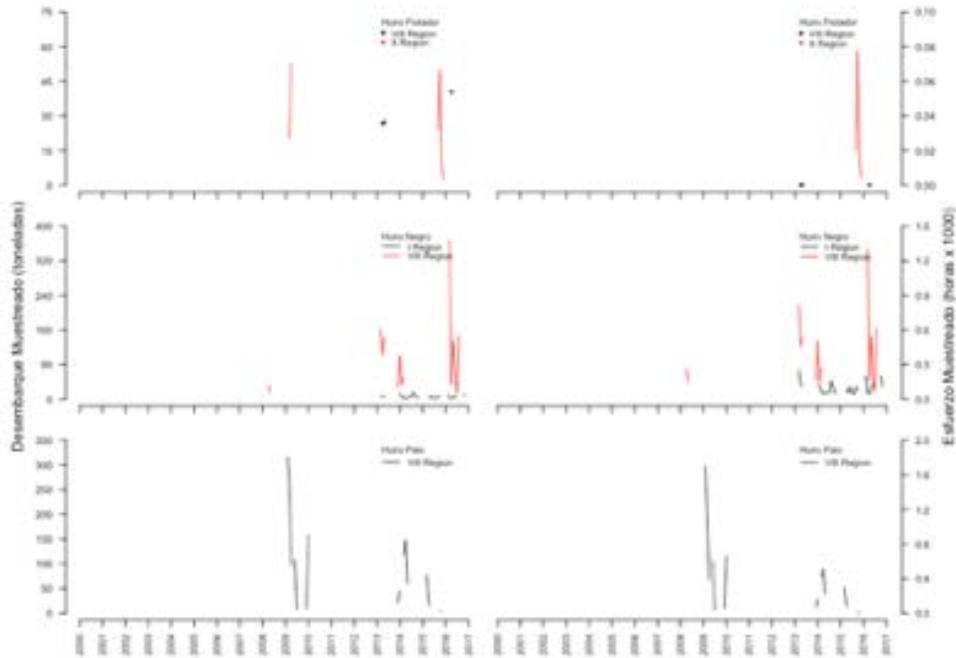


Figura 3.11. Serie de Captura y Esfuerzo monitoreado por IFOP para los recursos Huiro flotador, Huiro Negro y Huiro palo entre los años 2000 y 2016.

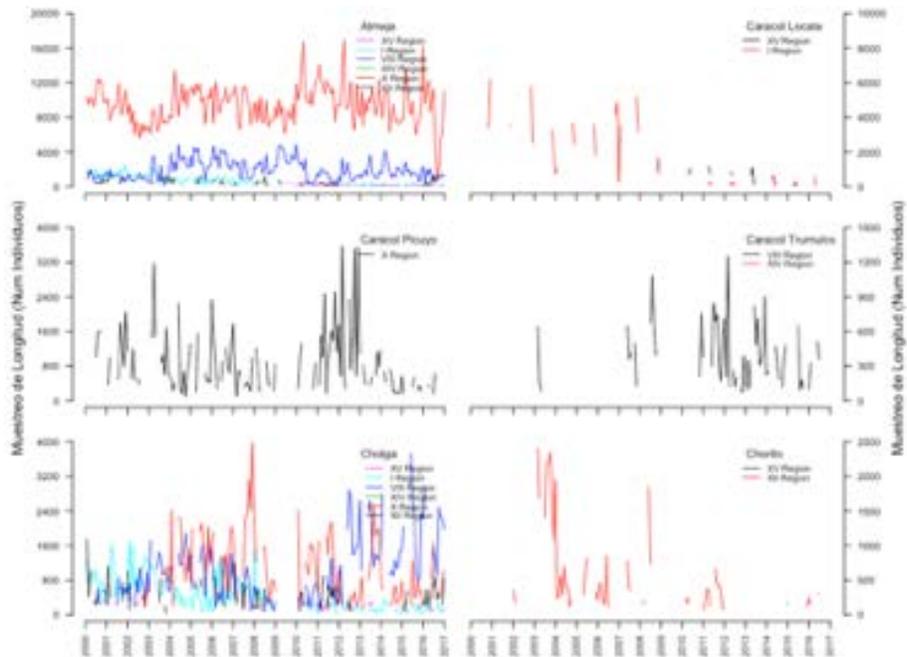


Figura 3.12. Serie de distribución de tamaños monitoreado por IFOP para los recursos Almeja, Caracol locate, Caracol picuyo, Caracol trumulco, Cholga y Chorito entre los años 2000 y 2016.

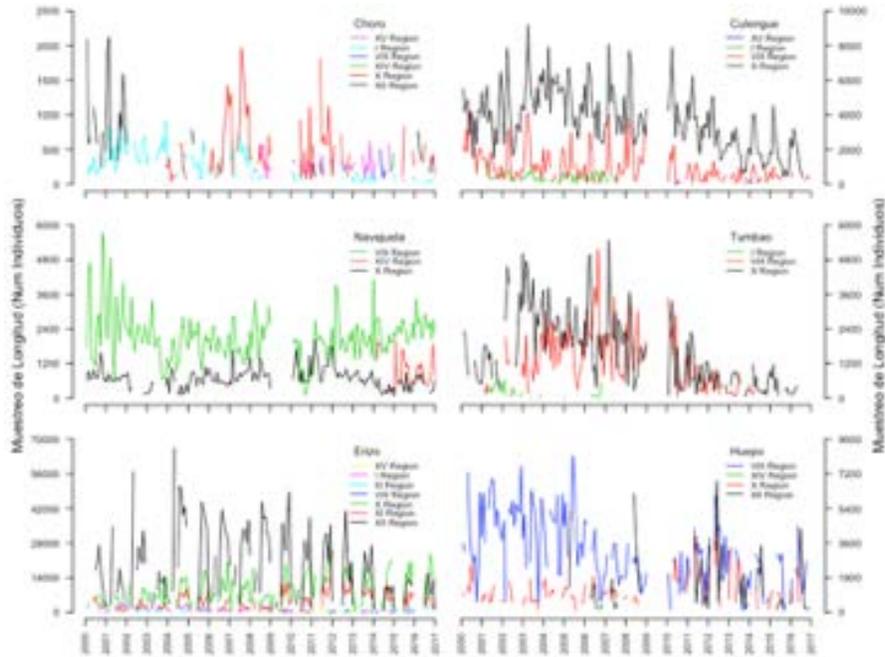


Figura 3.13. Serie de distribución de tamaños monitoreado por IFOP para los recursos Choro zapato, Culengue, Navajuela, Tumbao, Erizo y Huevo entre los años 2000 y 2016.

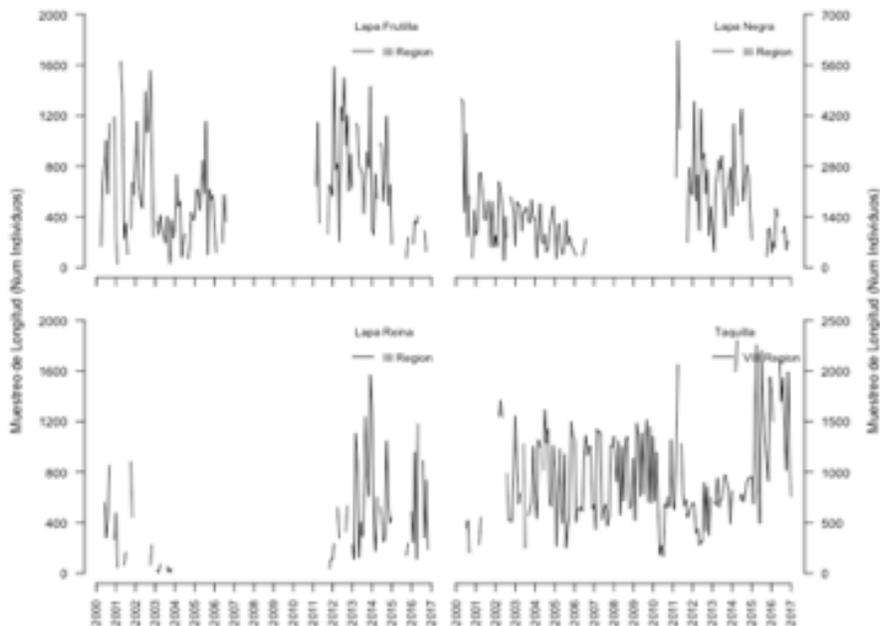


Figura 3.14. Serie de distribución de tamaños monitoreado por IFOP para los recursos Lapa Frutilla, Lapa Negra, Lapa reina y Taquilla entre los años 2000 y 2016.

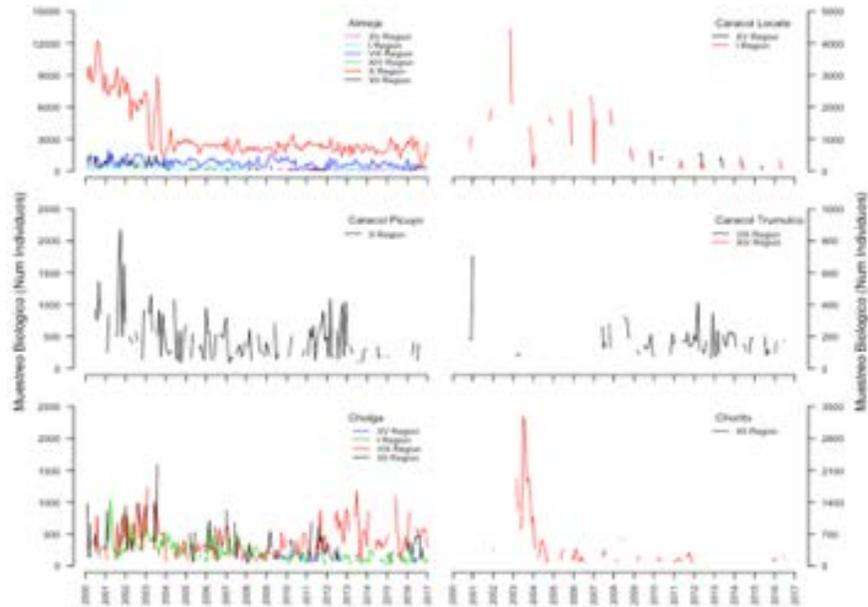


Figura 3.15. Serie de tiempo de registros biológicos de longitud y peso monitoreado por IFOP para los recursos Almeja, Caracol locate, Caracol picuyo, Caracol trumulco, Cholga y Chorito entre los años 2000 y 2016.

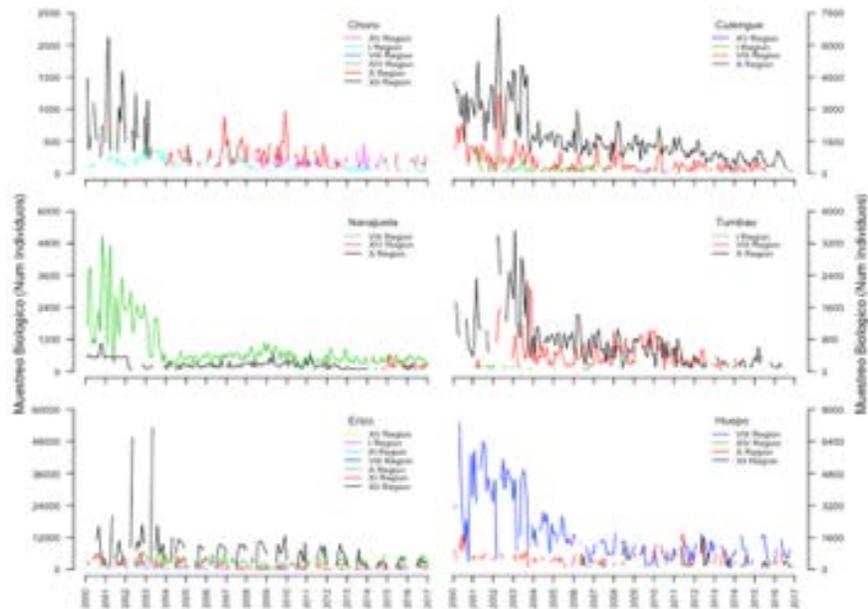


Figura 3.16. Serie de tiempo de registros biológicos de longitud y peso monitoreado por IFOP para los recursos Choro zapato, Culengue, Navajuela, Tumbao, Erizo y Huevo entre los años 2000 y 2016.

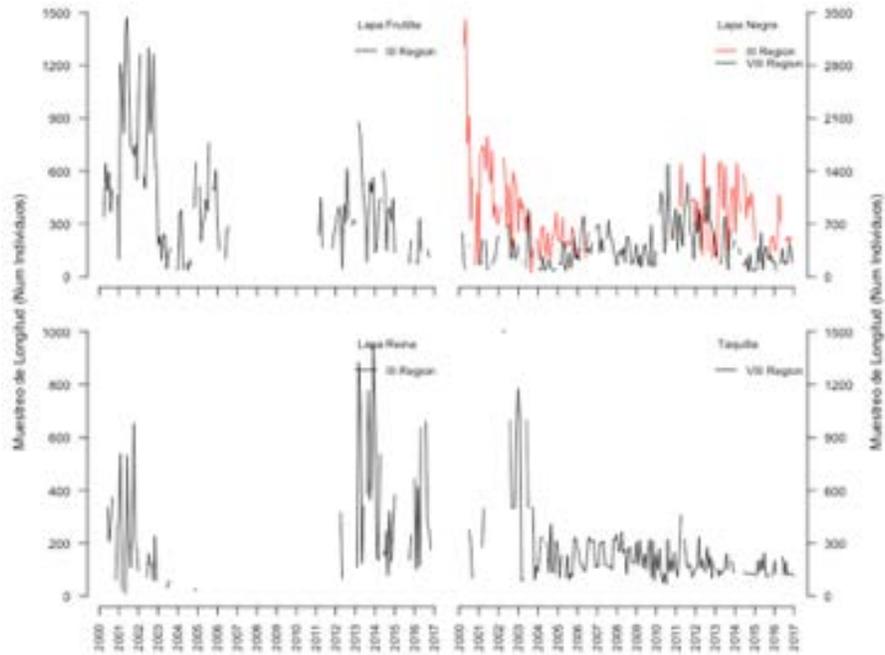


Figura 3.17. Serie de tiempo de registros biológicos de longitud y peso monitoreado por IFOP para los recursos Lapa frutilla, Lapa negra, Lapa reina y Taquilla entre los años 2000 y 2016.



3.4 Objetivo Específico N° 4. *Diseño e implementación de evaluación indirecta de stocks para casos de estudio seleccionados. Desarrollando criterios para la identificación de unidades poblacionales y escalas espaciales a emplear, en función de las especies seleccionadas.*

3.4.1 Metodología

Como se describió en el objetivo 3 los estudios de caso a ser estudiados corresponden a 4 recursos, uno de ellos en dos escalas espaciales.

- a) Huiro Negro en la región de Atacama
- b) Juliana en el mar interior de Chiloé en la Región de Los Lagos
- c) Huevo en el Golfo de Arauco, región del Bio Bio
- d) Almeja en la región de Los Lagos
- e) Almeja en la Bahía de Ancud

Para las 4 pesquerías seleccionadas como casos de estudio, se analizó la disponibilidad de información de acuerdo a:

- i. La base de datos del Servicio Nacional de Pesca, que contiene toda la información de los desembarques.
- ii. La base de datos del Instituto de Fomento Pesquero, proveniente del Programa de Seguimiento Bentónico.
- iii. La información disponible de AMERB y evaluaciones directas
- iv. Parámetros biológicos disponibles.

Para la modelación, la serie final de desembarque fue construida a partir de los Anuarios de Pesca con una periodicidad mensual y por puerto desembarque, en tanto que la base de datos de IFOP, los registros corresponden a viajes de pesca, con una periodicidad diaria de muestreo en cuales se identifican el origen de las capturas, esfuerzo, captura en peso, muestreos biológicos y de estructura de tallas.

Un tópico central es la importancia y viabilidad de realizar divisiones espaciales si los datos así lo sugieren, para mejorar los resultados de la evaluación de stock.

3.4.1.1 Caracterización de la Pesquería

Previo a la evaluación indirecta de las pesquerías seleccionadas se realizó una exploración de datos para observar las tendencias de los desembarques, y de la información biológica-pesquera asociada a los viajes de pesca del monitoreo bentónico (CPUE, identificación de procedencias, distribución de talla y peso muestreados, etc.).



3.4.1.2 Evaluación Indirecta de las poblaciones de estudio

El diseño e implementación de la evaluación indirecta de stocks para casos de estudio seleccionados, fue realizado a través de 2 de talleres de trabajo.

El primer Taller realizado entre los días 26 y 29 de junio de 2018 en la ciudad de Puerto Montt, se analizaron y realizaron las evaluaciones indirectas de las poblaciones de Huiro Negro, Juliana, Huevo y Almeja. En taller contó con la participación de los investigadores del proyecto Dr. Cristian Canales, Dr. Carlos Molinet, Jorge Henríquez y como invitado el investigador de IFOP Msc Mauricio Mardones.

El segundo taller realizado entre el 20 y 31 de agosto de 2018, se realizaron las evaluaciones indirectas de las poblaciones de Huevo en el Golfo de Arauco, Almeja en la Bahía de Ancud y Almeja en la región de Los Lagos, en donde participaron los investigadores del proyecto Dr. Rubén Roa-Ureta, Dr. Carlos Molinet y Jorge Henríquez.

a) Modelo de depleción/Producción latente (Huiro Negro, Región de Atacama)

Área de estudio

El área de evaluación donde se encuentran las principales praderas-poblaciones de huiro negro corresponde a la tercera región de Atacama (26°S – 29,20°S). Los principales puntos de acopio y descargas corresponden a su vez a los puntos focales puertos de Chañaral (26,20°S), Caldera (27,04°S) y Huasco (28,27°S) (Fig. 4.1).

Desembarques y barroteo

Para fines de análisis se emplearon las series de desembarques de huiro negro (*Lessonia berteroana*) reportados por SERNAPESCA en el período 2000-2017 en la zona de estudio. Debido a las diferentes fuentes de incertidumbre en las declaraciones de alga varada vs alga barrateada, y dado que para fines de análisis es esta última medida la más relevante para cuestiones de conservación, los análisis fueron realizados sobre la base de un criterio común para identificar tres períodos (Tabla 4.1 y 4.2):

- i. 2000-2007: No hay barroteo y los desembarques corresponden al 100% varado
- ii. 2008-2013: El alga barrateada es la diferencia entre el desembarque anual y el desembarque promedio 2000-2007.
- iii. 2014-2017: El alga barrateada corresponde a una proporción constante aplicado sobre el desembarque anual. Esta proporción corresponde a la calculada del promedio de alga barrateada 2008-2013

Índices de abundancia

Se consideraron dos índices potenciales de abundancia que podrían ajustarse a la tendencia de la población de algas en la región. Un primer índice considera las pocas



estimaciones de densidad de praderas de algas reportadas del seguimiento de áreas de manejo AMERB en la Región de Atacama y la de proyectos FIP realizados por CESSO (2014). Como condición virginal se consideran las densidades de AMERB de 4 a 5 ind/m² año 2003-2004, mientras que para los años más recientes CESSO indica densidades 1 ind/m².

El segundo índice se estableció bajo el supuesto que el esfuerzo de pesca ha sido proporcional con la trayectoria que ha tenido el precio de venta de algas. El índice corresponde a la razón entre el desembarque y el precio, el que fue calculado solo para el período 2004-2016. Este índice fue empleado como representativo en toda la región (Tabla 4.3, Fig. 4.2).

Modelo y escenarios de análisis

Para fines de análisis se consideró un modelo de producción en diferencias propuesto por Mangel *et al.*, (2010) y adaptado como modelo de data pobre para huairo negro por Canales *et al.*, (2018). La dinámica de estados entre dos años sucesivos viene dada por la ecuación:

$$mn = \sqrt[2]{\prod_t \frac{\sum_l p_{(l,t)} (1 - \hat{p}_{(l,t)})}{\sum_l p_{(l,t)} - \hat{p}_{(l,t)}}}$$

(1)

Donde B es la biomasa, Y es la captura o barroteo realizado y G la función de producción latente definida como la diferencia entre la biomasa incrementada por reclutamiento y la biomasa perdida por mortalidad natural:

$$G_t = \frac{\alpha * B_{(t-1)}}{\beta + B_{(t-1)}} - m * B_{(t-1)}$$

(2)

La proporción de alga muerta naturalmente se modela como:

$$m = 1 - e^{-M}$$

(3)

En tanto los parámetros de la relación S/R quedan definidos en términos de un parámetro de resiliencia o steepness (h), m y la biomasa virginal (B_0) por estimar:

$$\alpha = \frac{4 * h * m * B_0}{5 h - 1}$$

(4)



$$\beta = \frac{(1-h)*B_0}{5h-1}$$

(5)

El parámetro desconocido del modelo es la biomasa virginal, y dependiendo del nivel de contraste de la información, el parámetro de resiliencia steepness (h) definido como la proporción del reclutamiento máximo cuando la biomasa se reduce al 20% de su condición virginal. Para fines de estimación, se consideró el negativo de una función de log-verosimilitud a maximizar

$$L \sum_t \log\left(\frac{B_t}{I_t/q}\right)$$

Donde q es un factor de escala por estimar y I_t es el índice de abundancia empleado en cada caso. Se consideró un valor de mortalidad natural (M) de 0,3 (Vásquez, 2008; Thomas *et al.*, 2016) para todos los casos (m=25%), mientras que el steepness utilizado a priori fue de h=0,8 y estimado en algunos escenarios (Tabla 4.4).

b) Análisis de las poblaciones de los recursos Juliana (X Región), Almeja (X región sur) y Huepo (Golfo de Arauco)

Se analizaron los datos de las pesquerías de almeja en la región de Los Lagos Sur, Juliana en la región de Los Lagos y el huepo del Golfo de Arauco. Los datos fueron analizados sobre la base de dos modelos de análisis: uno con dinámica basada en edades denominado MESTOCKL y otro con dinámica basada en tallas denominado MODTALLASLL. Ambos modelos están codificados en ADMB y vienen siendo utilizados por IFOP en la evaluación de invertebrados marinos tales como almejas, huepo, jaiba y centolla. La información corresponde al seguimiento histórico de la pesquería llevado por IFOP en la zona de análisis, mientras los parámetros de historia de vida provienen de diversas fuentes proporcionadas por Mardones con pers. El resumen de los parámetros biológicos y series de datos empleados en los análisis se resumen en las Tablas 4.5 y 4.6.

Modelo de evaluación con dinámica en edades (MESTOCKL – MODBENTO)

Los datos de composiciones de tallas, desembarques y CPUE son analizados a través de un modelo estadístico de captura a la edad con datos en tallas (Maunder and Watters, 2003) denominado MESTOCKL (MODBENTO) (Canales *et al.*, 2013). La dinámica poblacional es modelada en edades, pero se utilizan las composiciones de tallas de las capturas como observaciones. El modelo supone un stock cerrado en el cual el reclutamiento (al primer año de edad) es el resultado del “desove” de conjunto de bancos vecinos y su sobrevivencia es determinada principalmente por cuestiones ambientales, lo



que significa que los reclutamientos responden a procesos principalmente estocásticos donde la función stock-recluta es difusa (Tabla 4.7).

La captura es estimada en edades y luego transformada a la talla por medio de un arreglo probabilístico edad-talla que describe la probabilidad condicional de la talla en cada grupo de edad. Las variaciones anuales de las composiciones de tallas reflejan los procesos de explotación talla específicos (selectividad) y del aporte de reclutamientos anuales a la talla, mientras que el índice de abundancia empleado es el reflejo de las variaciones en la biomasa explotable. Se supone que el reclutamiento ocurre a inicios de cada año distribuido sobre cierto rango de tallas siguiendo una distribución de probabilidad normal.

El modelo está basado en un conjunto de parámetros supuestos conocidos (hiper-prior) y otros desconocidos que son el objeto del proceso de estimación. La estimación se sustenta en la maximización de la distribución a posteriori de los parámetros y por ende se consideran funciones de verosimilitud como expresión del error de observación, así como distribuciones a priori o penalizaciones en algunos parámetros de interés.

Modelo en equilibrio talla-estructurado para condiciones de pesquerías pobres en datos (MODACT)

Un modelo de dinámica en edades bajo condiciones de equilibrio (reclutamiento y mortalidad por pesca estable en el tiempo) y similar MESTOCKL, pero sin series de capturas ni índices de abundancia, fue considerado para el análisis particular de la información de juliana. En este modelo (MODACT), y con el fin de mitigar el supuesto de equilibrio en la dinámica poblacional, el análisis consideró escenarios de promedios anuales de composiciones de tallas de las capturas, de manera que los resultados se refieren a la condición promedio para un grupo de años determinado.

Modelo de evaluación con dinámica en talla (MODTALLASLL)

De acuerdo con la información disponible, un enfoque de modelamiento talla-estructurado puede ser el más adecuado donde tanto la dinámica poblacional como las observaciones están basadas en tallas (e.g. Sullivan *et al.*, (1990), Punt and Kennedy (1997), Haddon (2011), Turnock and Rugolo (2011), Zheng and Siddeek (2011). La imposibilidad de precisar a priori el número de grupos de edad limita por una parte el uso de modelos con dinámica en edades y observaciones en tallas (Punt *et al.*, 2013), no obstante, existen una aparente contradicción pues de todos modos se debe lidiar con supuestos relativos al crecimiento y tasa de mortalidad natural (Tablas 4.8, 4.9, 4.10). El modelo se basa en algunos conceptos fundamentales:

- El crecimiento es estocástico e instantáneo, y para estos fines se supondrá que los individuos crecen a fines de año. Es estocástico pues existe una distribución de tallas posibles que cada individuo puede lograr después de crecer, esto es,



alcanzan distintas longitudes pudiendo incluso permanecer en su misma talla conforme se aproxima a la longitud asintótica.

- La probabilidad de crecimiento disminuye conforme la talla se aproxima a la longitud asintótica. Para efectos prácticos se supone que esta probabilidad sigue una función logística inversa.
- El reclutamiento ocurre sobre un rango de tallas siguiendo una distribución de probabilidad conocida. A menudo se asume normalidad por simpleza.

Configuración de modelos

- **Condiciones iniciales**

El modelo se inicia en los años donde la pesquería en general era incipiente y por ende supone al primer año de la evaluación una condición virginal y en equilibrio en torno al reclutamiento medio de largo plazo. Esto significa que solo la mortalidad natural es el factor que explica la disminución poblacional a partir del reclutamiento.

- **Reclutamientos**

Los reclutamientos anuales corresponden al grupo de individuos que, de una misma edad, comienzan a ser explotados próximo a la talla legal de capturas. Estas son variables aleatorias tomadas desde una relación stock/recluta tipo Beverton & Holt con error de proceso. Estos desvíos responden a un proceso multiplicativo que en escala logarítmica son representados por una distribución normal con media 0 y desviación σ_R . En términos prácticos, esto significa que pudiendo existir vínculo entre desovantes y reclutas, esta relación está perturbada por procesos aleatorios ligados a cuestiones ambientales y ecológicas, como es el hecho que en recursos bentónicos predomina el concepto de metapoblación donde el aporte de gametos desde bancos vecinos constituye la masa crítica de larvas sujetas a las condiciones ambientales pre-asentamiento. El modelo S/R es parametrizado en términos del reclutamiento virginal y la pendiente o escarpamiento es supuesta en $h=0,75$.

- **Selectividad y mortalidad por pesca**

En el modelo de evaluación la selectividad tiene forma logística, lo que significa que el grueso de la explotación a la talla está dominado por la demanda de ciertos calibres objeto de la búsqueda de buzos mariscadores para su posterior explotación.

- **Capturabilidad**

La explotación de recursos bentónicos a menudo se resume en la explotación secuencial de bancos vecinos a través del tiempo, esto motivado principalmente por la búsqueda de mejores rendimientos y calibres. En forma natural se provoca el “reposo” de bancos a la espera de su recuperación, de manera que en el rendimiento global o Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) a través del tiempo debería considerar la hiper-estabilidad. La hiper-estabilidad se manifiesta a través de una tasa de disminución de la CPUE mucho menor que el de la población verdadera. En el caso del erizo se supone que este proceso ocurre



y entonces la CPUE se supone función de la biomasa explotable sujeta a un parámetro de escala y otro de poder ($b < 1$). De igual modo, la capturabilidad se ha visto afectada por el proceso de eficiencia y cambio de zonas de pesca, por lo que el aumento de la CPUE no siempre se relaciona con el incremento poblacional ni con cambios en la selectividad.

- **Peso estadístico de la información**

La evaluación de stock se sustenta en el ajuste estadístico de un modelo a la información. Para tales efectos es necesario precisar el nivel de error que pudiese tener ésta, conforme al supuesto de su distribución estadística, destacándose que a menudo los resultados son condicionales a la escala de los desembarques supuestos con mínimo error de observación. Los coeficientes de variación de los índices de abundancia y capturas se establecen en base al juicio experto como hiper-prior, mientras los tamaños de muestra fueron estimados de manera relativa según el estimador de Gavaris y Ianelli (2002).

$$mn = \sqrt[2]{\prod_t \frac{\sum_l p_{(l,t)} \hat{p}_{(l,t)} (1 - \hat{p}_{(l,t)})}{\sum_l p_{(l,t)} - \hat{p}_{(l,t)}}$$

- **Escenarios de análisis**

La evaluación de stock fue llevada a cabo bajo condiciones de incertidumbre estructural en cuanto a los supuestos sobre la resiliencia (h), variabilidad del reclutamiento (m) y estimación de parámetros asociados con la distribución de los reclutamientos (S_r). Los tres recursos se evaluaron en base a 5 escenarios de análisis cuyos detalles son entregados en la tabla 4.12.

c) **Modelo de Evaluación de Stock Jerárquico**

Esta metodología está descrita en Roa-Ureta *et al.*, (2015) y fue desarrollada para la evaluación de stock del erizo de la Macrozona X-XI Zona Contigua, realizándose con éxito a varios niveles de desarrollo desde 2010. Sus resultados han servido de base para los decretos anuales de cuotas de captura por parte de la Subsecretaría de Pesca, conduciendo gradualmente a un descenso desde 18 mil a 16 mil toneladas durante el período indicado. Además de la evaluación de stock para la Macrozona la metodología también se emplea como base para la distribución de la cuota a una escala espacial más fina. La metodología también se empleó con éxito en la evaluación de stock del pulpo de la región de Los Lagos, proyecto FIPA 2016-41 (Informe Final aprobado y en preparación para ser publicado en <http://www.subpesca.cl/fipa/>, Molinet *et al.*, 2017). La descripción técnica completa de la metodología está disponible en el artículo científico citado y el software desarrollado para su aplicación también está disponible libremente y es de código abierto.



La metodología consiste en una primera etapa de estimar modelos de depleción generalizados (mdg) para cada año separadamente. Luego en una fase intermedia se calculan las biomásas iniciales y sus errores estándar separadamente para cada año utilizando los valores de los parámetros estimados por los mdg, sus errores estándar, y sus matrices de correlación entre estimados. Finalmente, en la última etapa estimamos un modelo de producción excedente del tipo Pella-Tomlinson utilizando las biomásas iniciales estimadas previamente y sus errores estándar. La función de verosimilitud definida en esta etapa es tal que los años con biomásas iniciales más precisas (con menor error estándar) tienen mayor peso que los años con biomásas iniciales imprecisas.

En la primera etapa, los mdg se ajustan según diversas opciones de tipo de modelo (mínimo 3), función de verosimilitud (6 opciones) y método numérico de maximización (4 opciones). Esto da lugar al ajuste de un mínimo de 72 variedades del modelo, de las cuales muchas no rinden resultados de convergencia numérica satisfactorio y son descartados en primera instancia. De los que rinden resultados de convergencia el mejor modelo es seleccionado examinando la calidad de la optimización numérica, la precisión y plausibilidad de los estimados, su matriz de correlación, y el Índice de Información de Akaike, AIC.

El primer criterio de eliminación de los mdg que convergieron exitosamente, fue para todos aquellos modelos en donde el mayor gradiente numérico en valor absoluto sea mayor que 1. Esto se debe a que gradientes finales altos ponen en duda uno o más de los estimados obtenidos. Este criterio es ampliamente utilizado en evaluación de stocks (e.g. Anderson *et al.*, 2014; Hurtado-Ferro *et al.*, 2015; Roa-Ureta *et al.*, 2015, Thorson *et al.*, 2015).

El segundo criterio de eliminación de los mdg menos plausibles es que la mortalidad natural estimada por el modelo sea parecida a la mortalidad natural esperada debido a la longevidad según la ecuación empírica de Hewitt y Hoenig (2003).

Generalmente, después de la aplicación de los dos primeros criterios de selección de mdg, un conjunto menor de modelos rendía resultados muy similares en biomasa inicial, que es el parámetro de interés para la aplicación del modelo de producción Pella-Tomlinson. Entre estos modelos, la selección del mejor de ellos se basó en el AIC cuando era aplicable, la existencia y tamaño de los errores estándar de los estimados, y el grado de correlación entre los estimados.

Los datos disponibles desde IFOP (muestreo biológico y totales de capturas por viaje de pesca, esfuerzos, pesos medios, frecuencia de longitudes) y desde SERNAPESCA (totales de captura por mes) en conjunto comienzan en 1996. Sin embargo, en huepo los primeros años (1996 a 2001) no fue posible obtener modelos estimados plausibles. A partir de 2002 hemos obtenidos estimaciones plausibles y de razonable calidad estadística. Para almeja en tanto se aplicó la metodología de evaluación de stock utilizando las series de tiempo de datos disponibles entre 2000 y 2017.

Las medidas de esfuerzo disponibles sobre base de paso de tiempo semanal en las bases de datos fueron –desde mayor resolución a menor resolución – (i) el número de



horas de buceo, (ii) el número de viajes de pesca realizados, y (iii) el número de botes operando. Los resultados de esta metodología aplicados al erizo de la Zona Contigua, Región de Los Lagos y Aysén, y el pulpo en la región de Los Lagos (FIPA 2016-41, Molinet *et al.*, 2017) demuestran que es importante utilizar la medida de esfuerzo con máxima resolución. Por lo tanto, en este estudio hemos utilizado a las horas de buceo totales por semana como medida de esfuerzo nominal.

Preparación de la base de datos para Evaluación de Stock

En la preparación de datos necesarios para la evaluación de stock, se utilizó la información recopilada por IFOP en el marco del Programa de Seguimiento Bentónico. La base de datos contiene información de Captura, Esfuerzo, Tallas y Peso correspondientes al muestreo de viajes de pesca, seleccionando solo aquellos registros que poseen información completa de Captura, esfuerzo, fecha de muestreo y ubicación geográfica de la procedencia de pesca.

Para la pesquería de huevo del Golfo de Arauco, se utilizó la información recopilada por IFOP en los centros de muestreo ubicados en Tubul, Caleta Llico y Punta Lavapies en la Región del Bio Bio, y cuyas procedencias de captura se encuentran al interior del Golfo de Arauco. Para Almeja en la Bahía de Ancud, se analizó los datos provenientes de los centros de muestreo de Pudeto y Ancud en la Región de Los Lagos, en tanto que, para la pesquería de almeja en la región de Los Lagos, se consideró la información de captura, esfuerzo, tallas y peso recopilada por IFOP en los centros de monitoreo y procedencias de capturas ubicados en la región de Los Lagos.

Los registros de desembarque del Servicio Nacional de Pesca, fueron utilizados como Captura Total, asumiendo este valor como universo conocido. Para huevo en el Golfo de Arauco, se utilizó como referencia para la captura total en peso, los registros de desembarque del Puerto de Coronel, para la almeja de la Bahía de Ancud, el puerto de desembarque de Ancud, y para almeja de la región de Los Lagos el desembarque regional. La captura semanal total de las pesquerías analizadas, se obtuvo del fraccionamiento del desembarque mensual registrado por Sernapesca, según la proporción semana/mes de la captura muestreada por IFOP, para cada año de estudio.

El esfuerzo semanal en horas de buceo, se estimó mediante la relación entre la captura y esfuerzo muestreado durante el Monitoreo de IFOP, y la expansión a la captura total, a través de la siguiente relación:

$$\frac{\text{Captura muestreada}}{\text{Captura total}} = \frac{\text{Esfuerzo muestreado}}{\text{Esfuerzo total}}$$

El monitoreo biológico de IFOP de las pesquerías analizadas, fue utilizado para la estimación de la talla media, y relación longitud peso para la estimación del peso medio.

Las variables de la base de datos CatDyn corresponden a: a) Año, b) Semana, c) Captura total en peso por semana, d) Captura en número de individuos, e) Esfuerzo total en horas



de buceo, f) Peso medio semanal del recurso, g) Talla media semanal del recurso, g) Desviación Estándar de la talla media semanal.

3.4.1.3 Taller de discusión de resultados

El taller de discusión de los resultados se realizó el día 9 de octubre en la ciudad de Valparaíso. En la oportunidad se expuso los resultados de la aplicación de metodologías a los profesionales de la Unidad de Recursos Bentónicos de la Subsecretaría de Pesca y a investigadores de IFOP (Anexo 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4).

3.4.2 Resultados

3.4.2.1 Taller de discusión de resultados

a) Huiro Negro, Región de Atacama

Desde el año 2000 la importancia económica y social de las algas pardas y en particular del Huiro negro (*Lessonia berteroana*) ha ido cada vez en mayor aumento y, por tanto, también lo ha hecho su extracción. Dado que Chile es de los mayores productores de macroalgas extraídas de poblaciones naturales del mundo, existen actualmente en el norte de Chile planes de manejo de algas pardas de carácter obligatorio, con vedas extractivas por periodos y cuota anual de captura en las regiones III y IV, mientras que en las regiones XV, I y II solo veda extractiva de carácter anual permitiendo la recolección del alga varada.

En Chile, el huiro negro (*Lessonia berteroana*) se distribuye desde Arica hasta Coquimbo (30°S), formando un cinturón de algas preferentemente en ambientes expuestos al oleaje. Se cosecha principalmente en las playas y en pozos profundos (con buceo hooka), donde es acumulada producto de la remoción que se asocia a su ciclo de vida y al aumento del oleaje en determinados periodos.

También se remueve de manera activa o manual por buzos, desde embarcaciones artesanales con buceo hooka hasta los 3-5 m de profundidad.

El desembarque de huiro negro en la región de Atacama, presenta un sostenido aumento desde 24 mil toneladas el año 2000, hasta alcanzar un máximo de 190 mil toneladas el año 2013, entre los años 2014 y 2017, el desembarque promedio de la región registrado es de 67 mil toneladas (Fig. 4.3).

b) Juliana, Región de Los Lagos

La pesquería de juliana (*Tawera gayi*) en la región de Los Lagos se desarrolla en el mar interior de Chiloé entre las Islas Butachauques e Islas Desertores. Los registros de desembarque analizados corresponden a los registrados en el puerto de Castro y comienzan el año 2000, y hasta el año 2002 presenta capturas bajo las 300 toneladas, aumentando el desembarque a 3000 toneladas entre 2003 y 2005, y 6000 toneladas



entre 2006 y 2007, alcanzando un máximo desembarque 9.600 toneladas el año 2010. A partir del año 2011 el desembarque presenta un descenso paulatino, hasta el año 2016, disminuyendo a 3070 toneladas. El año 2017 el desembarque aumentó a 4.100 toneladas (Fig. 4.4). El desembarque mensual no presenta una estacionalidad clara, observando sin embargo un leve aumento en las capturas entre los meses de octubre y diciembre (Fig. 4.5). La distribución de capturas por procedencias muestreada por IFOP a partir del año 2009 se observa en las Figuras 4.6 y 4.7. El muestreo distingue un total de 16 procedencias, registrando anualmente entre 1 y 8 procedencias. El año 2016, se registró un total de 6 procedencias, siendo Isla Chulin e Isla Tac, quienes presentan la mayor proporción de capturas.

El esfuerzo evaluado como número de buzos por embarcación, varía anualmente, presentando una mayor proporción aquellos viajes de pesca con 2 y 3 buzos por embarcación (Fig. 4.8).

La distribución de la frecuencia de talla de las capturas de juliana entre los años 2009 y 2016, presenta un valor central alrededor de los 30 mm, con un rango que varía entre los 20 y 45 mm de longitud (Fig. 4.9 a). La distribución de peso individual de los ejemplares se registró a partir del año 2010, y presenta un valor medio entre 7 y 11 gramos, con mínimos de 1 g y máximo de 27 g por individuo (Fig. 4.9 b).

c) Huevo en el Golfo de Arauco, región del Bio Bio

El análisis de la pesquería de huevo (*Ensis macha*) del golfo de Arauco en la región del Bio Bio, corresponde a los desembarques registrados por Sernapesca en el puerto de Coronel y el monitoreo biológico pesquero en los centros de muestreos de IFOP ubicados en las caletas Tubul, Caleta Llico y Punta Lavapies. El registro del desembarque comienza el año 1989, presentando entre el inicio de la pesquería un aumento del desembarque alcanzando el año 2005 las 5500 toneladas, para luego disminuir en los siguientes 4 años hasta las 2000 toneladas desembarcadas. Posterior al año 2002, en donde se registró el mayor desembarque de la pesquería con 6500 toneladas de capturas, se observa una fuerte tendencia a la disminución del desembarque, manteniéndose los últimos 4 años el desembarque entre las 1000 y 2000 toneladas (Fig. 4.10). El desembarque mensual presenta una marcada estacionalidad, con una disminución de las capturas en la época de invierno, a la cual se suma desde 1998 una veda biológica en los meses de octubre y noviembre (D.Ex. N°1428/2005) y una veda extractiva entre los meses de julio y septiembre (D.Ex. N°686/2015) (Fig. 4.11),

La distribución espacial de las capturas de huevo en el Golfo de Arauco entre los años 2000 y 2017, se muestra en las figuras 4.12 y 4.14. El monitoreo registra durante toda la serie un total de 31 procedencias. El año 2000 se observa el mayor número de procedencias (n=21), disminuyendo entre los años 2001 y 2005, donde se registraron entre 10 y 16 procedencias. Desde el año 2006 a 2017, el número varió entre 6 y 8 procedencias por año.



El índice de captura por unidad de esfuerzo (cpue) promedio en la pesquería de huepo en el Golfo de Arauco es muy variable, entre los años 2000 y 2003 se observa centrada en torno a los 25 kilos/buzo/hora, sin embargo, desde 2004 el índice de cpue promedio presenta disminución, alcanzando el 2008 un valor medio de 11 kilos/buzo/hora. A partir del año 2009, la cpue presenta un leve aumento, y mantenerse centrada hasta el año 2017 en valores cercanos a los 20 kilos/buzo/hora (Fig. 4.15).

La proporción de buzos por viaje de pesca muestreado varía anualmente desde 1 hasta 5 buzos por embarcación, siendo los viajes con 2 buzos por embarcación quienes presentan la mayor proporción durante toda la serie analizada, a partir del año 2009, la proporción de viajes con 1 buzo tiende a disminuir y aumentar los viajes de pesca con 3 y 4 buzos por embarcación. Viajes con 5 buzos por embarcación solo fueron registrados el año 2014 y en una muy baja proporción (Fig. 4.16)

La estructura de talla de huepo varía anualmente entre 90 y 200 mm de longitud, entre los años 2000 y 2008, el valor medio observado se encuentra entre los 140 mm, disminuyendo el año 2009 a un valor de 120 mm. A partir del año 2010 el valor central de la talla muestra un aumento hasta mantenerse en los últimos 5 años en 150 mm. La distribución del peso de los ejemplares muestreados, anualmente varía entre mínimos de 20 y máximos de 150 gramos, con un peso medio aproximado de 50 gr por ejemplar durante la serie analizada (Fig. 4.17 a, b).

d) Almeja en la Bahía de Ancud, región de Los Lagos

Los registros de desembarque de almeja (*Ameghinomya antiqua*) en la Bahía de Ancud analizados corresponden a los registrados por Sernapesca en el Puerto de Ancud, el que tiene sus inicios en el año 1966. Hasta el año 1977 el desembarque no superó las 5000 toneladas. Desde el año 1978 se observa un aumento en los desembarques, registrando entre los años 1986 y 1989 desembarques por sobre las 18 mil toneladas. Entre los años 1993 y 2007 la pesquería presenta un periodo con un alto desembarque y dos siguientes con bajos desembarque, ya desde el año 2008, el desembarque se ha mantenido muy cercano a las 1000 toneladas, llegando incluso a registrarse el año 2013 un desembarque de 114 toneladas (Fig. 4.18). Los desembarques mensuales desde el año 2000, muestran una alta variabilidad, con una tendencia central a la disminución en los meses de mayo, junio y julio (Fig. 4.19).

El monitoreo de IFOP para la Bahía de Ancud, registró para la pesquería de almeja entre 2000 y 2017, un total de 13 procedencias. La distribución de las capturas muestra entre los años 2000 y 2007, 7 y 9 procedencias por año con volúmenes de desembarque por procedencia de hasta 4500 toneladas, y a partir del 2008 la captura por procedencia muestra una disminución, con máximos de captura por procedencia de 2500 toneladas. Entre el año 2015 y 2017, el número de procedencias aumentó a 11 y 13 procedencias con un nivel de capturas que no superó las 500 toneladas (Fig. 4.20, 4.21, 4.22).

La mediana de la cpue de almeja en la bahía de Ancud entre los años 2000 y 2017, se distribuye entre 29 y 42 kilos/buzo/hora, observándose los mayores valores de cpue los



años 2010 y 2011, para luego comenzar a disminuir y registrarse el año 2017, un valor central de 29 kilos/buzo/hora (Fig. 4.23).

En el monitoreo de IFOP para los años 2000 y 2017, se registraron en los viajes de pesca entre 1 y 5 buzos por embarcación, mostrando un aumento en la proporción de viajes con un buzo, disminuyendo aquellos viajes con 2 y 3 buzos por embarcación (Fig. 4.24).

La distribución de tallas y peso de almeja en la Bahía de Ancud y muestreado por IFOP entre los años 2000 y 2017, se muestra en la figura 4.25 a. El valor central de talla observado, se encuentra entre 55 y 62 mm, en tanto que, para el peso el valor central varió anualmente entre 57 y 81 gramos (Fig. 4.25 b).

e) Almeja región de Los Lagos

Los registros del desembarque de almeja en la región de Los Lagos, comienzan el año 1966. A partir del año 1988, cuando alcanza su nivel máximo con un desembarque total de 40 mil toneladas, el volumen de desembarque presenta una tendencia a la baja, observando el año 2002 el menor desembarque (4789 toneladas), entre los años 2003 y 2017, el desembarque presenta oscilaciones no superando las 22 mil toneladas (Fig. 4.26). El desembarque mensual entre los años 2000 y 2017, presenta una gran variabilidad, con un aumento de los desembarques en los meses de octubre y diciembre (Fig. 4.27).

La distribución espacial de las capturas se muestra en las figuras 4.28 – 4.32, registrándose un total de 212 procedencias, siendo quienes presentan un mayor aporte al desembarque aquellas ubicadas en las áreas de Ancud, Carelmapu y Quellón, observando en los años 2016 y 2017 una mayor participación de las procedencias ubicadas en torno a las Islas Desertores.

La captura por unidad de esfuerzo, obtenida a través del monitoreo de la pesquería realizado por IFOP, muestra una gran variabilidad, con valores centrales entre 25 y 40 kilos/buzo/hora, con una leve disminución entre los años 2010 y 2015, y luego mantenerse estable (Fig. 4.33). El número de buzos por embarcación varió entre 1 y 5 buzos por viaje de pesca, con una mayor proporción de viajes con 1, 2 y 3 buzos. Desde el año 2011, se observa un aumento en la proporción de viajes con 1 buzo, y una disminución en aquellos con 3 buzos por embarcación (Fig. 4.34).

La estructura de talla de la pesquería de almeja entre los años 2000 y 2017, presenta una distribución entre 33 y 85 mm de longitud, con una mediana ubicada entre 77 y 85 mm de longitud, mientras que la distribución del peso de los ejemplares muestreados almejas en la región de Los Lagos, varió desde 2 gr a 196 gr, con valores centrales entre los 60 y 79 gr (Fig. 4.35 a, b).



3.4.2.2 Evaluación Indirecta de las poblaciones de estudio

a) Huiro Negro, Región de Atacama

El modelo de análisis fue aplicado a los datos conforme los supuestos establecidos. En el caso del uso del índice de abundancia basado en el precio, no se advirtieron grandes diferencias entre escenarios (Fig. 4.36 a) aun cuando el valor de steepness fuera estimado, excepto para los años más recientes (Fig. 4.36 b) donde h se estimó en 0,223 y la señal del modelo fue mejor ajustada. Esta diferencia respecto al supuesto inicial ($h=0,8$) si bien produce estimaciones de biomasa virginal mayores (S9, S13) genera menor capacidad de renovación de las praderas en general. No obstante, la diferencia del ajuste entre modelos medida en la escala de log-verosimilitud, no resultó significativa (<2).

Los escenarios basados en indicadores de abundancia relativos al precio (f-precio) generaron niveles de reducción poblacional moderados que indican que las praderas de algas en la región se ubicarían en torno al 45% de la biomasa virginal. En tanto, el uso de la densidad promedio como índice de abundancia generó una reducción de la biomasa del 78%, lo cual equivale a una biomasa presente más reducida y del 22% de la biomasa virginal (Tabla 4.13, Fig. 4.37). Los resultados obtenidos si bien son muy dependientes de los índices empleados, proporcionan medidas de referencia útiles para el manejo espacial de estas praderas. En este sentido, si efectivamente se trata de un recurso de alta tasa de resiliencia e independiente del índice de abundancia, la captura/barroteo equivalente al RMS para toda la III región se estima entre 44 mil (S2) y 66 mil (S1) toneladas considerando que la biomasa actual superaría en promedio el límite Brms ($B/Brms > 1$). Esta magnitud disminuye significativamente si se trata de una condición de baja resiliencia ($h \sim 0,2$) (S9) donde ahora el barroteo no debiese exceder de $RMS = 5$ mil toneladas anuales, en tanto el mayor porcentaje del desembarque debería estar explicado –efectivamente– por el alga varada, la cual se calcula en $m \cdot Brms = 68$ mil toneladas. Nótese que en este último caso y dado que la biomasa está por debajo de Brms ($B/Brms = 0,8$), mientras esto no se revierta el desembarque de algas debiese estar sustentada solo en alga varada.

b) Análisis de las poblaciones de los recursos Juliana (X Región), Almeja (X región sur) y Huepo (Golfo de Arauco)

El ajuste de los modelos junto a las series de las principales variables poblacionales se resume en las Figuras 4.38 a 4.50. En términos generales se destaca que los modelos pueden reproducir, en mayor o menor grado, la variabilidad de los datos, estando aparentemente mejor representadas las composiciones de tallas de las capturas que los índices de abundancia. La composición de tallas general predicha por los modelos representa de forma adecuada el patrón en los datos, en tanto la variabilidad interanual de estas composiciones representadas por la talla promedio es seguida muy de cerca por los modelos y sus escenarios de análisis. Por su parte, las variables poblacionales se



resumen en las series de reclutamientos, biomasa desovante, nivel de agotamiento poblacional y mortalidad por pesca.

- **Juliana**

La evaluación de stock de la juliana 2000-2017 se sustenta en principalmente en estadísticas de desembarques y composiciones de tallas de las capturas, dado que el índice de abundancia empleado (densidad poblacional) está compuesto por solo 4 observaciones. No se aprecian diferencias importantes de las variables poblacionales entre modelos, coincidiendo con un gran reclutamiento del 2008-2009 que está principalmente explicado por la disminución de la talla promedio de esos años, y que en 4 de los 5 casos analizados se aprecia una condición de reducción de biomasa desovante por debajo del objetivo 40%B₀ (Figuras 4.39 c y 4.41 c). En ambos modelos y para todos los casos, el diagnóstico de la población estaría principalmente explicado por el incremento de la mortalidad por pesca del año más reciente.

De los escenarios analizados el caso s5 parece ser el más verosímil por cuanto tiene el menor valor de log-verosimilitud significativamente distinta del resto de los escenarios ($\Delta < 2$) (Tabla 4.14 y 4.15). Entre estos modelos, el mejor desempeño lo presenta MESTOCKL con LL=811 vs MODTALLASL con LL=818. De acuerdo con el mejor escenario s5, la condición de juliana es de un nivel importante de reducción poblacional entre 0,18 y 0,32 de la biomasa virginal compatible con sobre-explotación si se considera como referente 0,40 de B₀. La biomasa desovante actual se estima entre 3,8 mil y 4,3 mil toneladas.

Por su parte, el análisis de equilibrio basado en el modelo MODACT e implementado como candidato a representar pesquerías pobres en datos, tuvo un desempeño adecuado en el ajuste de la composición de tallas de las capturas de años promedios (Figura 4.42). De acuerdo con este modelo, la composición de edades de las capturas de juliana estaría constituida por solo 3 grupos (3, 4 y 5 años) para un recurso cuya edad alcanzaría los 10 años de edad (Figura 4.42 b). Los análisis de casos muestran una significativa consistencia en cuanto a la proporción de biomasa desovante virginal que ha dejado la pesquería en promedio los últimos 5-7 años, con rangos entre 0,28 y 0,31 de B₀ (Tabla 4.16). En todos los casos analizados, los resultados de agotamiento poblacional son similares a los modelos MESTOCKL y MODTALLASL, y la mortalidad por pesca se estima superior al criterio de referencia F40%.

- **Almeja región de Los Lagos sur**

En el caso de la almeja en la región de Los Lagos sur y no obstante la serie de datos es más extensa que juliana (1967-2017), la evaluación igualmente se sustenta principalmente en estadísticas de desembarques y composiciones de tallas de las capturas, dado que el índice de abundancia empleado CPUE es muy poco sensible a los cambios poblacionales que sugieren las composiciones de tallas (Figuras 4.43a y 4.44a). De hecho, en ambos modelos se advierte que la CPUE debería haber incrementado entre el 2001 y 2008 producto del aparente gran reclutamiento del año 1987-1988 (Figuras



4.44a y 4.46a). En ambos modelos y para algunos casos de análisis, se observa una tendencia creciente de la biomasa desovante producto de la disminución de la mortalidad por pesca 2013-2017 igualmente expresada en la reducción de los desembarques. Mientras el modelo MESTOCKL muestra que solo en 3 de los 5 casos la reducción de la población es aún “saludable” ($>40\%B_0$) (Figura 4.44c), en el modelo MODTALLASL esta condición parece estar representada en todos los casos (Figura 4.46c).

A diferencia del análisis de escenarios llevado a cabo en juliana, en almeja se aprecia que el mejor escenario para MESTOCKL es s5 mientras para MODTALLASLL es s3. En ambos casos y con hipótesis distintas, los modelos fueron capaces de explicar de manera similar los datos $LL=5412$ vs 5415 (Tabla 4.14 y 4.15). Entre estos modelos y para los escenarios más verosímiles, la condición de la almeja en la X región sur parece ser adecuada y alejado de límites de sobre-explotación. La reducción poblacional se estima entre 0,47 y 0,58 de la biomasa virginal. En esta población la biomasa desovante se estima entre 30,5 mil y 34,2 mil toneladas.

- **Huevo del Golfo de Arauco**

Los datos empleados del Huevo parece ser más informativos y consistentes entre sí. Esto se refleja en los ajustes tanto de la CPUE como las composiciones de tallas de las capturas, en las cuales los incrementos de CPUE son determinados por el incremento de la talla promedio de las capturas en respuesta a secuencias de reclutamientos de gran magnitud propio de bivalvos de sustratos arenosos. A manera de ejemplo destaca el crecimiento de la CPUE y tallas promedio desde el 2007 al 2017 (Figuras 4.47a y 4.49a) que son repetidas por el modelo de dinámica poblacional ajustado por medio de dos hipótesis de dinámica estructuralmente distintas. Después de la significativa disminución inicial de la población 1989-1995, la biomasa de este recurso parece haber oscilado en valores más o menos estables pero muy próximos a límites considerados de agotamiento como es $20\%B_0$ (Figuras 4.48c y 4.50c).

El análisis de casos muestra diferencias entre modelos El mejor escenario para MESTOCKL es s3 mientras para MODTALLASLL fue s5 (Tabla 4.14 y 4.15). Para estos dos modelos y en base a los escenarios más probables, la condición de Huevo en el Golfo de Arauco es inferior al límite de biomasa considerado deseable ($BMSY= 4,5$ mil y $8,0$ mil toneladas) con valores muy próximos entre expresado en proporciones del 0,35 y 0,37 de la biomasa virginal. La población del Huevo del Golfo de Arauco podría ubicarse entre 3,2 mil y 4,3 mil toneladas.

c) **Modelo de Evaluación de Stock Jerárquico**

- **Huevo del Golfo de Arauco**

Este pesquería tiene un cierre por veda reproductiva en octubre y noviembre de cada año y por lo tanto cabe considerar la definición temporal de la temporada de pesca. En la serie de tiempo de datos de captura y esfuerzo la actividad siempre es alta al inicio de la temporada, en diciembre de cada año y en enero siguiente. Por lo tanto, para los fines de



modelación con CatDyn se definió una temporada de pesca que comienza en diciembre del año anterior y terminando en septiembre del siguiente año y catalogados con los nombres del año siguiente. Así la temporada 2000 es la que comienza en diciembre de 1999 y termina en septiembre de 2000.

Los modelos de depleción generalizados del CatDyn que fueron seleccionados como los mejores para cada año de acuerdo a los criterios mencionados en la metodología y sus plots de diagnóstico de residuales, se muestran en las Figuras 4.51 a 4.68. A partir del año 2002 comienza a notarse una tendencia a la caída de las capturas hacia la mitad y el final de cada año. Esto ocurre con pocas excepciones (2003, 2004, 2009) hasta el final de la serie de tiempo. Además, las estimaciones de biomasa inicial del CatDyn de los años 2000 y 2001 (40 mil en 2000, 66 mil en 2001) resultaron ser demasiado altas respecto del resto de las estimaciones. Por esto los dos primeros años de la serie 2000 a 2017 fueron excluidos en la estimación del modelo Pella-Tomlinson. No obstante lo anterior, el modelo fue ajustado con datos de desembarques desde 1990 hasta 2017.

La Tabla 4.17 muestra los modelos CatDyn seleccionados y los estimados de sus parámetros. La mortalidad natural anual varía entre 0,053 y 2,349, con un promedio inter-anual de 0,426. Los estimados más bajos son muy imprecisos mientras que los más altos son más precisos. Entre los estimados más precisos la mortalidad natural anual varía entre 0,223 y 2,349, con un promedio inter-anual de 0,745.

Respecto de las estimaciones de los parámetros de la operatividad pesquera (k , α , β), el escalamiento solo se estima de manera pobre mientras que la respuesta al esfuerzo y la respuesta a la abundancia se obtienen con alta precisión. Se observa que la tasa de captura es proporcional al esfuerzo mientras que respecto de la abundancia tiende a ser hiper-estable.

El modelo de excedente productivo fue estimado con los datos de la Tabla 4.18, específicamente con los datos de las columnas biomasa inicial del CatDyn, error estándar de la biomasa inicial del CatDyn, y los desembarques.

Los parámetros del modelo Pella-Tomlinson fueron estimados con buena precisión, excepto la biomasa inicial en 1990, que no tiene utilidad en generar puntos biológicos de referencia para el manejo. El stock presenta una tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r) moderadamente alta, y una simetría de la curva de producción (p) que corresponde a un stock cuya máxima productividad ocurre a biomasa menores que la mitad de la capacidad de carga (k) (Tabla 4.19).

La historia de abundancia y de explotación del stock según el modelo estimado de Pella-Tomlinson se muestra en la Figura 4.69. El stock sufrió sobre-pesca desde 2001 a 2006 y se mantuvo muy deprimido desde 2007 a 2013. A partir del 2014, y debido a los bajos desembarques que comenzaron en 2013, el stock ha iniciado una sostenida recuperación hasta el final de la serie de tiempo, y se dirige a alcanzar la biomasa óptima que produce el máximo rendimiento sostenible.



Para determinar cuándo alcanzará esta biomasa óptima el stock fue proyectado bajo dos escenarios de desembarques: iguales al promedio 2013-2017 o iguales al de la última temporada. Bajo el primer escenario la biomasa óptima se obtiene en 2021, mientras que bajo el segundo escenario la biomasa óptima se obtiene en 2020.

Una vez alcanzada la biomasa óptima (10 mil toneladas) los resultados indican que los desembarques pueden ser como máximo 2855 toneladas de manera estable, aunque puede ser conveniente alcanzar esa productividad gradualmente desde la actual extracción que no excede las 1500 toneladas.

- **Almeja de la Bahía de Ancud**

Los modelos de depleción generalizados del CatDyn que fueron seleccionados como los mejores para cada año de acuerdo a los criterios establecidos en la metodología y sus plots de diagnóstico de residuales, se muestran en las Figuras 4.70 a 4.87. Hay unos pocos años (2000, 2001, 2006 y 2017) en que la captura ocurre de manera relativamente regular durante la temporada mientras que en la mayor parte de los años la captura se concentra en unas pocas semanas al principio, a la mitad o al final de la temporada. Es aparente que en muchas temporadas la flota deja descansar al stock por largos periodos antes de cosechar.

La Tabla 4.20 muestra los modelos CatDyn seleccionados y los estimados de sus parámetros. La mortalidad natural anual varía entre 0,038 y 0,415, con un promedio inter-anual de 0,123. Los estimados más bajos son muy imprecisos mientras que los más altos son más precisos. Entre los estimados más precisos la mortalidad natural anual varía entre 0,057 y 0,415, con un promedio inter-anual de 0,194.

Respecto de las estimaciones de los parámetros de la operatividad pesquera (k , α , β), todos son estimados con gran precisión excepto el escalamiento en la temporada 2014. Se observa que la tasa de captura es proporcional al esfuerzo mientras que respecto de la abundancia puede ser proporcional o puede ser hiper-estable, dependiendo de la temporada.

El modelo Pella-Tomlinson fue ajustado con datos de desembarques desde 2000 hasta 2017 debido a que la inclusión de la serie completa 1976 a 2017 provocaba fallos en el ajuste del modelo. Esto a su vez se debió a los altísimos desembarques registrados entre 1978 y 1992. En cualquier caso, incluir o no toda la serie de desembarques no tiene relevancia para el manejo actual del recurso.

El modelo de excedente productivo fue estimado con los datos de la Tabla 4.21, específicamente con los datos de las columnas biomasa inicial del CatDyn, error estándar de la biomasa inicial del CatDyn, y los desembarques.

Los parámetros del modelo Pella-Tomlinson fueron estimados con buena precisión. El stock presenta una tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r) alta, y una simetría de la curva de producción (p) que corresponde a un stock cuya máxima productividad ocurre a biomasa menor que la mitad de la capacidad de carga (k) (Tabla 4.22).



La historia de abundancia y de explotación del stock según el modelo estimado de Pella-Tomlinson se muestra en la Figura 4.88. El stock sufrió sobre-pesca desde 2000 hasta 2008 y probablemente durante mucho tiempo más hacia el pasado, y se mantuvo muy deprimido hasta el 2012. A partir del 2013, debido a los bajos desembarques que comenzaron en 2012, el stock ha iniciado una robusta recuperación hasta el final de la serie de tiempo, y está en una trayectoria que se dirige a alcanzar la biomasa óptima que produce el máximo rendimiento sostenible, pero resulta claro también que el stock aún está lejos del nivel de abundancia que permite una extracción máxima y sustentable.

Para determinar cuándo alcanzará esta biomasa óptima, el stock fue proyectado bajo dos escenarios de desembarques: desembarques estables de 1000 toneladas y desembarques estables de 1200 toneladas. Ambos valores son típicos de los desembarques entre 2008 y 2017. Bajo el primer escenario la biomasa óptima se obtiene en 2024, mientras que bajo el segundo escenario la biomasa óptima se obtiene en 2025.

Una vez alcanzada la biomasa óptima (~21 mil toneladas) los resultados indican que los desembarques pueden ser como máximo 3300 toneladas de manera estable y sustentable.

- **Almeja de la X Región**

Este caso de estudio demuestra la importancia de realizar las evaluaciones de stock de recursos bentónicos a la escala espacial correcta. La Figura 4.89 muestra las biomazas iniciales estimadas por CatDyn y el mejor ajuste del modelo de producción excedente Pella-Tomlinson a esas biomazas iniciales del CatDyn y sus errores estándar. Como puede apreciarse en la figura, las biomazas iniciales obtenidas del CatDyn no tienen sentido desde el punto de vista del modelo Pella-Tomlinson y por esto, a diferencia del Caso de Estudio 2, la metodología del modelo jerárquico falla y no es capaz de obtener la historia de abundancia del stock.

La conclusión que se obtiene es que la metodología del modelo jerárquico es útil para el manejo científico de los stocks bentónicos tales como la almeja, pero debe ser aplicada a la escala espacial de las características topográficas relevantes, tales como una bahía o un golfo, no necesariamente un banco individual.



Tabla 4.1. Desembarque total y estimación de varado y barreteado de Huiro Negro (*L. berteroana*) para el periodo 2000-2017 en la III Región.

Año	III Región			Caldera			Chañaral			Huasco		
	Desemb Tot (t)	Varado (t)	Barret (t)	Desemb Tot (t)	Varado (t)	Barret (t)	Desemb Tot (t)	Varado (t)	Barret (t)	Desemb Tot (t)	Varado (t)	Barret (t)
2000	24225	24225	0	7900	7900	0	928	928	0	15397	15397	0
2001	46900	46900	0	9831	9831	0	1367	1367	0	35702	35702	0
2002	52943	52943	0	14222	14222	0	923	923	0	37798	37798	0
2003	59893	59893	0	12250	12250	0	499	499	0	47144	47144	0
2004	56386	56386	0	30220	30220	0	2707	2707	0	23459	23459	0
2005	86308	86308	0	15440	15440	0	4743	4743	0	66125	66125	0
2006	58083	58083	0	11961	11961	0	4982	4982	0	41140	41140	0
2007	46122	46122	0	7810	7810	0	6179	6179	0	32133	32133	0
2008	78923	53858	25066	15394	13704	1690	4832	2791	2041	58697	37362	21335
2009	96090	53858	42233	25673	13704	11969	21717	2791	18926	48700	37362	11338
2010	76853	53858	22996	13843	13704	139	8970	2791	6179	54040	37362	16678
2011	120046	53858	66189	14487	13704	783	18756	2791	15965	86803	37362	49441
2012	127666	53858	73809	28248	13704	14544	23105	2791	20314	76313	37362	38951
2013	190082	53858	136225	71784	13704	58080	37593	2791	34802	80705	37362	43343
2014	67019	31402	35617	24839	12055	12784	8970	1306	7664	33210	18371	14839
2015	71127	33327	37800	32159	15607	16552	8250	1202	7048	30718	16992	13726
2016	54848	25699	29149	25758	12501	13257	8236	1200	7036	20854	11536	9318
2017	76234	39356	36878	31937	21483	10454	16660	3779	12881	27637	16020	11616



Tabla 4.2. Proporción de alga barreteada 2008-2013 y desembarque promedio (t) 2000-2007 por región y puerto

	Proporción	Desembarque promedio (2000-2007)
III Región	53%	53858
Caldera	51%	13704
Chañaral	85%	2791
Huasco	45%	37362

Tabla 4.3. Desembarque, precio por tonelada e índice de abundancia de huiro negro.

Año	Desembarque Total (t)	Precio (US\$/ton)	Índice
2000	24225		
2001	46900		
2002	52943		
2003	59893		
2004	56386	386	146,1
2005	86308	446	193,4
2006	58083	523	111,1
2007	46122	564	81,7
2008	78923	770	102,5
2009	96090	849	113,2
2010	76853	842	91,3
2011	120046	917	130,9
2012	127666	1032	123,7
2013	190082	1458	130,4
2014	67019	1557	43,0
2015	71127	990	71,9
2016	54848	1131	48,5
2017	38748		



Tabla 4.4. Configuración de los modelos de análisis utilizados para cada uno de los escenarios evaluados. Para Huasco, el índice basado en el precio (f-precio) se calculó de manera particular, mientras que para el resto de los casos se consideró el índice global de la región (S1 y S9).

Escenario	Puerto	Índice abundancia	Steepness (h)
S1	Todos	f-precio	Fijo 0,8
S2	Todos	Densidad	Fijo 0,8
S4	Caldera	Densidad	Fijo 0,8
S5	Huasco	f-precio	Fijo 0,8
S6	Huasco	Densidad	Fijo 0,8
S8	Chañaral	Densidad	Fijo 0,8
S9	Todos	f-precio	Estimado $h \sim N(0,8; 0,5)$
S13	Huasco	f-precio	Estimado $h \sim N(0,8; 0,5)$
S17	Caldera	f-precio	Fijo 0,8
S18	Caldera	f-precio	Estimado $h \sim N(0,8; 0,5)$
S19	Chañaral	f-precio	Fijo 0,8
S20	Chañaral	ton/US\$	Estimado $h \sim N(0,8; 0,5)$

Tabla 4.5. Series de datos empleados en la evaluación de stock de los recursos juliana, almeja y Huepo (Fuente: Mardones com pers).

Especie	L_{∞} (mm)	k	L_0 (mm)	M	Edades	L50ms (mm)
Juliana	41,15	0,27	23	0,40	2-10	<20
Almeja	96,50	0,13	35	0,28	1-12	39
Huepo	220,0	0,16	80	0,21	2-12	104

Tabla 4.6. Series de años con datos empleados en la evaluación de stock de los recursos juliana, almeja y Huepo (Fuente: IFOP).

Especie	Capturas	Índice de abundancia	Composiciones de tallas
Juliana	2000-2017	Densidad local: 2008; 2013; 2015-2016	2010-2016
Almeja	1967-2016	CPUE: 1996-2016	1986-1989; 1994; 1996-2016
Huepo	1989-2017	CPUE: 1996-2017	1996-2017



Tabla 4.7. Detalles del modelo MESTOCKL

Procesos	Ecuación
<p>Sobrevivencia a es la edad y t es el año. A es la edad</p>	$N_{(A,t)} = N_{(a-1,t-1)} S_{(a-1,t-1)}$ $N_{(A,t)} = N_{(a-1,t)} S_{(a-1,t-1)} + N_{(A,t-1)} S_{(A,t-1)}$ $S_{(a,t)} = \exp(-Z_{(a,t)})$
<p>Mortalidad total $F_{(t)}$ es el efecto anual o mortalidad por pesca de completo reclutamiento. M es la mortalidad natural anual y Ψ la selectividad</p>	$Z_{(a,t)} = M + F_t \Psi_a$
<p>Selectividad Donde $A50$ es la edad al 50% de retención y s el parámetro de dispersión</p>	$\Psi_{(a,t)} = \begin{cases} \exp\left[-\left(\frac{(a-A50)^2}{2s_1^2}\right)\right] & a \leq A50 \\ \exp\left[-\left(\frac{(a-A50)^2}{2s_2^2}\right)\right] & a > A50 \end{cases}$
<p>Población inicial (en equilibrio)</p>	$N_{(a,t)} = R_{(0)} e^{\sum_{i=1}^{a-1} Z_{(i,0)}}$ $N_{(A,t)} = N_{(A,t=1)} / (1 - e^{-Z_{(A,0)}})$ $BD_0 = \sum_l (P_{(l,a)} N_{(a,t=1)}) w_l O_l$
<p>Reclutamiento anual $\sigma_R^2 = 0,6$ $h = 0,75$ (supuesto)</p>	$N_{(a=1,t>1)} = \frac{\alpha BD_{(t-1)}}{\beta + BD_{(t-1)}} e^{(\delta_t + 0,5\sigma_R^2)}$ $\alpha = \frac{(4hR_0)}{(5h-1)}; \beta = \frac{((1-h)BD_0)}{(5h-1)}$
<p>Capturas estimadas en edad y año</p>	$(C_{(a,t)}^{\wedge}) = \frac{F_{(a,t)}}{Z_{(a,t)}} N_{(a,t)} (1 - S_{(a,t)})$
<p>Probabilidad de la talla a la edad Donde: l es la talla, L_{∞} los parámetros de crecimiento (k anual), σ la desviación de la talla a la edad y cv el coeficiente de variación.</p>	$P_{(l,a)} = \int_{l_1}^{l_2} \exp\left(-\left(\frac{1}{2\sigma_a^2}\right)(l-L_a)^2\right) dl$ $L_a = L_{\infty}(1 - e^{-k}) + e^{-k} L_{(a-1)}$ $\sigma_a = \phi + cvL_a$



<p><u>Desembarques en peso</u> w_l es el peso teórico a la talla supuesto invariante entre años</p>	$(\hat{Y}_t) = \sum_l C_{(l,t)} w_l$
<p><u>Biomasa anual y desovante</u> O_l corresponde a la ojiva de madurez sexual a la talla. BD es la biomasa desovante</p>	$B_t = \sum_l (P_{(l,a)} N_{(a,t)}) w_l$ $BD_t = \sum_l (P_{(l,a)} [N_{(a,t)} e^{(0,91A_{(a,t)})}]) w_l O_l$
<p><u>Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)</u> q es la capturabilidad</p>	$(CPUE_t) = q [\sum_l P_{(l,a)} (N_{(a,t)} \psi_a e^{(-0,5Z_{(a,t)})})] w_l$
<p><u>Proporción de la captura a la talla</u></p>	$(p_{(l,t)}) = \frac{(P_{(l,a)} (\hat{C}_{(a,t)}))}{(\sum_l P_{(l,a)} (\hat{C}_{(a,t)}))}$
<p>Modelo de los Errores</p>	<p>-log-verosimilitud</p>
<p><u>índice de abundancia y desembarques</u> σ_l es la desviación estándar del índice o desembarques en escala logarítmica (logaritmo natural)</p>	$-(l(I)) = \frac{1}{(2\sigma_l^2)} \sum_t \left(\frac{(\log \hat{I}_t)}{(\log I_t)} \right) + cte$
<p><u>Proporción de la captura a la talla</u> Corresponde a las capturas a la talla o de edades, y n^a es el tamaño de muestra efectivo empleado para las edades y n^i para las tallas.</p>	$-l(p) = np_{(l,t)} \ln p_{(l,t)}$



Tabla 4.8. Detalles del modelo MODTALLASL. Modelo de los Procesos

Variable	Forma	Notación
Abundancia anual a la talla	$N_{(l,t)} = T_{(l,l')} (N_{(l,t-1)} \exp(-Z_{(l,t-1)})) + Pr_l R_t$	<p>$N_{(l,t-1)}$ corresponde al número de individuos de talla l, en el año t-1, $Z_{(l,t)}$ es mortalidad total para Individuos de talla l en el año t-1; $T_{(l,l')}$ es la matriz de transición de crecimiento anual entre la talla l y l'</p>
Crecimiento	$TT_{(l,l')} = \int_l^{l'} \left(\frac{((l'-l)^\alpha \exp(-\frac{l'-l}{\beta_p}))}{\beta_p} dl \right)$ $\alpha_l = \frac{\Delta_l}{\beta_p}$ $\overline{(\Delta_l)} = (L_\infty - l')(1 - e^{-k})$	<p>T representa la matriz de transición de crecimiento. Este se modela por una función gamma (Sullivan et al, 1990). El incremento en tallas entre períodos depende de los parámetros de crecimiento L_∞ y k.</p>
Reclutamiento	$Pr_l = R \int_l^{l+1} \left(\frac{1}{(2\pi\sigma^2)} \exp\left[-\frac{(l-\mu)^2}{(\sigma^2)}\right] \right) dl$ $\ln R \quad N(0, \sigma_R)$	<p>Pr_l es la distribución del reclutamiento anual (R) a la talla l</p>
Mortalidad	$F_{(l,t)} = s_l F_t$ $S_l = \left(1 - \exp\left[-\ln 19 \frac{(l - l_{(50\%)})}{(\Delta)}\right] \right)^{-1}$ $Z_{(l,t)} = F_{(l,t)} + M$	<p>S_l es la selectividad a la talla F_t. la mortalidad por pesca anual. $l_{(50\%)}$ = posición (longitud en que el 50% de los individuos están reclutados) Δ = dispersión (pendiente de la curva).</p>



Tabla 4.9. Detalles del modelo MODTALLASL. Modelo de las observaciones.

Variable	Forma	Notación
Captura comercial	$(\hat{Y}_t) = \sum_{(lmin)}^{(lmax)} N_{(l,t)} w_l \left(\frac{(s_{(l,t)} F_t (1 - \exp(-Z_{(l,t)})))}{(Z_{(l,t)})} \right)$	$N_{(l,t)}$: abundancia en la talla l , y año t . w_l : peso de un individuo de talla l $S_{(l,t)}$: patrón de explotación de la flota para individuos de talla l en el año t F_t mortalidad por pesca para individuos reclutados en el año t $Z_{(l,t)}$ mortalidad total para individuos reclutados de talla l en el año t .
CPUE	$(CPUE_t) = q \left[\sum_{lmin}^{lmax} (S_{(l,t)} N_{(l,t)} w_l \frac{(1 - \exp(-Z_{(l,t)}))}{(Z_{(l,t)})} \right]$	q coeficiente de capturabilidad
Estructura de tallas en las capturas	$C_{(l,t)} = N_{(l,t)} \frac{(F_{(l,t)} (1 - \exp(-Z_{(l,t)})))}{(Z_{(l,t)})}$	$C_{(l,t)}$ captura de los individuos de talla l , en el año t

Tabla 4.10. Detalles del modelo MODTALLASL. Modelo de los errores.

Variable	Log verosimilitud	Notación
Proporción de tallas de la captura	$L = -n \sum_l \sum_t p_{(l,t)} * \ln(p_{(l,t)})$ $p_{(l,t)} = \frac{C_{(l,t)}}{\sum_l C_{(l,t)}}$	$p_{(l,t)}$: proporción a la talla l y año t . $C_{(l,t)}$: Captura predicha a la talla l y año t . n : tamaño de muestra
Desembarques históricos	$L = -\left(\frac{0,5}{\sigma_y^2}\right) \sum_t \left(\ln \frac{Y_t}{\hat{Y}_t}\right)^2$	Y_t : captura estimada en el año t \hat{Y}_t : captura predicho para el año t
CPUE	$L = -\left(\frac{0,5}{\sigma_{cpue}^2}\right) \sum_t \ln \left(\frac{CPUE_t}{CPUE_t}\right)^2$	$CPUE_t$: Captura por unidad de esfuerzo estandarizada. $(CPUE_t)$: Captura por unidad de esfuerzo predicha.
Función objetivo	$\min \sum_i L_i$	



Tabla 4.11. Factores de ponderación empleados para la información de entrada al modelo de evaluación por recurso.

Recurso	sd(logCPUE)	sd(logC)	nm(P.Tallas)
Juliana	0,30	0,05	50
Almeja	0,20	0,05	75
Huepo	0,15	0,05	70

Tabla 4.12. Principales parámetros que condicionaron los escenarios de análisis según modelo empleado para la evaluación de los recursos almeja, juliana y huepo.

	Escenario	MestockL			ModtallasLL			
		M	h	σR	M	h	sr	σR
Juliana	s1	0,4	0,75	0,6	0,4	0,75	fijo	0,6
	s2	0,6	0,75	0,6	0,6	0,75	fijo	0,6
	s3	estimado	0,75	0,6	0,4	0,75	estimado	0,6
	s4	0,4	0,50	0,6	0,4	0,50	fijo	0,6
	s5	0,4	0,75	1,0	0,4	0,75	fijo	1,0
Almeja	s1	0,28	0,75	0,6	0,28	0,75	fijo	0,6
	s2	0,42	0,75	0,6	0,42	0,75	fijo	0,6
	s3	estimado	0,75	0,6	0,28	0,75	estimado	0,6
	s4	0,28	0,50	0,6	0,28	0,50	fijo	0,6
	s5	0,28	0,75	1,0	0,28	0,75	fijo	1,0
Huepo	s1	0,21	0,75	0,6	0,21	0,75	fijo	0,6
	s2	0,32	0,75	0,6	0,32	0,75	fijo	0,6
	s3	estimado	0,75	0,6	0,21	0,75	estimado	0,6
	s4	0,21	0,50	0,6	0,21	0,50	fijo	0,6
	s5	0,21	0,75	1,0	0,21	0,75	fijo	1,0



Tabla 4.13. Parámetros poblacionales obtenidos para los escenarios de análisis. La última columna indica el valor del negativo de la log-verosimilitud.

Escenario	Puerto	h	Bo	RMS	Brms	Frms	B/Bo	B/Brms	F/Frms	Brms/Bo	LL
S1	Todos	0,800	428704,0	66667,4	85740,9	0,778	0,552	2,760	0,102	0,200	5,556
S2	Todos	0,800	280933,0	43687,7	56186,6	0,778	0,222	1,111	0,386	0,200	-
S4	Caldera	0,800	79445,4	12354,5	15889,1	0,778	0,222	1,111	0,398	0,200	-
S5	Huasco	0,800	162227,0	25227,8	32445,4	0,778	0,479	2,397	0,089	0,200	9,475
S6	Huasco	0,800	125870,0	19573,9	25174,0	0,778	0,222	1,111	0,248	0,200	-
S8	Chañaral	0,800	72031,8	11201,6	14406,4	0,778	0,222	1,111	0,574	0,200	-
S9	Todos	0,223	569990,0	5124,6	275109,0	0,019	0,387	0,801	0,109	0,483	5,094
S13	Huasco	0,223	216839,0	1949,1	104659,0	0,019	0,238	0,494	0,134	0,483	6,437
S17	Caldera	0,800	96275,8	14971,8	19255,2	0,778	0,411	2,055	0,177	0,200	5,470
S18	Caldera	0,232	110889,0	1364,9	52811,7	0,026	0,208	0,437	9,149	0,476	4,338
S19	Chañaral	0,800	89558,7	13927,2	17911,7	0,778	0,453	2,265	0,227	0,200	7,830
S20	Chañaral	0,223	116465,0	1046,9	56212,9	0,019	0,223	0,462	14,775	0,483	5,616



Tabla 4.14. Resumen de variables poblacionales y puntos de referencia de juliana, almeja y huego estimados por medio del modelo MESTOCKL para diferentes escenarios de análisis. LL es el negativo de la log-verosimilitud.

Recurso	Escenario	BD0	R0	BDmsy	BD/BD0	BD2017	F2017	LL	LL-min(LL)
Juliana	s1	24859	628	9943	0,29	7291	1,88	814	3,06
	s2	22737	1197	9095	0,49	11077	1,69	814	2,88
	s3	24061	727	9624	0,34	8115	1,80	814	2,94
	s4	26404	667	10562	0,21	5443	2,62	814	3,02
	s5	21672	422	8669	0,18	3835	2,72	811	0,00
Almeja	s1	68588	388	27435	0,40	27120	0,88	5427	15,11
	s2	62495	814	24998	0,60	37779	0,83	5419	7,06
	s3	62953	995	25181	0,66	41295	0,83	5418	6,49
	s4	83163	529	33265	0,27	22733	0,71	5449	37,51
	s5	64803	363	25921	0,47	30485	0,83	5412	0,00
Huego	s1	24233	121	9693	0,14	3456	0,43	5595	15,08
	s2	18635	208	7454	0,26	4808	0,34	5582	2,27
	s3	16353	304	6541	0,35	5786	0,29	5580	0,00
	s4	26649	136	10659	0,11	3053	0,41	5611	30,65
	s5	19982	99	7993	0,16	3216	0,40	5581	1,11

BDmsy = 40%BD0



Tabla 4.15. Resumen de variables poblacionales y puntos de referencia de juliana, almeja y huego estimados por medio del modelo MODTALLASLL para diferentes escenarios de análisis. LL es el negativo de la log-verosimilitud.

Recurso	Escenario	BD0	R0	BDmsy	BD/BD0	BD2017	F2017	LL	LL-min(LL)
Juliana	s1	20005	453	8002	0,28	5571	1,38	821	3,16
	s2	16550	785	6620	0,44	7250	1,34	821	2,62
	s3	19952	452	7981	0,27	5448	1,48	820	2,25
	s4	22410	489	8964	0,18	3944	1,80	822	3,61
	s5	13287	307	5315	0,32	4283	2,01	818	0,00
Almeja	s1	56461	409	22585	0,59	33136	0,51	5428	13,18
	s2	64136	1077	25655	0,79	50542	0,39	5418	3,31
	s3	52497	216	20999	0,55	28998	0,58	5415	0,00
	s4	61312	421	24,525	0,53	32239	0,51	5431	16,29
	s5	36497	262	14599	0,94	34262	0,53	5418	2,95
Huego	s1	16871	71	6748	0,27	4487	0,39	5581	14,27
	s2	14747	169	5899	0,39	5728	0,30	5573	6,31
	s3	17372	68	6949	0,27	4630	0,37	5577	10,34
	s4	19002	59	7601	0,21	4008	0,42	5587	19,81
	s5	11291	52	4516	0,38	4295	0,37	5567	0,00

Tabla 4.16. Resumen de variables poblacionales y puntos de referencia de juliana estimadas por medio del modelo MODACT para diferentes escenarios de análisis. LL es el negativo de la log-verosimilitud.

Escenario	Años prom	-LL	Ro	% BPRo(F=Fcr)	Fcr	F40%	F20%
S1	7	1190	1969	28%	1,423	0,615	3,775
S2	6	1176	1728	29%	1,507	0,635	4,095
S3	5	1169	2117	29%	1,702	0,685	2,155
S4	4	1177	2167	29%	1,507	0,635	4,095
S5	3	1199	2073	29%	1,283	0,605	3,985
S6	2	1196	2189	31%	1,125	0,615	4,595



Tabla 4.17. Modelos de depleción generalizados seleccionados entre 72 o más para cada año de datos de la pesca de huego del Golfo de Arauco y sus estimados para los parámetros. SE = error estándar.

Temporada	Modelo	Verosimilitud	Optimizador	M (l/semana)	SE(M) (l/semana)	N0 (10 ⁶)	SE(N0)(10 ⁶)	P1 (10 ⁶)	SE(P1) (10 ⁶)	Timing P1	P2 (10 ⁶)	SE(P2) (10 ⁶)	Timing P2
1999-2000	2P	apnormal	CG	0.00730	0.004068	724.0	12.5	24.8	72.0	54	11.7	13.6	79
2000-2001	1P	apnormal	CG	0.00162	0.002894	581.3	114.4	399.4	140.8	66			
2001-2002	1P	apnormal	spg	0.00117	0.001934	320.2	5.1	1.6	6.6	56			
2002-2003	2P	apnormal	CG	0.00434	0.003606	234.7	14.7	48.6	16.1	55	52.6	23.4	71
2003-2004	2P	apnormal	CG	0.00438	0.003341	117.4	13.6	23.2	6.2	58	46.9	7.8	82
2004-2005	1P	apnormal	CG	0.00288	0.004931	337.9	98.2	219.0	81.9	63			
2005-2006	2P	apnormal	newuoa	0.01478	0.006705	34.4	1.1	2.6	2.0	66	8.5	2.2	90
2006-2007	2P	normal	spg	0.01297	0.009195	90.3	35.5	0.9	2.7	52	18.2	5.0	64
2007-2008	2P	apnormal	spg	0.00113	0.006066	22.6	5.1	14.3	4.0	53	13.8	2.4	62
2008-2009	4P	apnormal	CG	0.00491	0.004506	78.5	9.1	37.6	37.0	49	126.1	75.9	57
2009-2010	1P	apnormal	CG	0.00165	0.001832	420.1	29.1	98.1	29.3	65			
2010-2011	1P	apnormal	bobyqa	0.00166	0.002239	116.0	3.4	31.9	6.9	67			
2011-2012	2P	apnormal	CG	0.02411	0.001182	152.2	17.7	65.8	6.4	53	1.6	13.6	64
2012-2013	1P	apnormal	CG	0.04432	0.007272	280.4	32.6	54.6	37.9	87			
2013-2014	1P	apnormal	CG	0.00478	0.003579	143.4	16.7	49.7	20.1	81			
2014-2015	1P	apnormal	CG	0.00220	0.003265	72.3	2.7	18.9	3.2	51			
2015-2016	2P	apnormal	CG	0.00954	0.002535	55.0	6.4	18.7	2.5	52	15.0	3.9	86
2016-2017	1P	apnormal	CG	0.00101	0.004068	80.6	1.9	18.5	2.3	54			

Temporada	Modelo	P3 (10 ⁶)	SE(P3) (10 ⁶)	Timing	P4 (10 ⁶)	SE(P4) (10 ⁶)	Timing P4	k (10 ⁻⁴)	SE(K) (10 ⁻⁴)	α	SE(α)	β	SE(β)
1999-2000	2P							9.27	0.796	1.1349	0.0091	0.4273	0.0046
2000-2001	1P							30.60	4.033	1.0501	0.0240	0.3819	0.0064
2001-2002	1P							7.41	1.361	0.8328	0.0191	0.9992	0.0536
2002-2003	2P							4.39	0.958	1.1248	0.0121	0.6590	0.0174
2003-2004	2P							10.00	1.219	1.0322	0.0236	0.7614	0.0423
2004-2005	1P							5.56	1.429	1.2484	0.0085	0.3684	0.0157
2005-2006	2P							2.73	0.411	0.9912	0.0477	1.5064	0.1325
2006-2007	2P							0.23	4.910	1.2727	0.0737	1.1621	0.3905
2007-2008	2P							3.91	6.532	1.1913	0.0273	0.7581	0.0407
2008-2009	4P	232.5	121.2	59	15.2	31.2	83	5.34	8.931	1.0719	0.0245	0.6597	0.0200
2009-2010	1P							8.32	1.686	1.1067	0.0080	0.5170	0.0089
2010-2011	1P							4.34	0.779	1.1967	0.0038	0.6306	0.0084
2011-2012	2P							10.70	1.053	1.0536	0.0241	0.6801	0.0365
2012-2013	1P							5.53	9.243	1.0912	0.0250	0.6028	0.0109
2013-2014	1P							6.43	10.746	0.9049	0.0530	0.9040	0.0605
2014-2015	1P							4.75	1.912	0.7611	0.0202	1.5407	0.0340
2015-2016	2P							2.92	0.388	1.1774	0.0269	0.8536	0.0458
2016-2017	1P							8.23	1.159	1.1585	0.0018	0.5561	0.0040



Tabla 4.18. Datos de entrada y resultados de la estimación de biomásas por parte de CatDyn y del modelo de excedente productivo Pella-Tomlinson, stock de huego del Golfo de Arauco.

Año	Peso medio (kg)	SE(PM) (kg)	N0 – CatDyn (millones)	SE(N0) – CatDyn (millones)	Biomasa Inicial Anual CatDyn (ton)	SE(BIA) CatDyn (ton)	Biomasa Inicial Anual Pella-Tomlinson (ton)	SE(BIA) Pella-Tomlinson (ton)	Desembarques (ton)
1990							146420	944940	1298
1991							55676	15831	3155
1992							38316	9256.4	2626
1993							30783	6332.6	3734
1994							25320	4692.5	4582
1995							20902	3652.2	5543
1996							16751	2940	5031
1997							13969	2440.9	3411
1998							13193	2078.1	3471
1999							12432	1771.1	2009
2000	0.0528	0.0118	764947	64327			13193	1505.9	4730
2001	0.0567	0.0114	993219	274842			11173	1249.5	6493
2002	0.0389	0.0125	321867	6673	12530.0	4038.0	7515	1035.5	3160
2003	0.0466	0.0138	343894	49820	16013.2	5273.7	7100.9	913.91	3695
2004	0.0446	0.0177	197079	27368	8785.7	3689.1	6110.8	796.5	3785
2005	0.0430	0.0162	567880	199504	24422.2	12564.4	4902	704.65	3602
2006	0.0442	0.0206	52788	9412	2333.7	1164.2	3652.9	655.65	1250
2007	0.0508	0.0150	113063	44597	5745.2	2829.2	4432.6	674.14	2387
2008	0.0516	0.0194	50967	6987	2627.8	1051.5	4289.3	647.09	1777
2009	0.0490	0.0226	515890	238995	25256.2	16526.2	4719.8	624.14	2009
2010	0.0428	0.0143	521244	42314	22292.4	7662.6	5023	575.74	3006
2011	0.0433	0.0148	148998	9885	6457.2	2248.2	4395.9	510.93	2961
2012	0.0483	0.0125	230742	10589	11147.5	2930.1	3669.4	477.22	2725
2013	0.0451	0.0143	588184	311513	26517.0	16377.3	2979.1	498.22	1097
2014	0.0600	0.0202	201817	56285	12112.1	5301.1	3689.1	598.3	1312
2015	0.0546	0.0182	91437	4222	4991.7	1675.9	4417.7	729.01	1763
2016	0.0490	0.0163	96733	8917	4743.8	1631.7	4894.6	901.95	1177
2017	0.0586	0.0195	99177	1968	5808.2	1933.4	6068.9	1131.6	1226
2018							7412.7	1376	



Tabla 4.19. Estimados de los parámetros del modelo de excedente productivo Pella-Tomlinson del huego del Golfo de Arauco.

Parámetro	Estimado	Error Estándar	Biomasa (1990) (ton)	K (ton)	r(1/yr)	p
Biomasa (1990)(ton)	46420	94494	1			
K (ton)	25842	1410	0,0608	1		
r (1/yr)	2,178	0,099	0,0035	-0,0008	1	
p	1,117	0,016	-0,0591	-0,09537	-0,2995	1

Tabla 4.20. Modelos de depleción generalizados seleccionados entre 72 o más para cada año de datos de la pesca de almeja de la Bahía de Ancud y sus estimados para los parámetros. SE = error estándar.

Temporada	Modelo	Verosimilitud	Optimizador	M (1/semana)	SE(M) (1/semana)	N0 (10 ⁶)	SE(N0) (10 ⁶)	P1 (10 ⁶)	SE(P1) (10 ⁶)	Timing P1
2000	2P	apnormal	CG	0.00160	0.00238	34.09	6.33	18.59	4.28	16
2001	2P	apnormal	CG	0.00349	0.00471	142.07	21.29	56.44	13.87	25
2002	2P	apnormal	CG	0.00222	0.00281	59.58	21.29	17.52	2.97	11
2003	1P	apnormal	CG	0.00107	0.00042	39.92	21.29	24.51	10.99	19
2004	1P	apnormal	BFGS	0.00289	0.00145	251.26	6.88	65.04	14.59	43
2005	2P	apnormal	CG	0.00124	0.00153	194.32	112.58	26.11	14.62	19
2006	2P	apnormal	CG	0.00111	0.00233	187.70	5.52	57.34	16.03	18
2007	2P	apnormal	CG	0.00243	0.00393	90.05	52.17	30.68	3.47	16
2008	1P	aplnormal	Nelder-Mead	0.00782	0.00355	44.96	26.05	17.54	2.33	36
2009	2P	apnormal	CG	0.00283	0.00413	50.61	4.96	11.64	3.53	37
2010	2P	normal	CG	0.00109	0.00225	24.50	14.20	44.97	33.78	7
2011	2P	apnormal	CG	0.00160	0.00152	84.86	0.58	10.91	4.66	15
2012	1P	apnormal	CG	0.00224	0.00421	24.20	1.83	5.10	4.91	39
2013	1P	apnormal	CG	0.00368	0.00112	24.52	0.06	6.50	0.74	38
2014	1P	normal	CG	0.00073	0.00096	31.66	135.13	14.07	6.31	39
2015	1P	apnormal	CG	0.00191	0.00198	108.58	9.04	12.73	4.95	37
2016	2P	apnormal	CG	0.00102	0.00368	27.79	63.53	46.27	84.54	7
2017	1P	apnormal	CG	0.00284	0.00212	47.04	0.33	29.86	13.39	39

Temporada	Modelo	P2 (10 ⁶)	SE(P2) (10 ⁶)	Timing P2	k (10 ⁻⁶) (1/hora)	SE(k) (10 ⁻⁶) (1/hora)	α	SE(α)	β	SE(β)
2000	2P	13.04	3.64	42	3.13	1.91	1.2074	0.0519	0.9975	0.0529
2001	2P	56.52	17.40	43	8.20	5.01	0.9995	0.0322	0.8507	0.0747
2002	2P	4.81	3.88	27	5.58	3.40	0.9746	0.0299	1.1657	0.0618
2003	1P				7.42	4.53	1.0176	0.0314	1.0694	0.0431
2004	1P				0.39	0.01	1.3638	0.0042	0.7483	0.0246
2005	2P	48.26	16.97	46	10.82	0.10	0.9565	0.0293	0.7685	0.0407
2006	2P	57.75	14.30	39	7.57	0.10	1.0240	0.0314	0.7343	0.0389
2007	2P	38.67	11.03	47	6.11	3.73	0.9445	0.0594	1.0605	0.0921
2008	1P				18.00	10.99	1.0008	0.0208	0.9579	0.0376
2009	2P	7.29	3.71	44	5.82	0.07	1.1707	0.0476	0.9222	0.0518
2010	2P	51.25	55.62	31	51.00	31.14	1.2372	0.0462	0.2319	0.0123
2011	2P	9.78	4.65	46	3.62	0.05	1.1505	0.0353	0.9757	0.0517
2012	1P				87.66	0.73	1.1673	0.0051	0.4054	0.0083
2013	1P				3.88	0.05	1.0062	0.0090	1.5646	0.0830
2014	1P				59.35	353.53	1.0161	0.0312	0.5820	0.0309
2015	1P				3.05	0.14	0.9976	0.0572	1.0930	0.0663
2016	2P	25.86	12.49	26	263.16	160.67	0.9892	0.0303	0.1256	0.0067
2017	1P				3.96	0.04	1.1120	0.0295	1.0003	0.0530

Tabla 4.21. Datos de entrada y resultados de la estimación de biomásas por parte de CatDyn y del modelo de excedente productivo Pella-Tomlinson, stock de almeja en la Bahía de Ancud.

Año	Peso medio (kg)	SE(PM) (kg)	N0 – CatDyn (millones)	SE(N0) – CatDyn (millones)	Biomasa Inicial Anual CatDyn (ton)	SE(BIA) CatDyn (ton)	Biomasa Inicial Anual Pella-Tomlinson (ton)	SE(BIA) Pella-Tomlinson (ton)	Desembarques (ton)
1976									403
1977									2620
1978									8114
1979									11591
1980									10572
1981									10023
1982									9661
1983									10950
1984									14127
1985									16150
1986									21325
1987									20187
1988									18996
1989									18115
1990									10507
1991									12153
1992									8260
1993									3714
1994									1914
1995									3054
1996									4359
1997									1954
1998									7548
1999									1632
2000	0.11035	0.02786	67114	11292.8	7405.7	2247.1	9849.1	1372.8	1171
2001	0.06533	0.02329	269317	103180.0	17594.2	9207.1	11367	1227.4	6042
2002	0.05831	0.02547	82639	47049.0	4818.6	3457.9	8178.7	1019.7	1772
2003	0.07754	0.03749	64929	10278.0	5034.6	2561.3	8870.5	895.45	1791
2004	0.06626	0.02598	324890	13881.3	21528.7	8490.5	9642.6	734.64	7806
2005	0.07379	0.02864	272161	100019.6	20081.8	10733.6	4500.3	550.87	980
2006	0.10936	0.03277	306508	29175.0	33519.9	10537.6	5276.3	479.66	4485
2007	0.05293	0.01628	165299	44583.0	8748.9	3579.2	2726.5	369.03	2162
2008	0.05479	0.02063	68204	11354.5	3737.0	1538.6	1826.2	332.05	801
2009	0.09284	0.03526	71794	2957.2	6665.7	2546.0	1973.7	339.15	998
2010	0.05810	0.02194	122821	99709.9	7135.9	6389.1	1979.4	345.9	1150
2011	0.05600	0.01915	106556	7800.8	5966.8	2086.9	1835.1	366.62	976
2012	0.06665	0.02325	29765	7895.9	1983.8	869.5	1811.1	421	224
2013	0.08582	0.02889	31996	1108.5	2746.0	929.3	2529.9	518.17	114
2014	0.07173	0.02408	46132	137908.2	3309.3	9955.0	3613.5	640.7	205
2015	0.08185	0.02954	122245	8216.0	10005.9	3672.7	4934.1	797.59	838
2016	0.07817	0.02628	100945	181360.6	7891.1	14423.4	5954.6	1002.3	946
2017	0.07573	0.02355	80402	9169.6	6089.1	2016.9	7085.8	1271.3	868
2018							8505.5	1602.1	



Tabla 4.22. Estimados de los parámetros del modelo de excedente productivo Pella-Tomlinson de la almeja de la Bahía da Ancud

Parámetro	Estimado	Error Estándar	Biomasa (2000) (ton)	K (ton)	r(1/yr)	p
Biomasa (2000)(ton)	9849	1373	1			
K (ton)	54514	18339	-0,119	1		
r (1/yr)	3,243	0,669	-0,445	-0,792	1	
p	1,051	0,003	-0,003	-0,001	-0,268	1



Figura 4.1. Mapa de la zona de estudio III región de Atacama.

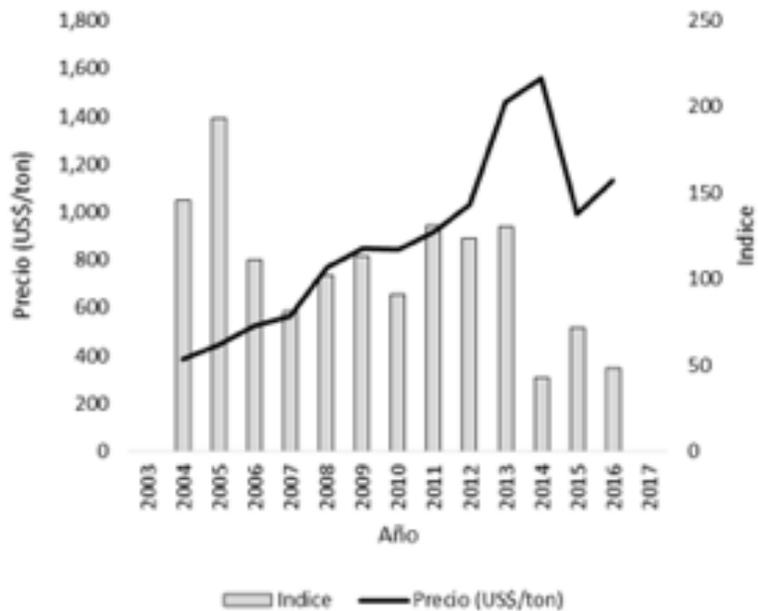


Figura 4.2. Precio por tonelada de Huiro Negro e índice de abundancia para la III Región.

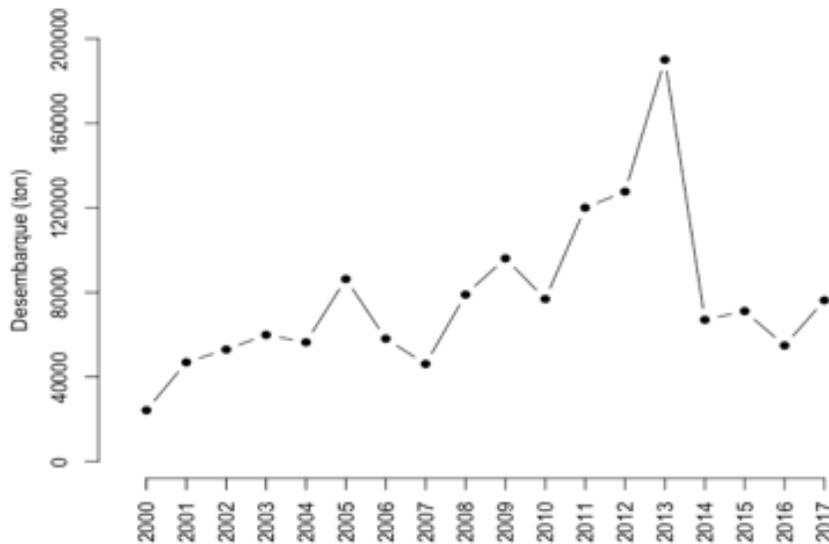


Figura 4.3. Desembarque de alga Huiro Negro (*Lessonia berteroana*) en la región de Atacama (fuente: Sernapesca).

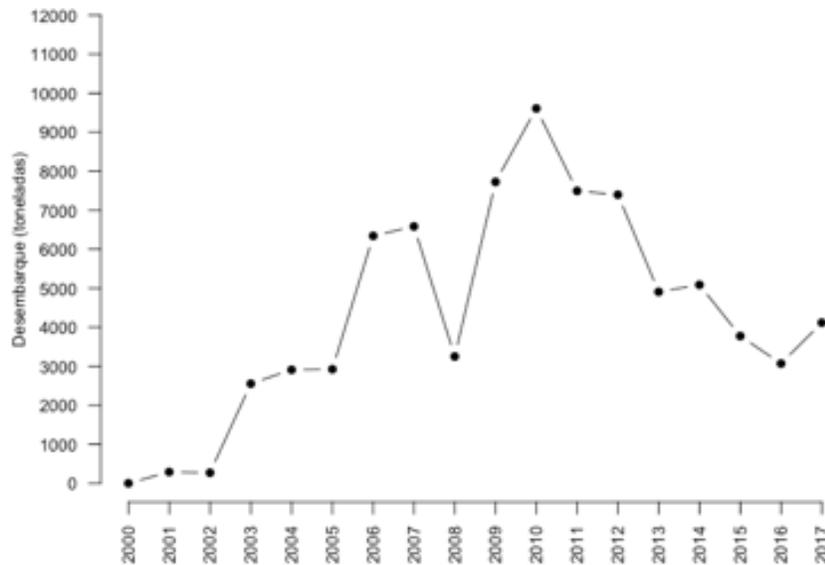


Figura 4.4. Desembarque anual de juliana (*Tawera gayi*) registrado en el puerto de Desembarque Castro, región de Los Lagos (fuente: Sernapesca).

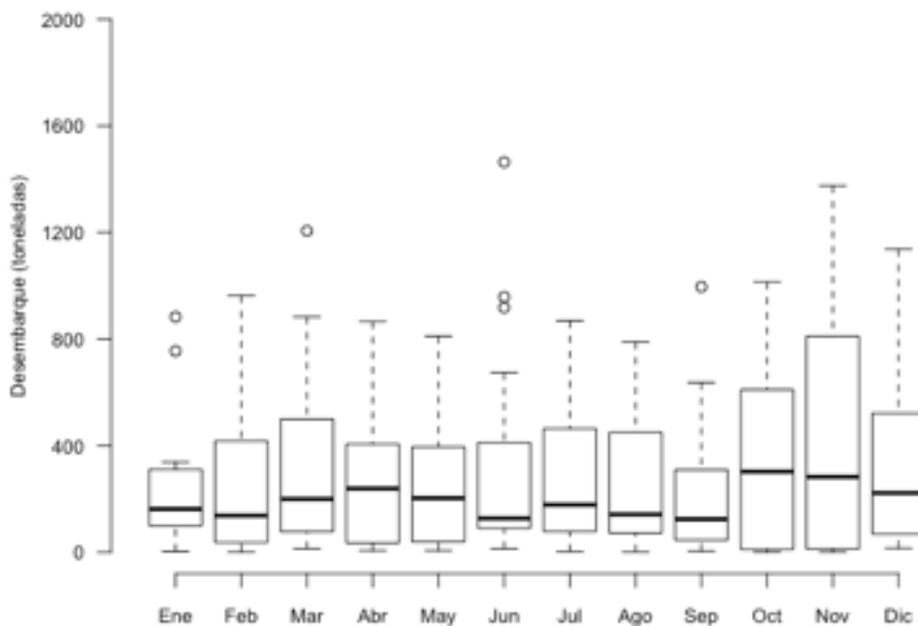


Figura 4.5. Distribución mensual del desembarque de juliana (*Tawera gayi*) registrado en puerto de Desembarque Castro, región de Los Lagos (fuente: Sernapesca).

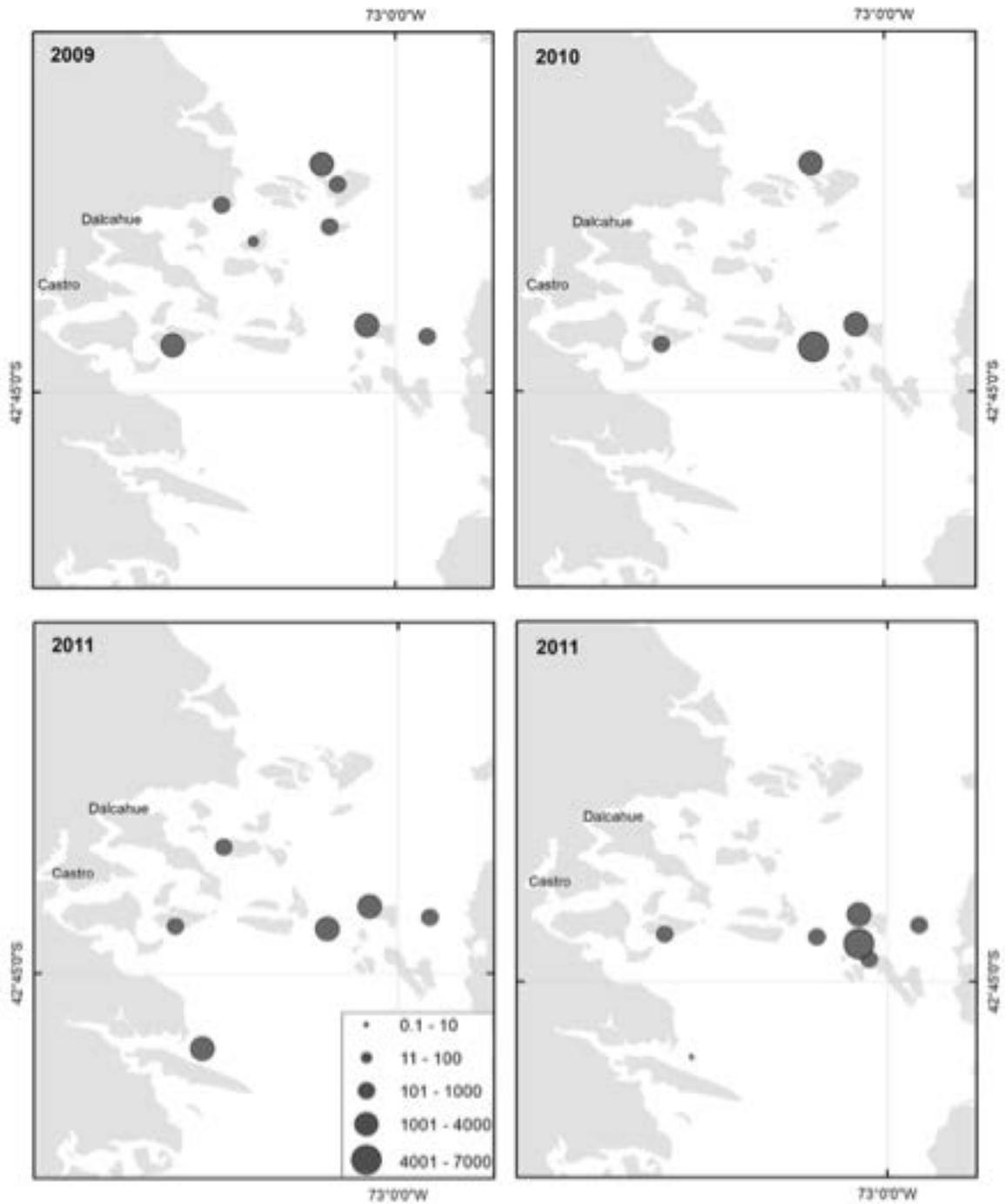


Figura 4.6. Distribución espacial de las capturas de pesca de juliana (*Tawera gayi*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2009 y 2011.

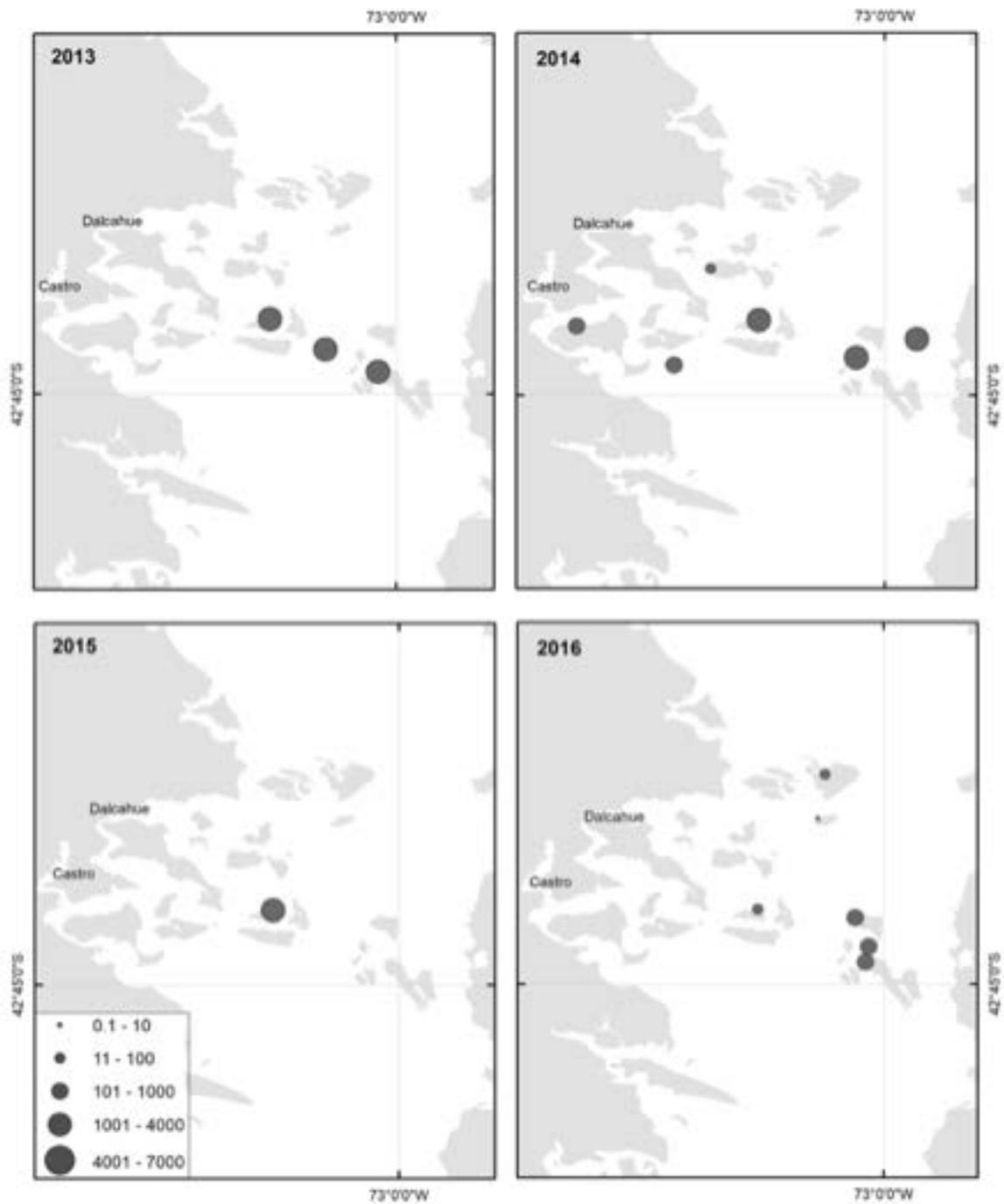


Figura 4.7. Distribución espacial de las capturas de pesca de juliana (*Tawera gayi*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2012 y 2016.

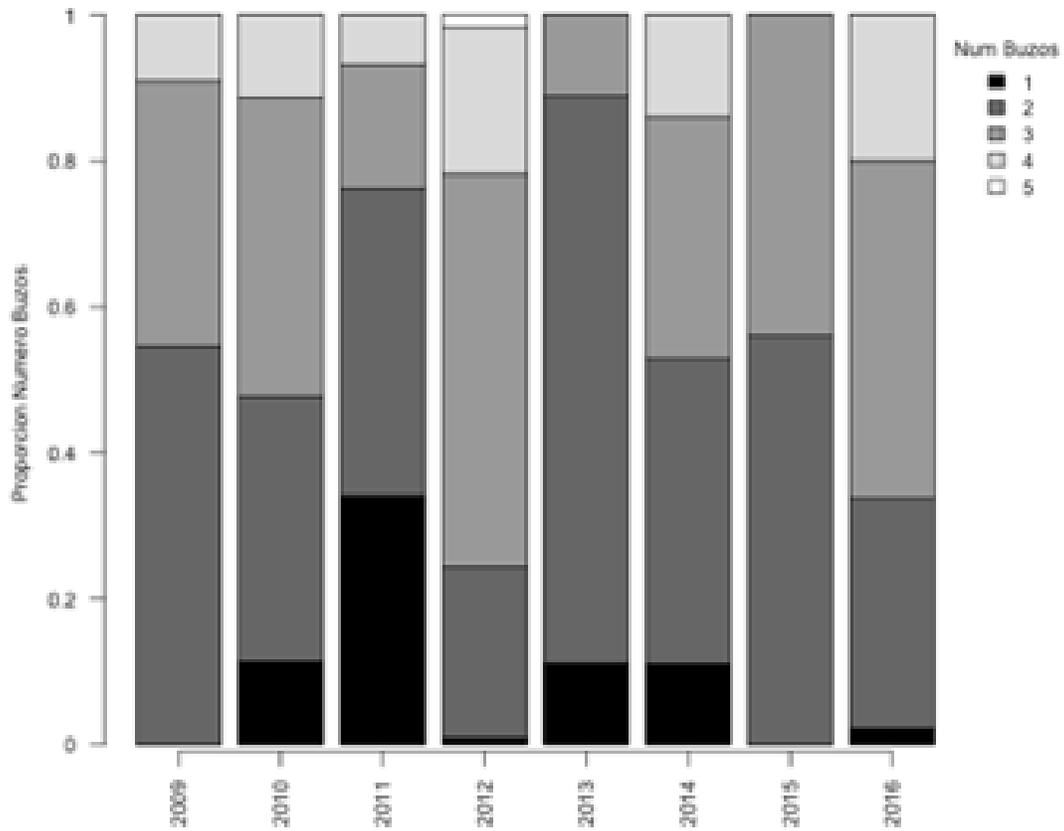


Figura 4.8. Proporción anual de buzos por embarcación en la pesquería de juliana (*Tawera gayi*) región de Los Lagos.



a)
b)

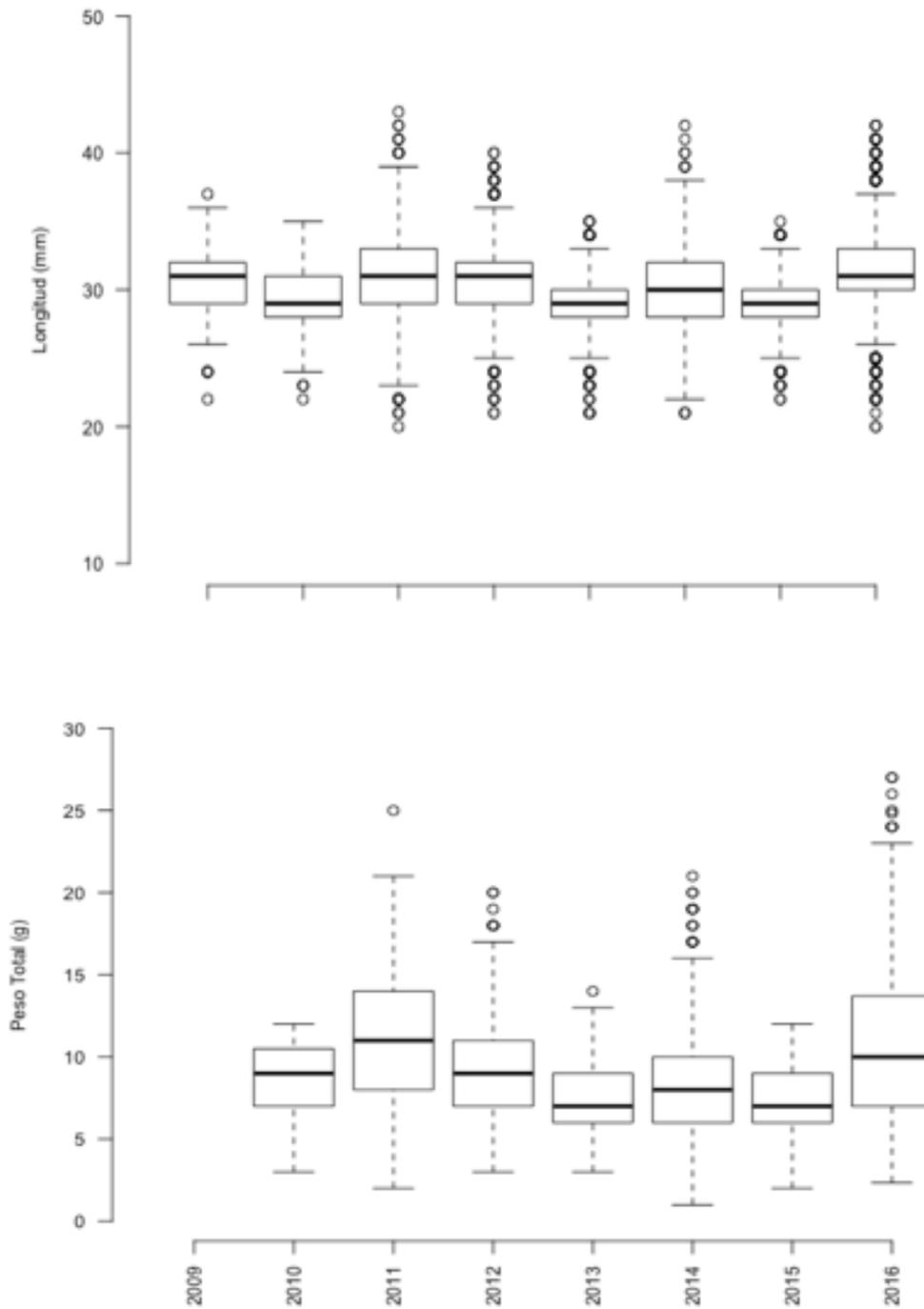


Figura 4.9. Distribución a) Longitud (mm), y b) peso total (gr) de ejemplares juliana (*Tawera gayi*) durante el muestreo de la captura realizado por IFOP, entre los años 2009 y 2016.

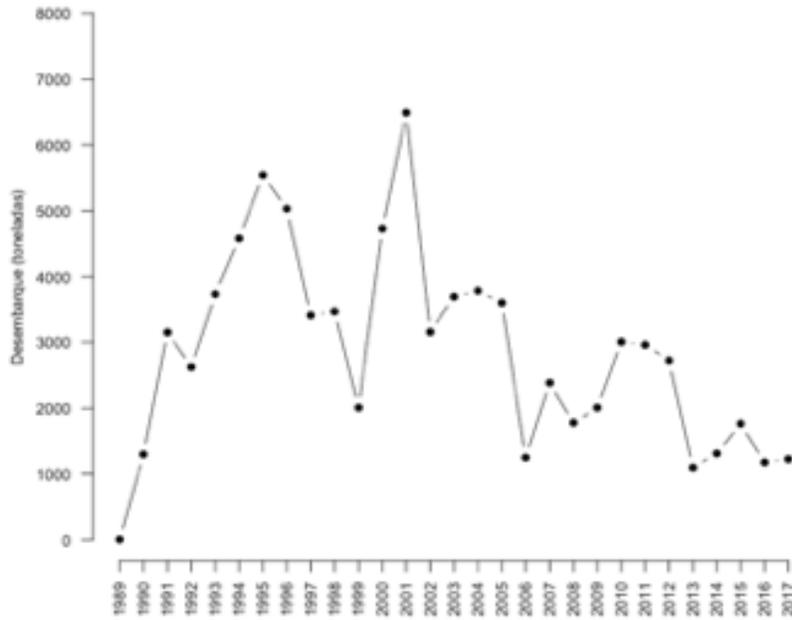


Figura 4.10. Desembarque anual de huego (*Ensis macha*) registrado en el puerto de Desembarque Coronel, región del Bio Bio(fuente: Sernapesca).

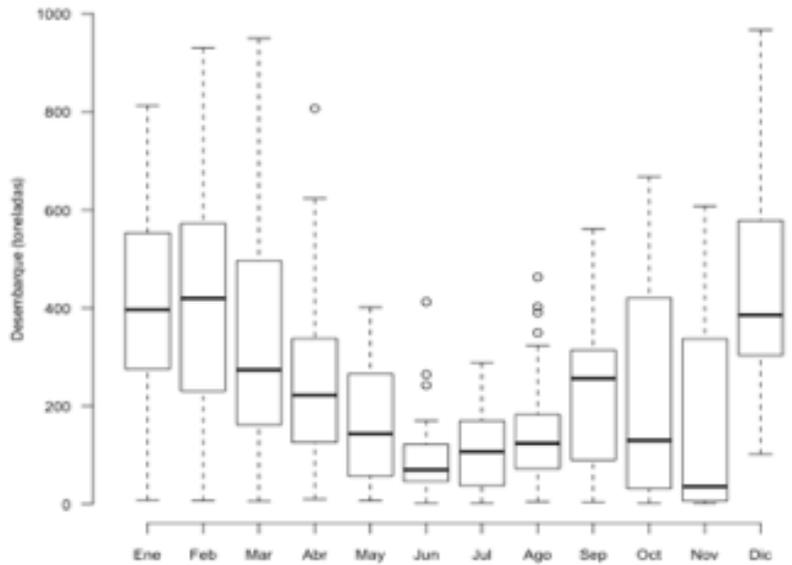


Figura 4.11. Distribución mensual del desembarque de huego (*Ensis macha*) registrado en puerto de Desembarque Coronel, región del Bio Bio (fuente: Sernapesca).

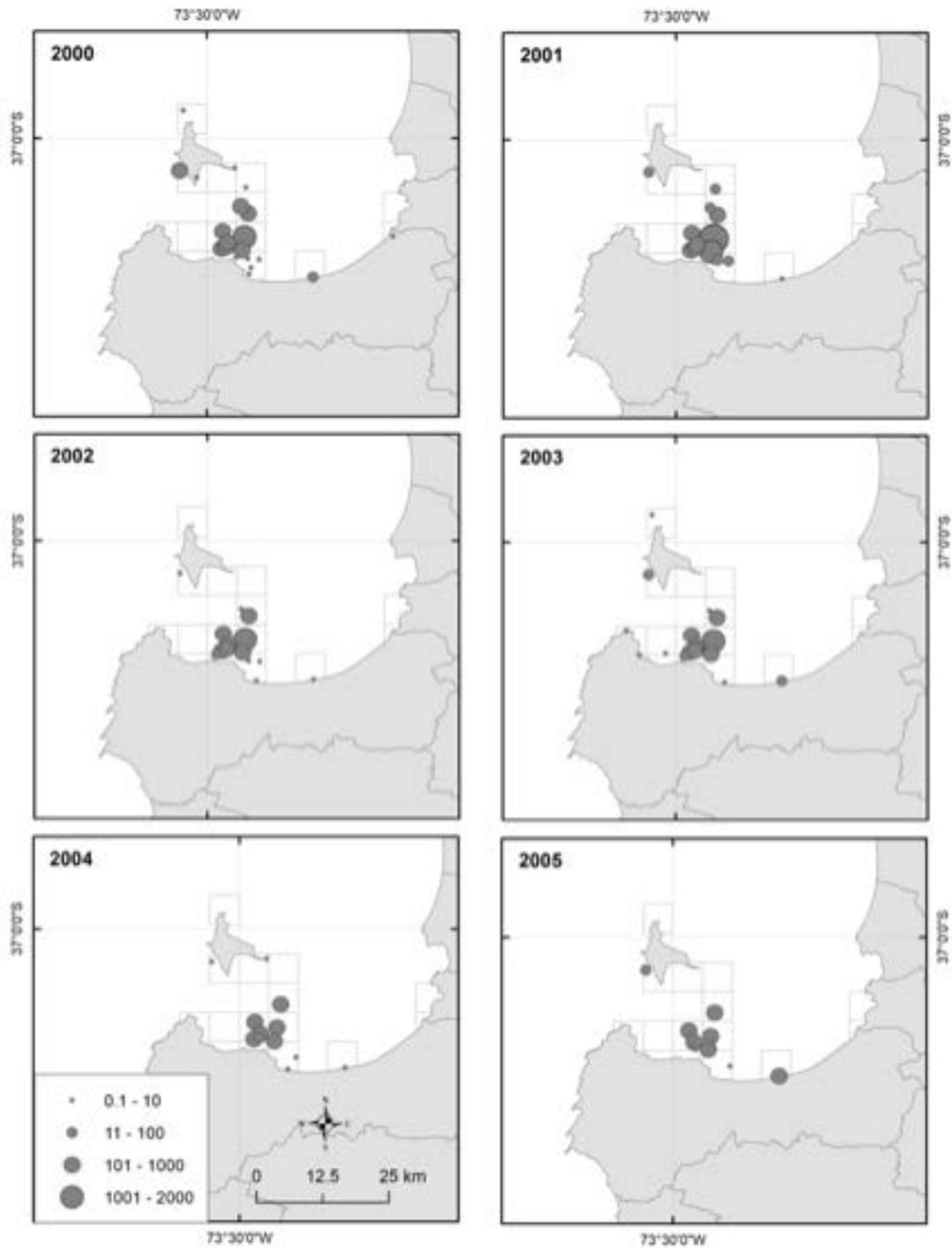


Figura 4.12. Distribución espacial de las capturas de pesca de huevo (*Ensis macha*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2000 y 2005 en el Golfo de Arauco.

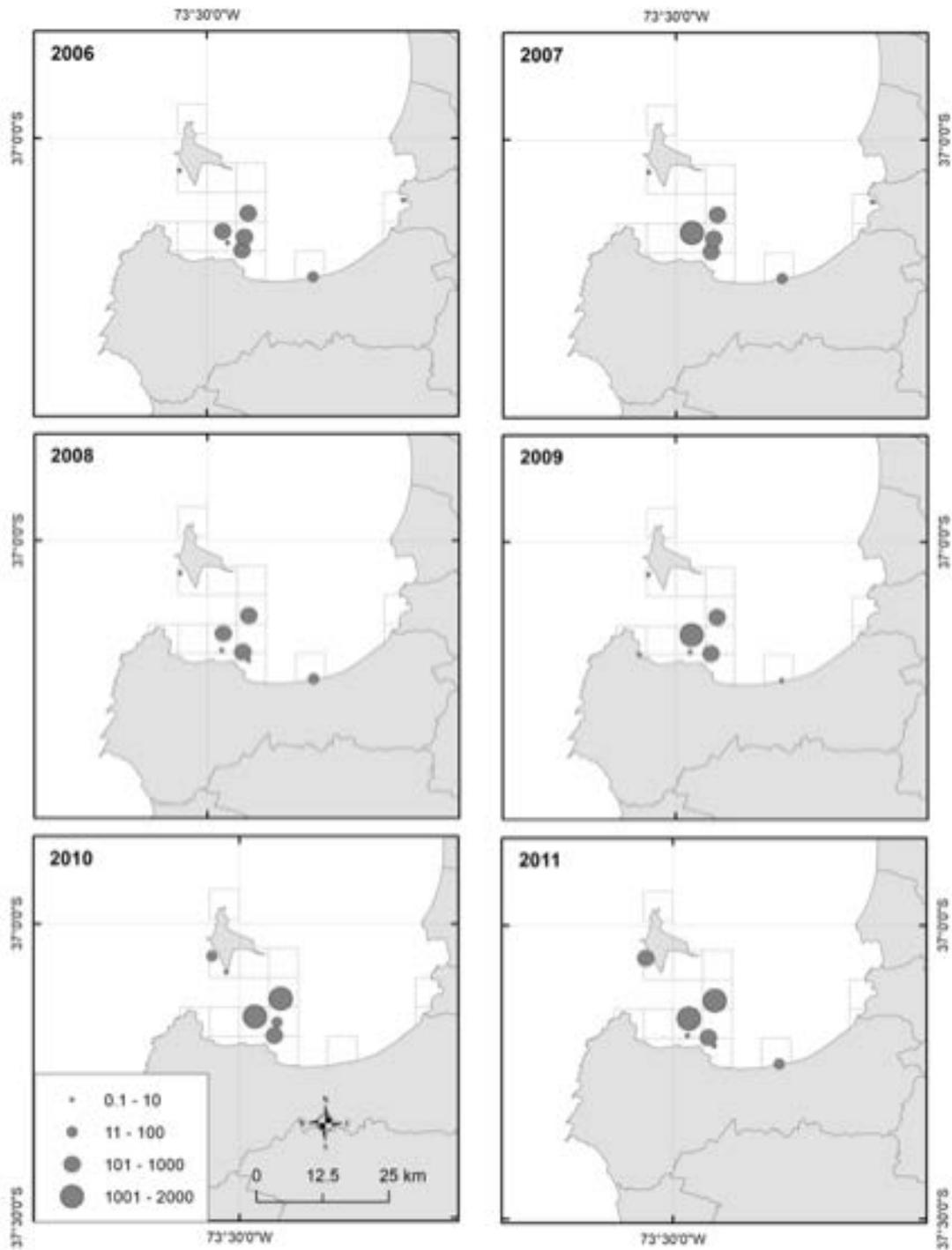


Figura 4.13. Distribución espacial de las capturas de pesca de huevo (*Ensis macha*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2006 y 2011 en el Golfo de Arauco.

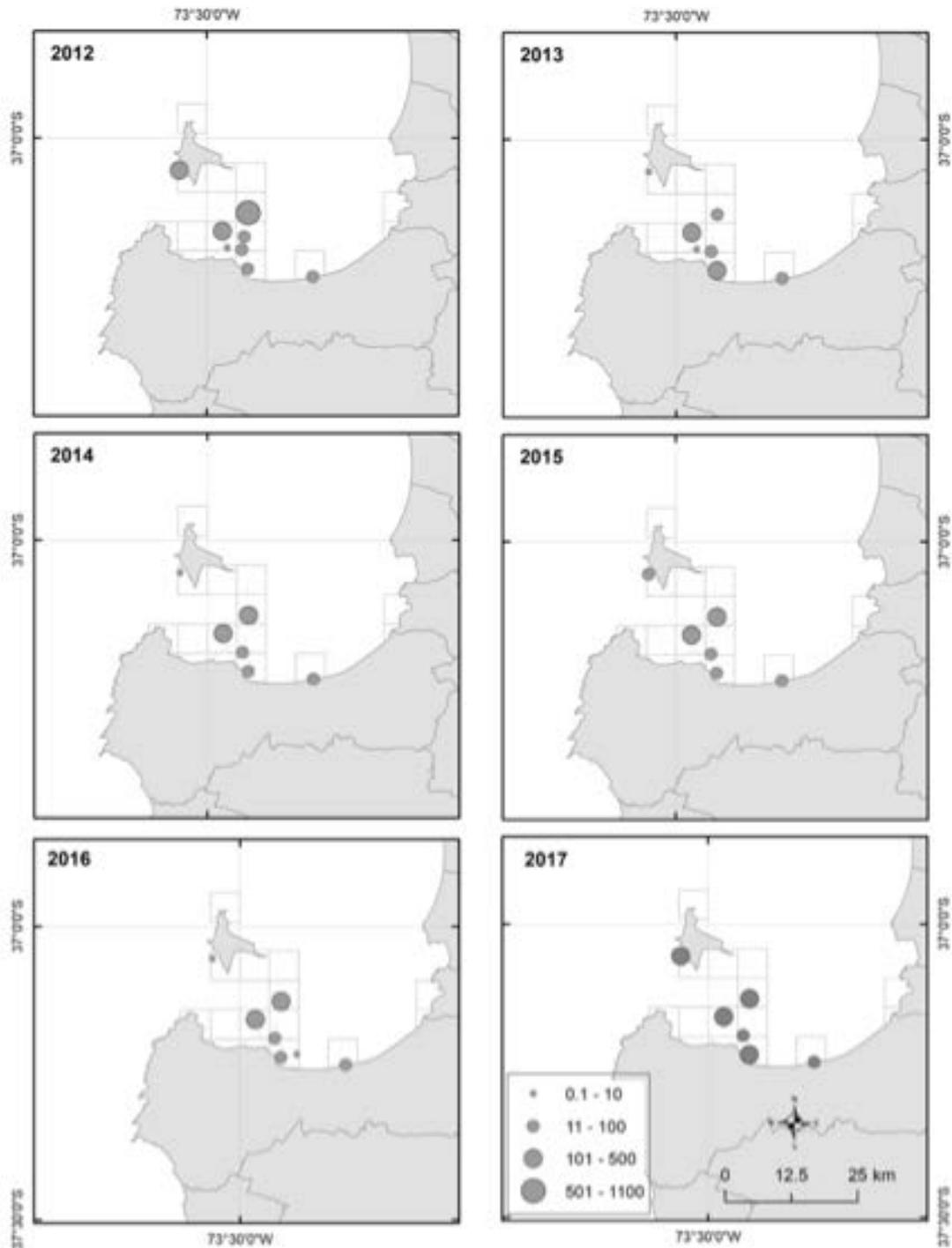


Figura 4.14. Distribución espacial de las capturas de pesca de huepo (*Ensis macha*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2012 y 2016 en el Golfo de Arauco.

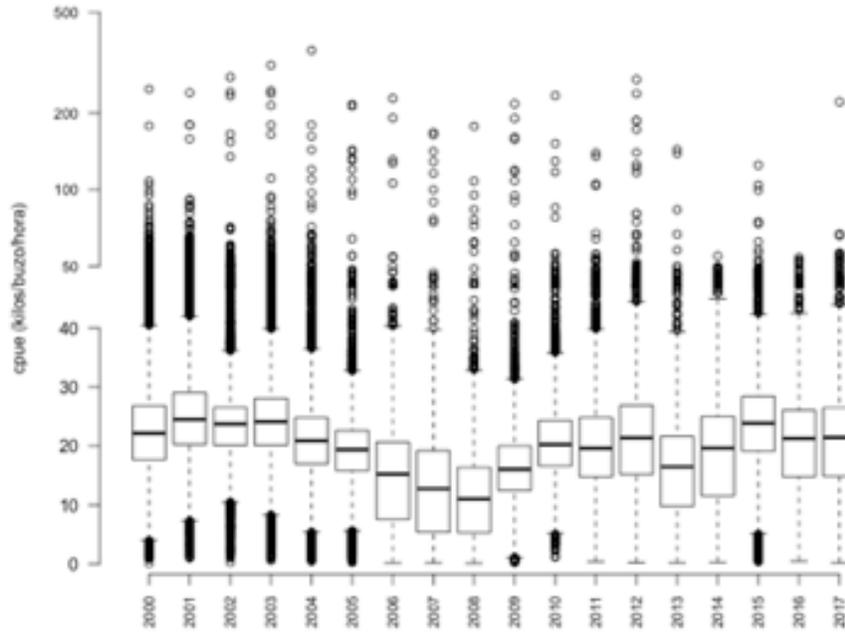


Figura 4.15. Distribución anual del índice captura por unidad de esfuerzo (kilos/buzo/hora) de la pesquería de huego (*Ensis macha*) en el Golfo de Arauco.

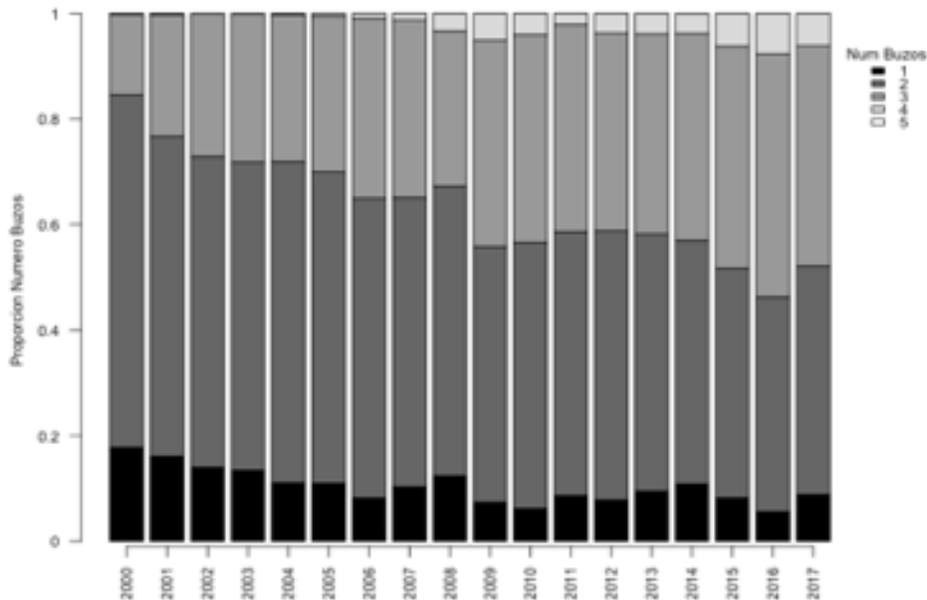


Figura 4.16. Proporción anual de buzos por embarcación en la pesquería de huego (*Ensis macha*) en el Golfo de Arauco.

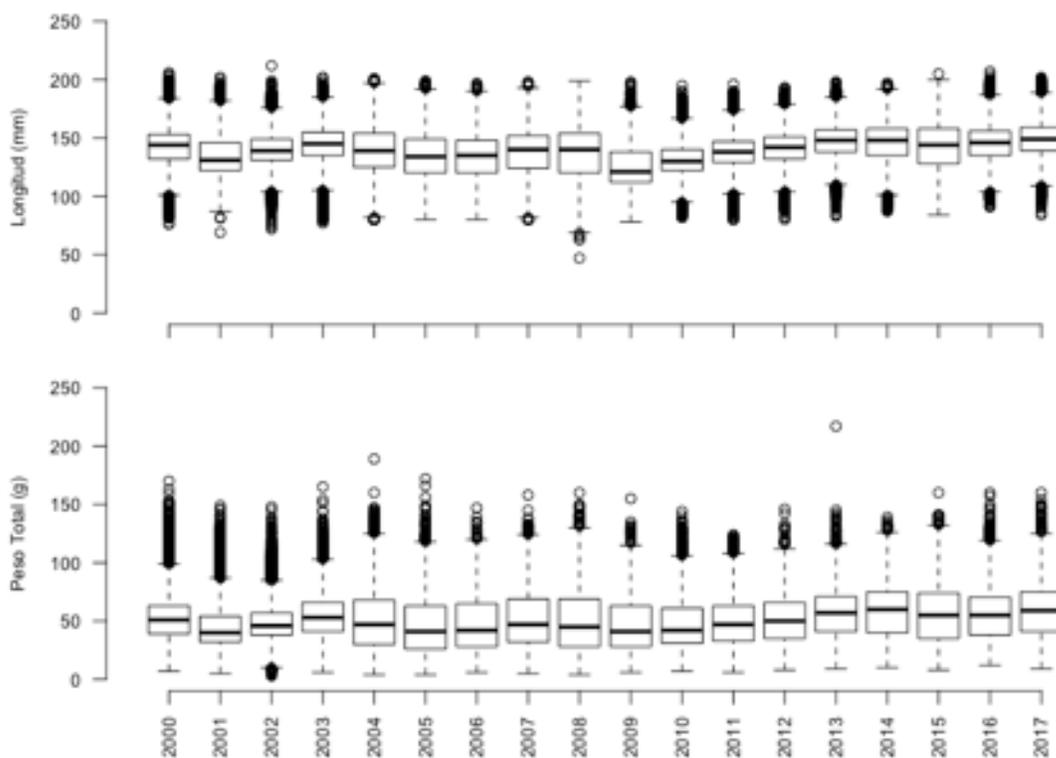


Figura 4.17. Distribución a) Longitud (mm), y b) peso total (gr) de ejemplares huepo (*Ensis macha*) durante el muestreo de la captura realizado por IFOP, entre los años 2000 y 2017.

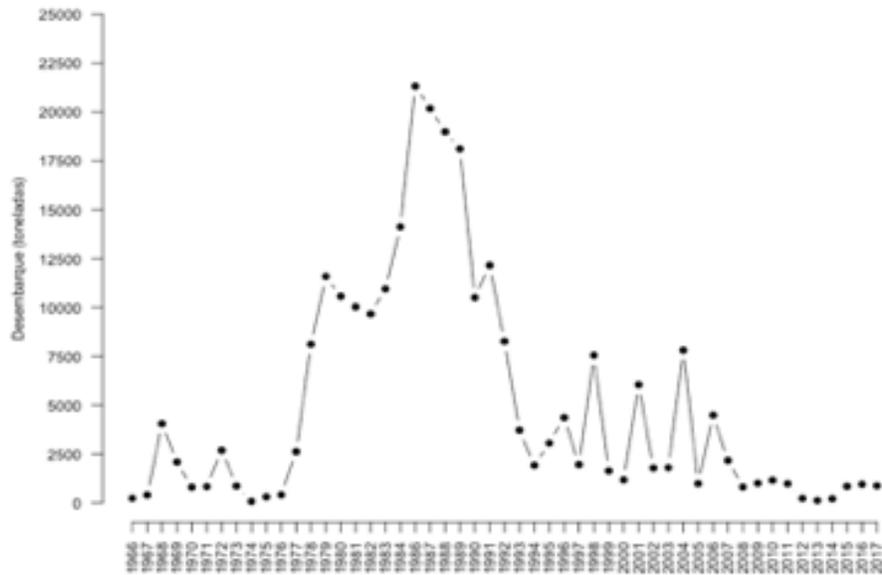


Figura 4.18. Desembarque anual de Almeja (*Ameghinomya antiqua*) registrado en el puerto de Desembarque Ancud, región de Los Lagos (fuente: Sernapesca).

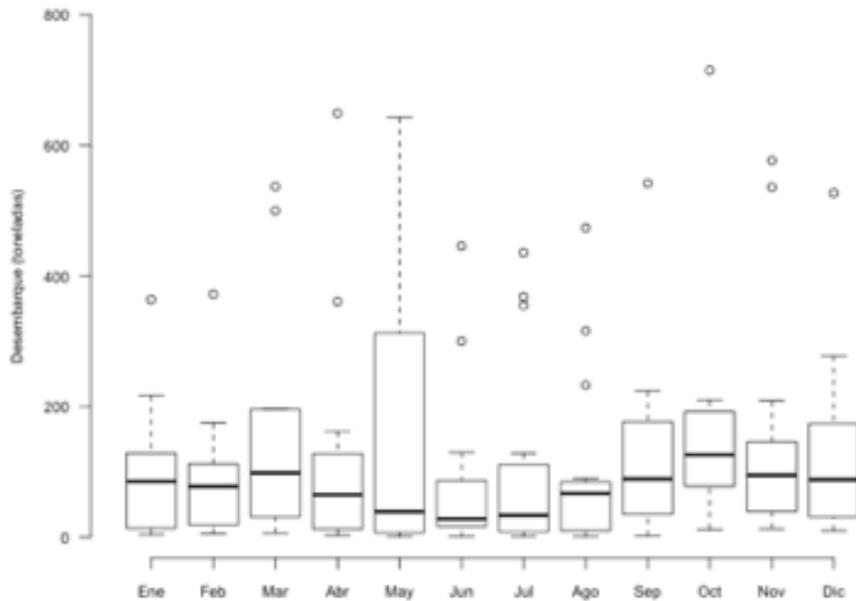


Figura 4.19. Distribución mensual del desembarque de almeja (*Ameghinomya antiqua*) registrado en puerto de Desembarque Ancud, región de Los Lagos (fuente: Sernapesca).

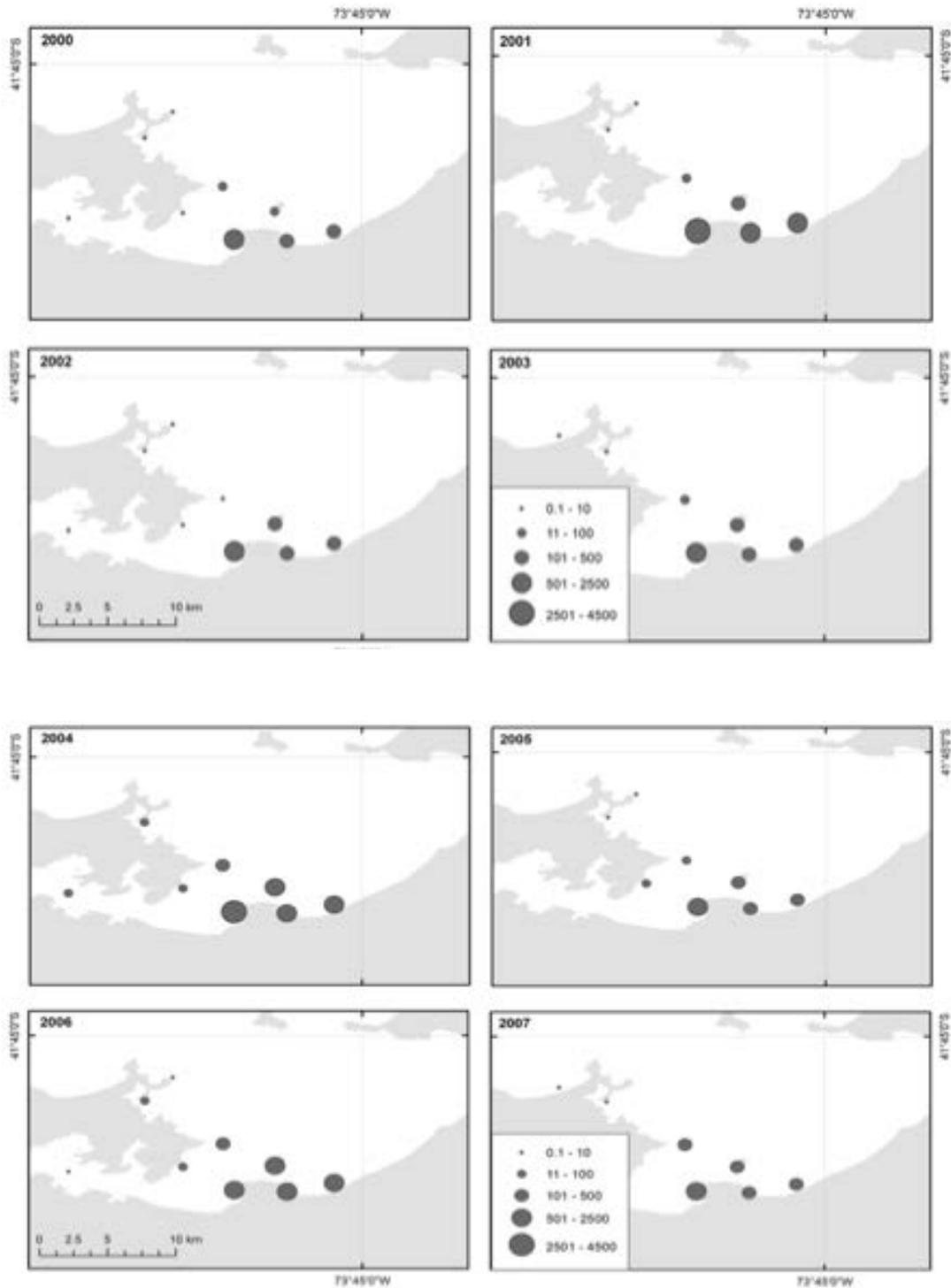


Figura 4.20. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (*Ameghinomya antiqua*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2000 y 2007 en la Bahía de Ancud.

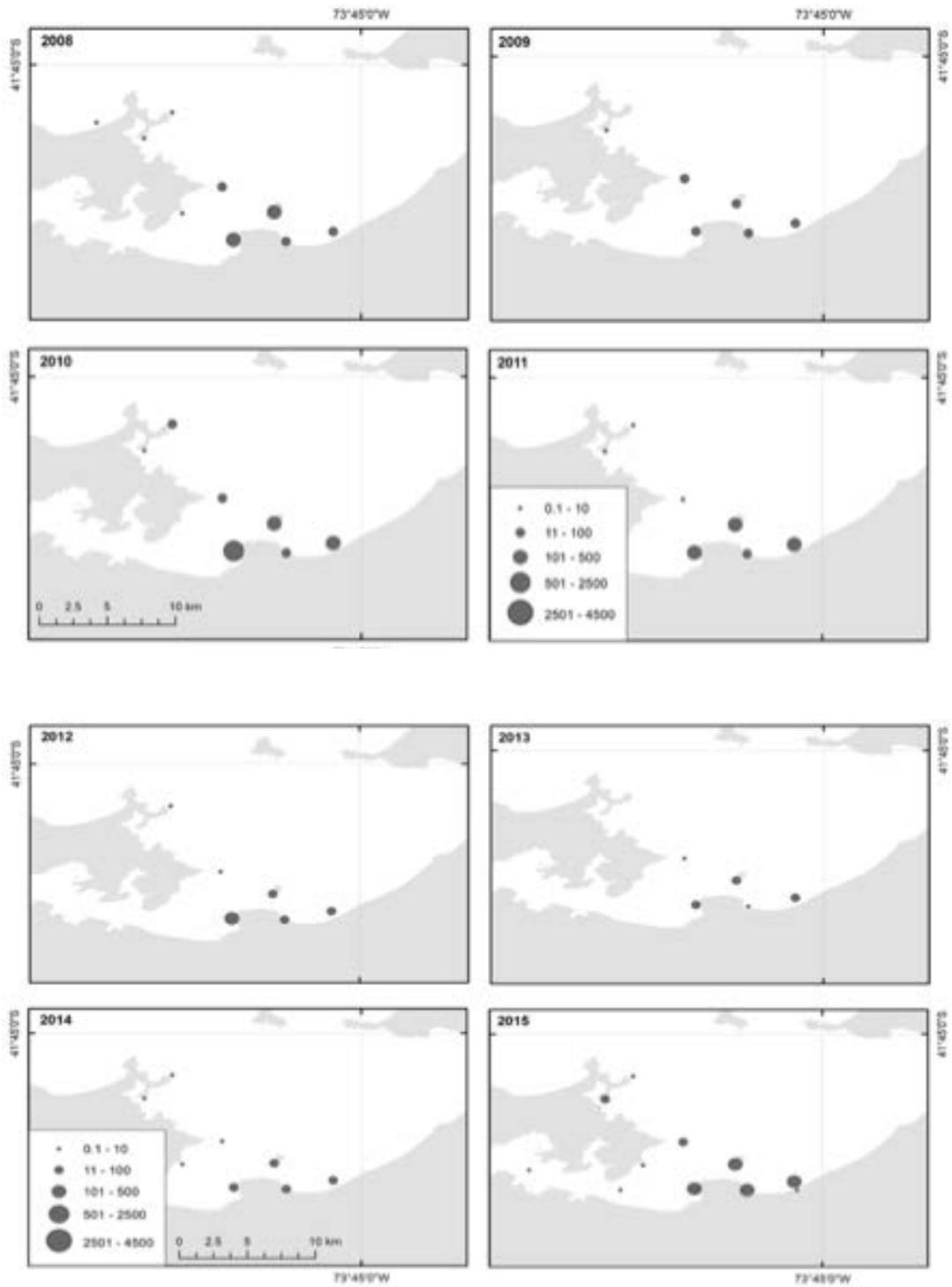


Figura 4.21. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (*Ameghinomya antiqua*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2008 y 2015 en la Bahía de Ancud.

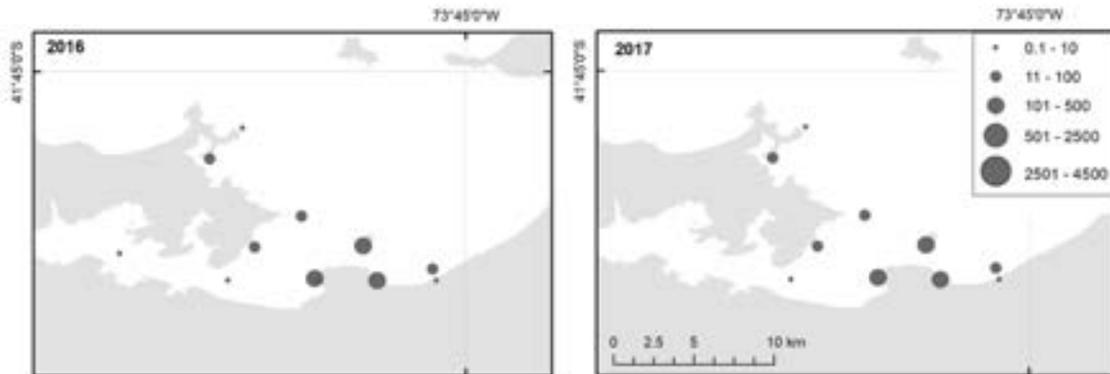


Figura 4.22. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (*Ameghinomya antiqua*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2016 y 2017 en la Bahía de Ancud.

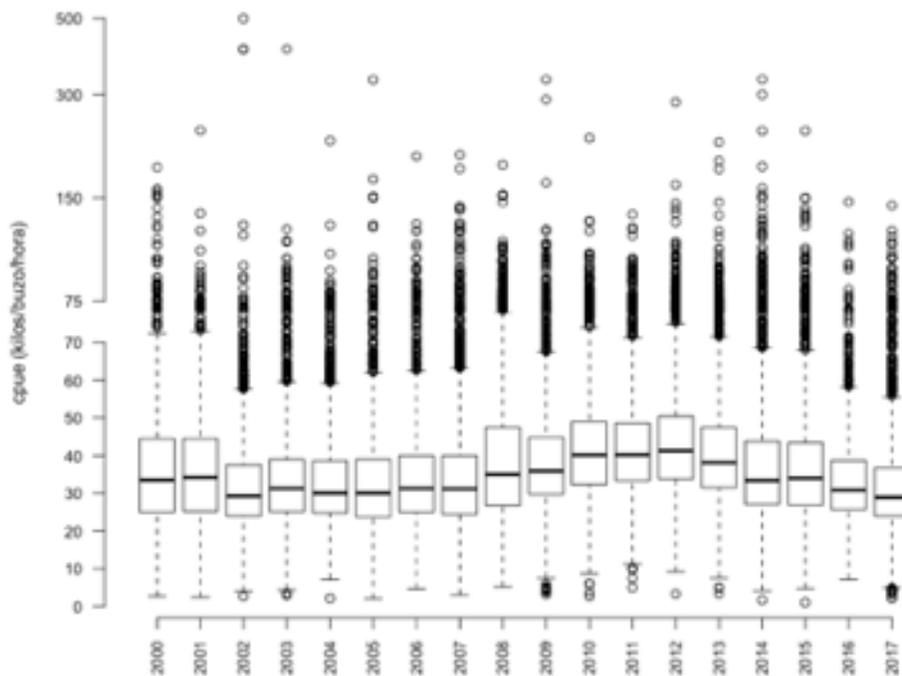


Figura 4.23. Distribución anual del índice captura por unidad de esfuerzo (kilos/buzo/hora) de la pesquería de almeja (*Ameghinomya antiqua*) en la Bahía de Ancud.

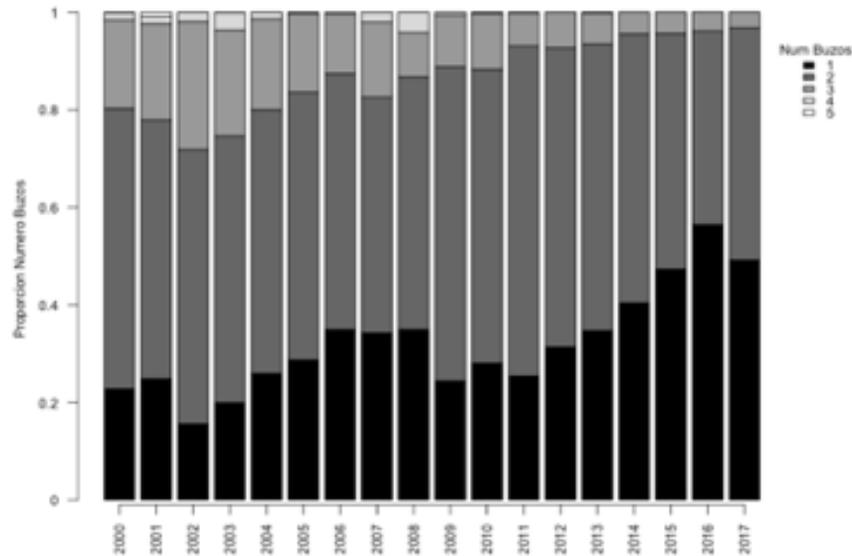


Figura 4.24. Proporción anual de buzos por embarcación en la pesquería de almeja (*Ameghinomya antiqua*) en la Bahía de Ancud.

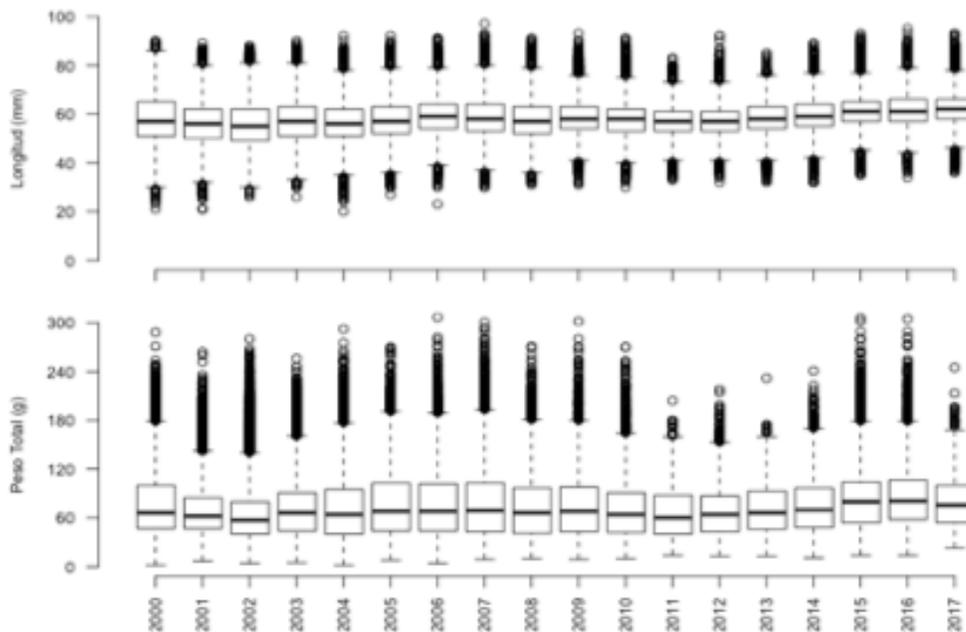


Figura 4.25. Distribución a) Longitud (mm), y b) peso total (gr) de ejemplares almeja (*Ameghinomya antiqua*) durante el muestreo de la captura realizado por IFOP, entre los años 2000 y 2017 en la Bahía de Ancud.

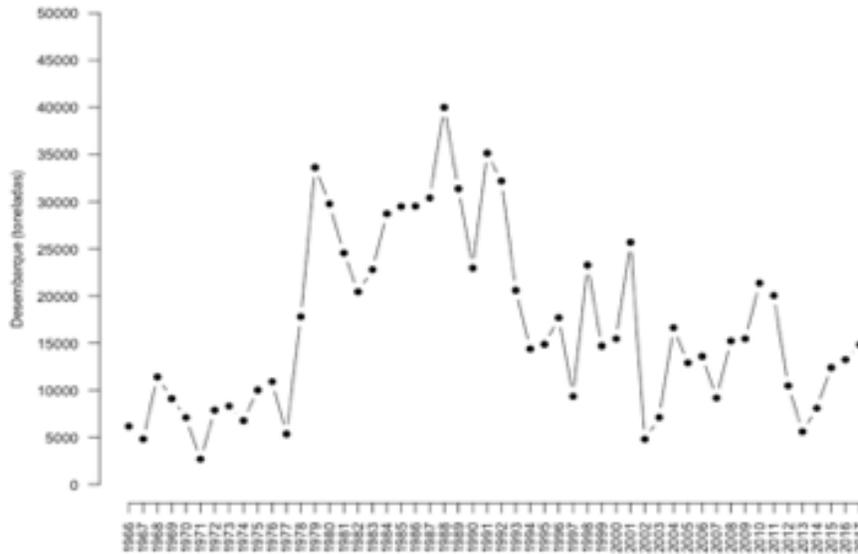


Figura 4.26. Desembarque anual de Almeja (*Ameghinomya antiqua*) registrado en la región de Los Lagos (fuente: Sernapesca).

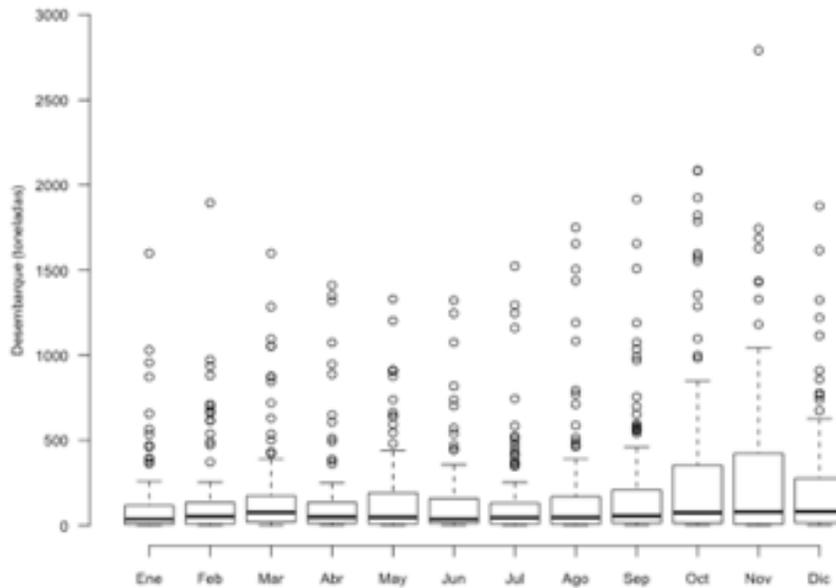


Figura 4.27. Distribución mensual del desembarque de almeja (*Ameghinomya antiqua*) registrado en la región de Los Lagos (fuente: Sernapesca).

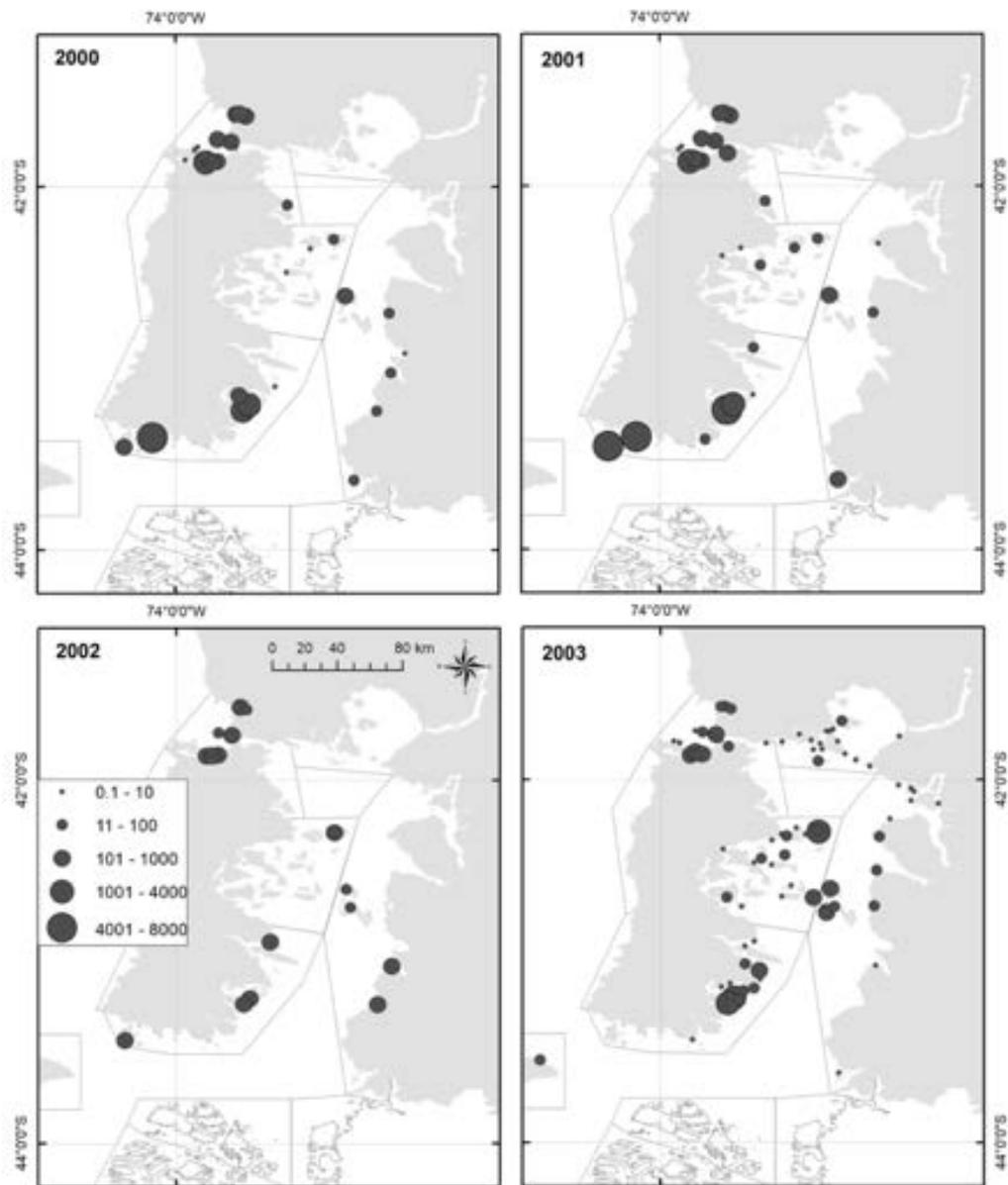


Figura 4.28. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (*Ameghinomya antiqua*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2000 y 2003 en la región de Los Lagos.

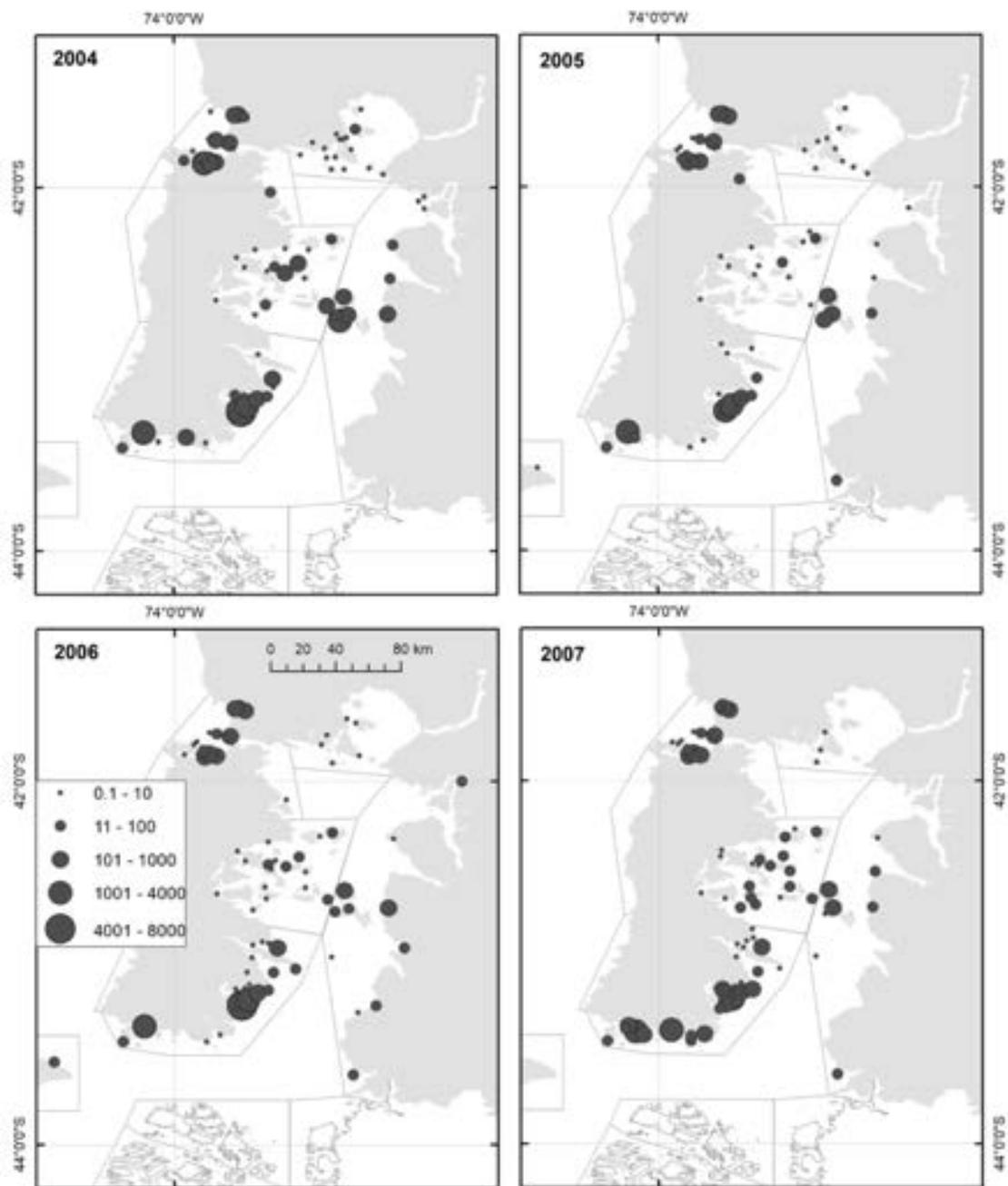


Figura 4.29. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (*Ameghinomya antiqua*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2004 y 2007 en la región de Los Lagos.

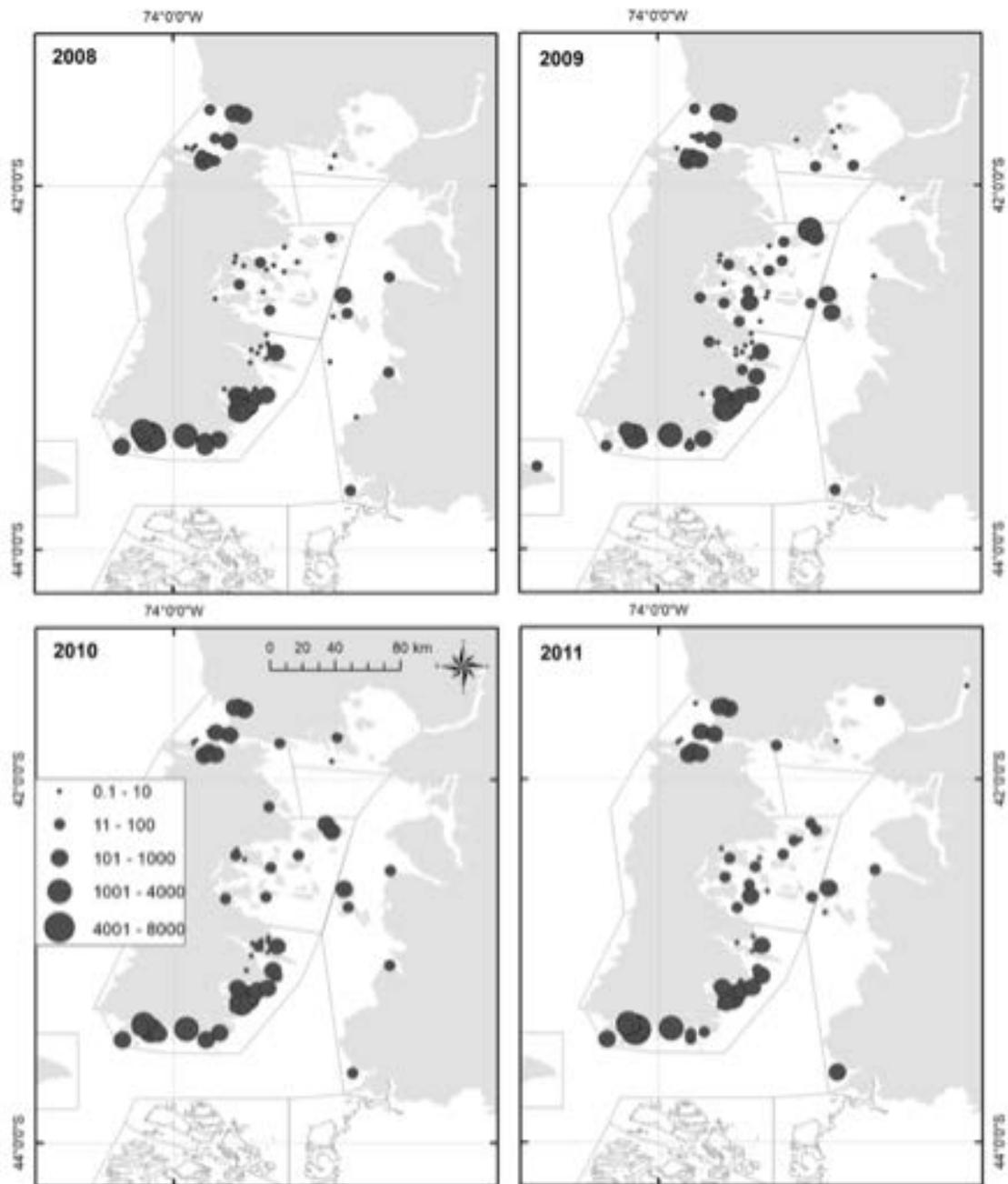


Figura 4.30. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (*Ameghinomya antiqua*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2008 y 2011 en la región de Los Lagos.

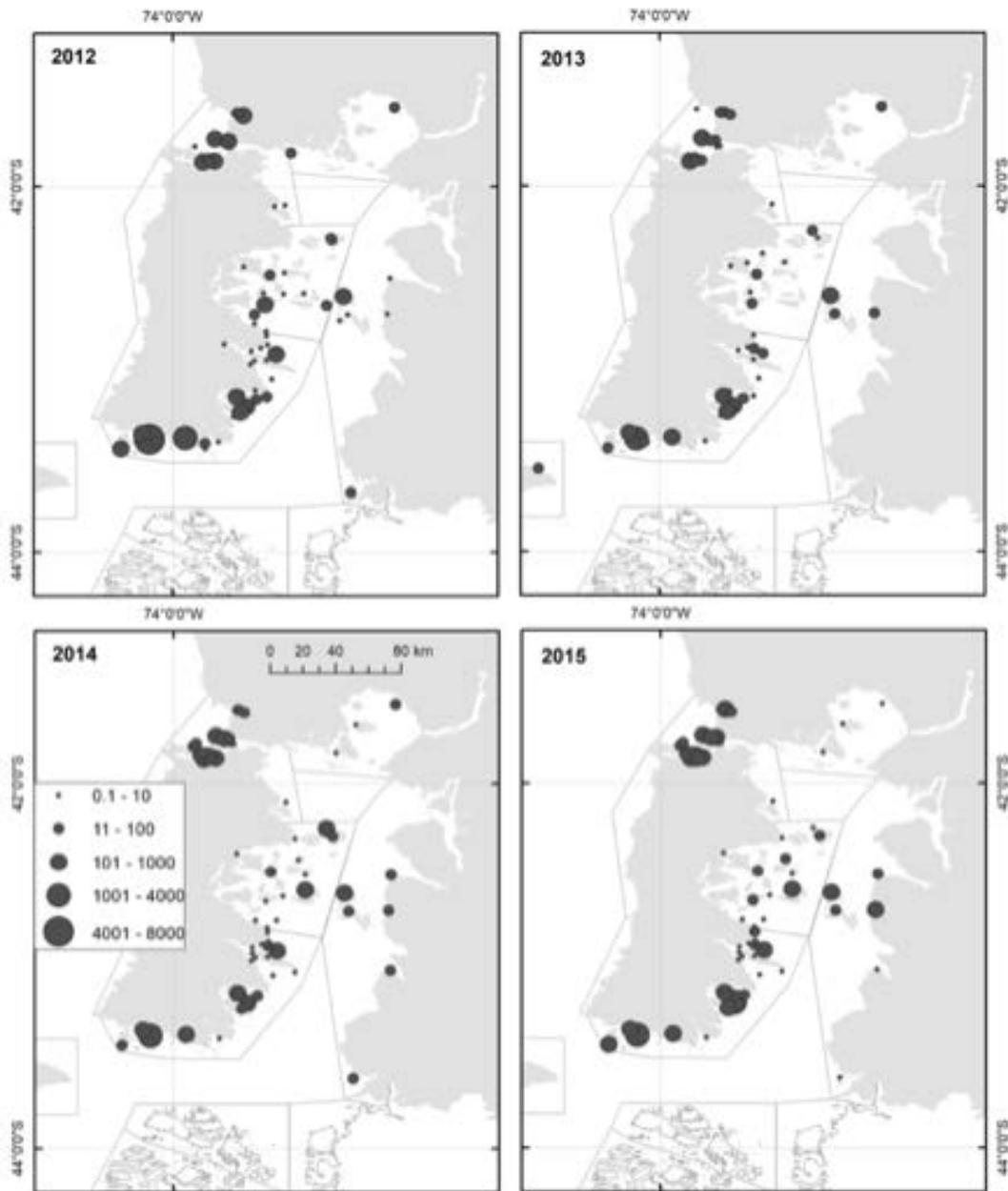


Figura 4.31. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (*Ameghinomya antiqua*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2012 y 2015 en la región de Los Lagos.

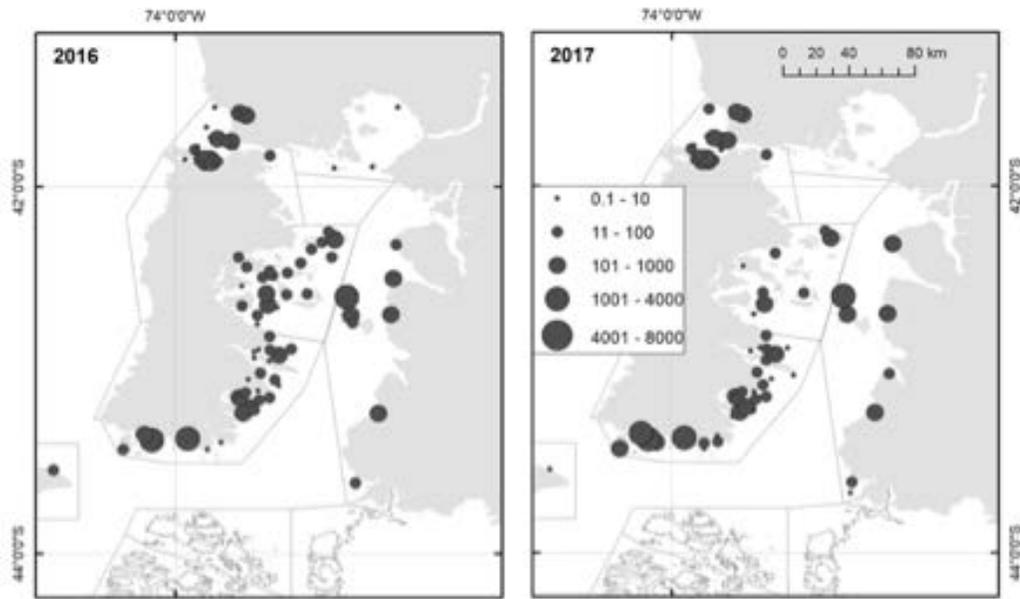


Figura 4.32. Distribución espacial de las capturas de pesca de almeja (*Ameghinomya antiqua*) registrada por el Monitoreo de IFOP entre los años 2016 y 2017 en la región de Los Lagos.

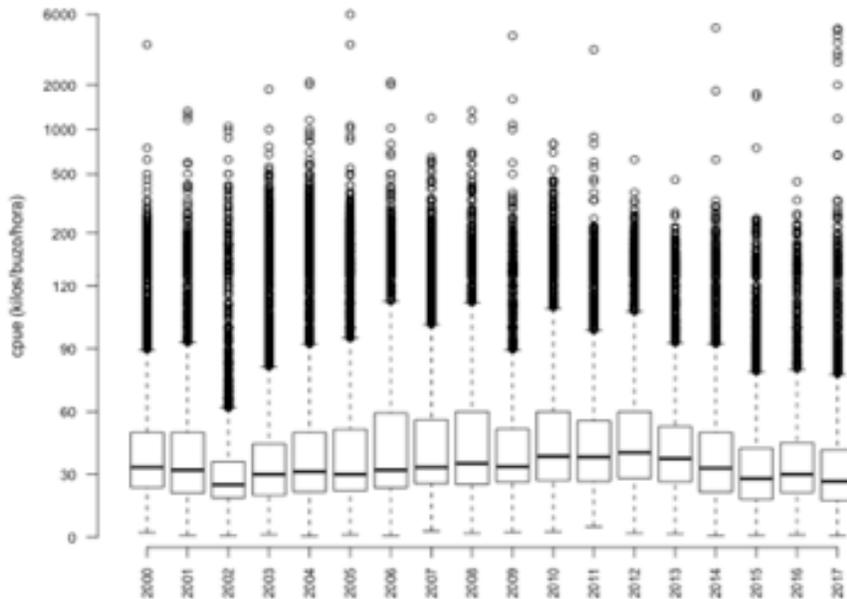


Figura 4.33. Distribución anual del índice captura por unidad de esfuerzo (kilos/buzo/hora) de la pesquería de almeja (*Ameghinomya antiqua*) en la región de Los Lagos.

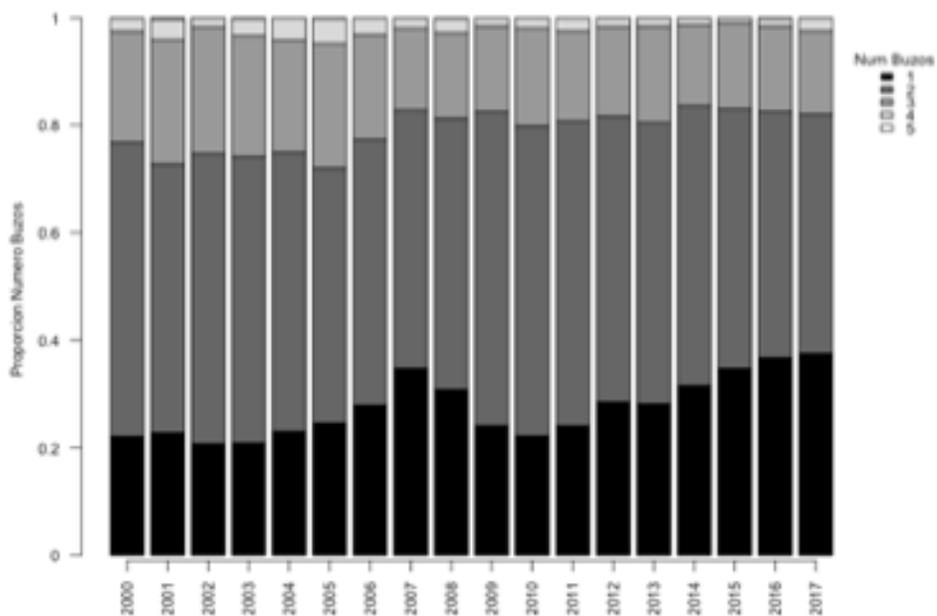


Figura 4.34. Proporción anual de buzos por embarcación en la pesquería de almeja (*Ameghinomya antiqua*) en la región de Los Lagos.

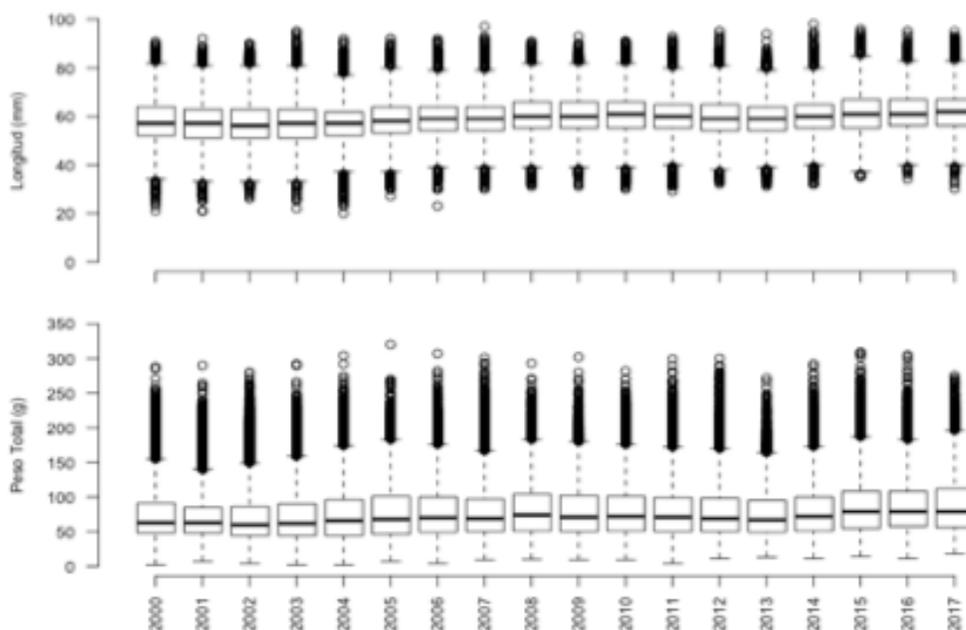


Figura 4.35. Distribución a) Longitud (mm), y b) peso total (gr) de ejemplares almeja (*Ameghinomya antiqua*) durante el muestreo de la captura realizado por IFOP, entre los años 2000 y 2017 en la región de Los Lagos.

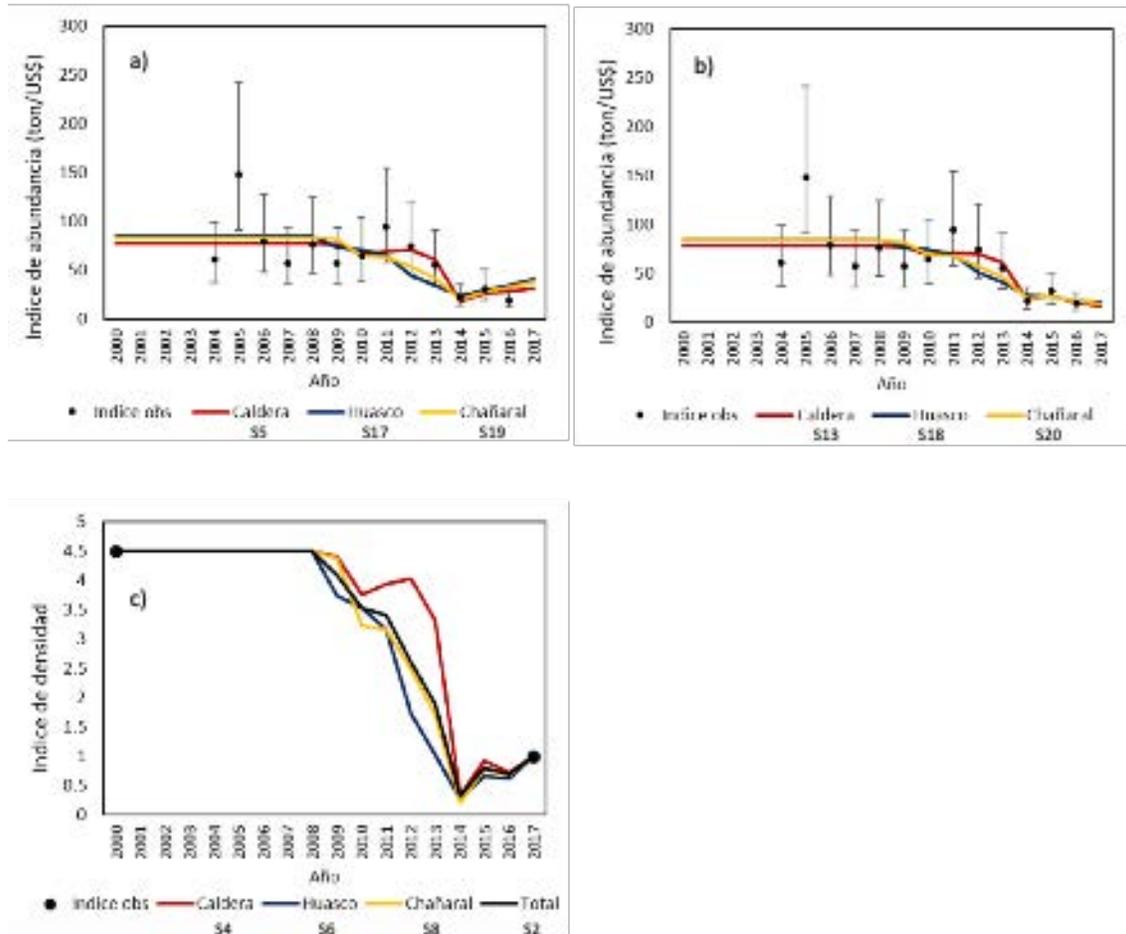


Figura 4.36. Ajuste del modelo a los índices de abundancia. En (a) se muestra el análisis con steepness 0,8 fijo, mientras que en (b) se muestra el análisis con steepness estimado.

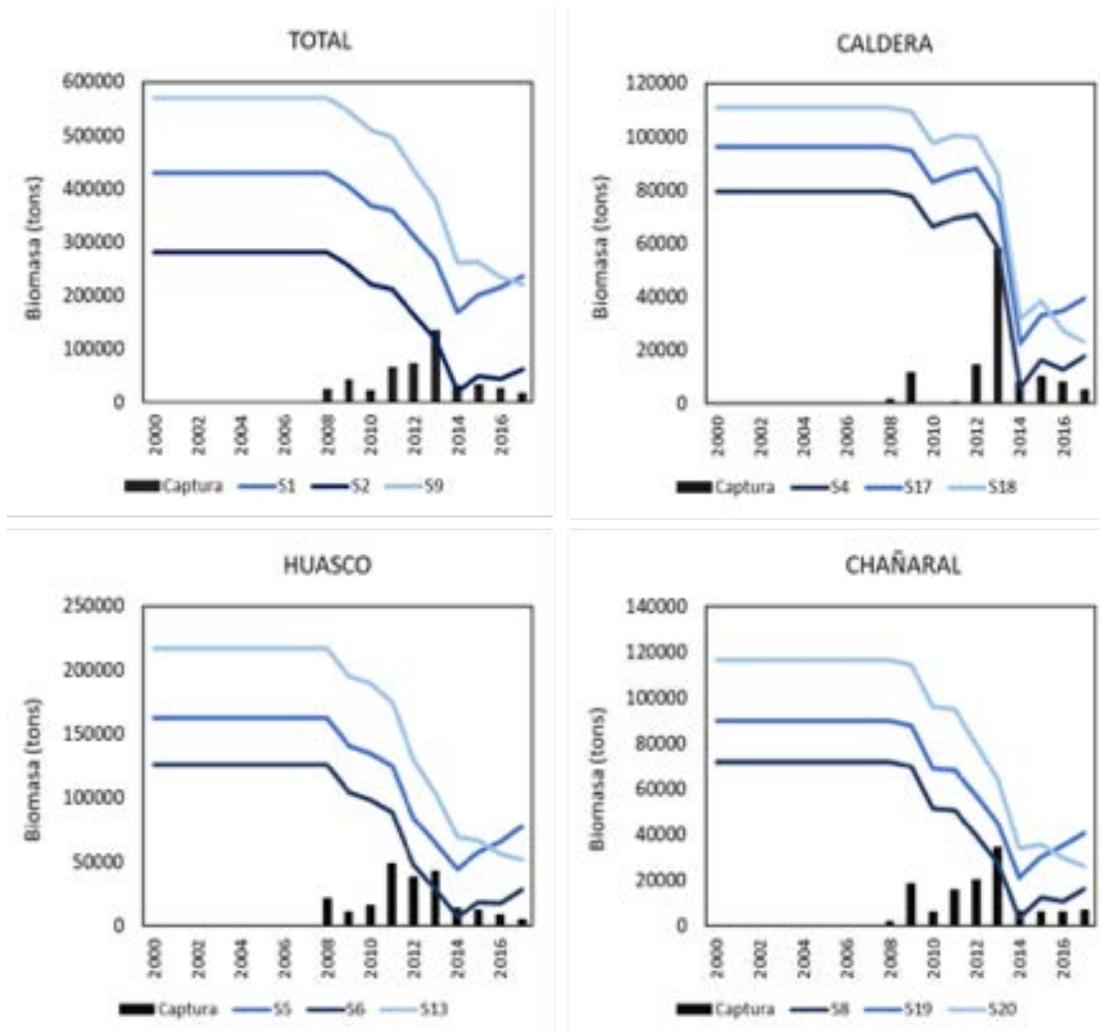


Figura 4.37. Biomasa anual calculada para el total del área de estudio y para las localidades Caldera, Huasco y Chañaral. En línea se representan los diferentes escenarios, mientras que en barra se muestra la captura en toneladas.

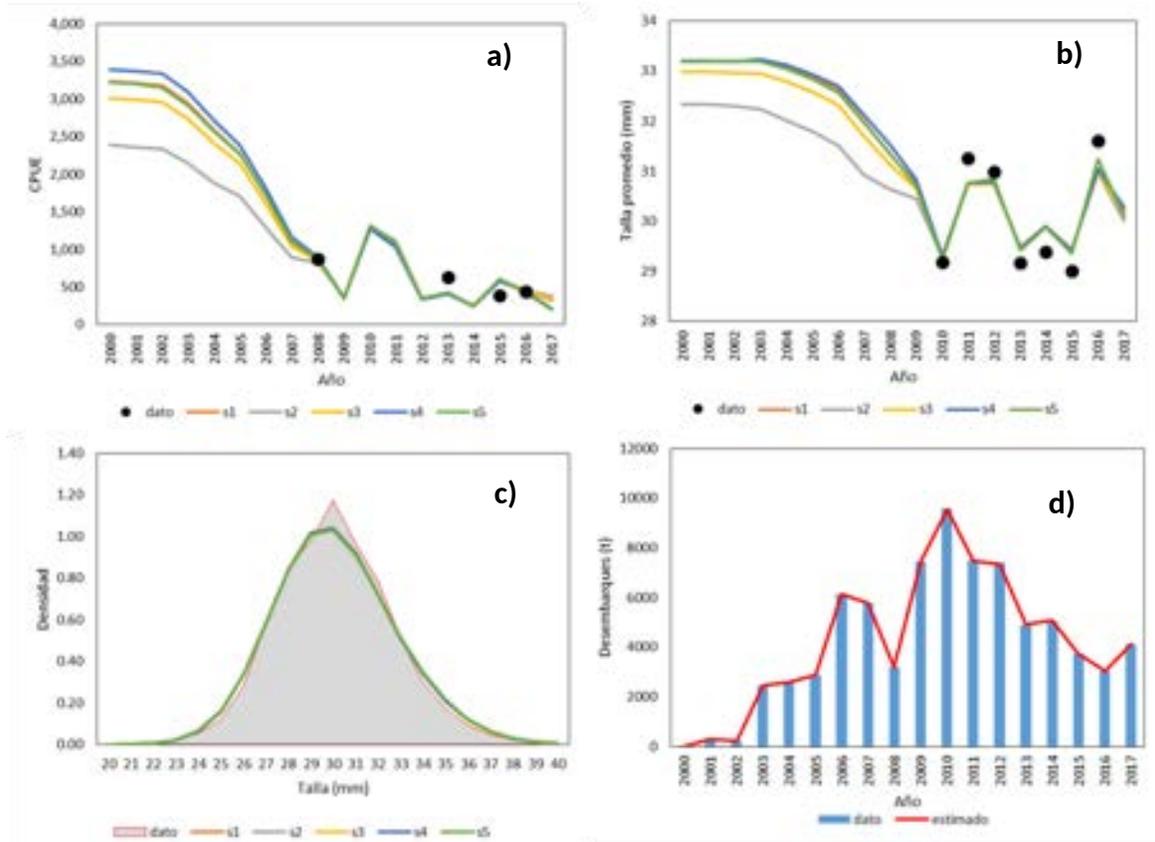


Figura 4.38. Ajuste del modelo MESTOCKL a la información de CPUE (a), composiciones de tallas (b y c) y desembarques de Juliana (*Tawera gayi*) en la región de Los Lagos. En las figuras a y b, los puntos representan los datos y las líneas los escenarios de análisis evaluados. La Figura c) representa la composición de tallas combinadas observada y predicha para todos los años con datos. La figura d) es la serie de desembarques ajustada por el modelo (líneas rojas).

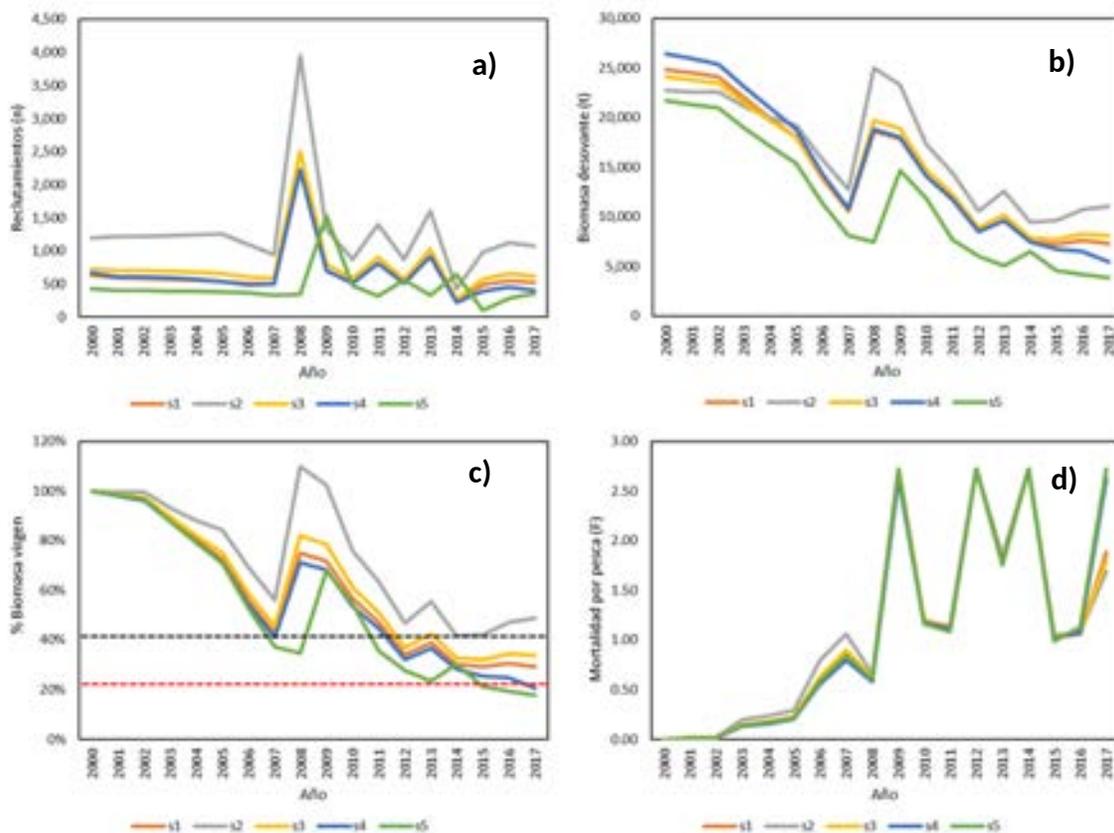


Figura 4.39. Variables poblacionales de la juliana (*Tawera gayi*) en la región de Los Lagos estimadas por medio del modelo MESTOCKL. Cada línea de color representa un escenario distinto de análisis. a) Reclutamientos, b) Biomasa desovante, c) Agotamiento poblacional y d) Mortalidad por pesca. En c) las líneas segmentadas representan los límites de B_0 al 40% en negro y 20% en rojo.

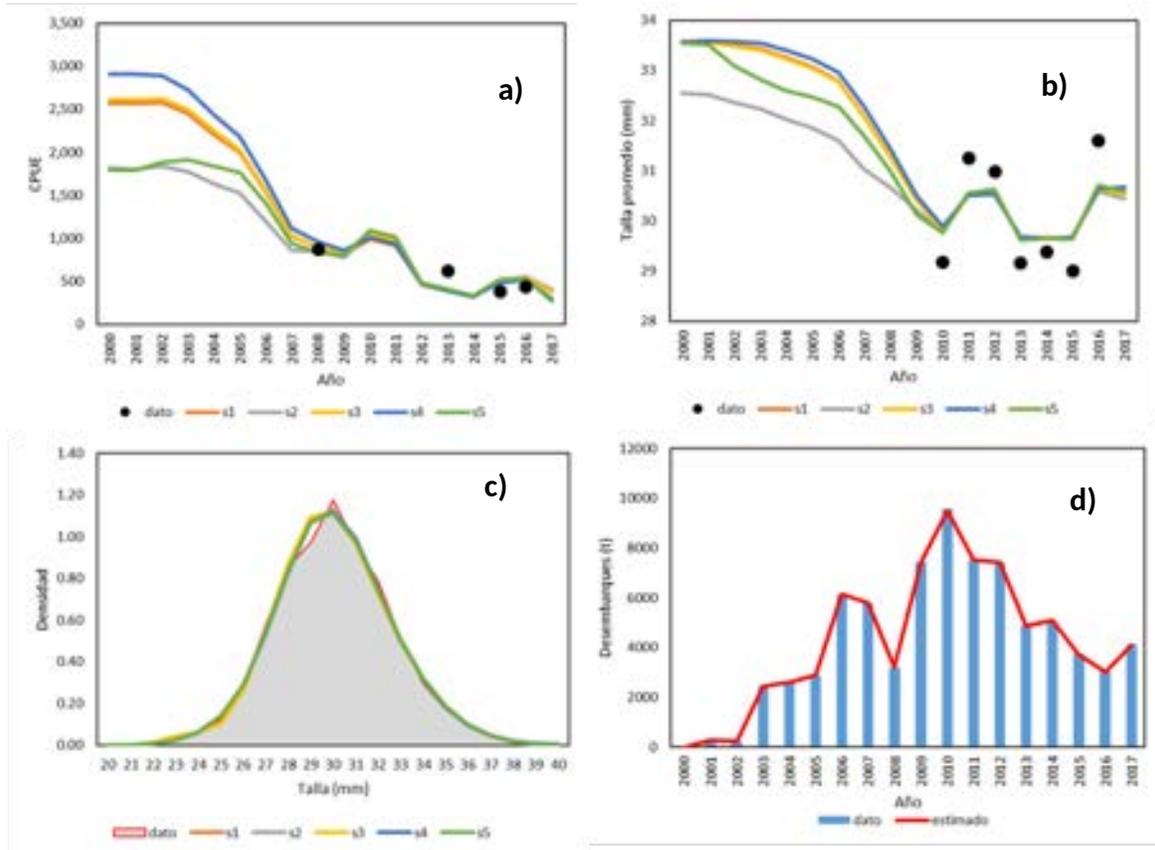


Figura 4.40. Ajuste del modelo MODTALLASLL a la información de CPUE (a), composiciones de tallas (b y c) y desembarques de Juliana (*Tawera gayi*) en la región de Los Lagos. En las figuras a y b, los puntos representan los datos y las líneas los escenarios de análisis evaluados. La Figura c) representa la composición de tallas combinadas observada y predicha para todos los años con datos. La figura d) es la serie de desembarques ajustada por el modelo (líneas rojas).

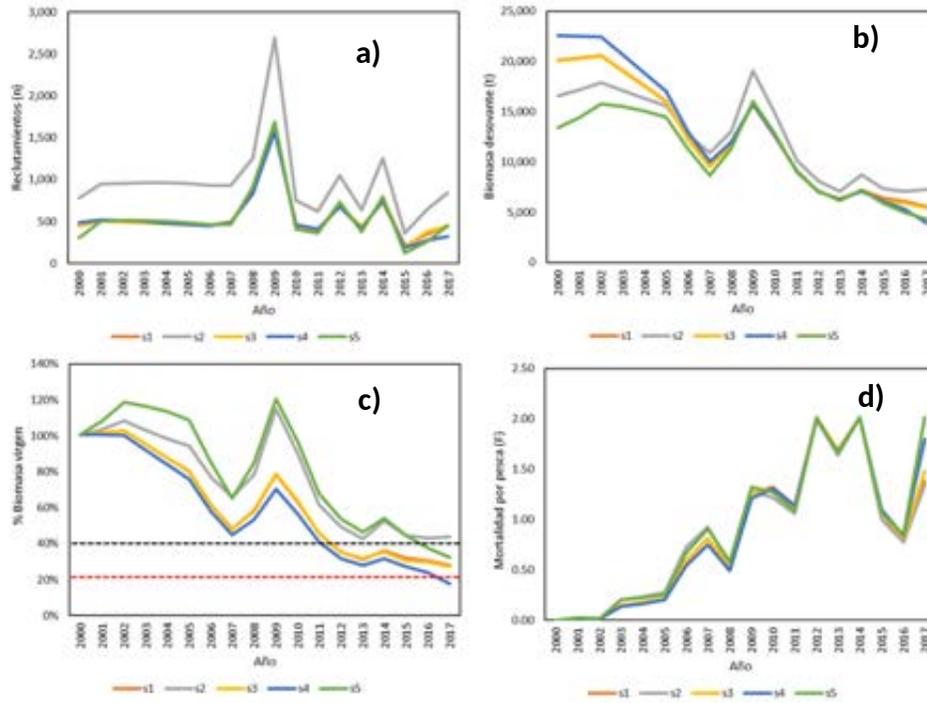


Figura 4.41. Variables poblacionales de la juliana (*Tawera gayi*) en la región de Los Lagos estimadas por medio del modelo MODTALLASLL. Cada línea de color representa un escenario distinto de análisis. a) Reclutamientos, b) Biomasa desovante, c) Agotamiento poblacional y d) Mortalidad por pesca. En c) las líneas segmentadas representan los límites de Bo al 40% en negro y 20% en rojo.

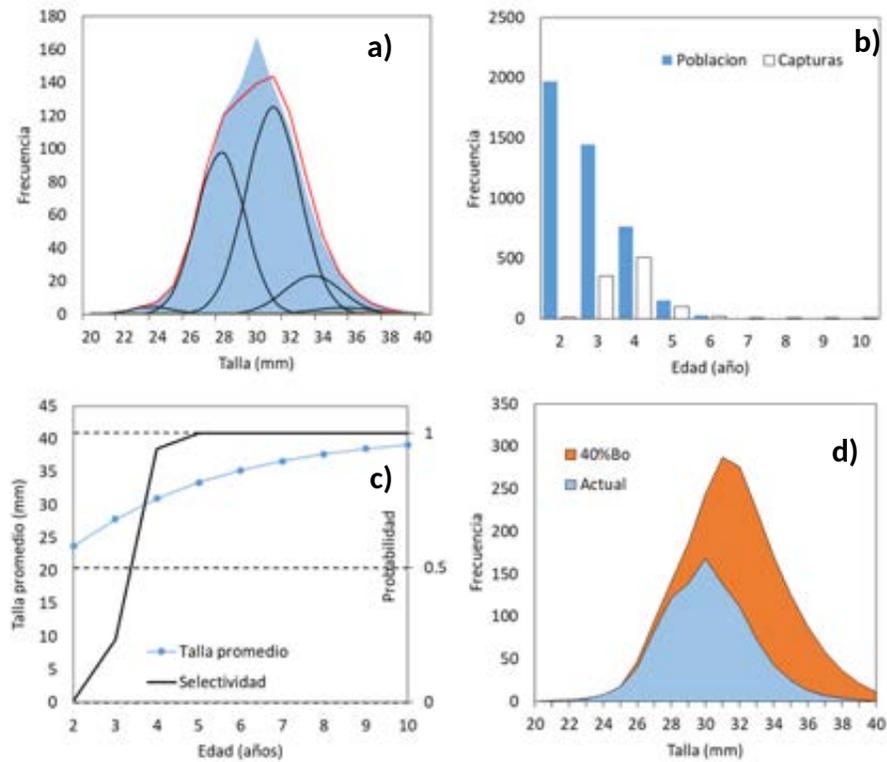


Figura 4.42. Variables poblacionales de la juliana (*Tawera gayi*) en la región de Los Lagos estimadas por medio del modelo MODACT. a) Composición de tallas promedio 7 años observada (sombra) y ajustada (línea roja). Las curvas en línea negro representan las clases anuales presentes, b) Composición de edades de la población y las capturas, c) Selectividad y talla promedio por edad. d) Composición de tallas actual y la objetivo al 40%B₀.

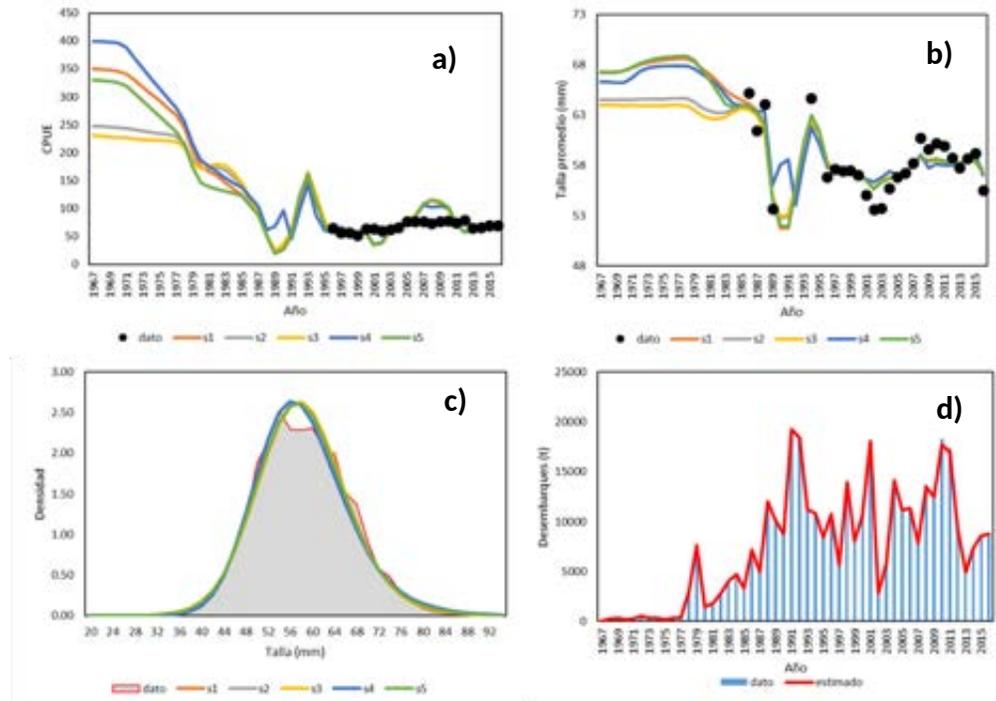


Figura 4.43. Ajuste del modelo MESTOCKL a la información de CPUE (a), composiciones de tallas (b y c) y desembarques de Almeja (*Ameghinomya antiqua*) en la región de Los Lagos sur. En las figuras a y b, los puntos representan los datos y las líneas los escenarios de análisis evaluados. La Figura c) representa la composición de tallas combinadas observada y predicha para todos los años con datos. La figura d) es la serie de desembarques ajustada por el modelo (líneas rojas).

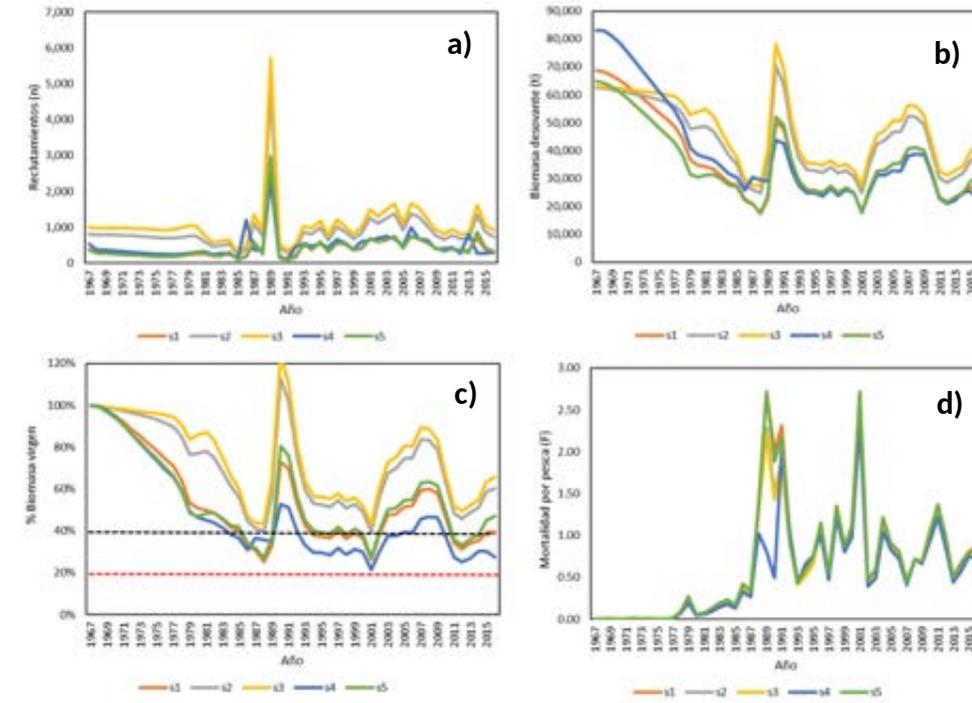


Figura 4.44. Variables poblacionales de la almeja (*Ameghinomya antiqua*) en la región de Los Lagos sur estimadas por medio del modelo MESTOCKL. Cada línea de color representa un escenario distinto de análisis. a) Reclutamientos, b) Biomasa desovante, c) Agotamiento poblacional y d) Mortalidad por pesca. En c) las líneas segmentadas representan los límites de B_0 al 40% en negro y 20% en rojo.

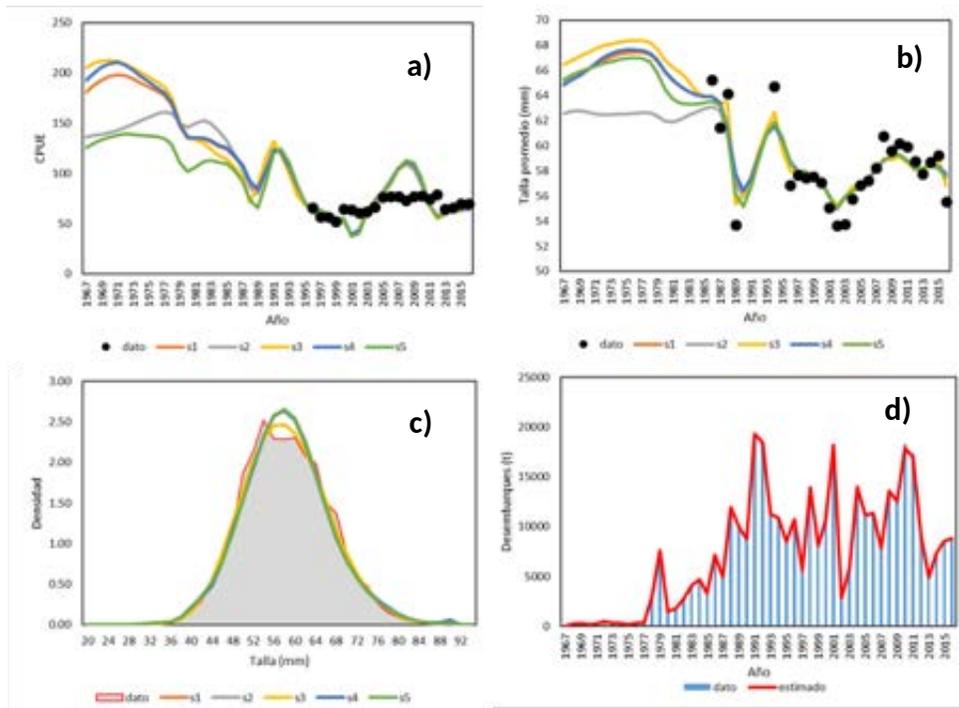


Figura 4.45. Ajuste del modelo MODTALLASLL a la información de CPUE (a), composiciones de tallas (b y c) y desembarques de Almeja (*Ameghinomia antiqua*) en la región de Los Lagos sur. En las figuras a y b, los puntos representan los datos y las líneas los escenarios de análisis evaluados. La Figura c) representa la composición de tallas combinadas observada y predicha para todos los años con datos. La figura d) es la serie de desembarques ajustada por el modelo (líneas rojas)

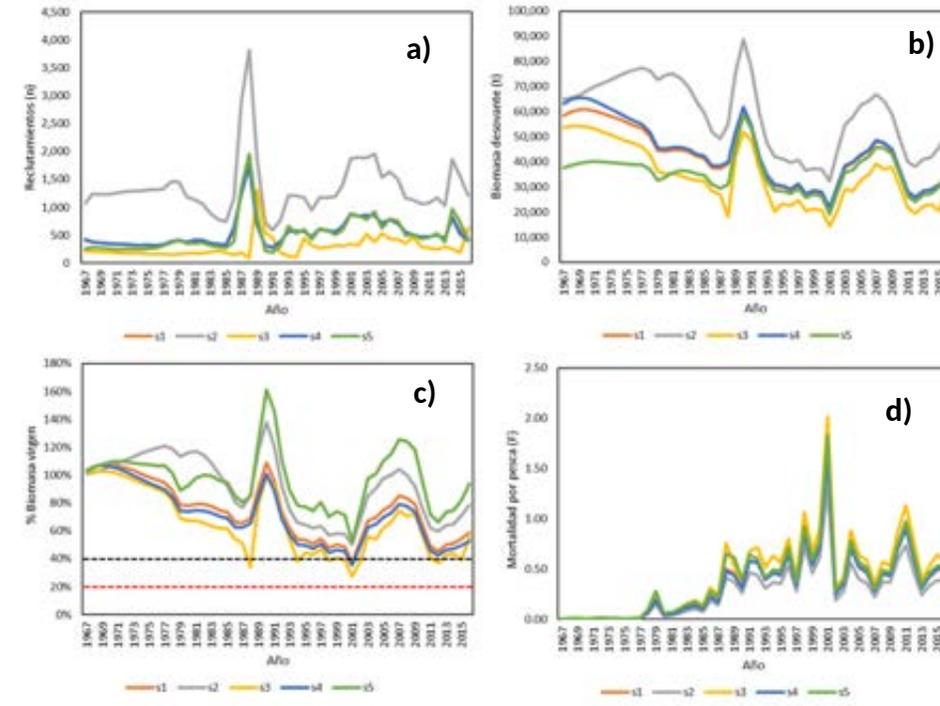


Figura 4.46. Variables poblacionales de la Almeja (*Ameghinomya antiqua*) en la región de Los Lagos sur estimadas por medio del modelo MODTALLASLL. Cada línea de color representa un escenario distinto de análisis. a) Reclutamientos, b) Biomasa desovante, c) Agotamiento poblacional y d) Mortalidad por pesca. En c) las líneas segmentadas representan los límites de B_0 al 40% en negro y 20% en rojo.

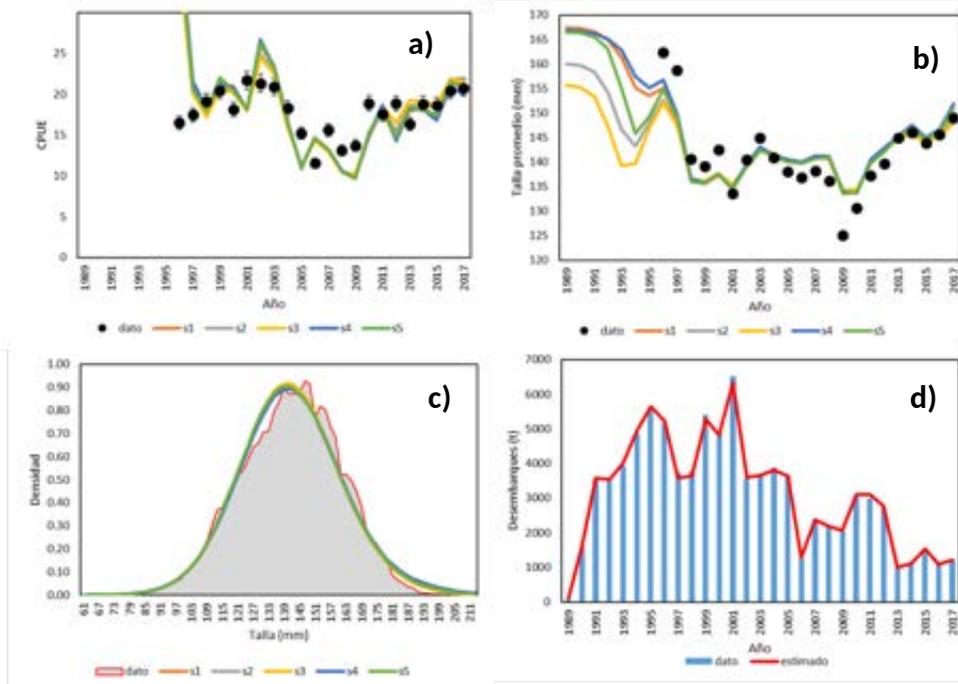


Figura 4.47. Ajuste del modelo MESTOCKL a la información de CPUE (a), composiciones de tallas (b y c) y desembarques de Huelo (*Ensis macha*) en el Golfo de Arauco. En las figuras a y b, los puntos representan los datos y las líneas los escenarios de análisis evaluados. La Figura c) representa la composición de tallas combinadas observada y predicha para todos los años con datos. La figura d) es la serie de desembarques ajustada por el modelo (líneas rojas).

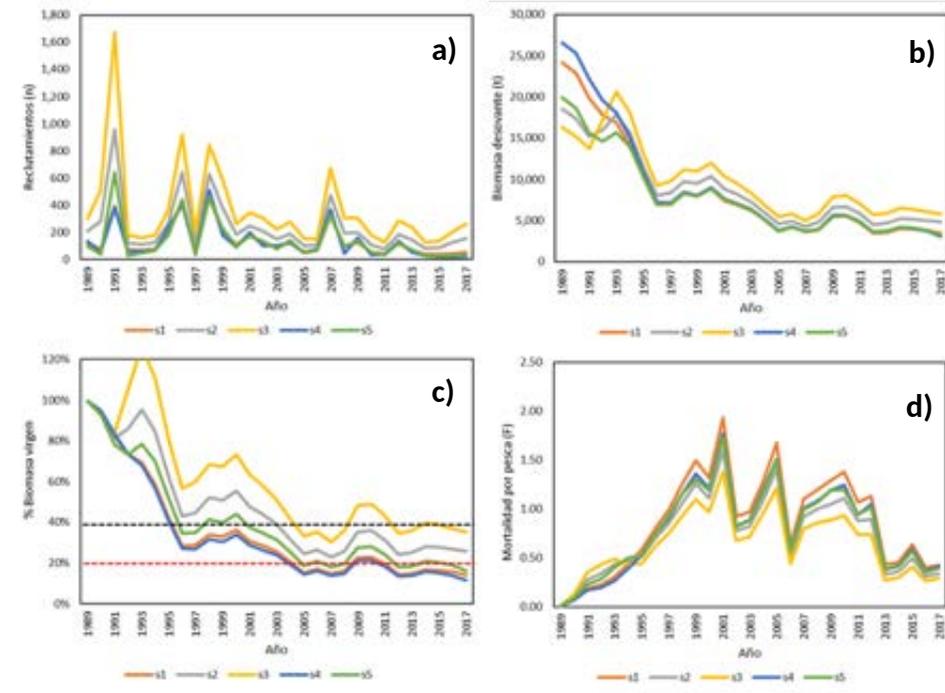


Figura 4.48. Variables poblacionales de la Huevo (*Ensis macha*) en el Golfo de Arauco estimadas por medio del modelo MESTOCKL. Cada línea de color representa un escenario distinto de análisis. a) Reclutamientos, b) Biomasa desovante, c) Agotamiento poblacional y d) Mortalidad por pesca. En c) las líneas segmentadas representan los límites de B0 al 40% en negro y 20% en rojo.

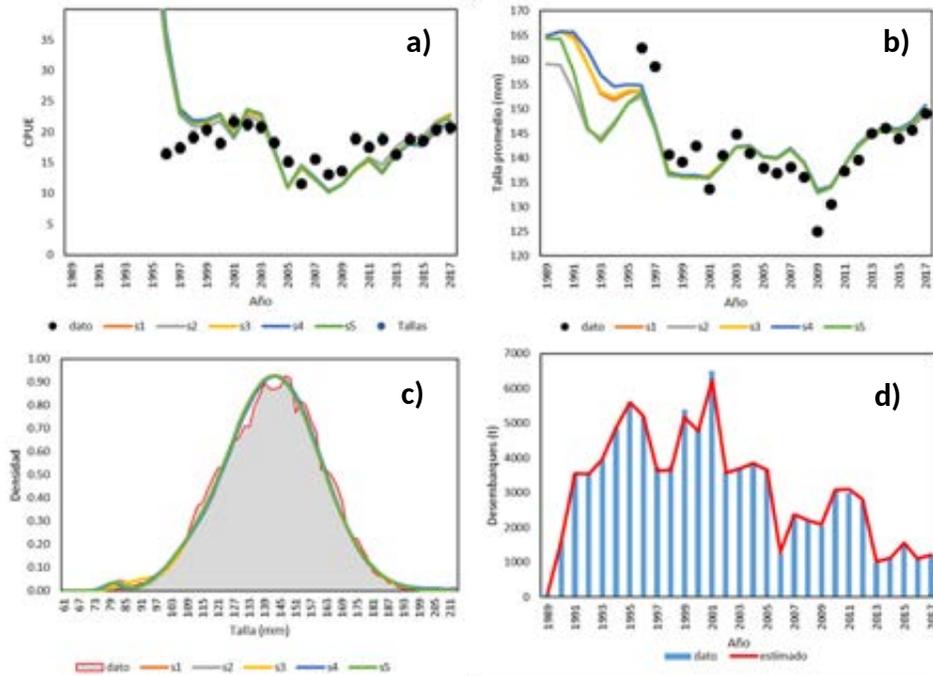


Figura 4.49. Ajuste del modelo MODTALLASLL a la información de CPUE (a), composiciones de tallas (b y c) y desembarques de Huelpo (*Ensis macha*) en el Golfo de Arauco. En las figuras a y b, los puntos representan los datos y las líneas los escenarios de análisis evaluados. La Figura c) representa la composición de tallas combinadas observada y predicha para todos los años con datos. La figura d) es la serie de desembarques ajustada por el modelo (líneas rojas).

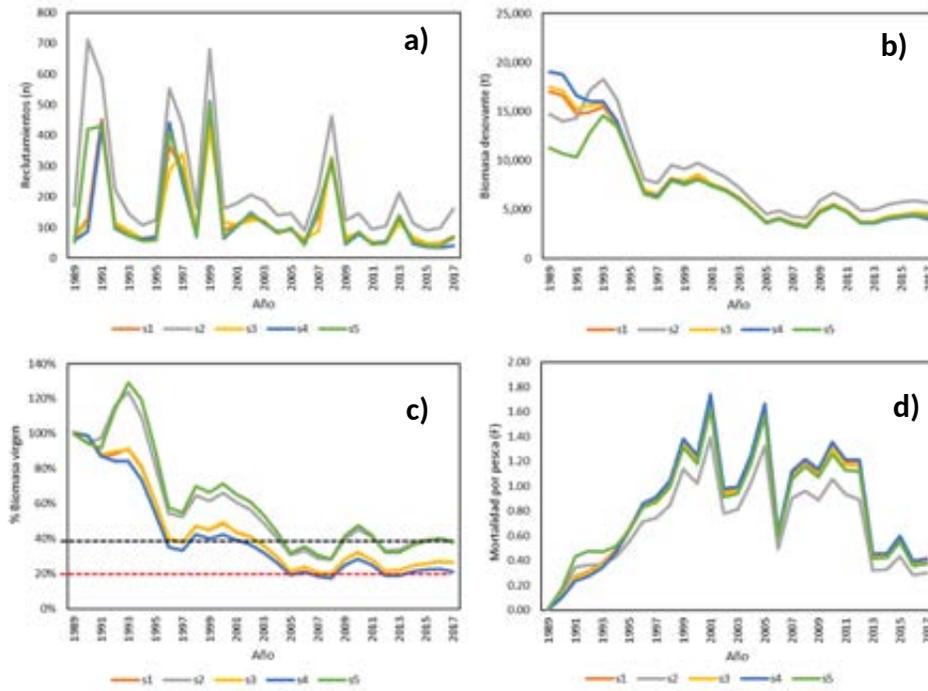


Figura 4.50. Variables poblacionales de la Huevo (*Ensis macha*) en el golfo de Arauco estimadas por medio del modelo MODTALLASLL. Cada línea de color representa un escenario distinto de análisis. a) Reclutamientos, b) Biomasa desovante, c) Agotamiento poblacional y d) Mortalidad por pesca. En c) las líneas segmentadas representan los límites de B_0 al 40% en negro y 20% en rojo.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

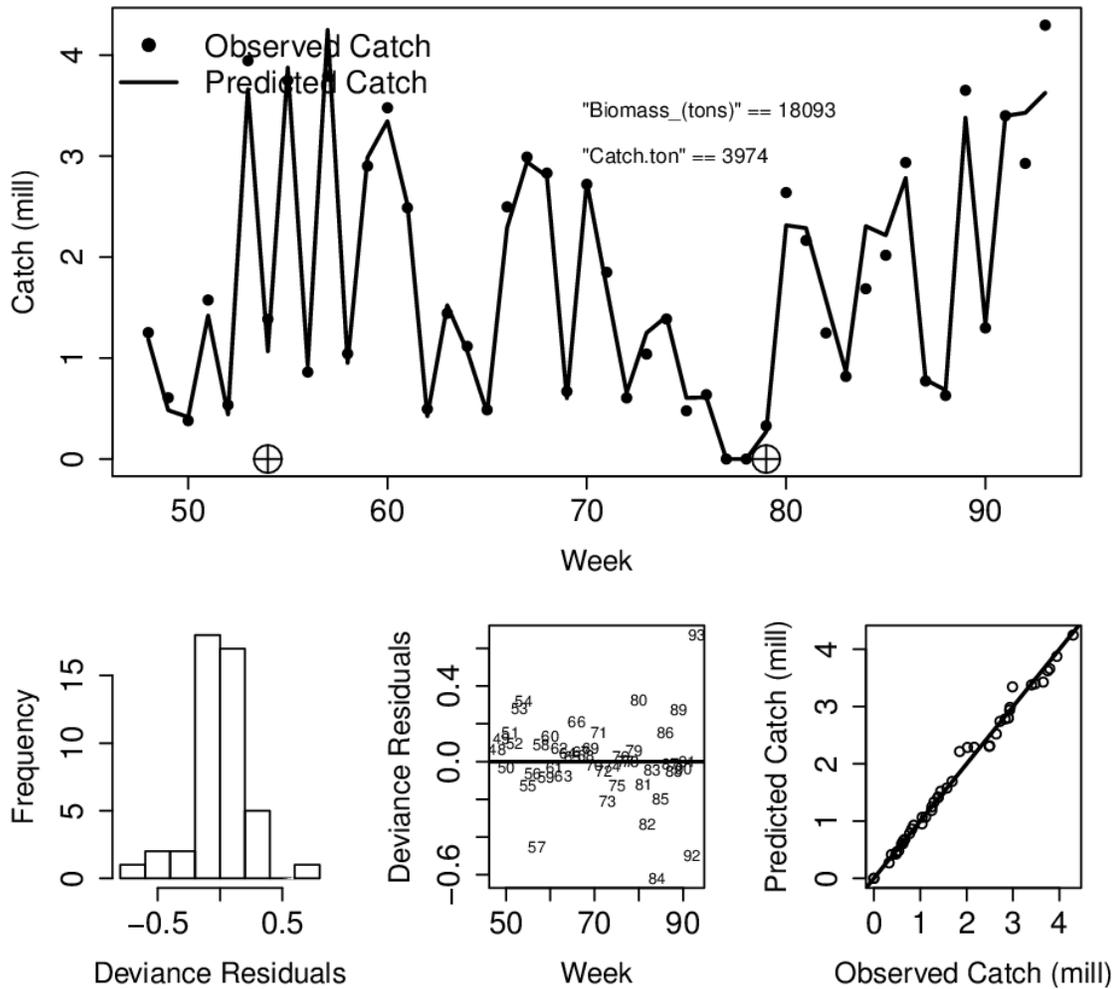


Figura 4.51. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2000. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

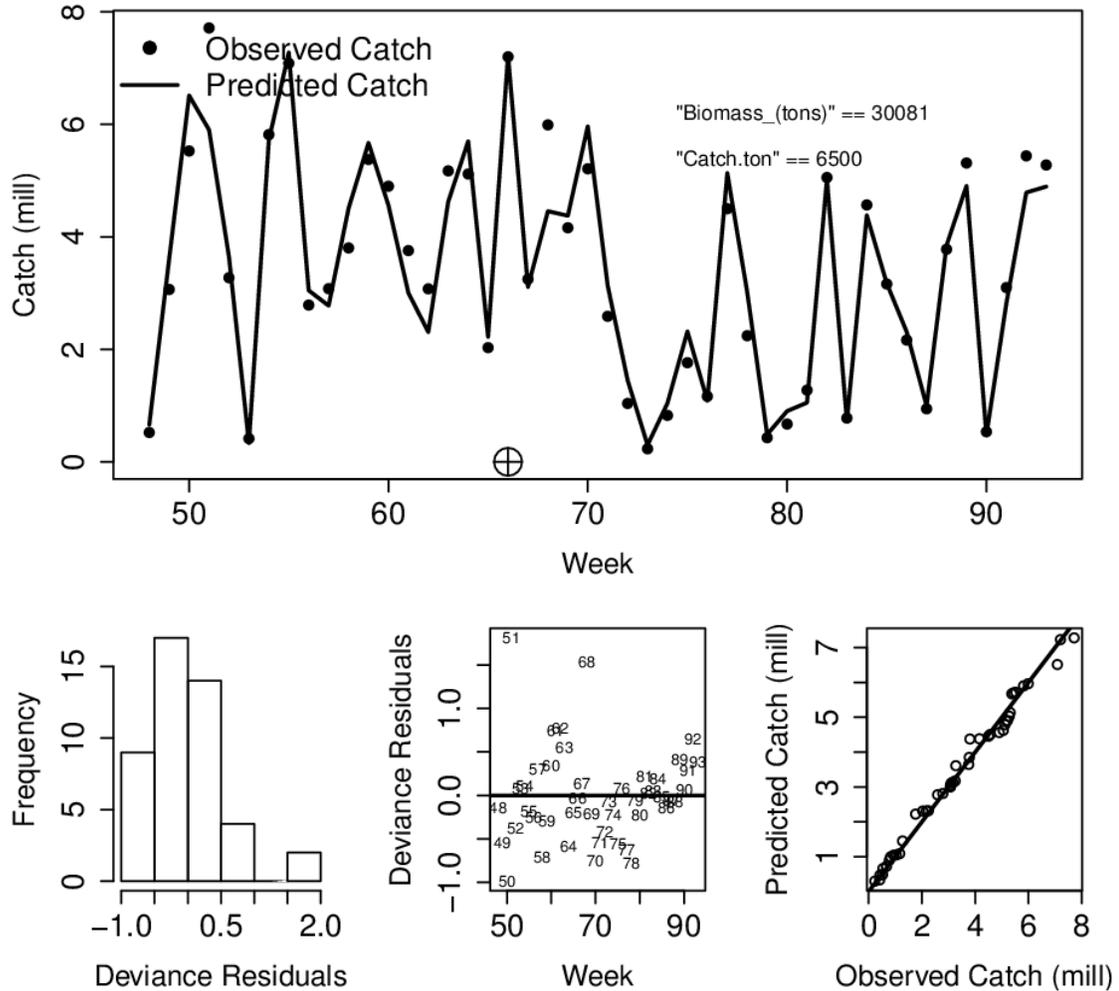


Figura 4.52. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2001. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = spg

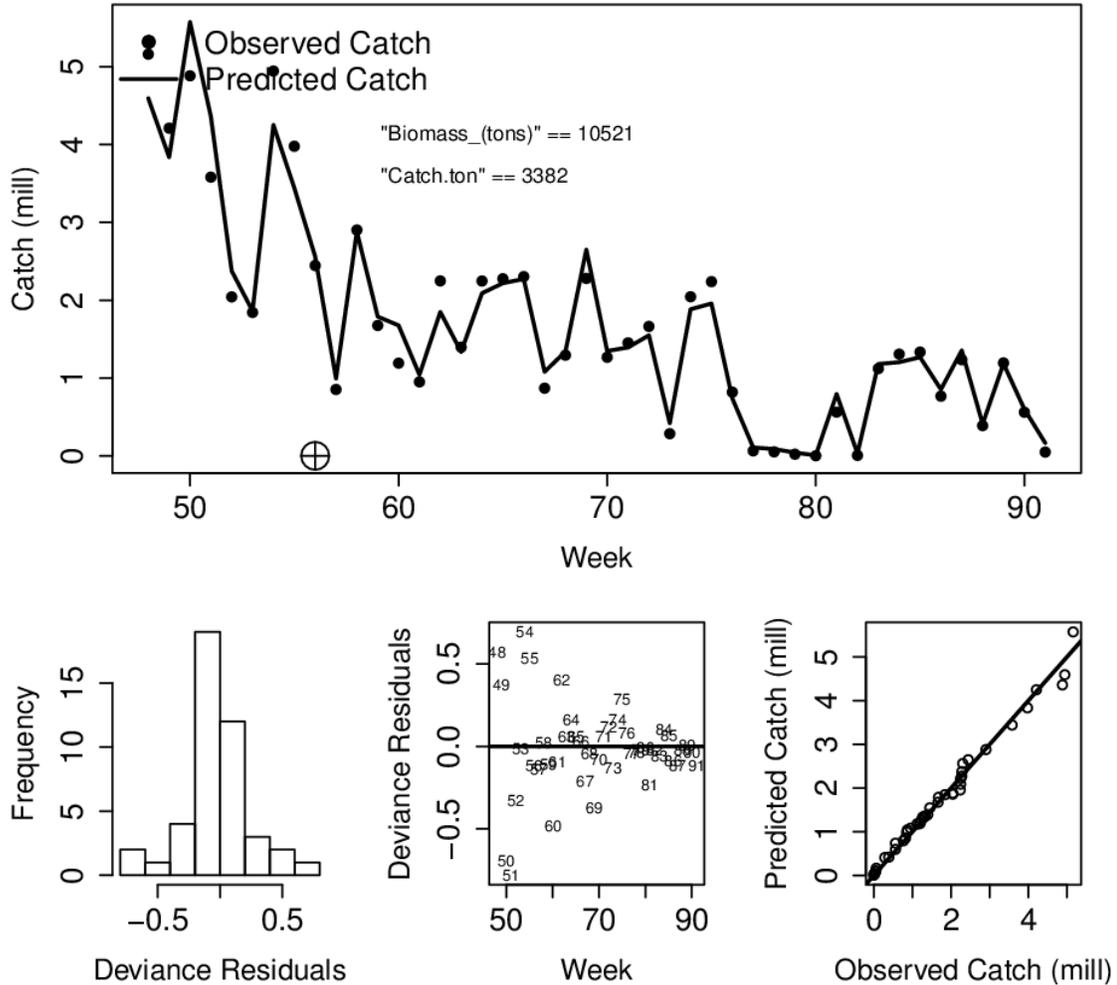


Figura 4.53. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2002. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

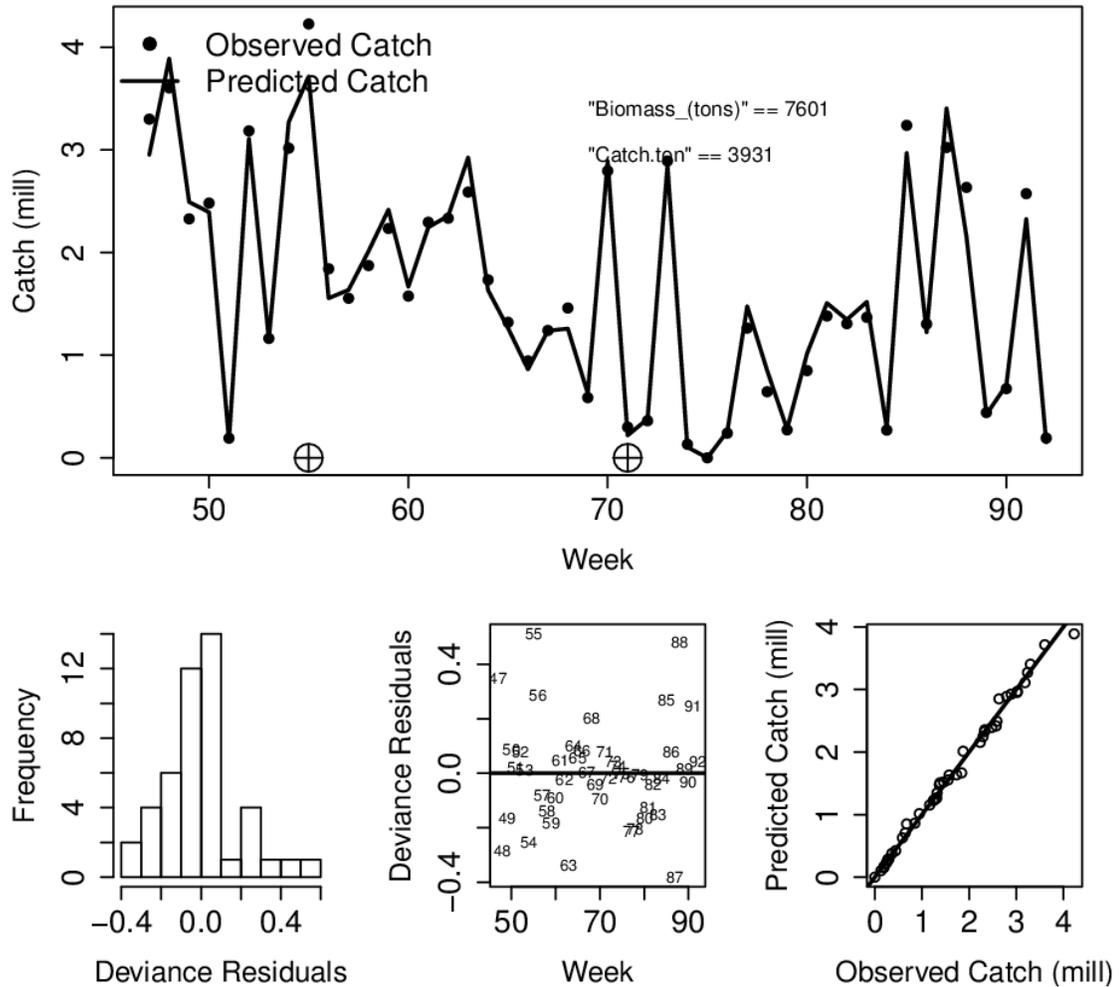


Figura 4.54. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2003. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

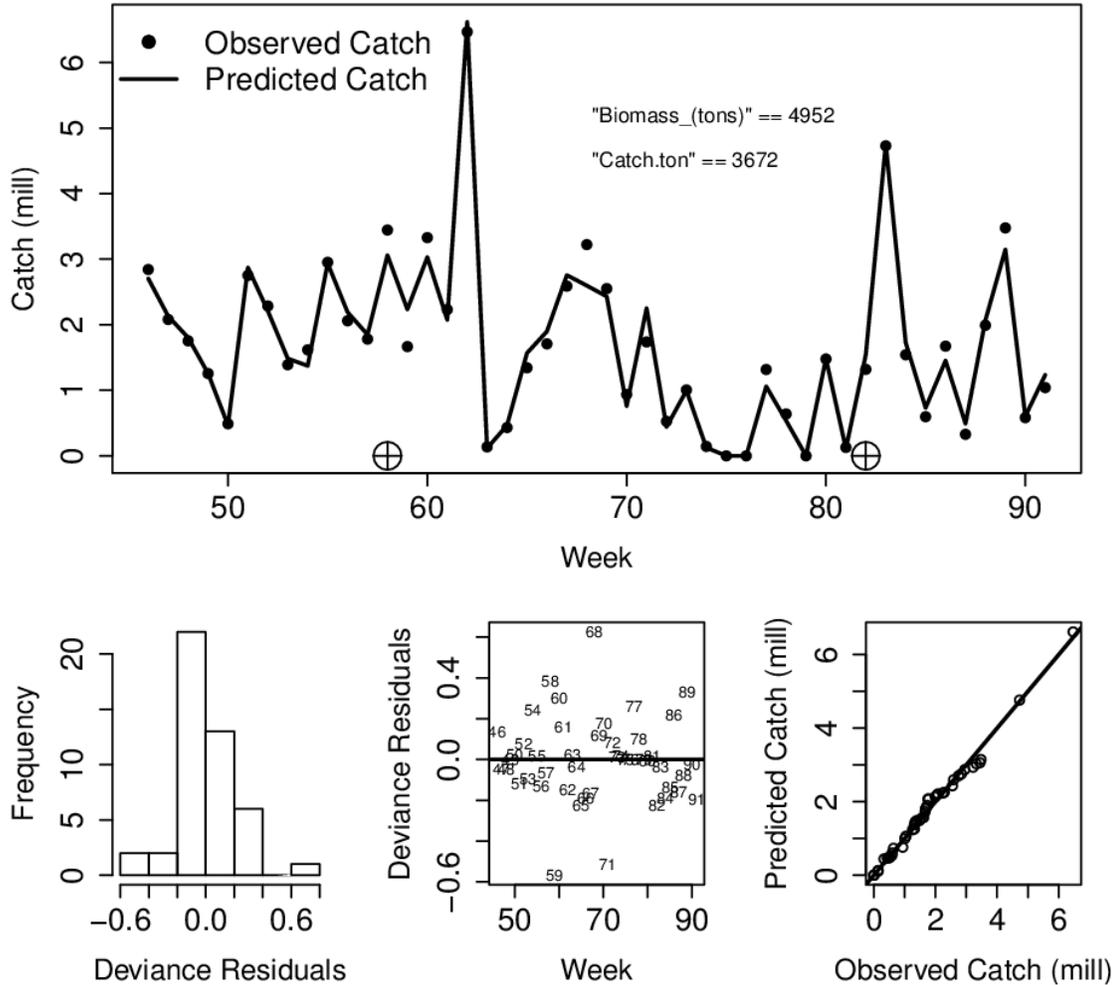


Figura 4.55. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2004. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

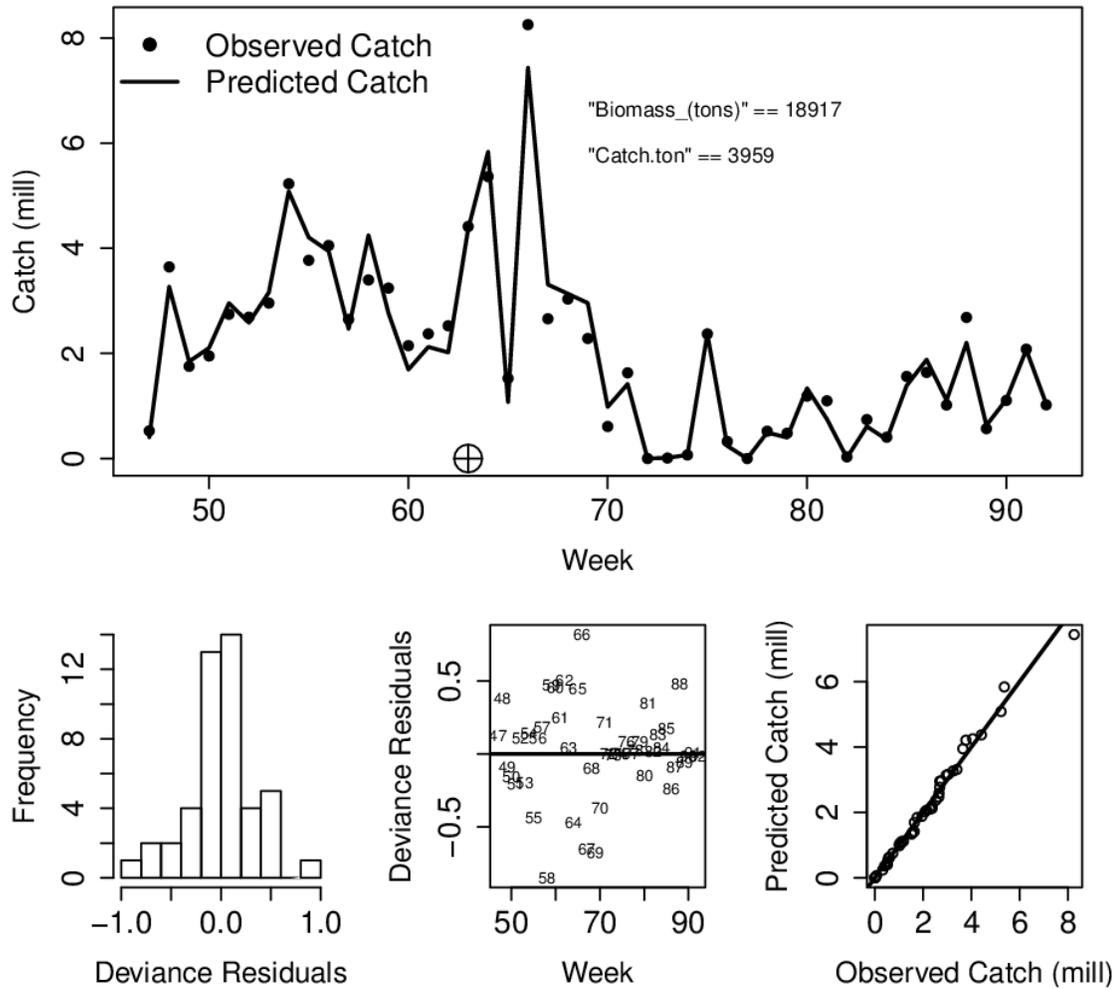


Figura 4.56. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2005. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = newuc

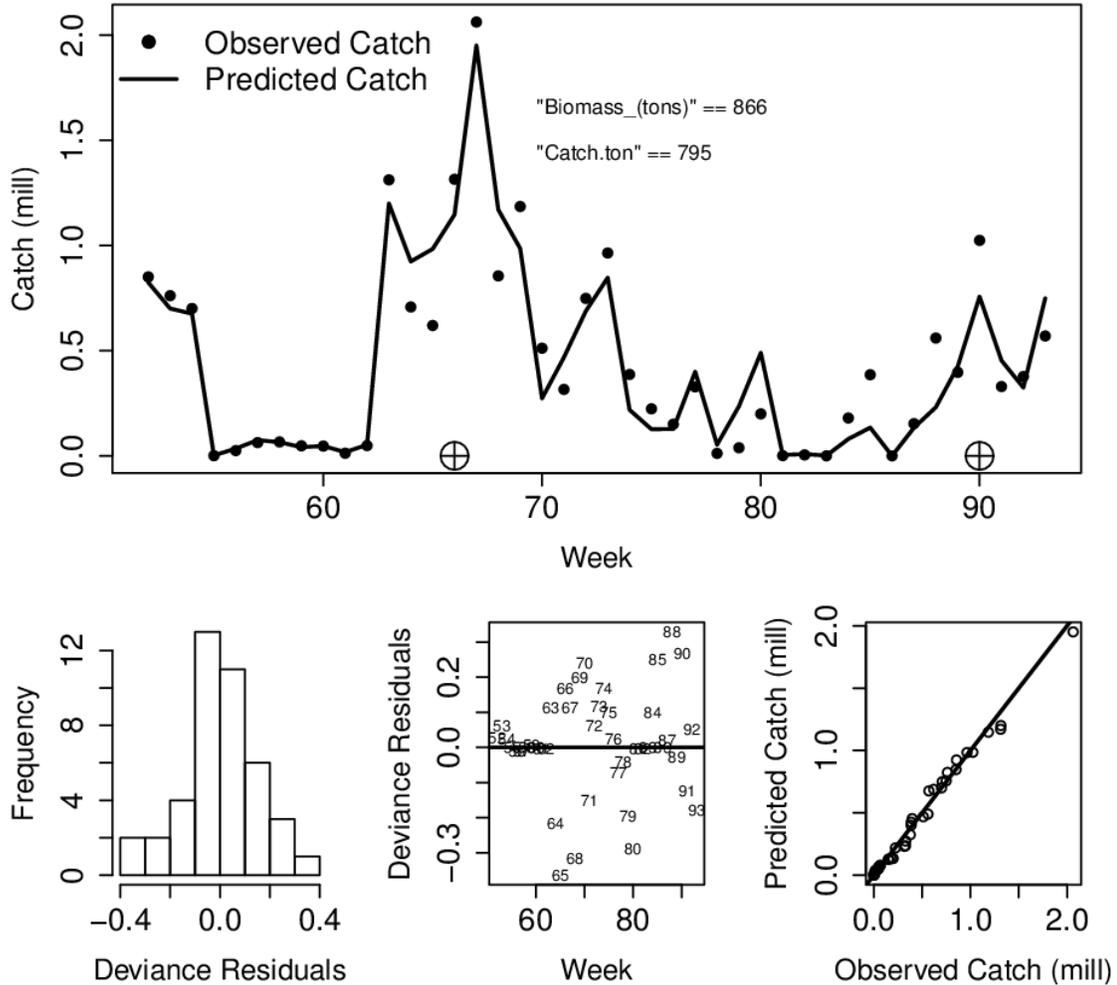


Figura 4.57. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2006. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Normal, Numerical algorithm = spg

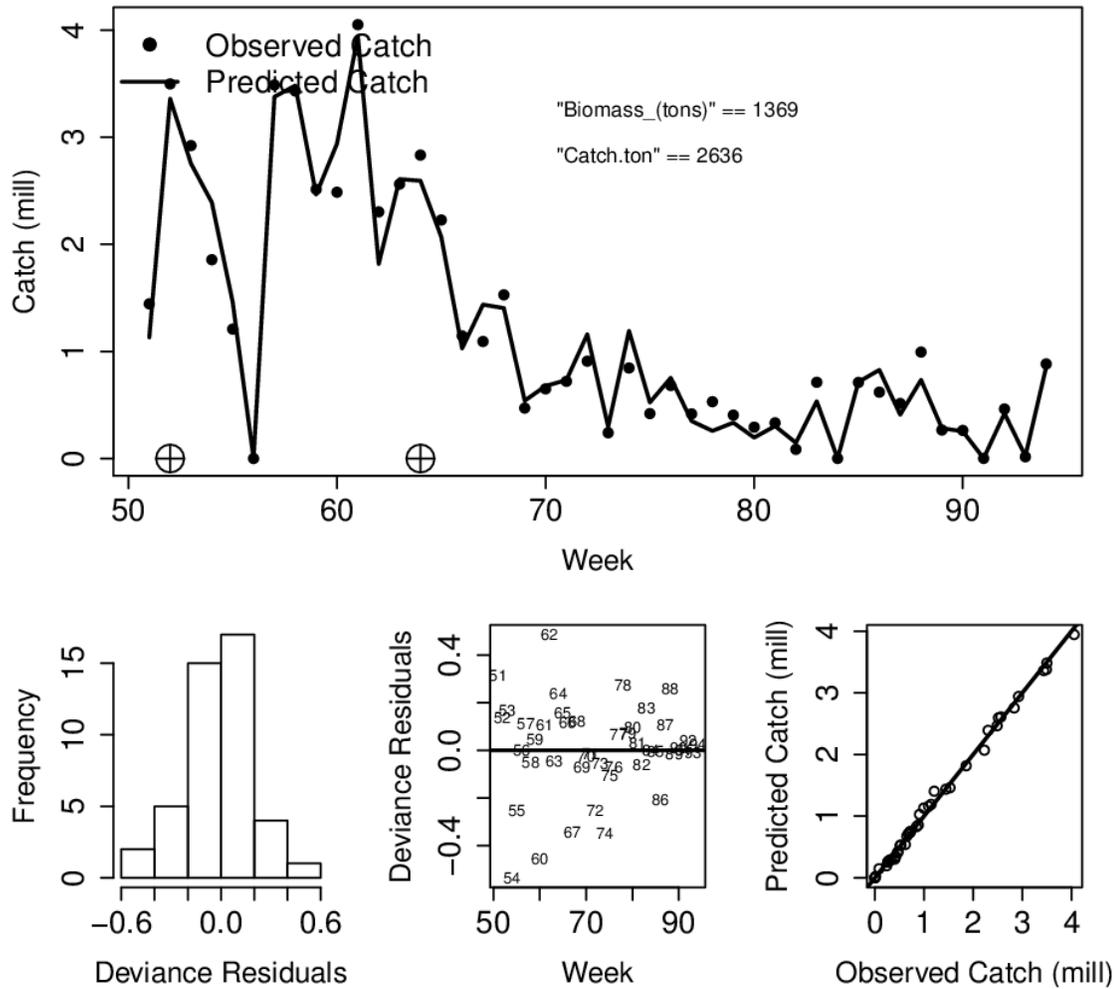


Figura 4.58. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2007. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = spg

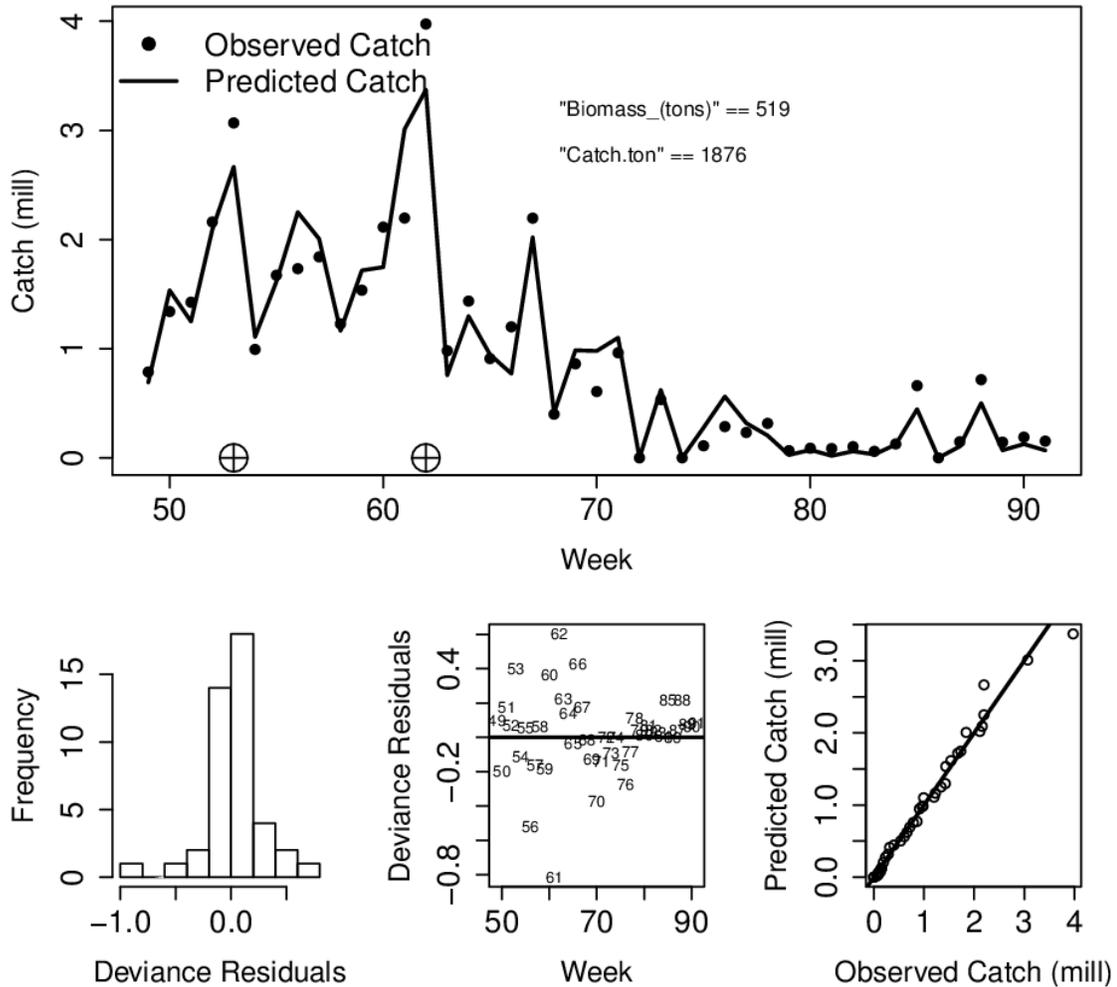


Figura 4.59. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2008. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 4, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

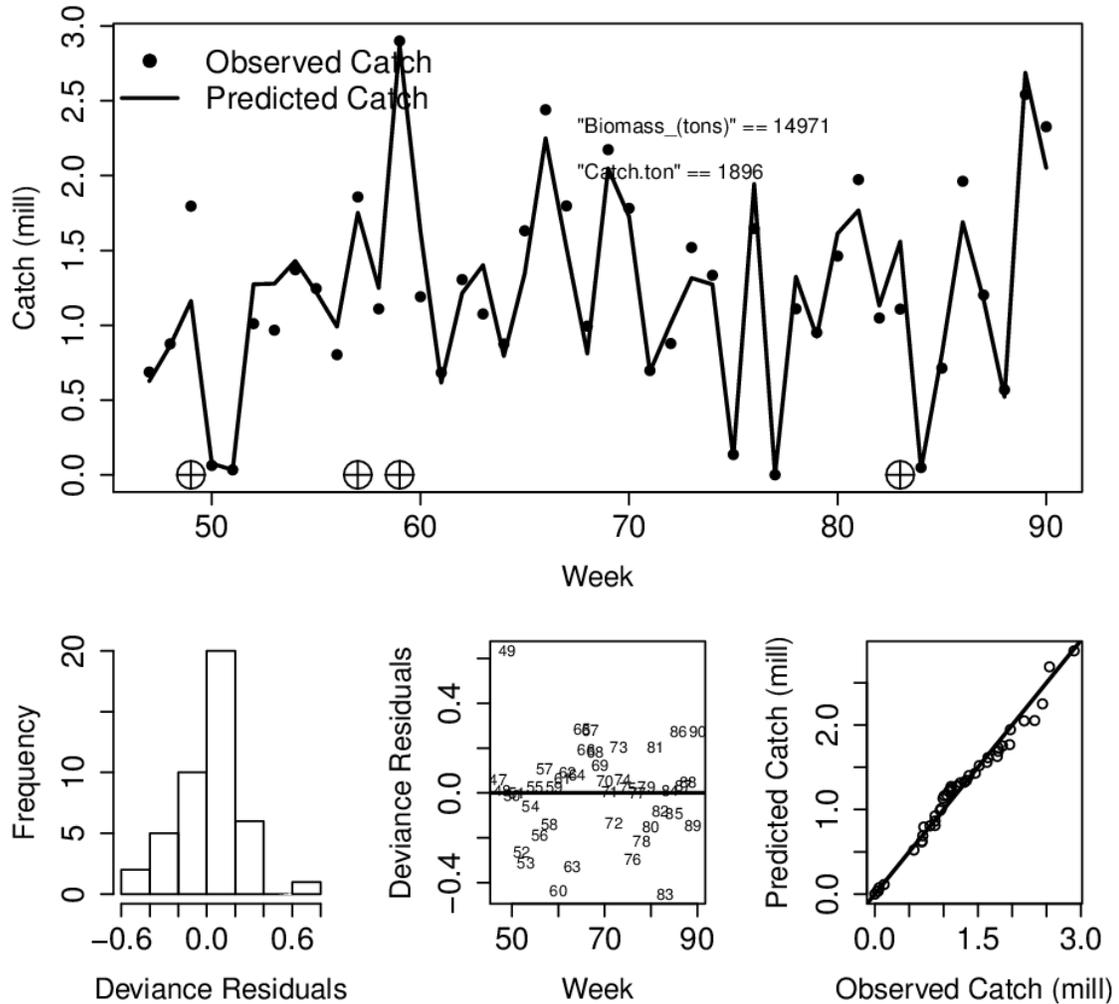


Figura 4.60. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2009. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

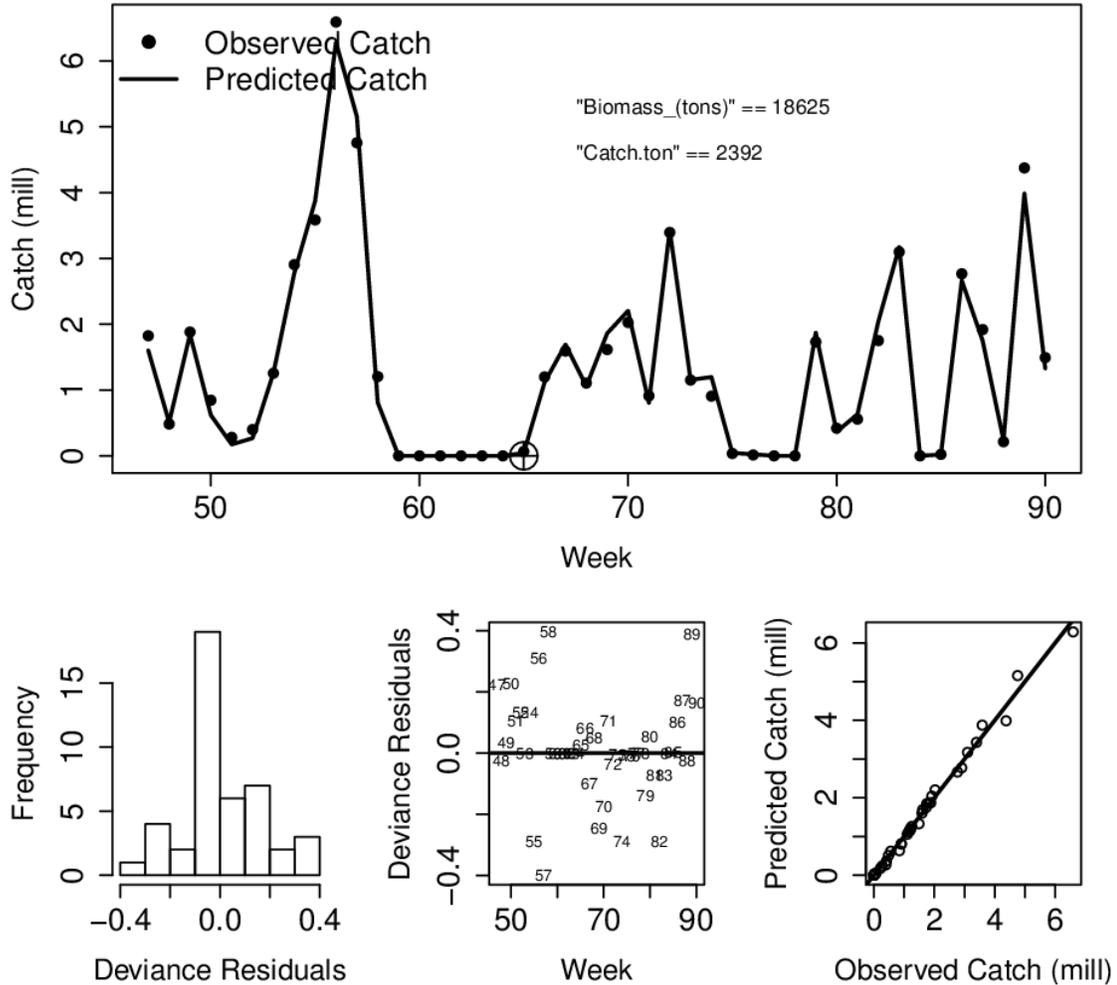


Figura 4.61. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2010. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = bobyrc

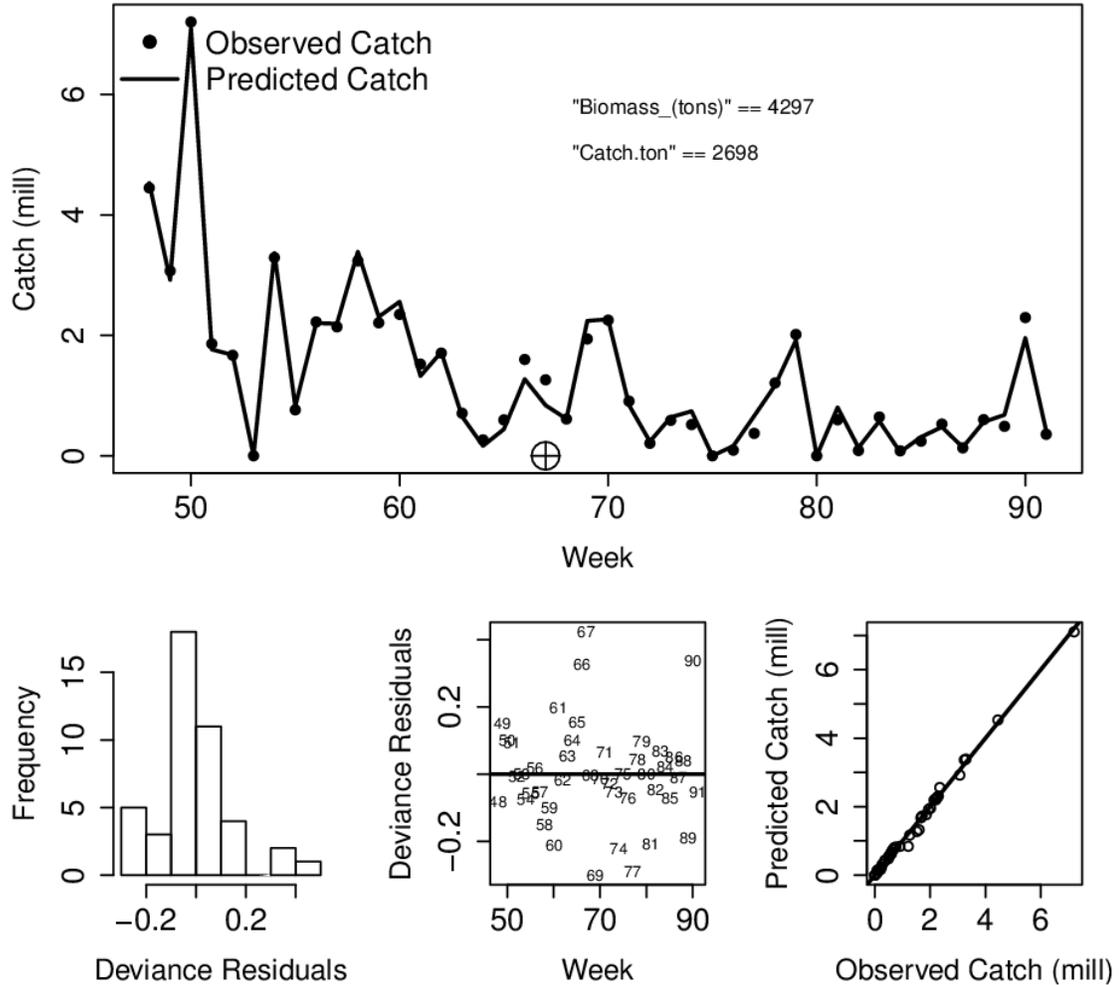


Figura 4.62. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2011. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

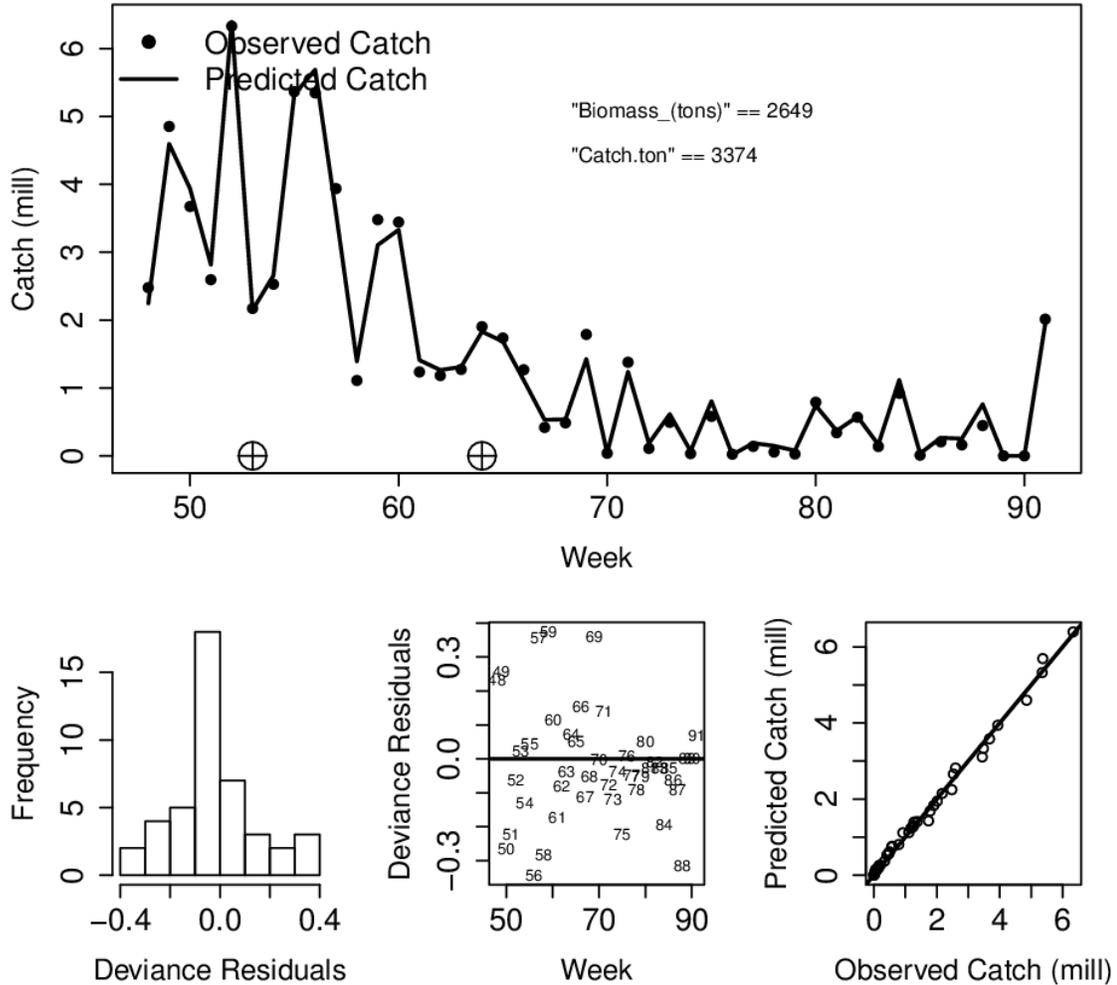


Figura 4.63. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2012. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

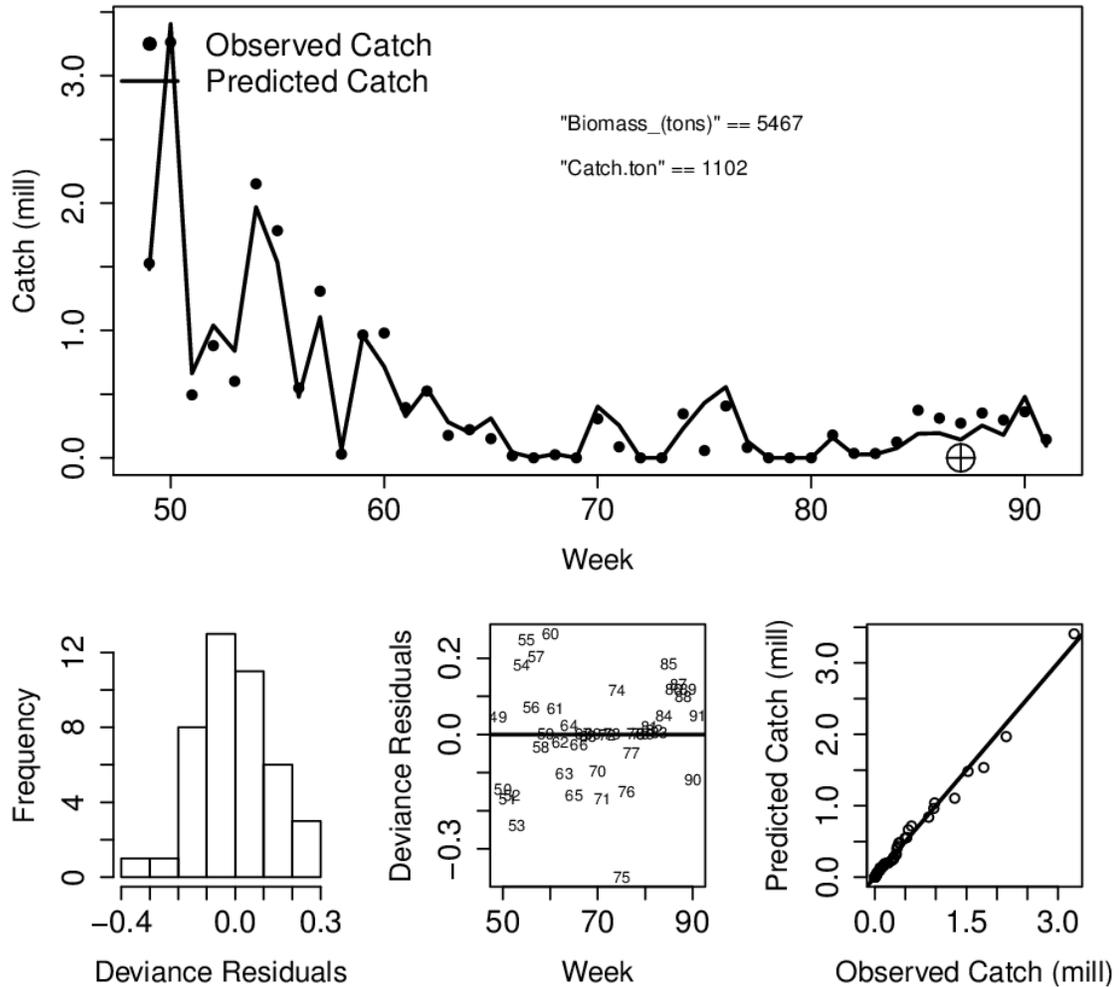


Figura 4.64. Ajuste del modelo elegido a los datos de huego del Golfo de Arauco temporada 2013. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

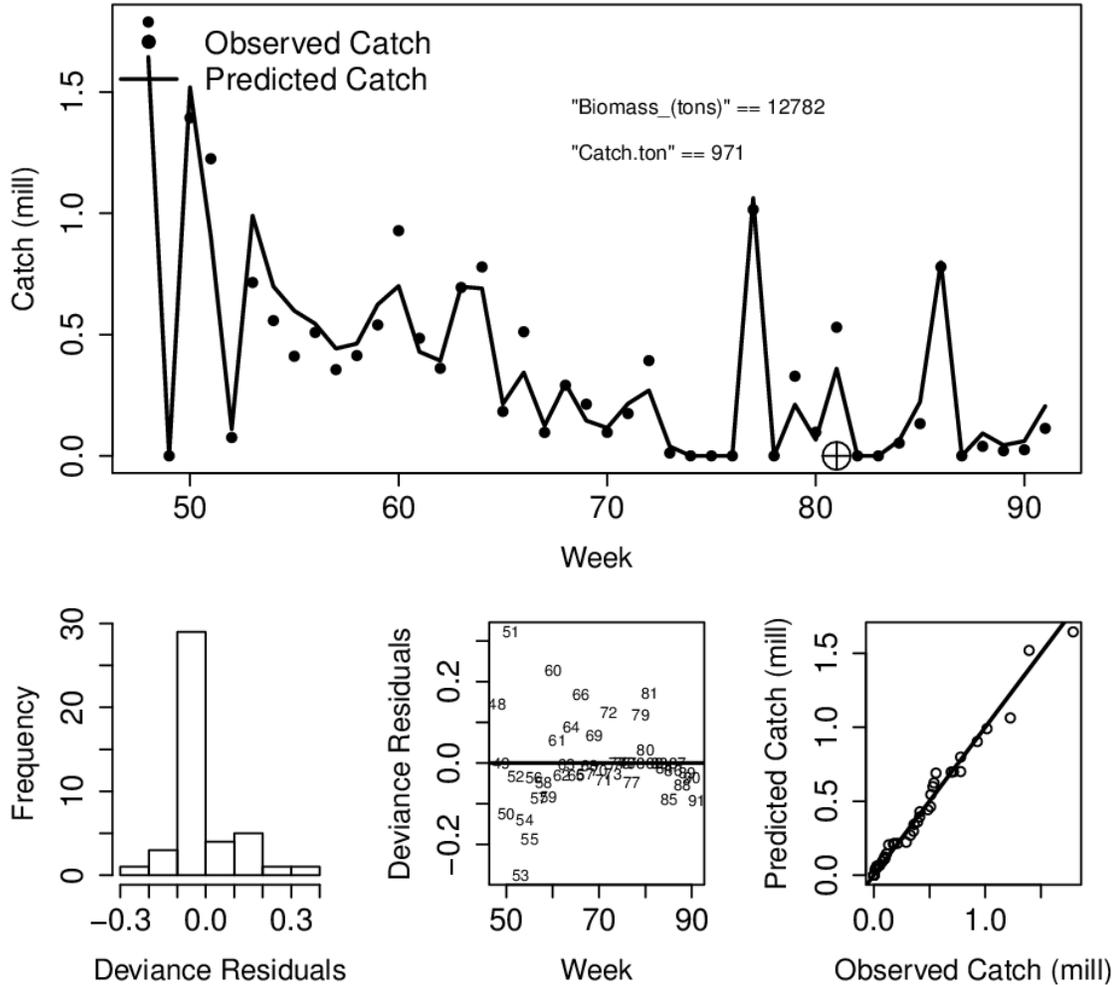


Figura 4.65. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2014. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

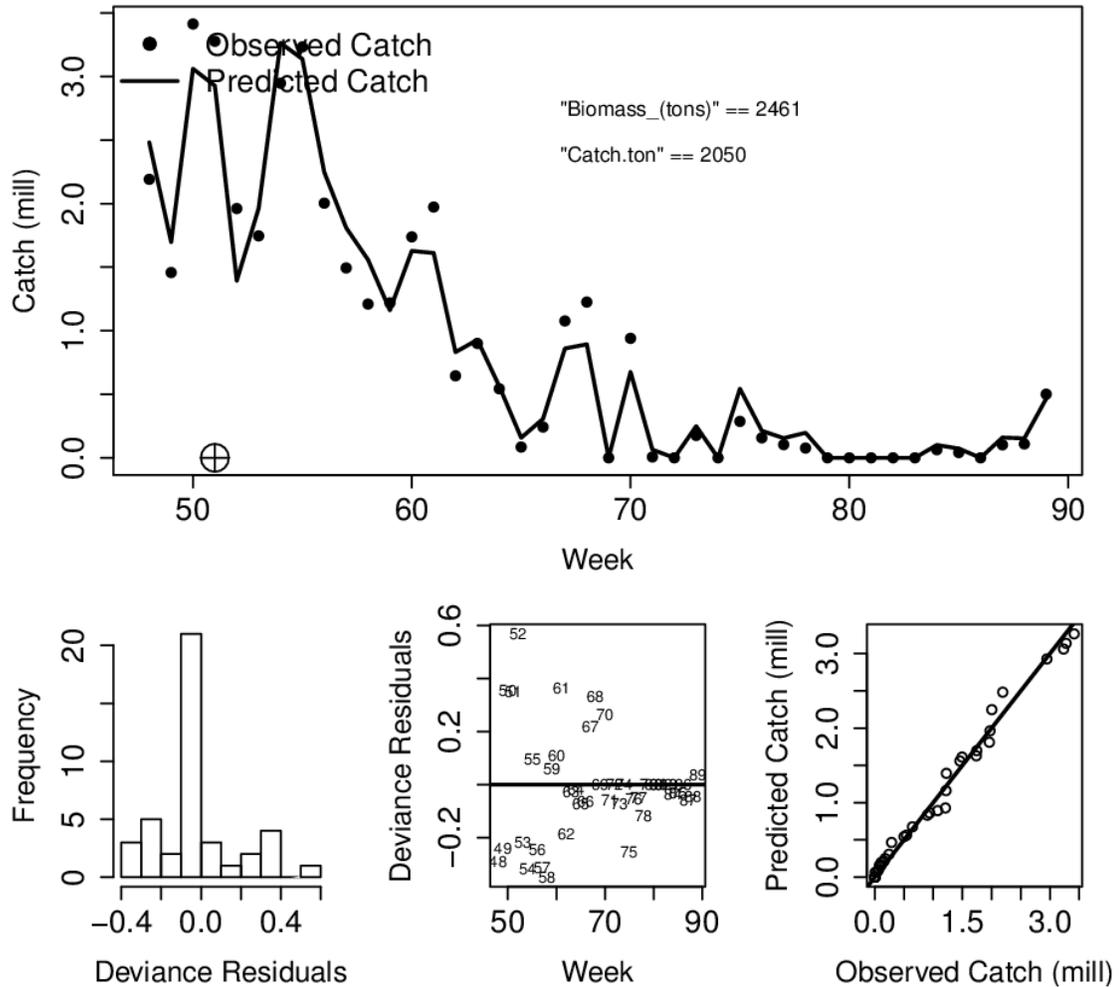


Figura 4.66. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2015. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

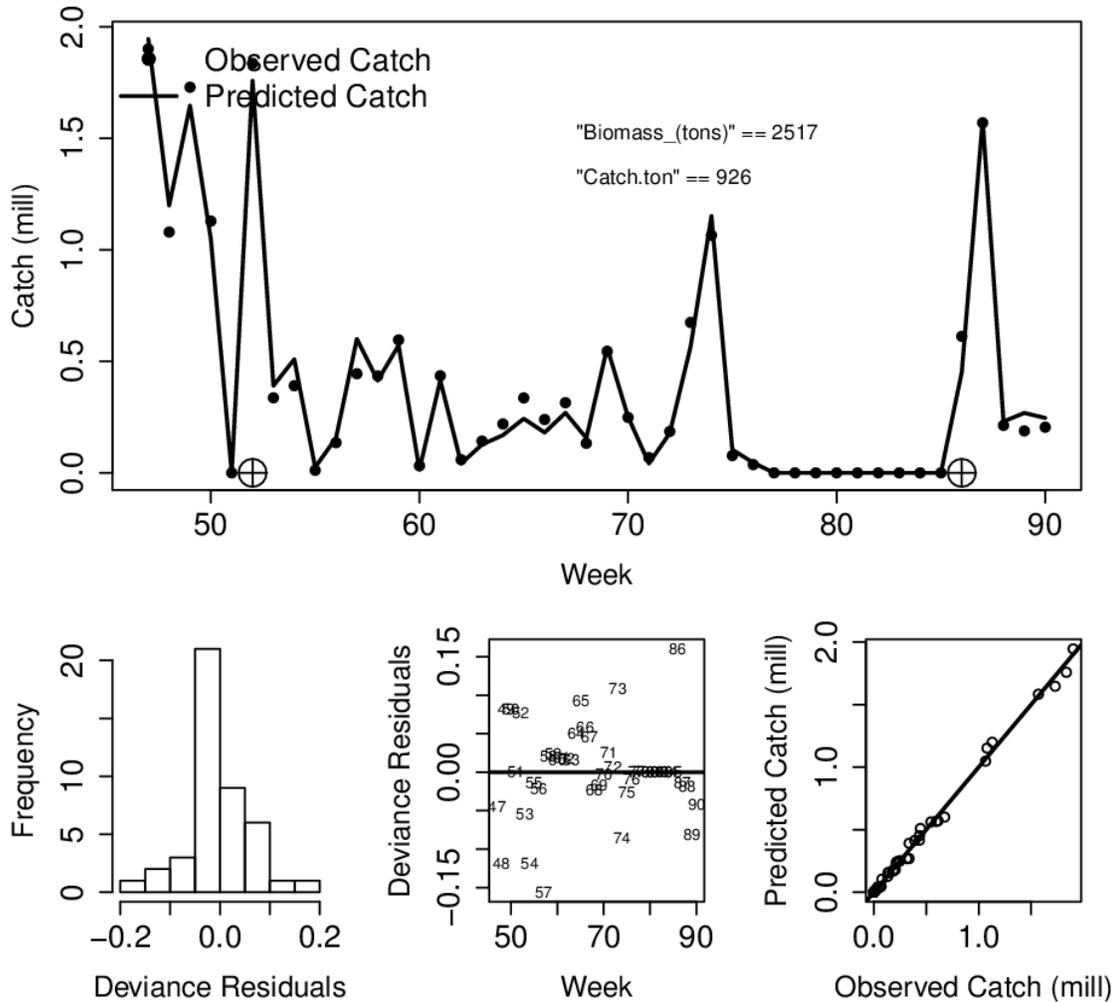


Figura 4.67. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2016. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

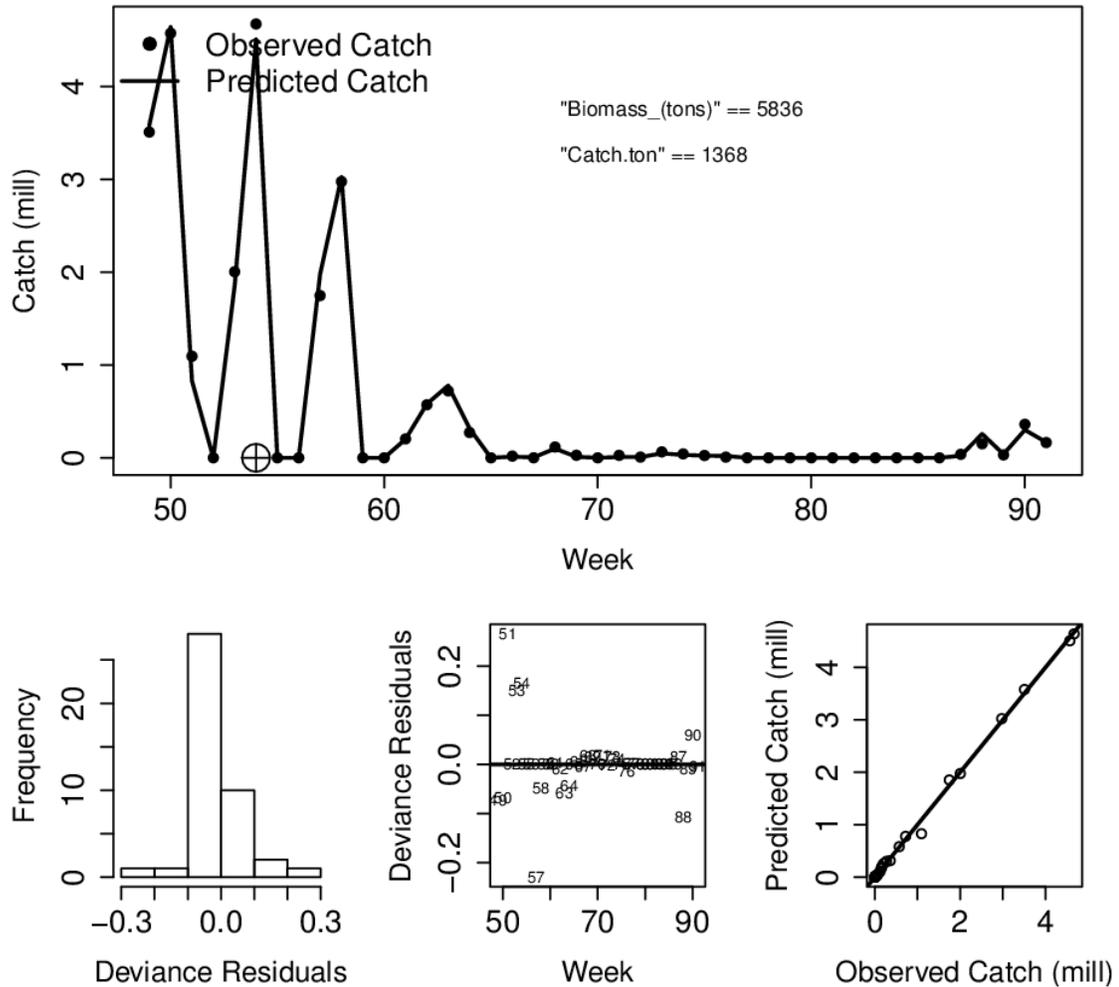


Figura 4.68. Ajuste del modelo elegido a los datos de huepo del Golfo de Arauco temporada 2017. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.

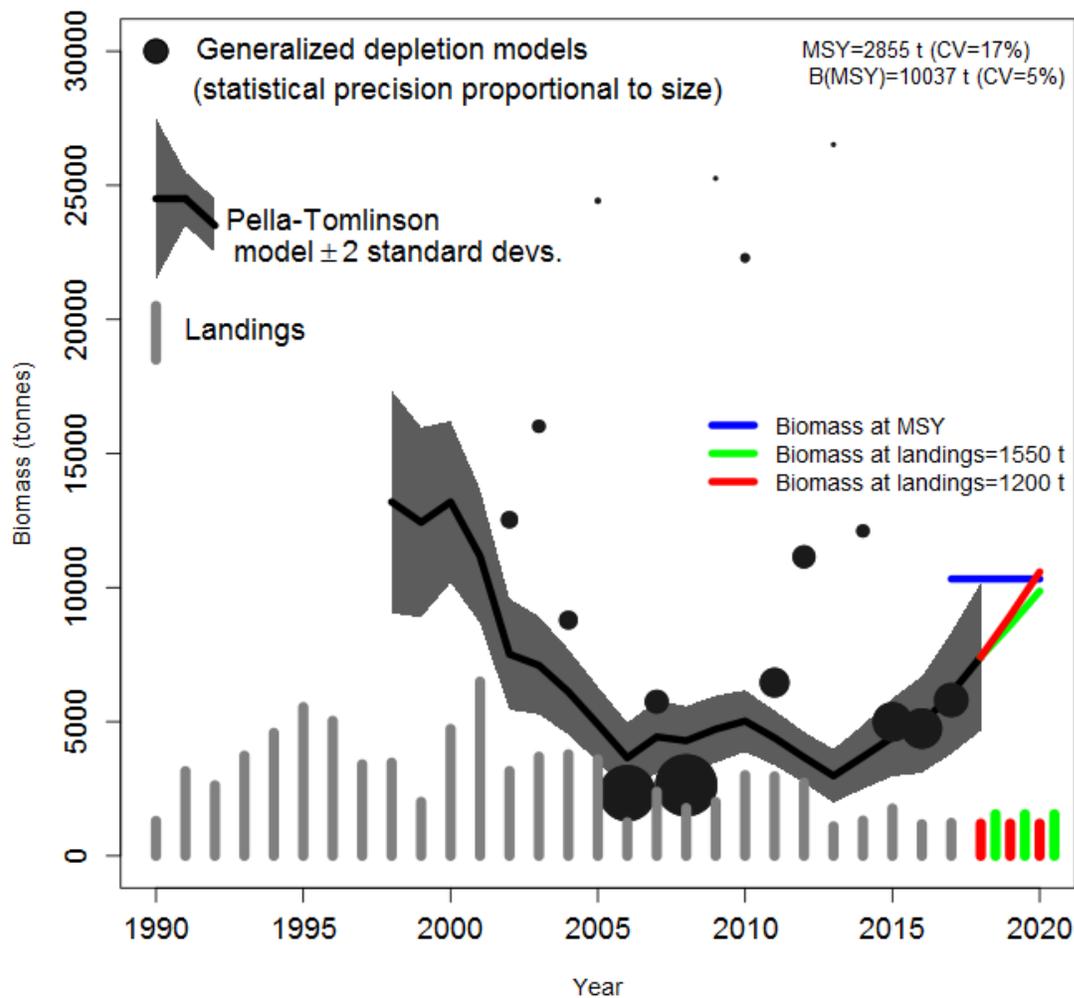


Figura 4.69. Historia y estado actual de explotación del huego del Golfo de Arauco.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

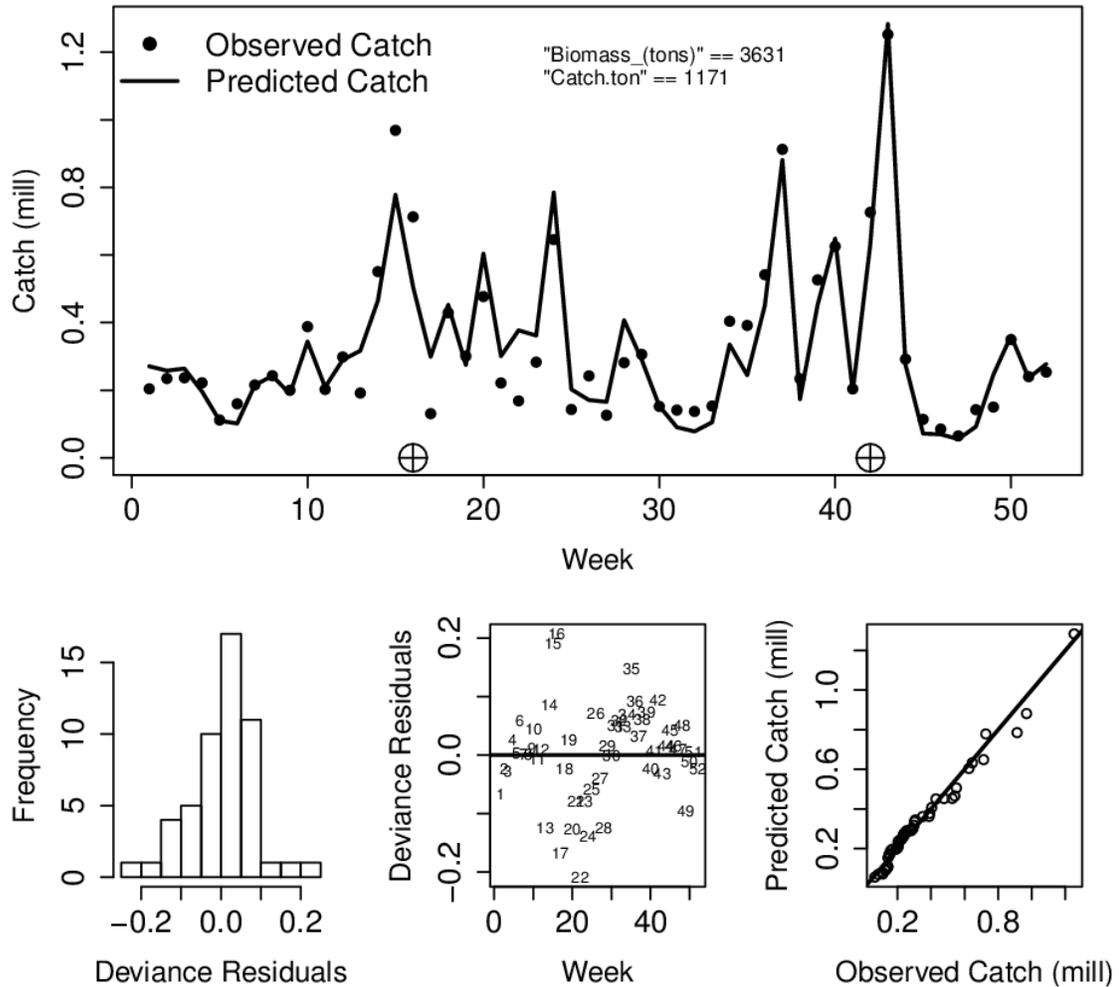


Figura 4.70. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2000. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

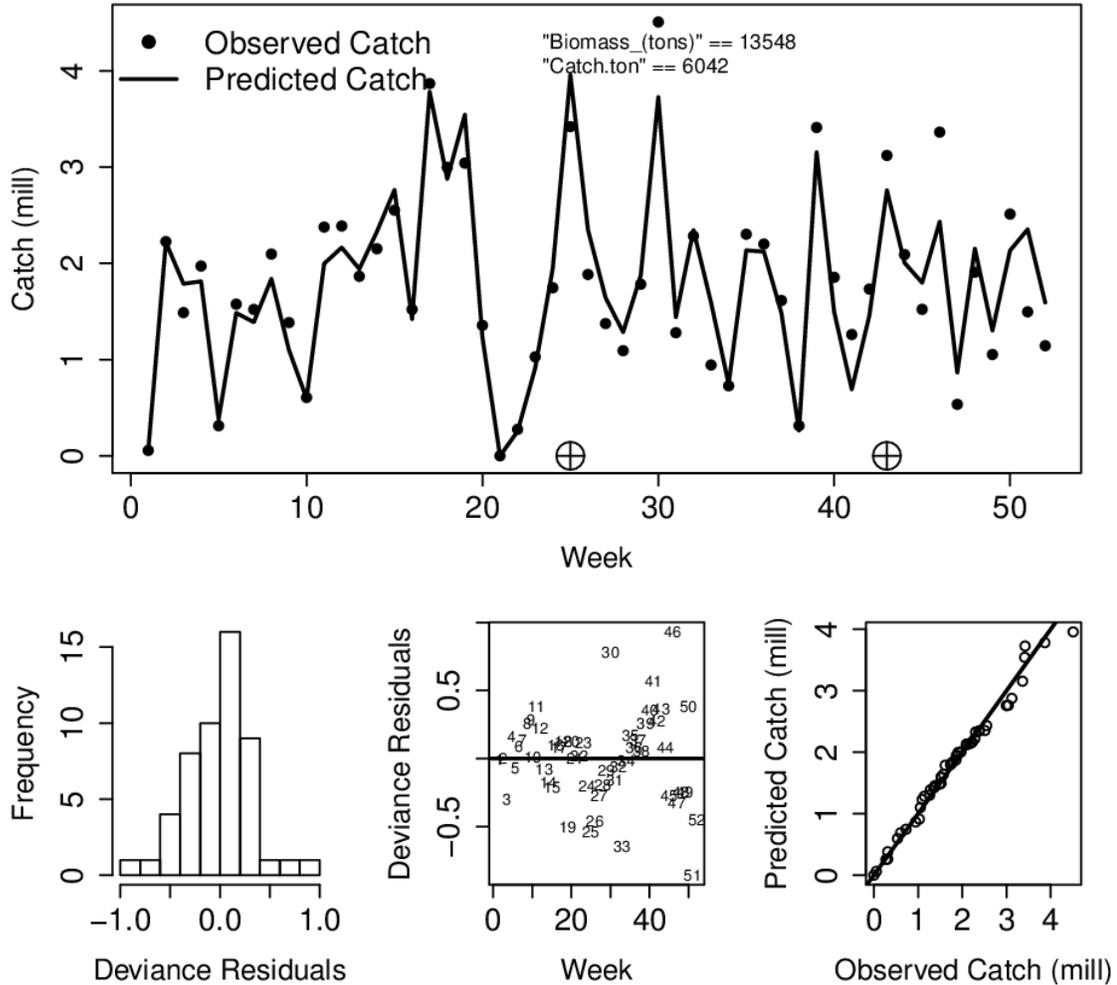


Figura 4.71. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2001. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

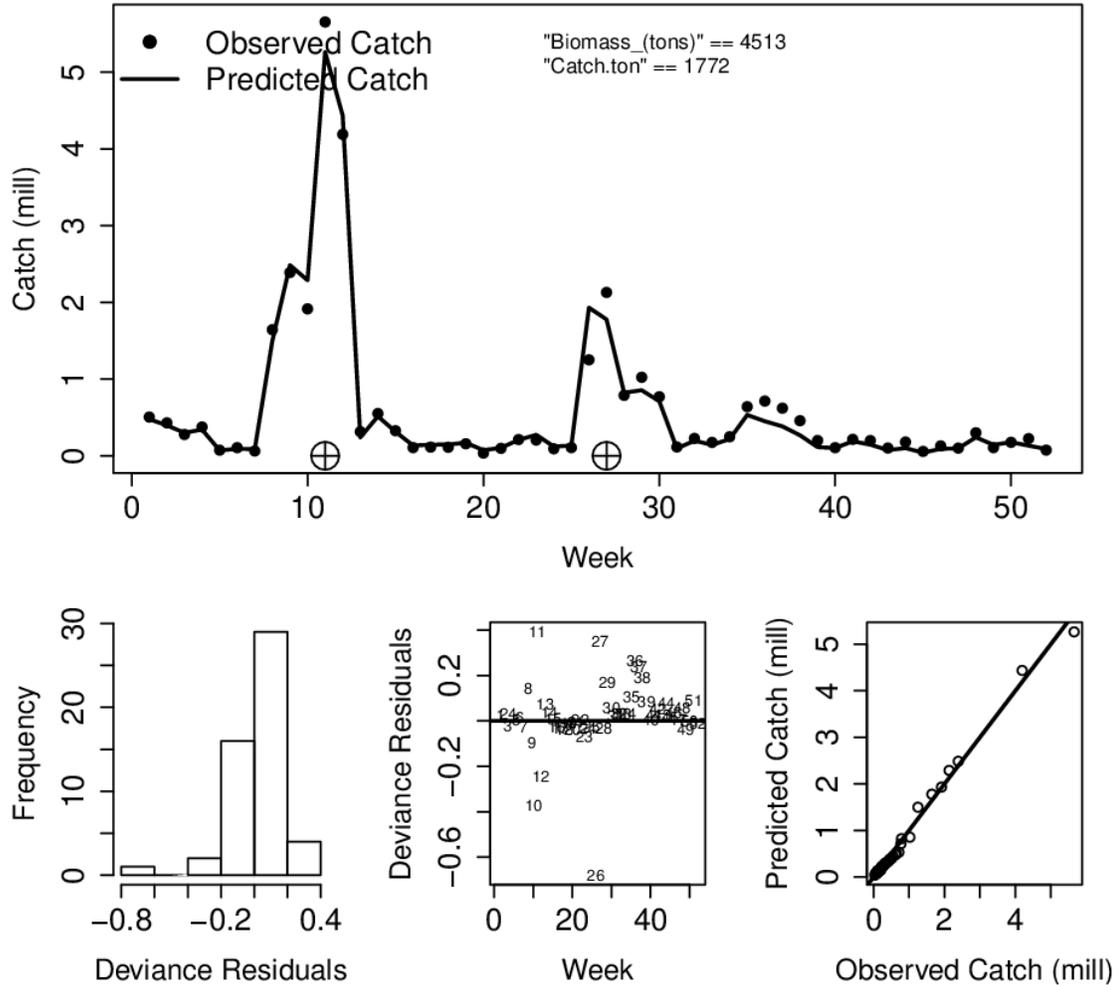


Figura 4.72. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2002. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

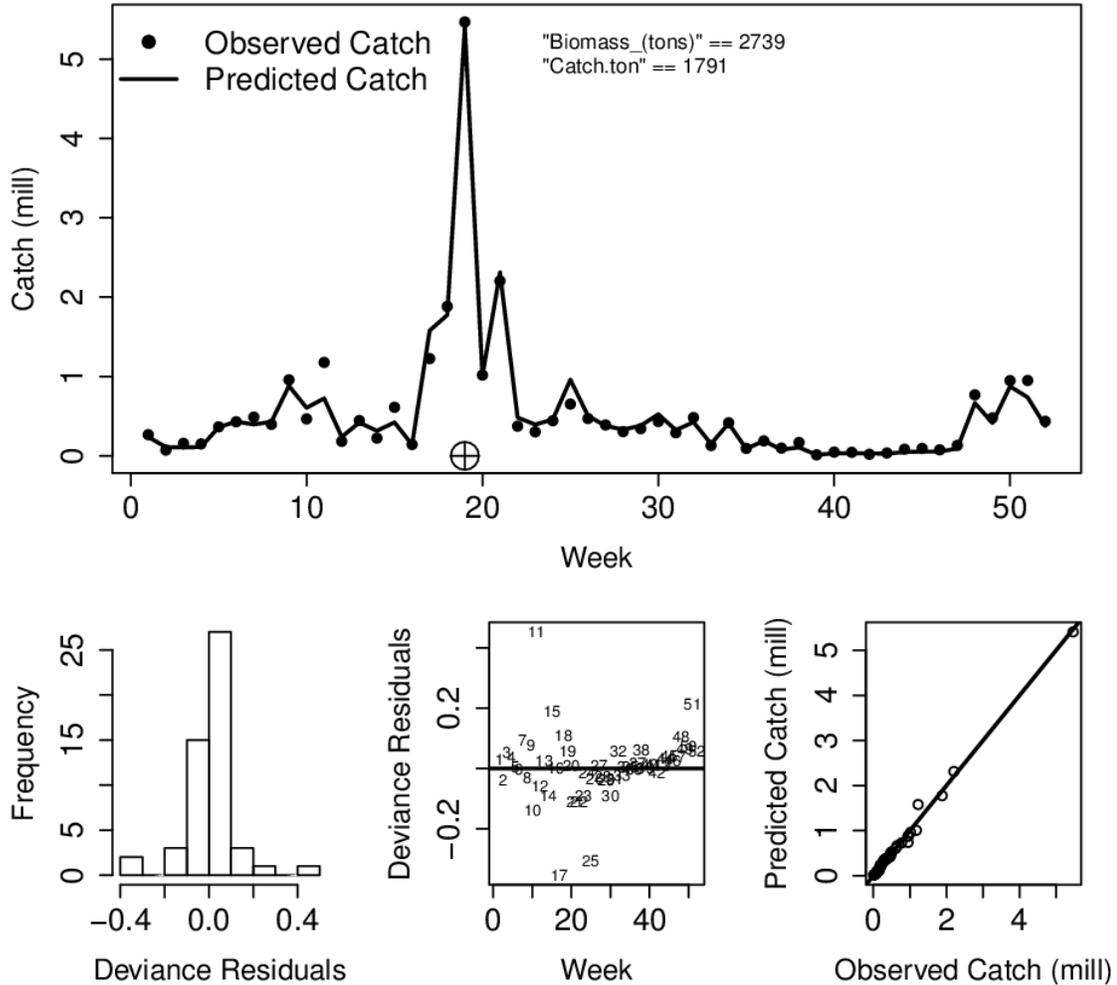


Figura 4.73. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2003. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = BFG:

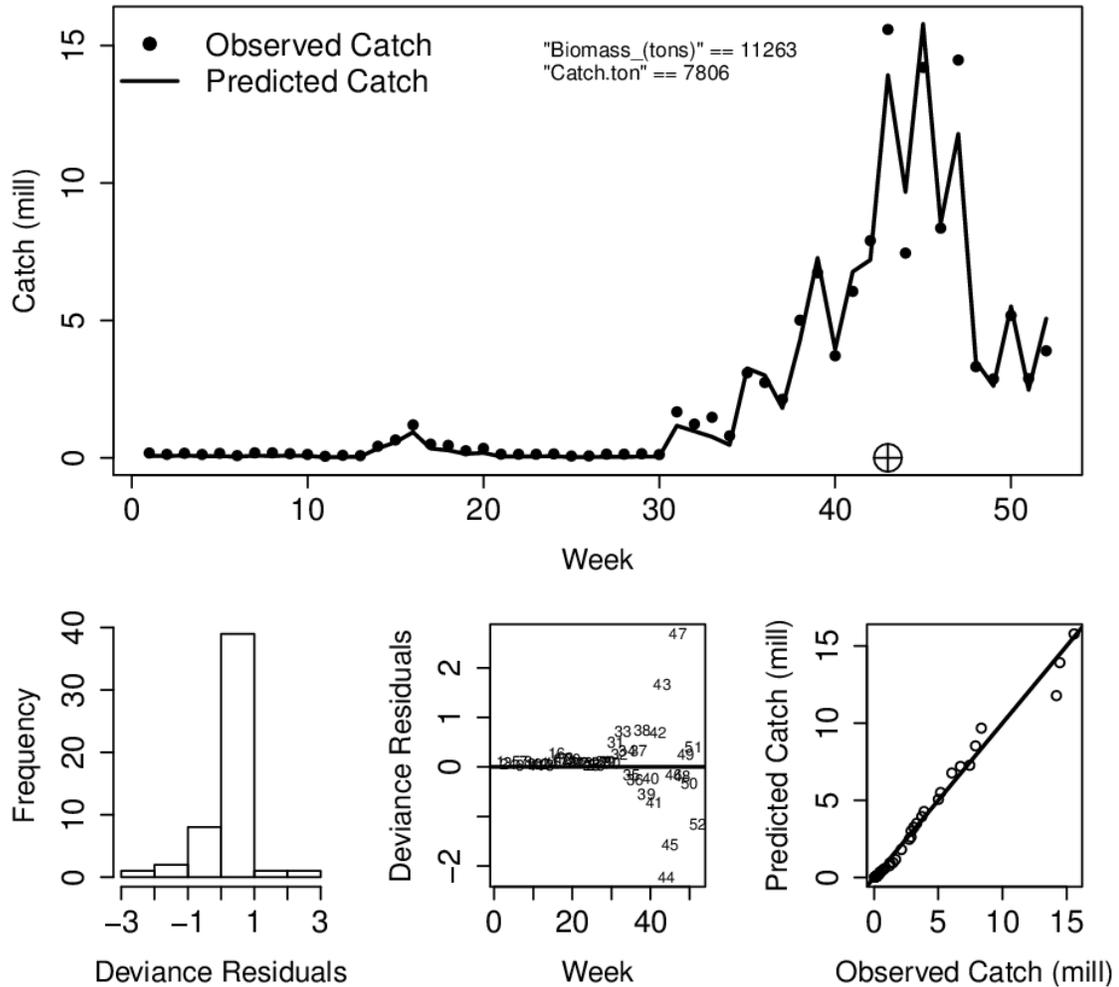


Figura 4.74. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2004. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

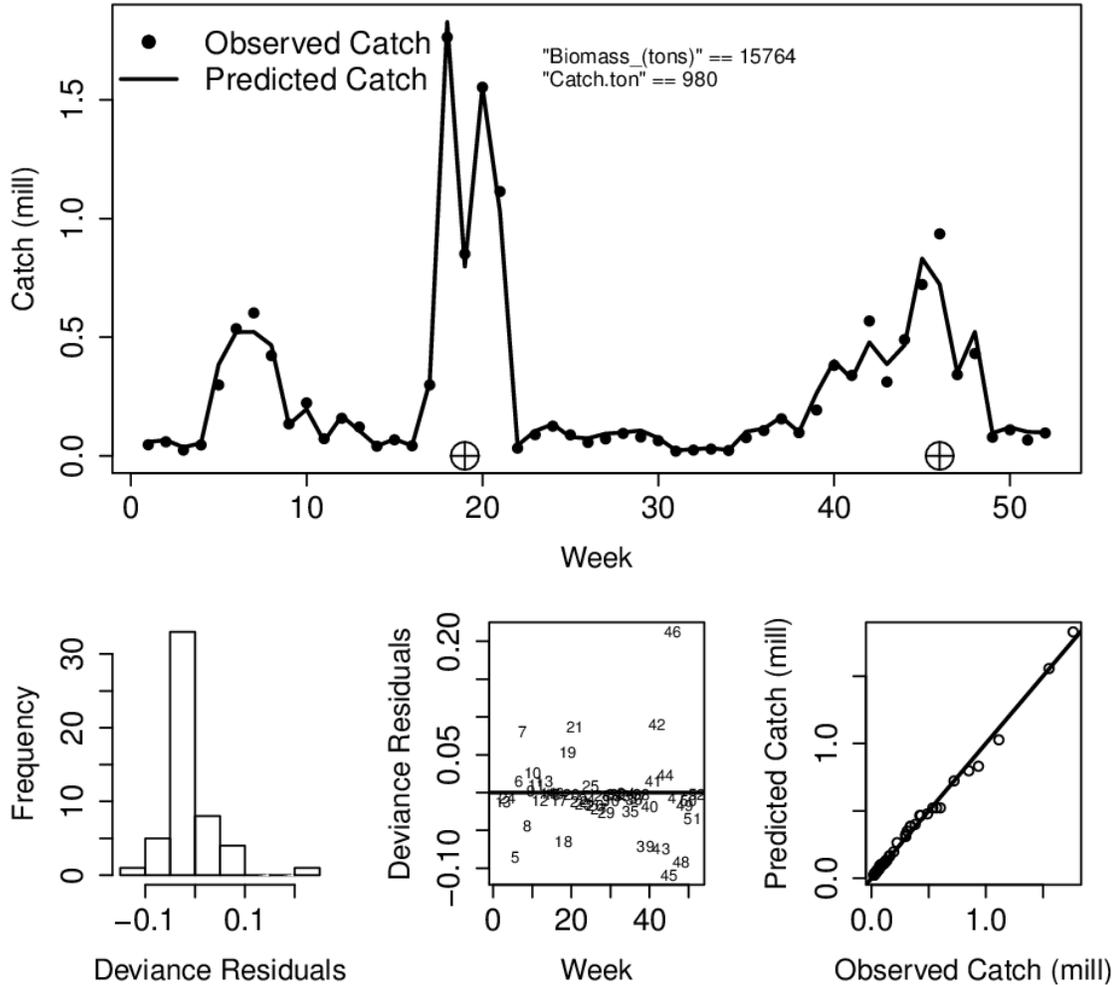


Figura 4.75. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2005. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

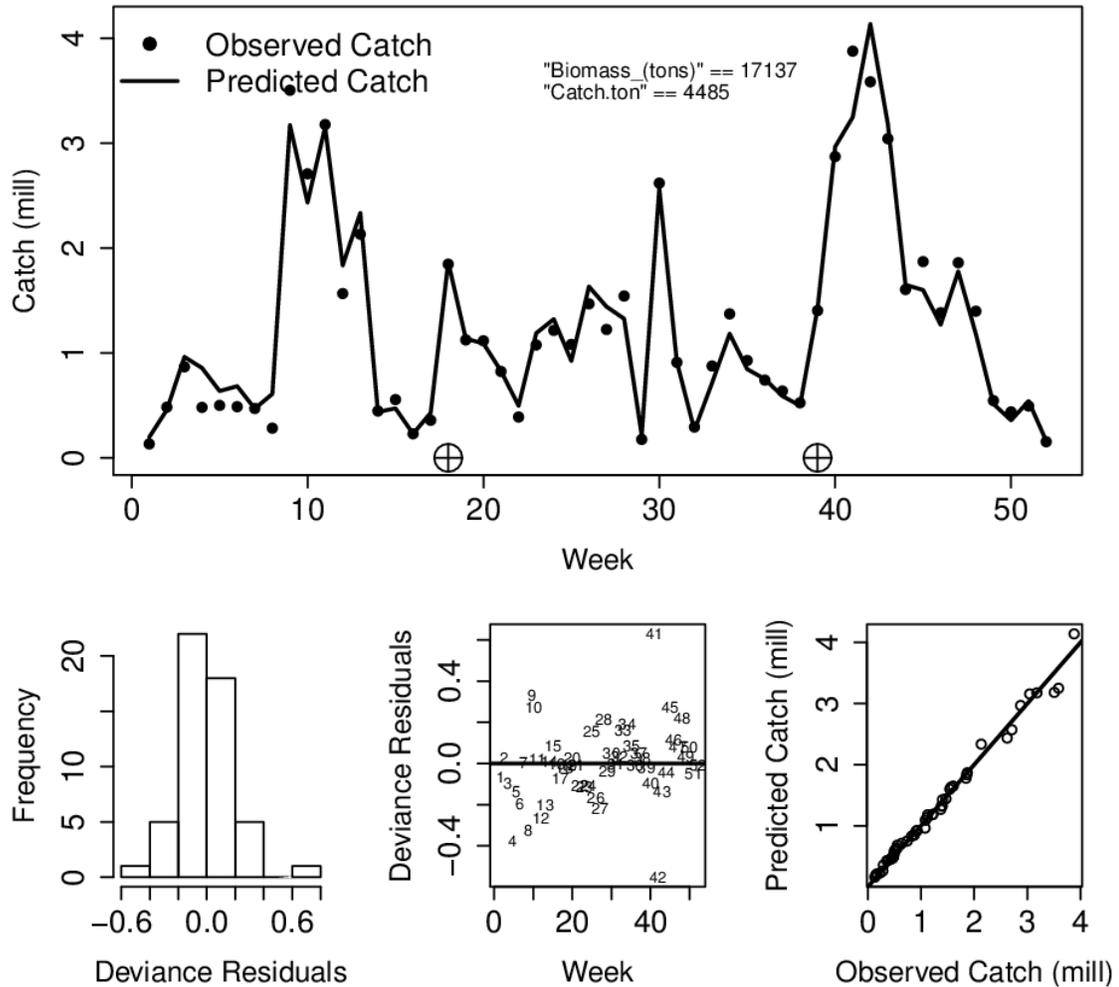


Figura 4.76. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2006. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

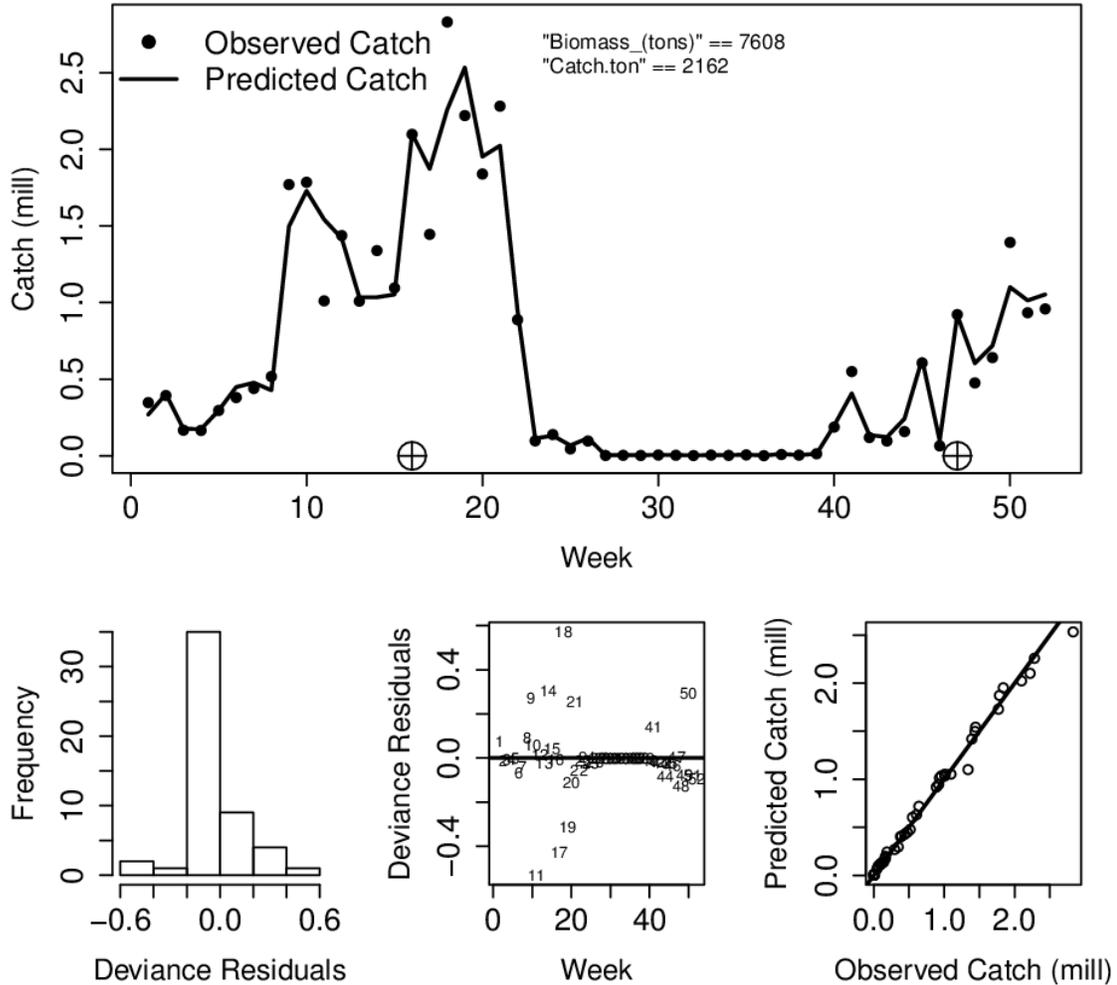


Figura 4.77. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2007. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



et = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = ApNormal, Numerical algorithm = Nelder-I

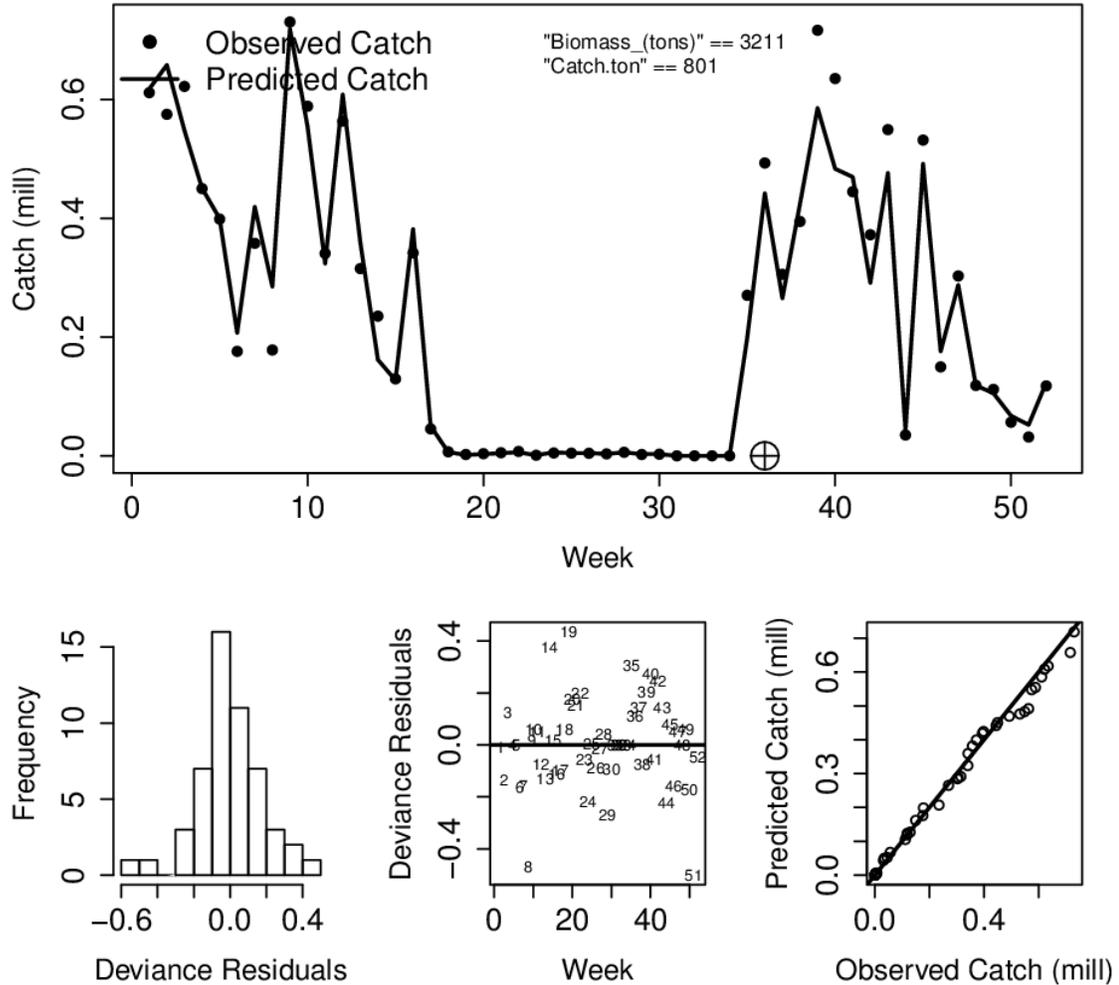


Figura 4.78. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2008. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

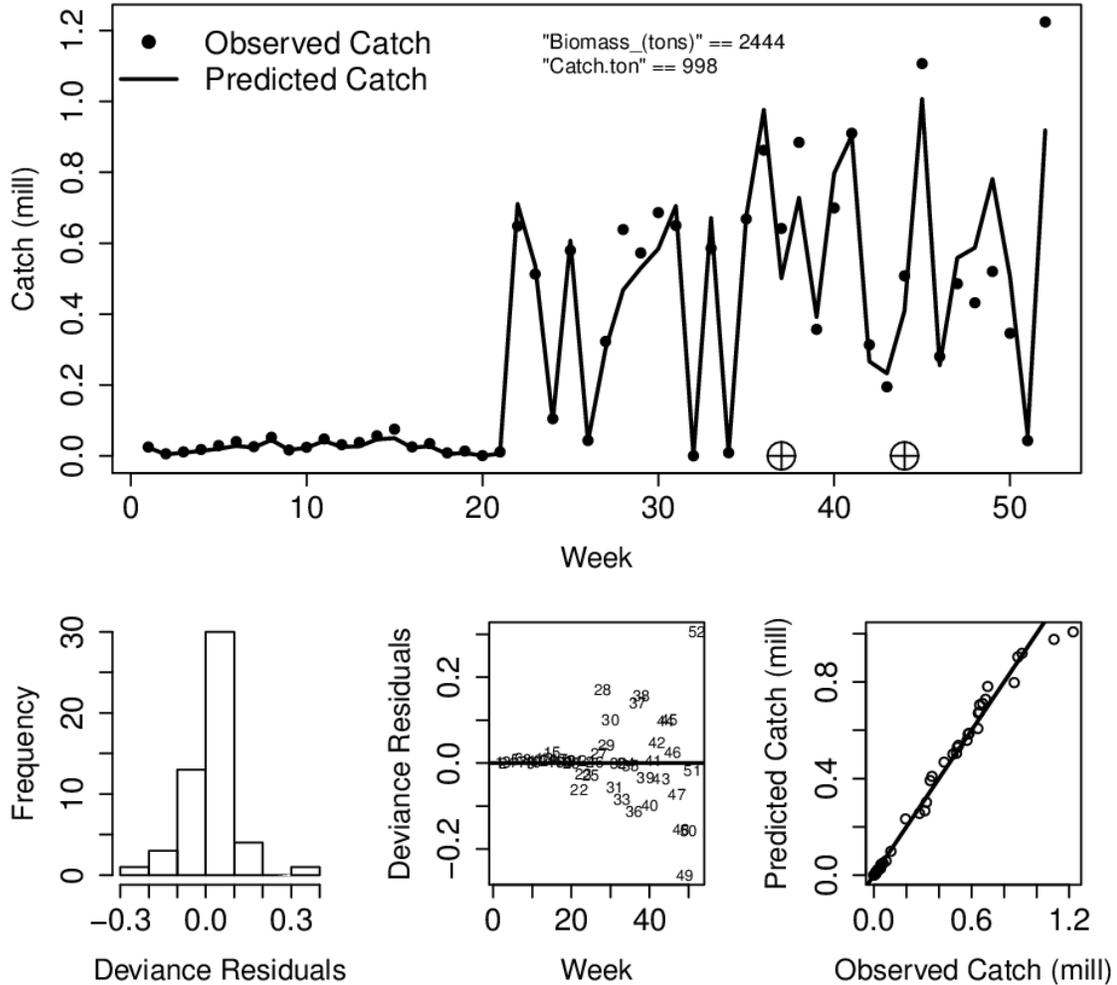


Figura 4.79. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2009. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Normal, Numerical algorithm = CG

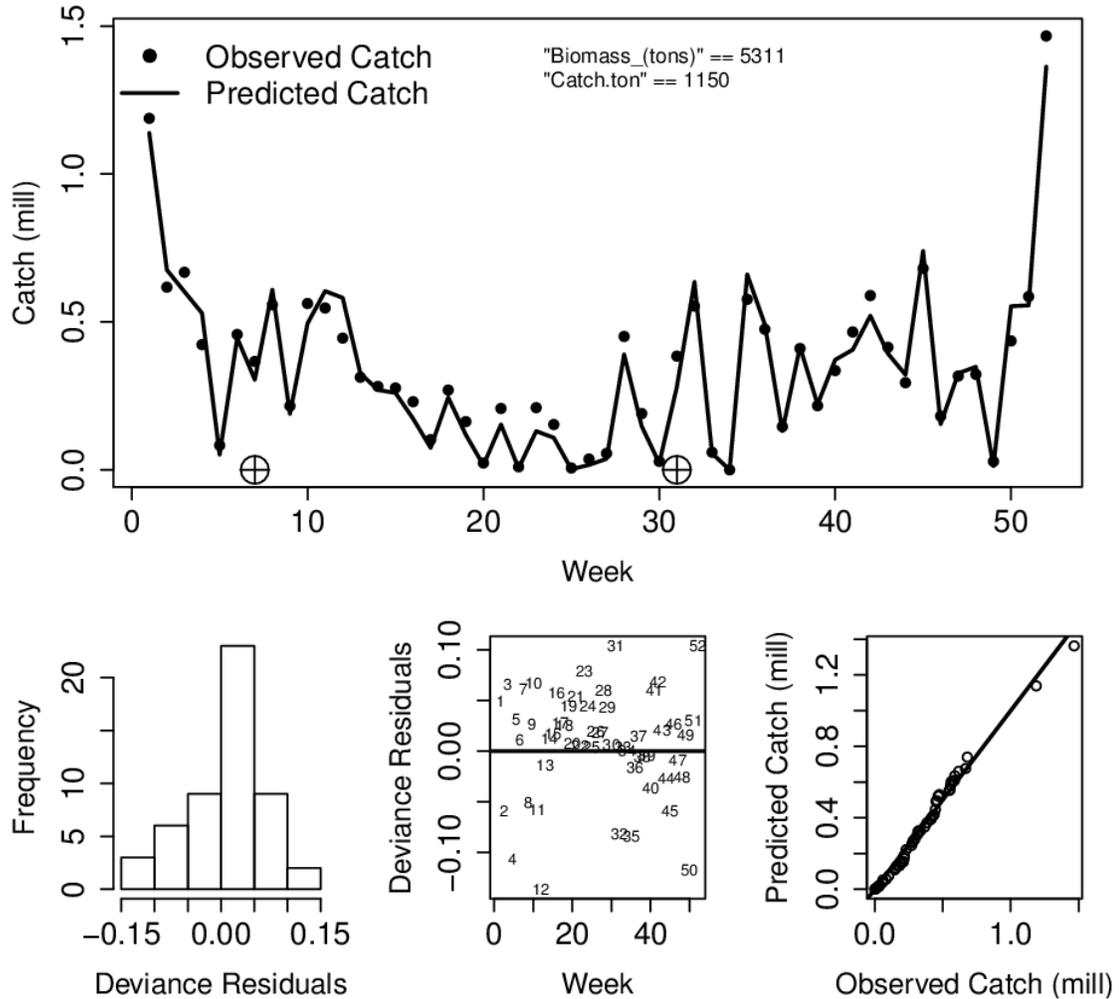


Figura 4.80. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2010. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

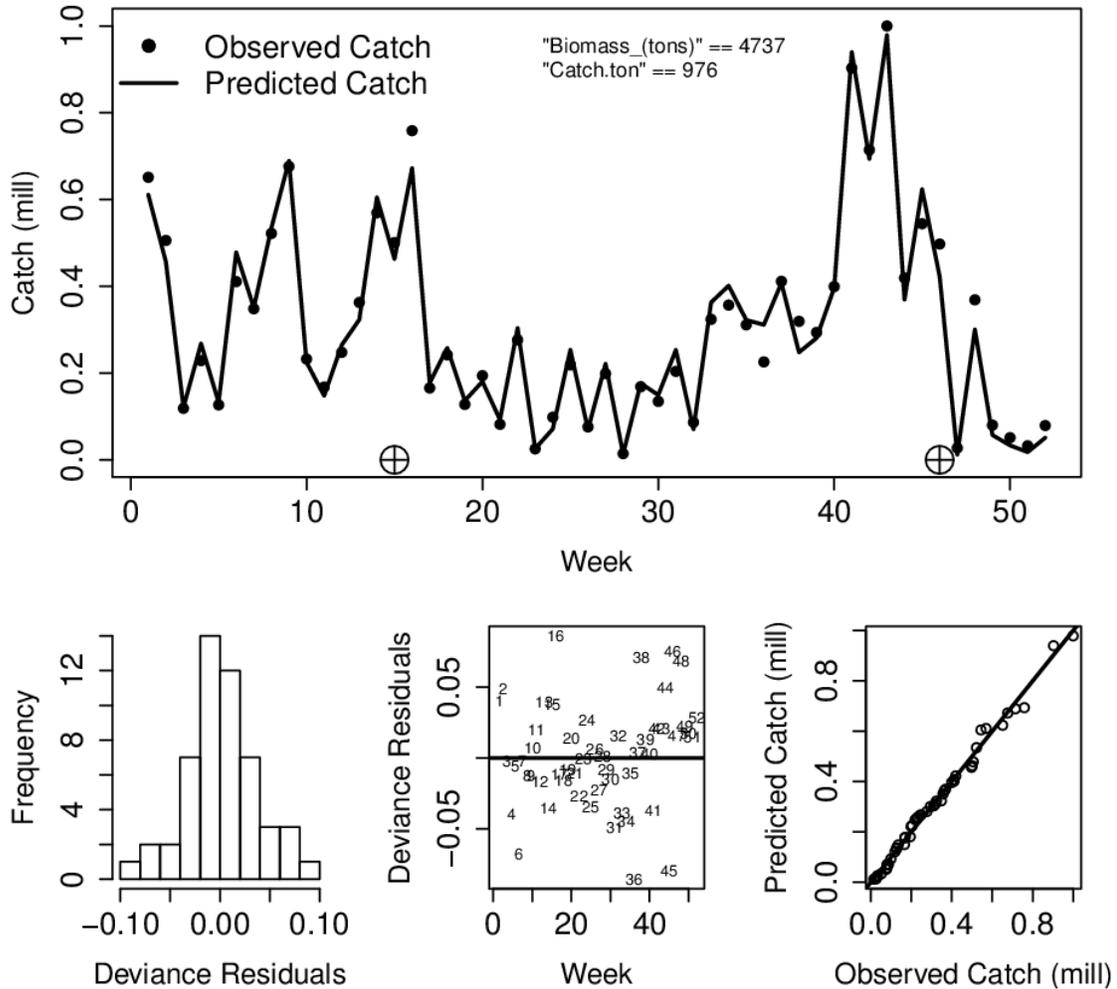


Figura 4.81. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2011. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

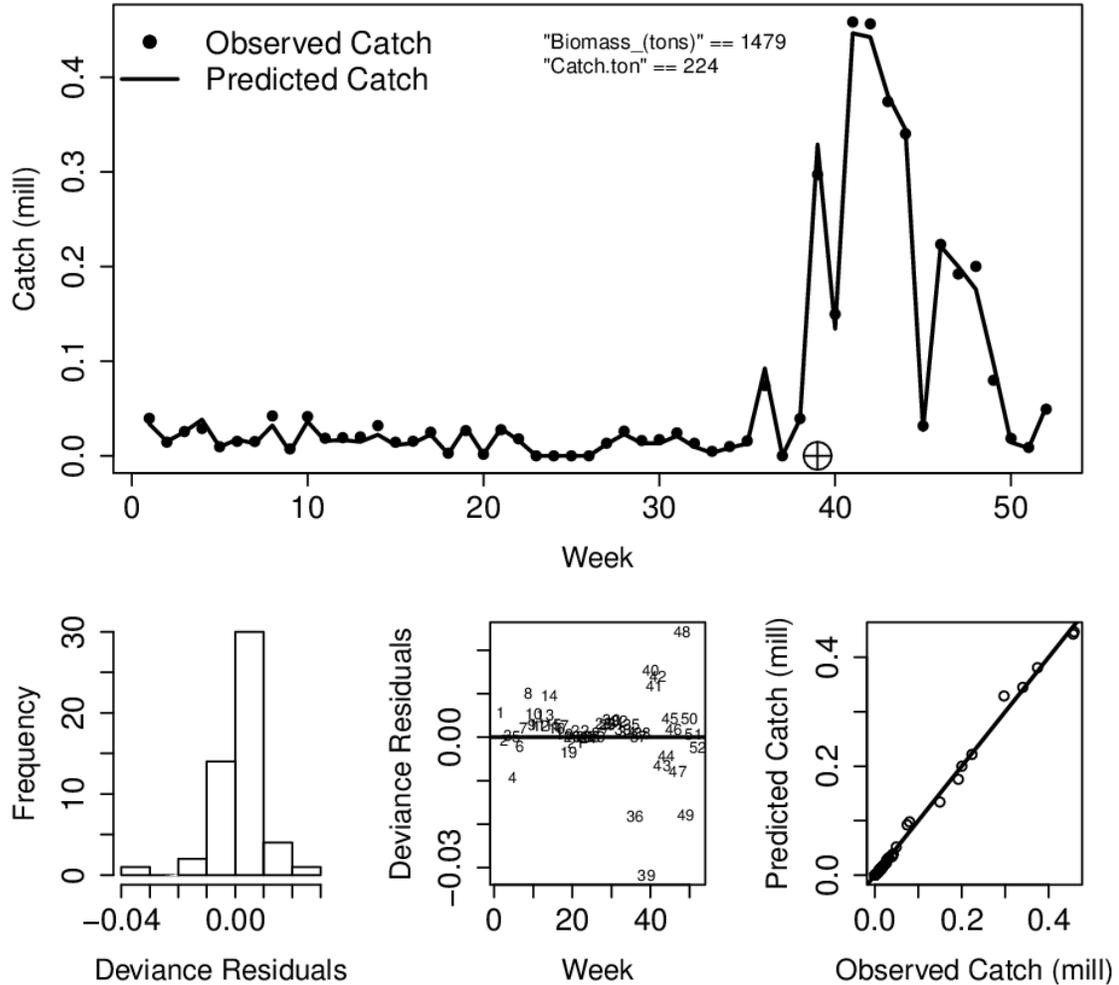


Figura 4.82. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2012. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

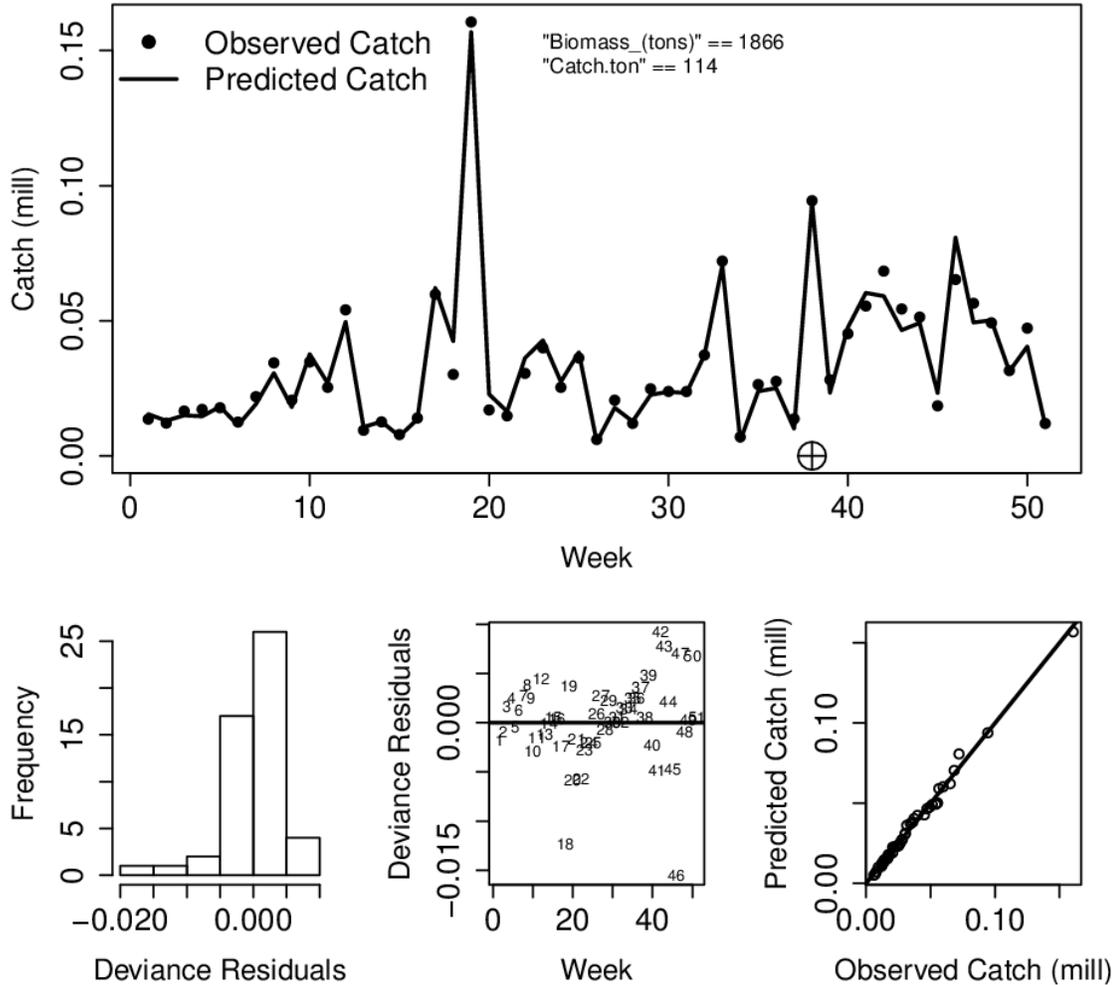


Figura 4.83. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2013. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Normal, Numerical algorithm = CG

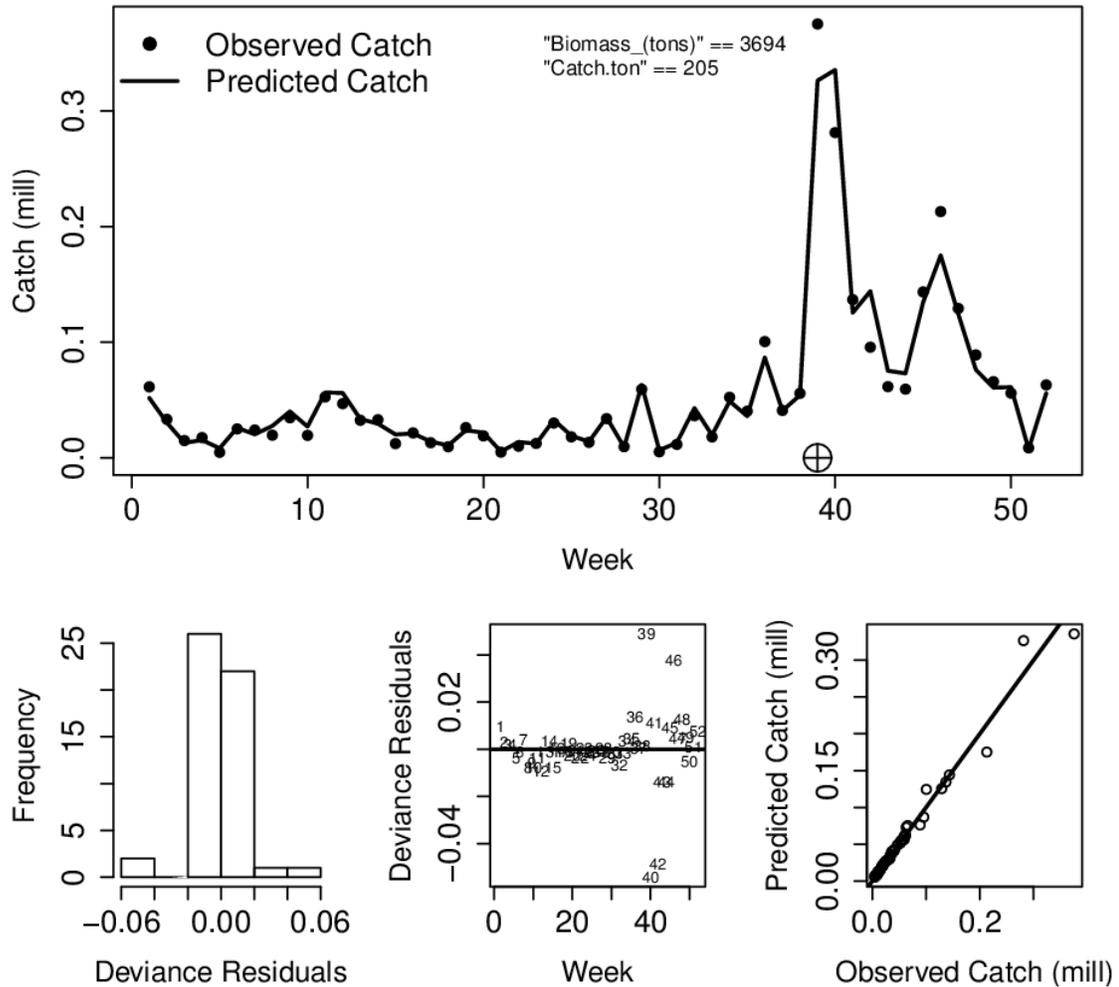


Figura 4.84. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2014. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

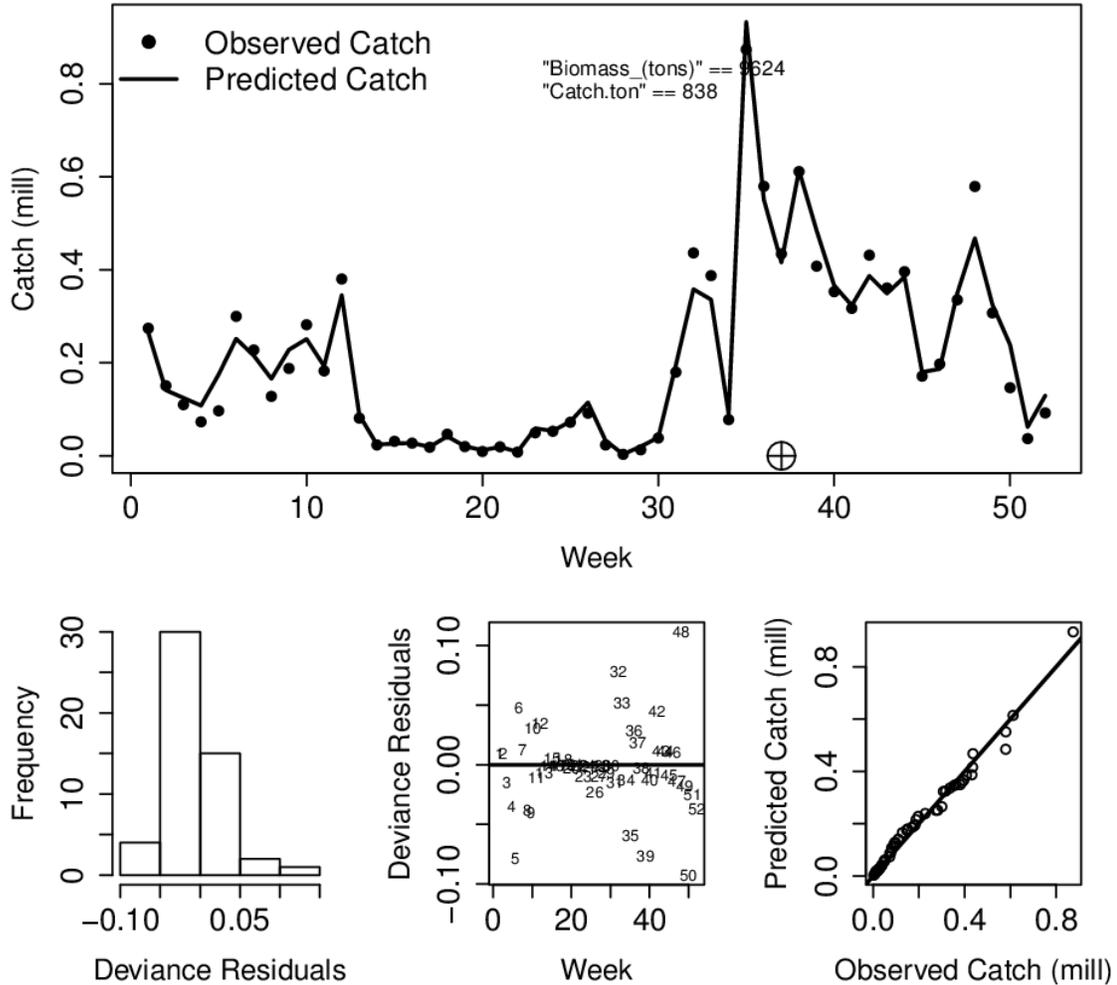


Figura 4.85. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2015. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 2, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

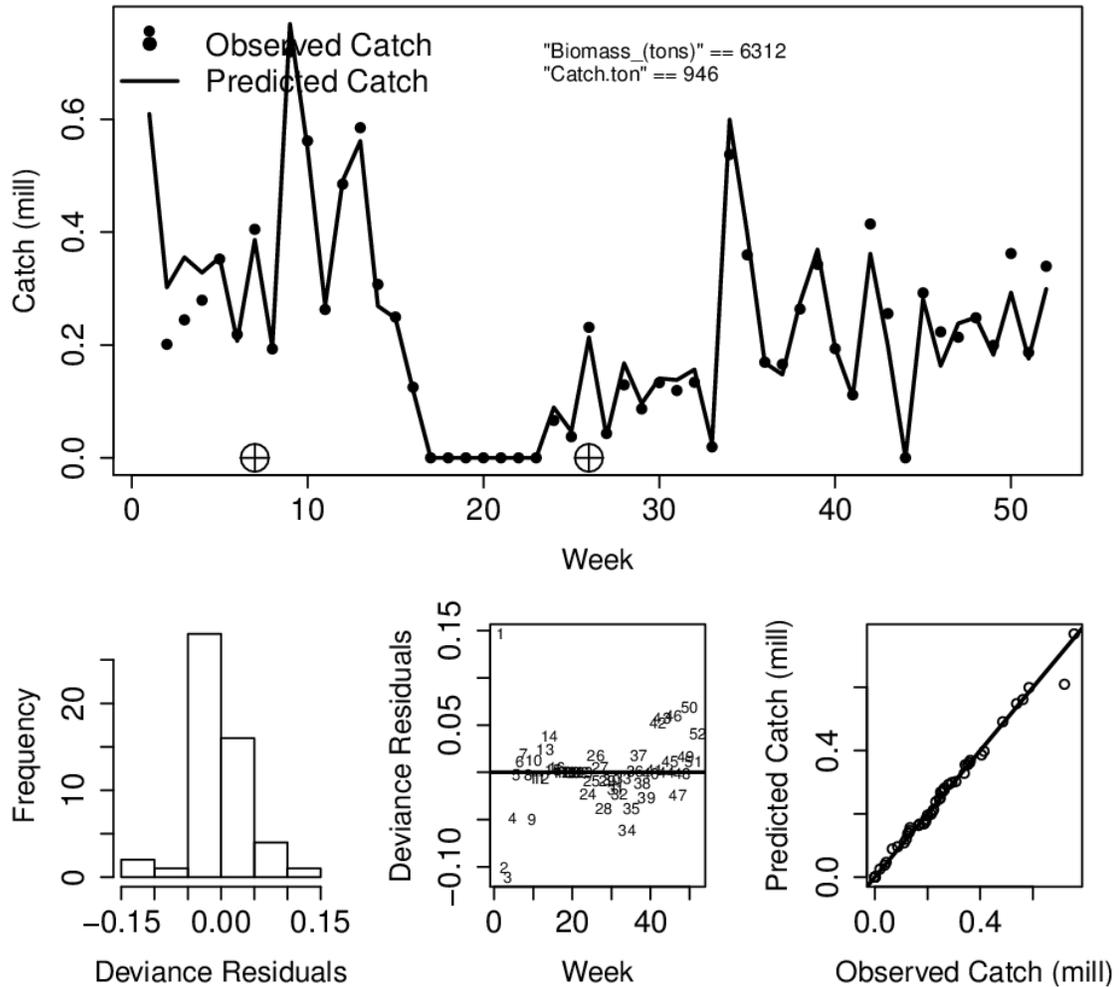


Figura 4.86. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2016. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.



Fleet = Buzos, Perturbations = 1, Distribution = Apnormal, Numerical algorithm = CG

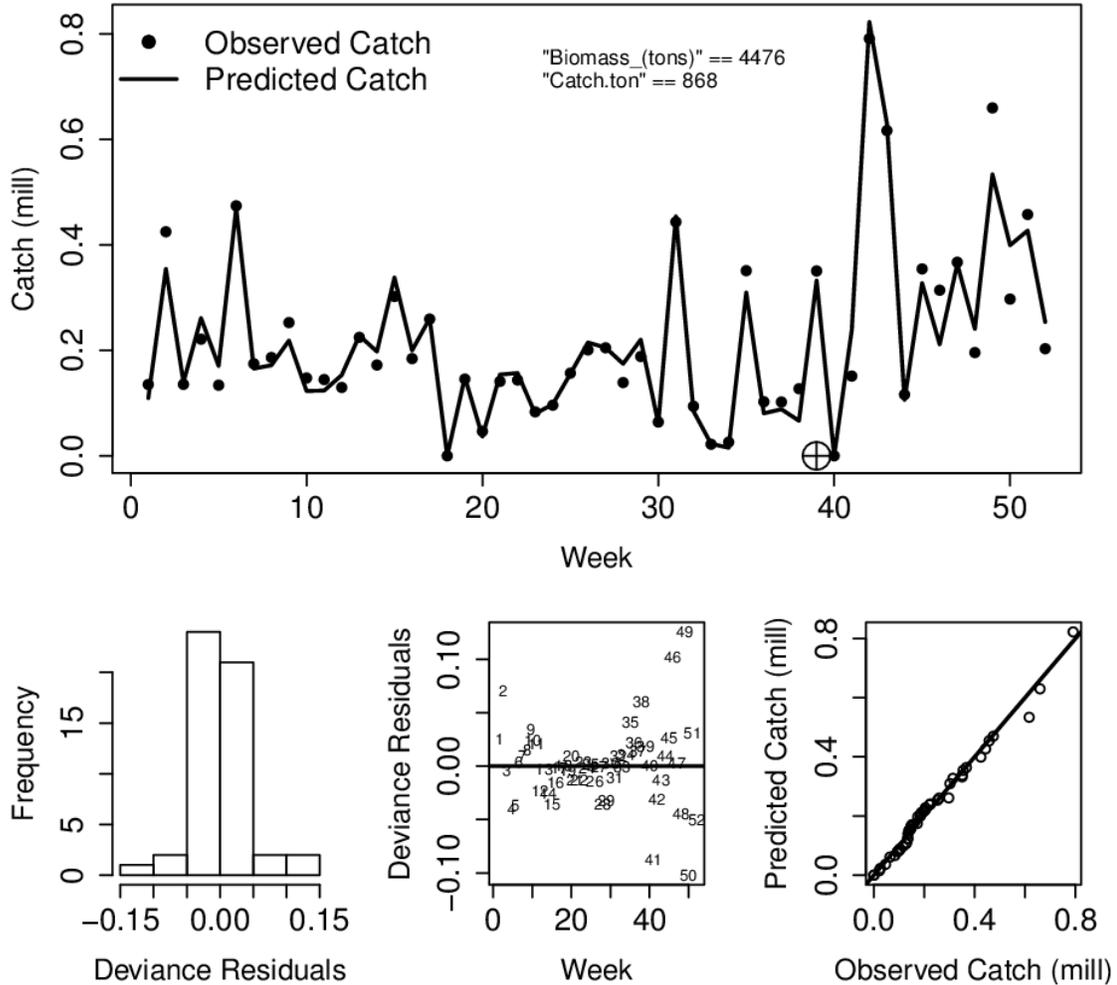


Figura 4.87. Ajuste del modelo elegido a los datos de almeja de la Bahía de Ancud temporada 2017. Panel superior: datos semanales (puntos), predicción del modelo (línea), biomasa de escape (última semana), y captura total de la temporada.

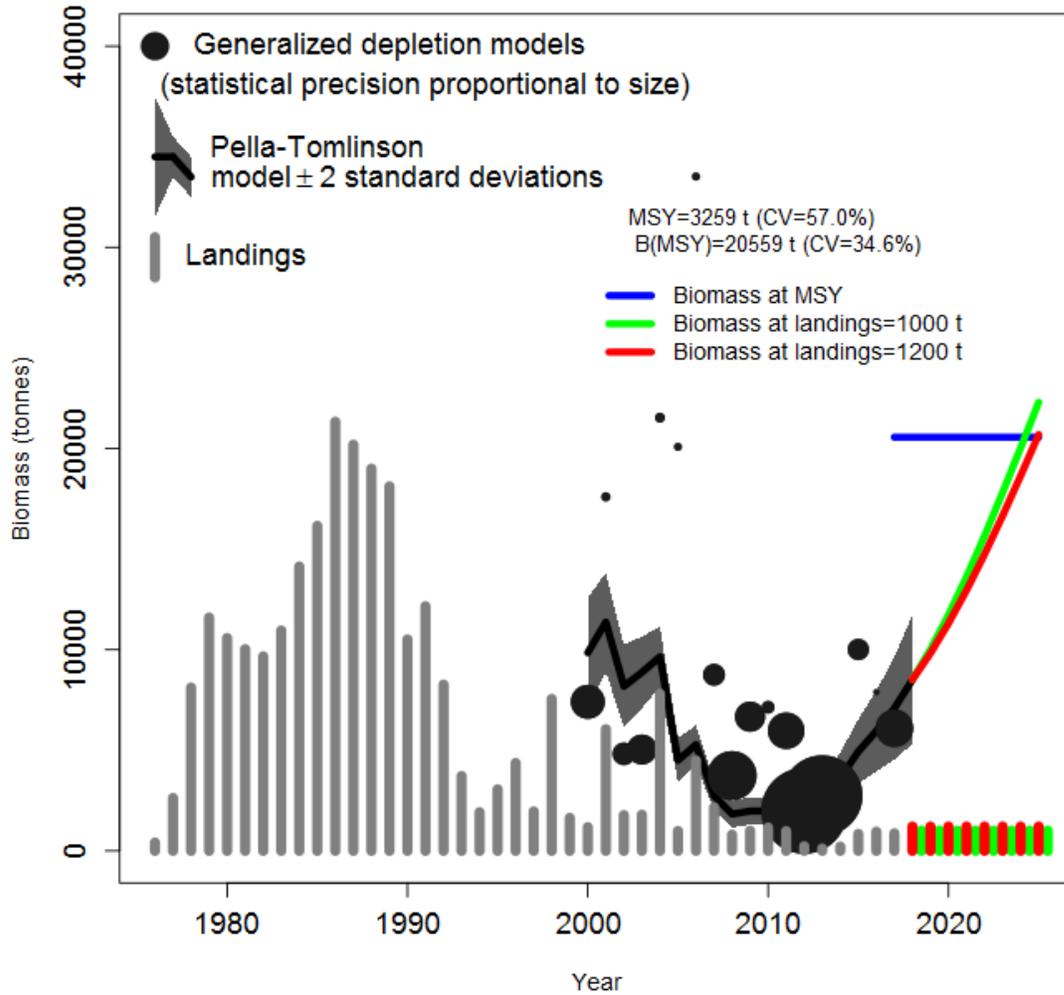


Figura 4.88. Historia y estado actual de explotación de la almeja de la Bahía de Ancud.

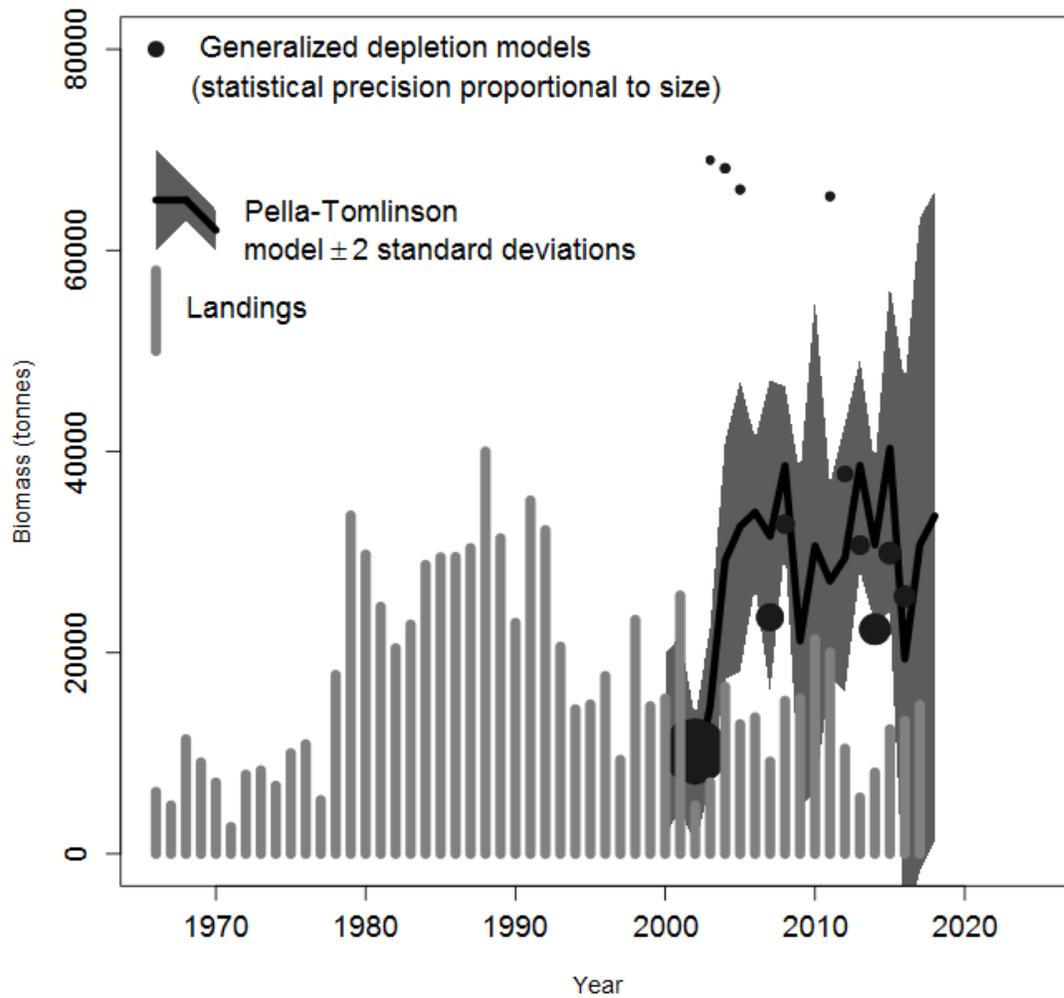


Figura 4.89. Historia y estado actual de explotación (indeterminado) de la almeja de la X Región.



3.5 Objetivo Específico N° 5. *Proponer las condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks, identificando brechas de conocimiento y/o información, junto con líneas de acción para subsanar vacíos existentes.*

3.5.1 Antecedentes

Condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks

Las condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks bentónicos fueron abordadas en los objetivos 2, 3 y 4, describiendo las metodologías que se pueden aplicar potencialmente, identificando las fuentes de información disponibles y aplicando algunas metodologías en 4 estudios de casos.

La tabla 3.9 resume la relación entre la data disponible desde 5 fuentes de información y las metodologías propuestas en tabla 2.1. La tabla 3.10 especifica para cada stock (de acuerdo a la hipótesis propuesta de stocks regionales) en qué casos (especies y regiones se podría aplicar una u otra metodología).

Consecuentemente en ambas tablas se resume y sugiere las condiciones de data disponible para aplicar modelos de evaluación directa en pesquerías bentónicas en Chile.

Considerando lo discutido en el objetivo 2, no se recomienda aplicar metodologías que sólo consideren la disponibilidad de series de desembarque, ya que la gran cantidad de supuestos incorporan excesiva incertidumbre a juicio de los evaluadores de stock de este equipo de trabajo.

La aplicación de modelamiento en los 4 estudios de caso desarrollados permitió observar en mayor detalle algunas precisiones en las necesidades de información, así como consideraciones a tener para la aplicación de cada aproximación como a continuación se discute.

Para el modelo de Agotamiento/Stock Reduction Analysis (Dick y MacCall, 2011) para el Huiro Negro, los resultados sugieren que con la disponibilidad de mejores índices de abundancia se pueden desarrollar aplicaciones del modelo adecuadas para el manejo de una pesquería (por ejemplo, la aproximación usada para evaluar Huiro negro). En el intertanto, se deben establecer criterios consensuados o mejor aún, obtener estimados estadísticos de parámetros claves como son la resiliencia (h) y la mortalidad natural, dado que los resultados fueron muy sensibles particularmente al parámetro h , lo que incide en que estos resultados son en cierta medida arbitrarios.

Aparentemente los supuestos sobre las capturas o barroteo de algas fueron los adecuados, así como el supuesto de proporcionalidad entre el esfuerzo de pesca y el precio de comercialización de algas para la generación de un índice de abundancia poblacional (ver discusión general de objetivo 4).

Para los modelos de Composición de Tallas Edad-estructurado y Talla-estructurado (Punt *et al.*, 2013) aplicados en Juliana, Almeja y Huepo, ambos modelos de análisis son aplicables a cualquiera de las situaciones consideradas en este trabajo, en cuanto se



disponga de composiciones de tallas de las capturas. Si las series de composiciones de tallas son acompañadas de series de desembarques que den cuenta de los orígenes de la pesquería, y los índices de abundancia son suficientemente informativos, cualquiera de los modelos N° 8 y 10 podrían ser empleados. Si los parámetros biológicos son acordados y/o se dispone de buenas estimaciones, la aplicabilidad de estos modelos radicará en el nivel de contraste o calidad que tengan los datos (ver discusión general de objetivo 4).

La aplicación del modelo Jerárquico propuesto por Roa-Ureta *et al.*, (2015) requiere series de captura y esfuerzo en pasos de tiempo diario, semanal o mensual, además de información sobre peso individual. El seguimiento bentónico del Instituto de Fomento Pesquero provee esta información, aunque sólo para algunos stocks (39), lo cual debería ser revisado y mejorado (ver discusión general objetivo 4).

Brechas de conocimiento y líneas de acción

Nosotros identificamos 5 fuentes de información que proveen variada información acerca de gran parte de los stocks bentónicos (en la escala de la región) identificados en este estudio.

Un paso natural e importante para los casos en los que se puede aplicar metodologías de evaluación de stock indirecta es revisar los casos específicos, explorando la data disponible, donde seguramente se enfrentarán problemas específicos como fue en el caso de los 4 casos de estudio. Como se observó en estos casos de estudio, tanto para la almeja en la Bahía Ancud como para el Huepo en el Golfo de Arauco la escala de análisis fue subregional y con resultados exitosos en los enfoques aplicados. En el caso de la almeja en la escala espacial de la región el modelo edad estructurado mostró alta incertidumbre mientras que el modelo Jerárquico simplemente falló. Para el modelo Jerárquico estos resultados contrastan con lo observado para la pesquería del erizo donde se aplicó un modelo en la escala de la X y XI regiones (Roa-Ureta *et al.*, 2015) y para el caso del Pulpo del Sur (Molinet *et al.*, 2017), en una escala regional (X región). Esto sugiere un mayor análisis de la data disponible y los modelos disponibles.

Por otro lado, considerando la distribución nacional de las AMERBs y la gran cantidad de información que se ha generado es altamente recomendable que se considere, al menos como data independiente, para ser usada en evaluaciones indirectas. En este sentido, se observa que para regiones como la III y IV regiones, en el caso específicos de macroalgas pardas estas series de tiempo pueden ser informativas para el análisis de la pesquería en su conjunto y por lo tanto para proveer información adecuada para la toma de decisiones.

Se debe considerar que, aunque las pesquerías bentónicas son espacialmente estructuradas, las AMERBs parecen estar en la escala de la subpoblación que son parte de una metapoblación (ej. Orensanz *et al.*, 2005, González *et al.*, 2006, Molinet *et al.*, 2016), con alta probabilidad de conectividad entre AMERBs en una escala espacial aún no definida.



Es deseable, si se desea avanzar en evaluaciones de stocks robustas para las principales pesquerías bentónicas de Chile es necesario fortalecer el Programa de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas que desarrolla IFOP e incorporar mejoras orientadas a la identificación de los requerimientos de muestreo y la identificación del Universo al que éste representa.

Finalmente, para las pesquerías bentónicas esporádicas, que son aquellas con series de desembarque discontinua es necesario proponer alguna aproximación para su evaluación y manejo. Una de ellas podría ser la realización de evaluaciones directas previas, las que permitirían proponer cuotas de captura.

Evaluación de condiciones específicas para modelo Jerárquico

El enfoque más objetivo y cuantitativo para determinar las condiciones de la aplicación de metodologías de evaluación de stock es mediante la creación de una realidad biológica-pesquera virtual bien construida, de la cual se conozcan todas sus características importantes tales como abundancia, composición biológica, tasa de explotación y mortalidad por pesca, capacidad de renovación mediante crecimiento, reproducción y reclutamiento. Y sobre esa realidad virtual aplicar los procesos de toma de datos y evaluación de stock mediante metodologías específica para cuantificar qué tan cerca están los estimados de la metodología respecto de los valores verdaderos conocidos de esa realidad virtual. En este contexto, “bien construida” significa que esta realidad virtual debe funcionar sobre la base de modelos matemáticos realistas para los distintos procesos importantes que la componen, modelos que se fundamentan en el conocimiento científico establecido.

En ciencia pesquera, este enfoque cuantitativo y objetivo de simulación computacional ha evolucionado en años recientes hasta incluir no sólo la realidad de los procesos biológicos naturales, los procesos pesqueros, la toma de datos y la evaluación de stock, sino también el proceso de manejo mismo por parte de las autoridades, con el fin de que el manejo de las pesquerías tome en cuenta todas las fuentes de incertidumbre y evalúe todos los riesgos (Punt *et al.*, 2016). Este enfoque se llama “evaluación de estrategias de manejo”.



3.5.2 Metodología

3.5.2.1 Validación de la Metodología en el software CatDyn mediante simulación computacional

Los modelos de depleción generalizados en el software CatDyn constituyen la primera etapa del modelo jerárquico de evaluación de stock aplicado al stock de erizo de la X-XI Contigua (Roa-Ureta *et al.*, 2015), pulpo del sur de la X Región (Proyecto FIPA 2016-41, Molinet *et al.*, 2017), y en este estudio a los stocks de huego del Golfo de Arauco y de almeja de la Bahía de Ancud.

Para la validación de la metodología en el software CatDyn, mediante simulación computacional se creó un 'modelo operativo' que corresponde a una realidad virtual completamente conocida contra la cual contrastar los resultados de las estimaciones de parámetros de CatDyn bajo condiciones razonables de incertidumbre en los datos. El concepto detrás de esta idea es el de validar la metodología de los modelos de depleción generalizados en el software CatDyn, es decir demostrar que la metodología es robusta respecto de defectos típicos de los datos.

Para realizar la validación se escogió la evaluación de huego del Golfo de Arauco en el año 2008, como caso de estudio. La figura 5.1 muestra que la estimación de biomasa inicial de ese año es una de las más precisas, en términos estadísticos, de toda la serie obtenida con CatDyn. Los datos de ese año determinaron la selección de un modelo con dos perturbaciones. El modelo elegido cuenta con los siguientes parámetros estimados: la mortalidad natural por semana (M), la abundancia inicial sin incluir las entradas de abundancia posteriores por perturbaciones (N_0), la entrada de abundancia por la primera perturbación (P_1), la entrada de abundancia por la segunda perturbación (P_2), el escalamiento (k), la respuesta de la tasa de captura al esfuerzo (α), y la respuesta de la tasa de captura a la abundancia (β). Los datos de ese año y ese modelo de dos perturbaciones fueron ajustados a un modelo de verosimilitud 'adjusted profile normal' (apn) y por lo tanto no existió el parámetro de dispersión, resultando en un modelo de 7 parámetros libres a estimar.

Los valores de los parámetros estimados para la temporada de pesca del 2008 del huego del Golfo de Arauco se presentan en la Tabla 5.1. Estos estimados fueron considerados como la realidad virtual conocida de la combinación ambiente, recurso y flota, es decir como el modelo operativo desde el cual generar los datos que desafíen la robustez del CatDyn mediante generar defectos en los datos.

Los datos de entrada al CatDyn son las capturas en peso por paso de tiempo, los esfuerzos de pesca nominales por paso de tiempo, y los pesos medios por paso de tiempo. Las capturas en peso y los pesos medios son usados para calcular la captura en número por paso de tiempo. En definitiva, el modelo recibe dos columnas de datos: las capturas en número, y los esfuerzos nominales. Las capturas en número pueden ser afectadas por errores o sesgos tanto del peso medio como de la captura en número. Esto significa que al analizar el efecto de errores o sesgos en la captura en número estamos al



mismo tiempo analizando los errores y sesgos de los datos de captura en peso y de pesos medios.

Los datos de entradas a los modelos CatDyn (captura en número y esfuerzo nominal) pueden estar afectados por dos tipos de errores, en general. Errores de sesgo y errores aleatorios. Los primeros son errores sistemáticos que producen datos consistentemente más bajos o consistentemente más altos que los valores reales. Errores aleatorios son errores no sistemáticos que mantienen su nivel medio bien apegado a los valores reales pero que erran aleatoriamente por abajo o por arriba del valor real en cada paso de tiempo. En este trabajo se investigaron ambos tipos de errores tanto para los datos de esfuerzo como para los datos de captura en número.

Un aspecto de gran importancia en el contexto de validar los resultados del CatDyn es probar la exactitud numérica de los métodos de optimización del lenguaje de programación R. Estos métodos varían mucho en su capacidad de producir resultados razonables de los modelos del CatDyn, especialmente con los modelos con mayor número de parámetros (por ejemplo, ver Roa-Ureta, 2015, un caso de evaluación de stock de un jurel que involucró la estimación de más de 40 parámetros), y por lo tanto vale la pena añadir esta tarea en la presente validación. El método spg ('spectral projected gradient') es usualmente incluido como uno de los métodos de optimización de los modelos del CatDyn y es el método que rindió mejores resultados en el caso de estudio elegido en esta sección (huevo del Golfo de Arauco, 2008). Se analizó la robustez del método spg a variaciones en los valores iniciales que se entregan para el ajuste del mejor modelo a los datos del huevo del Golfo de Arauco, año 2008.

La robustez del método spg, se evaluó en cinco estudios de validación de los resultados del CatDyn:

1. Efecto de variaciones en los valores iniciales entregados al método numérico de R spg sobre la estabilidad de los estimados.
2. Efecto de sesgo en los datos de captura en número.
3. Efecto de sesgo en los datos de esfuerzo nominal.
4. Efecto de errores aleatorios en los datos de captura en número.
5. Efecto de errores aleatorios en los datos de esfuerzo nominal.

La Tabla 5.2 informa de los rangos de valores de distorsión de la realidad en cada uno de los cinco estudios de validación.

En el caso del estudio de estabilidad numérica del método spg de R, se utilizaron los valores iniciales de cada uno de los siete parámetros estimados en el ajuste del modelo elegido para los datos de huevo del Golfo de Arauco de 2008 como valores de referencia. En cada una de 100 iteraciones se realizaron variaciones a los valores iniciales de cada uno de los siete parámetros sumando o restando un valor aleatorio colectado desde una distribución uniforme (función jitter de R con amount=NULL y factor=2).



En el caso del estudio del efecto del sesgo en los datos de captura, se multiplicaron todos y cada uno de los datos semanales de captura por 0,3 (30% de sesgo negativo), 0,4 ..., hasta 1,5 en saltos de 0,1, más otros tres escenarios multiplicando por 2, 2,5 y 3. Esto produjo un vector de capturas sesgado hacia abajo desde un 30% hasta un 90% (sub-reporte) o sesgado hacia arriba desde un 110% hasta un 300% (sobre-reporte). Para cada uno de estos 15 escenarios se ajustó el modelo de dos perturbaciones y se compararon los resultados con la realidad conocida y exacta de la Tabla 5.1. El mismo procedimiento fue aplicado para determinar el efecto de errores sistemáticos en los datos de esfuerzo.

En el caso del estudio del efecto de errores aleatorios en los datos de captura, los datos individuales de cada semana fueron tratados separadamente. A cada dato semanal se le sumó o restó un número aleatorio proveniente de una distribución normal con media igual al dato real y con desviación estándar igual a 0,025, 0.1, o 0.25 multiplicado por el valor real. Esto introdujo una variación aleatoria sobre cada dato real de captura con un 2,5%, 10% y 25% de coeficiente de variación. Finalmente, con los datos obtenidos se ajustó el modelo de dos perturbaciones y se compararon los resultados con la realidad conocida y exacta de la Tabla 5.1. El mismo procedimiento fue aplicado para determinar el efecto de errores sistemáticos en los datos de esfuerzo.

3.5.2.2 Taller de Difusión de Resultados

El taller de difusión de los resultados del proyecto se realizó el día 20 de marzo de 2019 a través de video conferencia, en donde participaron profesionales de la Subsecretaría de Pesca de la Unidad de Recursos Bentónicos y de la Dirección Zonal de la Región de Los Lagos, Investigadores de IFOP y los investigadores del Proyecto. En la oportunidad se realizó la difusión de los resultados, y se discutió acerca de metodologías y aplicación de evaluación indirecta para stock bentónicos en Chile (Anexo 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4).



3.5.3 Resultados

Estudio 1. Efecto de la Inestabilidad Numérica de los Procesos de Optimización de R

La Figura 5.2 muestra una gran robustez de la estabilidad numérica a variaciones en los valores iniciales de la optimización utilizando el método numérico spg. En el caso de la tasa de mortalidad natural semanal, M , el rango inter-cuartil (50% de los valores) de los estimados es muy estrecho, entre 0,011 y 0,012, e incluso todos los valores abarcan un rango estrecho, desde 0,010 a 0,013.

Esta buena robustez del método numérico spg también se obtiene con el parámetro de abundancia inicial (sin contar la entrada de abundancia de cada perturbación), N_0 , cuyo rango inter-cuartil está entre 22,4 y 22,7 millones de huepo, y la totalidad de los valores caen entre 21,8 y 23,0 millones.

Los valores de cada una de las dos perturbaciones (P_1 y P_2) caen en un rango aún más estrecho que la abundancia inicial, especialmente los valores dentro del rango inter-cuartil.

Los estimados de parámetros de la operación pesquera (el escalamiento, k , la respuesta de la tasa de captura al esfuerzo, α , y la respuesta de la tasa de captura a la abundancia, β), muestran todas variaciones sumamente estrechas, especialmente del rango inter-cuartil.

Estudio 2. Efecto del Sesgo en los Datos de Capturas

La Figura 5.3 muestra el efecto del sesgo en los datos de captura sobre la estimación de cada uno de los siete parámetros del modelo elegido para los datos del stock de huepo del Golfo de Arauco en 2008.

Ninguna de las corridas con sesgo en los datos de captura de más de 30% por sobre los datos reales (140%, 150%, 200%, 250% y 300%) produjo una convergencia exitosa del proceso de optimización.

El efecto del sesgo en los datos de captura sobre la estimación de la mortalidad natural por semana se hace muy fuerte cada vez que los datos sufren un sesgo de 60% o más bajo respecto de los datos reales, y es un efecto débil entre 70% y 130% de sesgo.

El efecto de este tipo de sesgo es mucho más fuerte sobre la estimación de los parámetros de abundancia, la abundancia inicial, N_0 , y los pulsos de abundancia de las perturbaciones 1 y 2. N_0 varía entre 16 y 28 millones de huepo, P_1 y P_2 entre 6 y 18 millones.

El efecto sobre los parámetros de la operatividad pesquera, el escalamiento k y la respuesta al esfuerzo α y a la abundancia β , es mucho mayor cuando el sesgo es negativo (entre 30% y 80% de los datos reales) y se suaviza cuando el sesgo es positivo, entre 110% y 130%.



Estudio 3. Efecto del Sesgo en los Datos de Esfuerzo

La Figura 5.4 muestra el efecto del sesgo en los datos de esfuerzo sobre la estimación de cada uno de los siete parámetros del modelo elegido para los datos del stock de huego del Golfo de Arauco en 2008.

Todas las corridas con sesgo en los datos de esfuerzo (desde 30% por debajo de los datos reales hasta 300% por encima de los datos reales) produjeron una convergencia exitosa del proceso de optimización.

El efecto del sesgo en los datos de esfuerzo sobre la estimación de la mortalidad natural por semana es muy bajo en un amplio rango de sesgo, entre 30% por debajo de los datos reales y 200% por encima de los datos reales.

En el caso de las estimaciones de los parámetros de la abundancia (N_0 , P_1 y P_2) el impacto es similarmente menor entre 30% por debajo y 200% por arriba, aunque curiosamente el impacto se reduce al nivel del 300% de sesgo por sobre los valores reales.

El efecto sobre los parámetros de la operatividad pesquera se concentra sobre el escalamiento k , lo que no es sorprendente considerando que k directamente multiplica al esfuerzo en el modelo. A pesar de este impacto, el valor de k no sale de su orden de magnitud, de 10^{-6} .

Estudio 4. Efecto de Errores Aleatorios en los Datos de Capturas

La Figura 5.5 muestra el efecto de errores aleatorios en la captura con un coeficiente de variación del 2,5%, 10% y 25% respecto de cada dato individual de captura semanal, sobre la estimación de cada uno de los siete parámetros del modelo elegido para los datos del stock de huego del Golfo de Arauco en 2008.

12% de las mil iteraciones no produjeron una convergencia exitosa del proceso de optimización y fueron reemplazadas por corridas adicionales hasta lograr 1000 iteraciones con convergencia exitosa.

El efecto de errores aleatorios en la captura semanal en una magnitud del 2,5% de coeficiente de variación es prácticamente nulo en el 99,2% de las iteraciones: sólo 8 de 1000 iteraciones rindieron estimados de M , N_0 , P_1 , k , α , β fuera del rango inter-cuartil (M : 0,00109 a 0,00120 semana⁻¹, N_0 : 22,22 a 22,89 millones, P_1 : 14,07 a 14,52 millones, k : 0,000003844 a 0,000004027 horas⁻¹, α : 1,191 a 1,191, β : 0,7522 a 0,7607). Un caso especial es el parámetro correspondiente a la segunda entrada de abundancia, P_2 , que tiene una distribución simétrica y se ve incluso menos afectado por los errores en los datos de captura.



Al aumentar el coeficiente de variación de los errores en la captura al 10%, el efecto de estos errores sobre la estimación de los parámetros del modelo se mantiene muy bajo, sólo con un ligero incremento en la dispersión de los estimados.

A un nivel de errores aleatorios de 25% el impacto sobre los estimados de M , N_0 , P_1 , k y α es todavía muy moderado o simplemente muy bajo. Sólo β sufre un efecto notable, pero esto ocurre sólo en 80 de las 1000 iteraciones.

Estudio 5. Efecto de Errores Aleatorios en los Datos de Esfuerzo

La Figura 5.6 muestra el efecto de errores aleatorios en el esfuerzo con un coeficiente de variación del 2,5%, 10% y 25% respecto de cada dato individual de esfuerzo semanal, sobre la estimación de cada uno de los siete parámetros del modelo elegido para los datos del stock de huepo del Golfo de Arauco en 2008.

Todas las mil iteraciones, excepto una, que fue reemplazada, produjeron una convergencia exitosa del proceso de optimización.

El efecto de errores aleatorios en el esfuerzo semanal en una magnitud del 2,5% al 25% de coeficiente de variación sobre el estimado de los siete parámetros del modelo es muy bajo, con la inmensa mayoría de los estimados en un estrecho rango inter-cuartil. La única excepción es el caso del escalamiento, k , en que 33 iteraciones (3,3%) produjeron un estimado más alto que 7×10^{-6} .



Tabla 5.1. Parámetros estimados por CatDyn con los datos de huepo del Golfo de Arauco en 2008 y un modelo de depleción generalizado de dos perturbaciones y modelo de verosimilitud 'adjusted profile normal' (apn).

Parámetro	Estimado
Mortalidad natural (M) (1/semana)	0,00113
Abundancia inicial (N0) (millones)	22,6
Primera perturbación (P1) (millones)	14,3
Segunda perturbación (P2) (millones)	13,8
Escalamiento (k) (1/horas)	0,00000391
Respuesta al esfuerzo (α)	1,191
respuesta a la abundancia (β)	0,758

Tabla 5.2. Configuración de los estudios de validación de resultados del CatDyn.

Estudio	Método	Iteraciones
1. Estabilidad numérica spg	Monte Carlo runif(1, -2*x/5, 2*x/5)	100
2. Sesgo en datos de captura	Sistemático 30% a 300% en saltos de 10% hasta 150%, luego 200%, 250% y 300%	
3. Sesgo en datos de esfuerzo	Sistemático 30% a 300% en saltos de 10% hasta 150%, luego 200%, 250% y 300%	
4. Error aleatorio en datos de captura	Monte Carlo CV 2,5% rnorm(1, media=x, sd=0,025x)	1000
5. Error aleatorio en datos de esfuerzo	Monte Carlo CV 2,5% rnorm(1, media=x, sd=0,025x)	1000

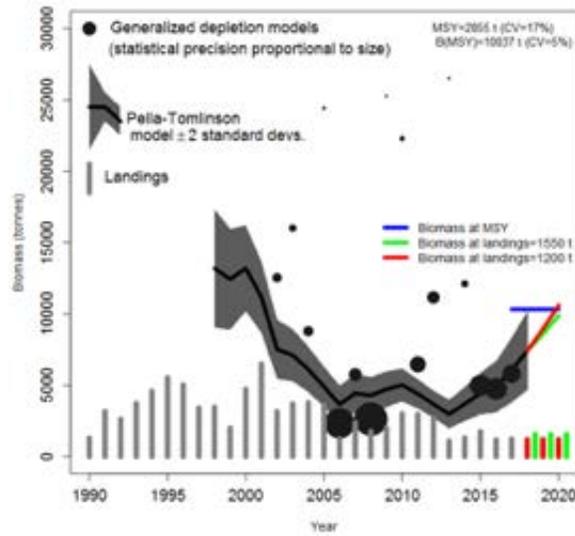


Figura 5.1. Resultados del modelo de evaluación de stock jerárquico (Roa-Ureta *et al.*, 2015) para el recurso huego del Golfo de Arauco, indicando que la biomasa del CatDyn del año 2008 es la que fue estimada con mayor precisión estadística.

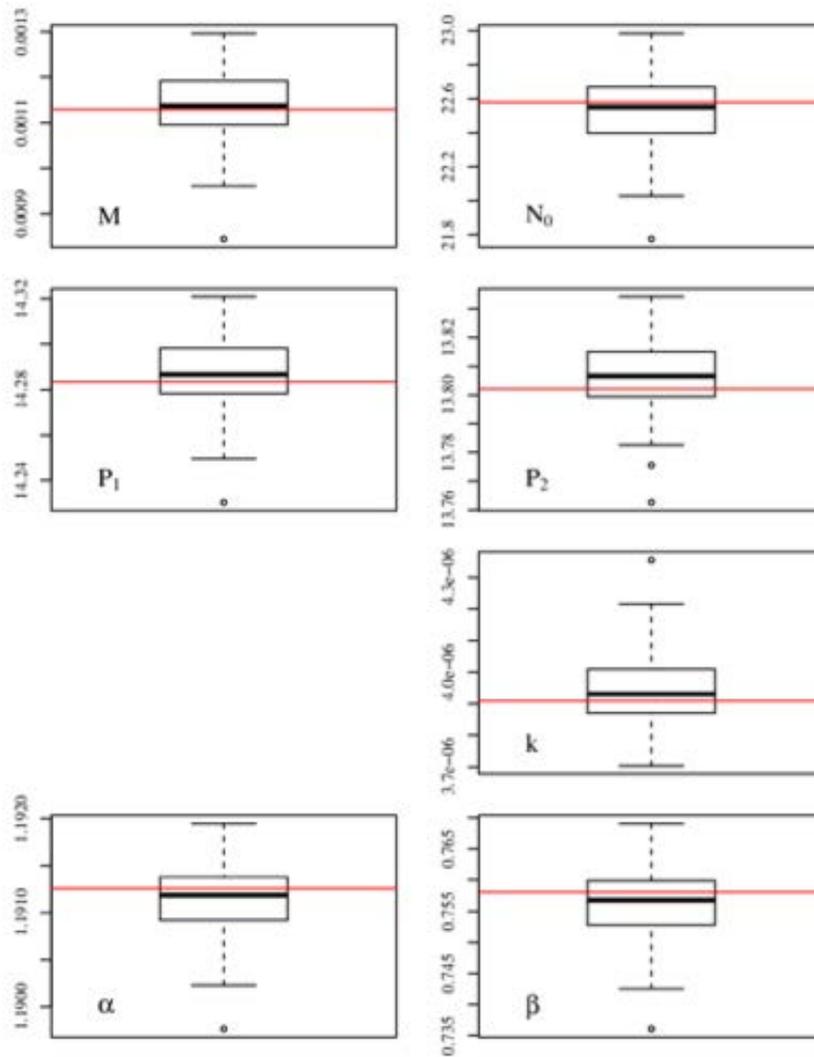


Figura 5.2. Boxplots de los siete parámetros del modelo sobre 100 iteraciones que variaron el valor inicial de cada parámetro entregado para la optimización con el método spg.

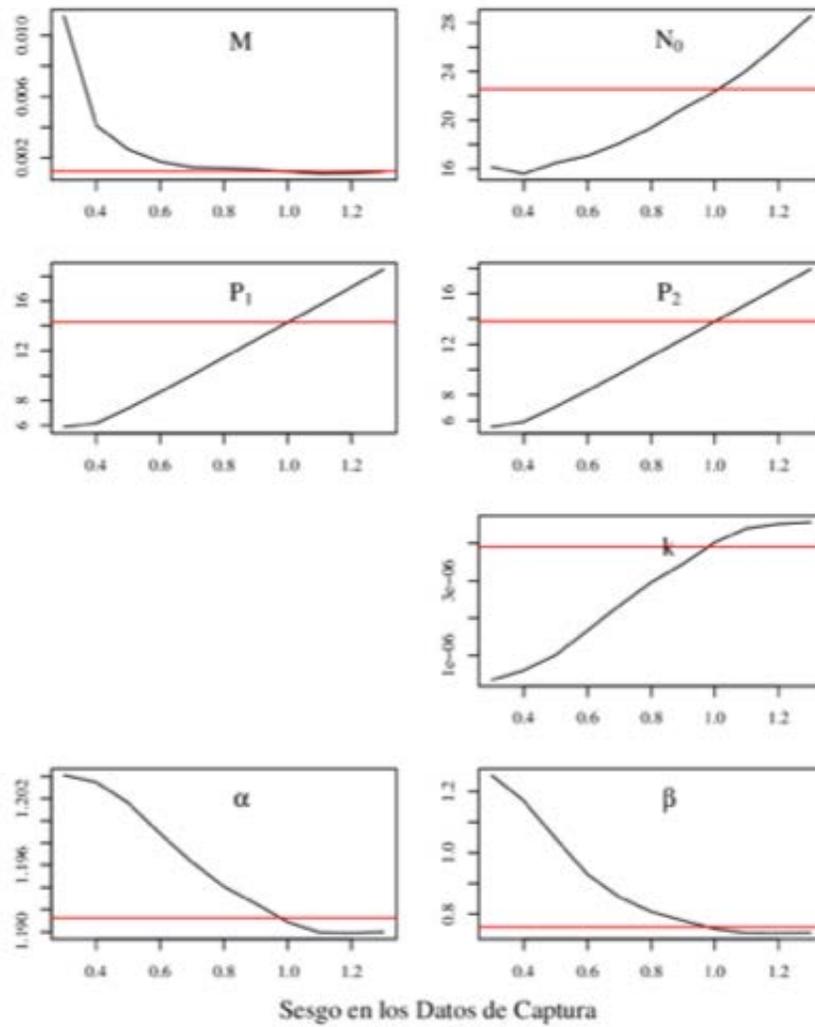


Figura 5.3. Efecto de errores sistemáticos en los datos de captura de entrada al modelo CatDyn de dos perturbaciones para los datos de huevo del Golfo de Arauco, año 2008. La línea roja indica la realidad exacta conocida del modelo operativo para cada parámetro.

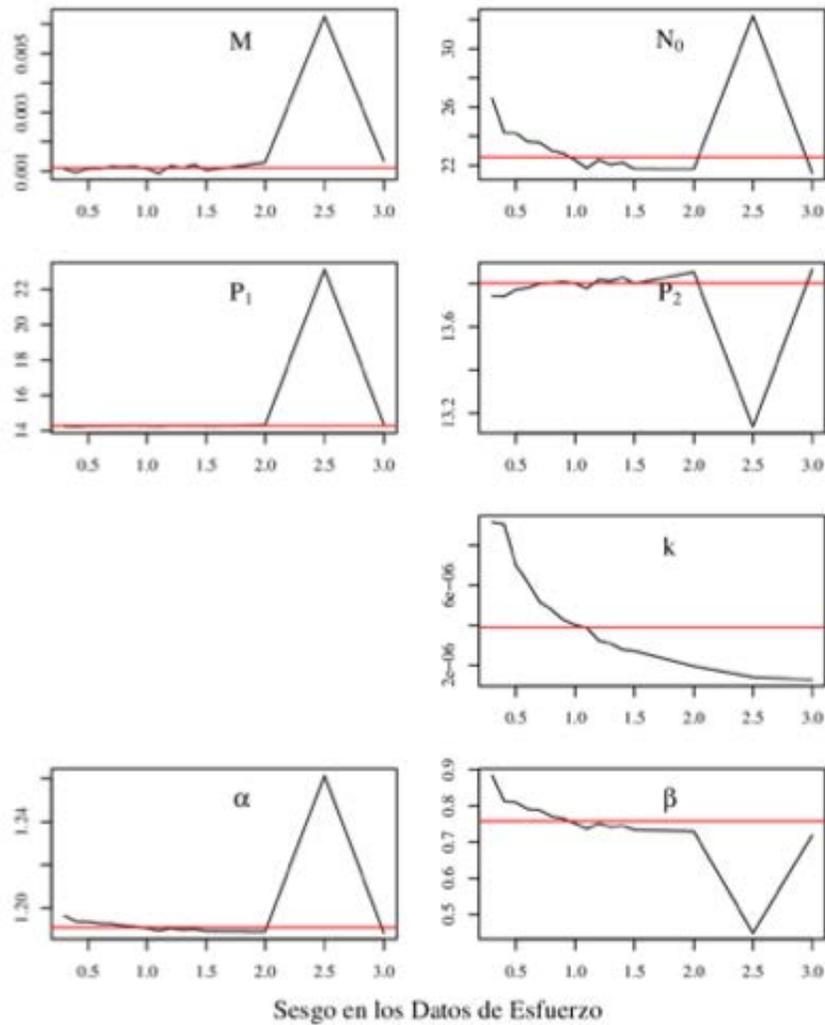


Figura 5.4. Efecto de errores sistemáticos en los datos de esfuerzo de entrada al modelo CatDyn de dos perturbaciones para los datos de huevo del Golfo de Arauco, año 2008. La línea roja indica la realidad exacta conocida del modelo operativo para cada parámetro.

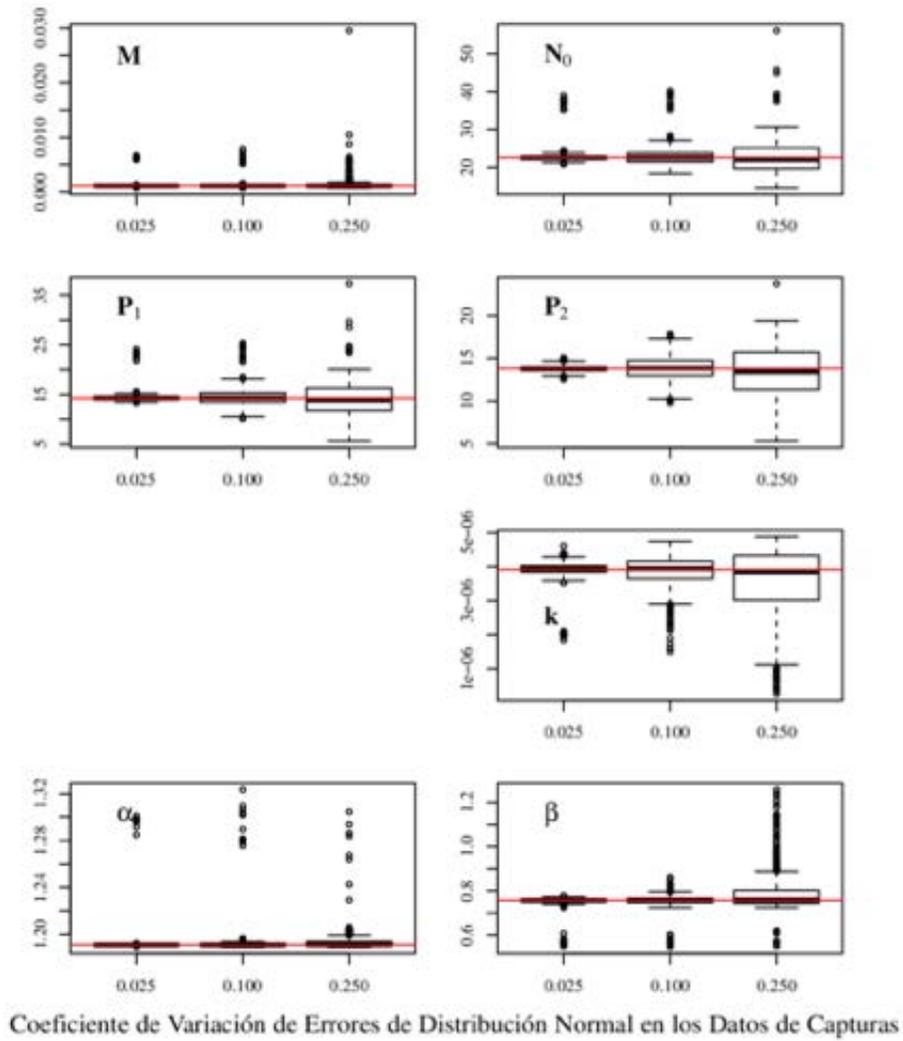


Figura 5.5. Efecto de errores aleatorios en los datos de captura de entrada al modelo CatDyn de dos perturbaciones para los datos de huego del Golfo de Arauco, año 2008.

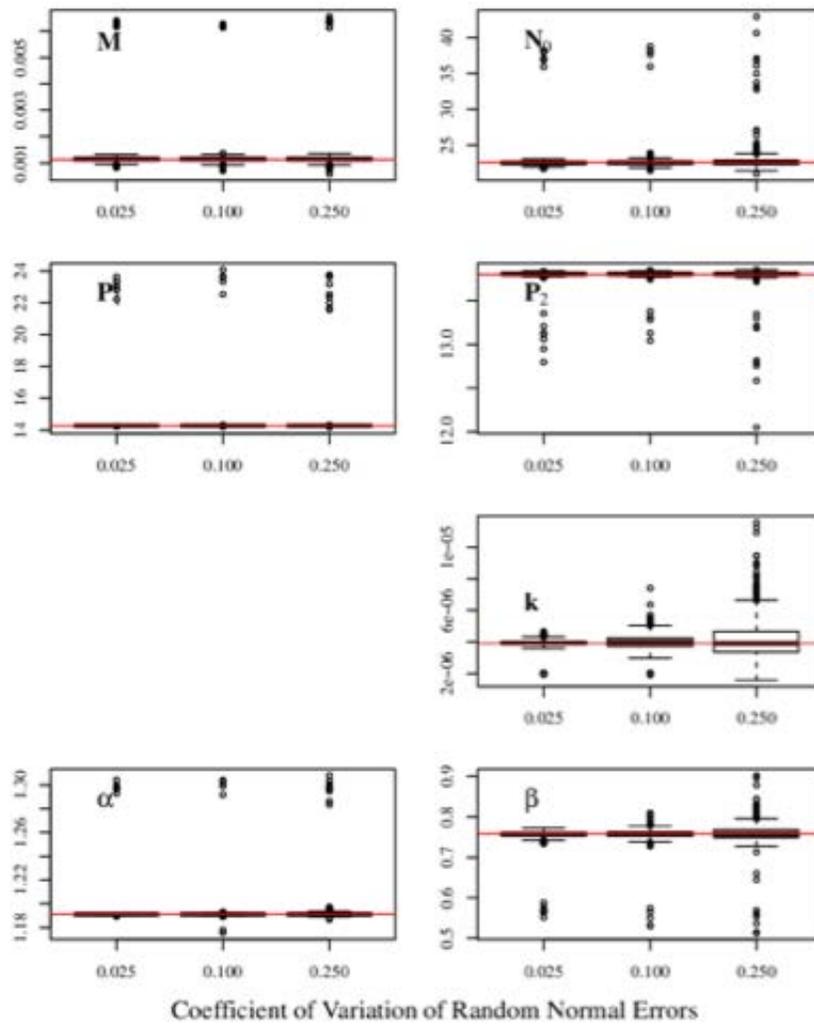


Figura 5.6. Efecto de errores aleatorios en los datos de esfuerzo de entrada al modelo CatDyn de dos perturbaciones para los datos de huego del Golfo de Arauco, año 2008.



4 ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Objetivo Específico N° 1. Revisión y Sistematización de la Literatura Científica.

En relación con los contenidos del Objetivo Específico 1, es notable que en los últimos años se ha producido un gran esfuerzo por generar nuevas metodologías aplicables a stocks pesqueros que no pueden ser evaluados por las potentes metodologías de corriente principal que modelan la dinámica de poblaciones contando con datos de números capturados por grupo edad e información adicional independiente de la pesca. En general esta tendencia en evaluación de stocks está orientada a pesquerías pobres o limitadas en datos y a pesquerías de pequeña escala, pero sus desarrollos también se pueden aplicar a las pesquerías de stocks bentónicos porque aunque estas puedan ser ricas en datos de otro tipo, por lo general carecen de series de tiempo con datos de captura en número por grupo de edad, además del problema que plantea la escala espacial.

Entre los contenidos obtenidos de la revisión y sistematización de la literatura científica bajo el Objetivo Específico 1, destacamos tres resultados que son los más relevantes para los fines de este proyecto. Primero, el número especial de la revista Fisheries Research del año 2015, volumen 171, "Development, testing, and evaluation of data-poor assessment and fisheries management methods". Segundo, el artículo review de Punt *et al.*,(2013), sobre modelos de evaluación integrados que usan datos de frecuencia de longitudes indicados para crustáceos y moluscos. El número especial de Fisheries Research y el artículo review de Punt *et al.*,(2013) constituyen los dos extremos en la disponibilidad de metodologías, desde casos de datos pobres o limitados a casos de datos ricos, respectivamente.

El tercer resultado relevante es la discusión entre los grupos de científicos de la University of Washington, Seattle, y de la University of British Columbia, Vancouver (en este grupo hay académicos de varias instituciones pero para simplificar diremos que es el grupo de Vancouver) . El trasfondo de esta discusión es si la mayoría de los stocks pesqueros están colapsados o van a colapsar dentro de unas pocas décadas (exactamente el año 2048 según el grupo de Vancouver, Worm *et al.*,2006) o si la situación mundial de las pesquerías no es tan dramáticamente desastrosa (la postura del grupo de Seattle). Lo relevante para este proyecto es que las desastrosas proyecciones del grupo de Vancouver se basan en el análisis de datos de capturas solamente, las capturas registradas por FAO. El argumento del grupo de Seattle (Hilborn y Branch, 2013) es que los datos de capturas no reflejan la abundancia de los stocks porque están afectados por factores económicos, tecnológicos, regulatorios, taxonómicos, y ambientales, que pueden hacer caer las capturas aunque la abundancia de los stocks permanezca estable o incluso suba. En el fondo el argumento del grupo de Seattle es que determinar la abundancia de los stocks es una materia complicada y que por eso existe la disciplina científica llamada "evaluación de stocks", que integra muchas fuentes de información en modelos matemáticos de mediana a alta complejidad para poder establecer la condición de abundancia de los stocks de la manera más rigurosa posible.



En este grupo de trabajo adoptamos el enfoque sugerido por el grupo de Seattle y por lo tanto consideramos que los métodos de evaluación de stock que sólo usan datos de capturas (la única metodología de métodos M-0) tienen la potencialidad de hacer más daño que lo que pueden aportar como información confiable. Para ilustrar la justificación de nuestro alineamiento con el grupo de Seattle, consideremos los supuestos de la metodología de MacCall (2007) original, que sólo usa datos de captura:

- El rendimiento potencial sostenible de un stock es exactamente igual al 40% del producto entre la biomasa virginal y la mortalidad por pesca que genera el rendimiento potencial sostenible.
- La mortalidad por pesca que genera el rendimiento potencial sostenible es exactamente igual a la mortalidad natural multiplicada por un coeficiente que está cerca de 1.
- La biomasa virginal puede ser reemplazada por el nivel de depleción que se ha producido desde el inicio de la pesquería porque las remociones de la historia de capturas han llevado a la biomasa exactamente al nivel que produce el máximo rendimiento (lo que implica que las capturas en los últimos años de la historia de la pesquería ya son estables).

Con estos supuestos, el máximo rendimiento sostenible (MRS) es:

$$MRS = \frac{\sum_{i=1}^y C_i}{n + \Delta / 0,4 cM}$$

Donde n es el número de años en la historia de capturas desde el inicio del período de estabilidad, y es el último año, Δ es el grado de depleción desde la biomasa virginal, c es la razón entre la mortalidad por pesca que produce el máximo rendimiento sostenible y la mortalidad natural, y M es la mortalidad natural.

Consideramos que los supuestos descritos arriba son demasiado restrictivos. En definitiva este tipo de razonamiento puede conducir a cualquier resultado. De hecho todas las cantidades en el denominador de la ecuación de MacCall son desconocidas, incluso el número 0,4 puesto que no se puede asegurar que la máxima producción ocurre exactamente cuando la biomasa es un 40% de la biomasa virginal.

De acuerdo con la discusión anterior, consideramos que las metodologías de evaluación de stocks para recursos bentónicos en Chile sean aquellas descritas en el número especial de Fisheries Research ya citado y en el artículo review de Punt *et al.*, (2013). Este abanico de metodologías cubre una amplia gama de casos desde casos pobres en datos, limitados en datos, y ricos en datos, pues todos estos casos se presentan en la pesquerías chilenas bentónicas.

Esto significa que hay 84 pesquerías chilenas bentónicas (46 Invertebrados y 38 Algas) que no cumplen con los requisitos mínimos para ser evaluadas con un grado razonable de



rigurosidad científica (Tabla 3.9, M-0). Respecto de estas pesquerías, la tarea es poder emparejar los datos de capturas (en pasos de tiempo mensuales o anuales) con datos de esfuerzo en unidades gruesas, no específicas del arte de pesca (por ejemplo horas de buceo) tales como número de botes operando o número de viajes de pesca por paso de tiempo. Estos datos gruesos de esfuerzo pueden ser rescatados de los registros de zarpes y recaladas que llevan las capitanías de puerto. De no ser esto posible, estas pesquerías van a requerir iniciar la construcción de una serie de tiempo de esfuerzo de pesca y posiblemente composición biológica, para ser evaluadas en el futuro.

En las restantes 133 pesquerías, el abanico de metodologías de la Tabla 2.1, métodos M-I, M-II, M-III y M-IV, proporciona una gama suficiente de enfoques de análisis científicamente rigurosos para emprender su evaluación de stocks, dependiendo del tipo y variedad de datos existentes además de las series históricas de capturas. Sólo es preciso destinar los recursos humanos necesarios para tales trabajos de evaluación. Las bases de datos y el conocimiento científico ya existen.

4.2 Objetivo Específico N° 2. Requerimientos de Información de las Metodologías

Según sus requerimientos de datos y la naturaleza de su funcionamiento, se distinguen tres grupos de metodologías en la Tabla 2.1, estos son Stock Reduction Analysis (SRA), modelos de depleción, y modelos ajustados a datos de frecuencia de longitudes.

Por su lógica, el primer grupo son las metodologías 5 y 9, pues combinan el SRA de Kimura *et al.*, (1984) con el método de MacCall (Dick y MacCall, 2011) o con el método de la curva de captura (Thorson y Cope, 2015). Su requerimiento de datos esencial es la serie anual de capturas desde el inicio de la pesquería complementada con alguna información adicional. La primera metodología es particularmente interesante pues ha sido aplicada por uno de los investigadores de este proyecto en la evaluación del stock de huiro negro de la zona centro-norte de Chile (Canales *et al.*, 2018). En esta aplicación, los requerimientos de datos, además de las series de desembarques, incluyeron las opiniones de pescadores con larga experiencia sobre el grado de agotamiento del recurso, una fuente siempre disponible para complementar los datos de desembarque, que como hemos discutido previamente, por si solos no deberían ser aplicados en evaluación de stocks.

La otra metodología dentro de este grupo es destacable porque permite utilizar el comienzo de una serie de tiempo de número a la edad en la captura (Thorson y Cope, 2015). Este es un escenario muy plausible de requerimiento de datos. Imagínese que un recurso bentónico se hace importante y se destina un proyecto para estudiar su crecimiento, entre otros fines. Es muy probable que los investigadores desarrollen una metodología de lectura de edad en anillos en estructuras duras, por ejemplo como hacen Gebauer y Moreno (1995) con las placas genitales de la testa del erizo *Loxechinus albus*. Aunque se determine y se valide tal metodología biológica para determinar edad, esto no significa que se puedan aplicar metodologías de evaluación de stock basadas en las



capturas en número por grupo de edad porque esto requeriría un serie de tiempo larga de tales lecturas. Sin embargo, combinando el SRA y el análisis de la curva de captura de los datos de número por grupo de edad en el último año, es posible obtener una versión mejorada del SRA que presenta menos supuestos que metodologías implementados con datos de capturas solamente.

El segundo grupo de metodologías, los modelos de depleción, metodologías 2, 3, 4 y 6 en la Tabla 2.1, se distingue por tener un requerimiento de datos de captura y esfuerzo de alta o mediana frecuencia, esto es de frecuencia diaria, semanal o mensual. En cambio tiene bajos requerimiento de información biológica. Además de capturas y esfuerzo por paso de tiempo, las metodologías 3, 4 y 6 sólo requieren pesos medios por paso de tiempo (que pueden ser obtenidos de una relación longitud-peso y datos de longitud media por paso de tiempo) mientras que la metodología 2 requiere además un índice de reclutamiento, que se obtiene de un programa de muestreo independiente de la pesca. Este grupo de metodologías han sido aplicadas en pesquerías de calamares, peces pelágicos, sepias, pulpos, langostas y anguilas en el Atlántico Sur, el Golfo Pérsico, el Mar Mediterráneo, la X Región de Chile, y Taiwán (Roa-Ureta, 2012; Roa-Ureta, 2015; Roa-Ureta *et al.*, 2015; Feenstra *et al.*, 2017; Maynou, 2015; Lin *et al.*, 2017, 2018; Informe Final Proyecto FIPA 2016-41). Además hay estudios en marcha en donde se aplica alguna versión de estas metodologías en stocks de pulpo en Africa Occidental, Madagascar y la Bahía de Vizcaya en el Mar del Norte europeo.

Las bases de datos chilenas de 39 pesquerías de recursos bentónicos son aptas para la aplicación de los modelos de depleción porque el Instituto de Fomento Pesquero desarrolla un programa de monitoreo intensivo sobre ellas (Tabla 3.9, M-I y M-III). Estas pesquerías monitoreadas por IFOP corresponden a los más importantes recursos bentónicos del país en términos de volumen y valor, excepción sea hecha de los recursos de algas. La pesquería bentónica más importante del país (exceptuando algas), la pesquería del erizo, es evaluada y se evacúa una propuesta de Cuota Total Permisible anual para sus operaciones en la X-XI Regiones, utilizando la metodología 6 de la Tabla 2.1.

El tercer grupo de metodologías corresponde a las que utilizan datos de series de tiempo de composición biológica, en particular, tallas. En este grupo se distinguen tres subgrupos sobre la base de una diferente lógica subyacente. El primer grupo está formado por las metodologías 7 y 8 (Jardim *et al.*, 2015; Hordyk *et al.*, 2015). Como se puede apreciar en la columna Tipo de Dinámica de la Tabla 2.1, estas dos metodologías no son metodologías de evaluación de stocks propiamente tales porque carecen de un enfoque de dinámica de poblaciones. Su objetivo principal es proponer decisiones sobre cuotas sin llegar a determinar niveles de abundancia absolutos. Este grupo de metodologías no es considerado relevante para los fines de este proyecto, por ser demasiado limitado su alcance, dadas las bases de datos con que cuenta el país respecto de sus stocks pesqueros bentónicos, que permiten realizar análisis más completos y analíticos.



El segundo grupo de metodologías que utilizan datos de series de tiempo de composición biológica son modelos dinámicos ajustados a datos de tallas pero estructurados como análisis secuencial de cohortes, es decir grupos de edad. En esta categoría existe una metodología (10 en la Tabla 2.1) de muy amplio uso a nivel mundial (Fournier *et al.*, 1998) y que cuenta con su propio software de uso libre, MULTIFAN-CL. Además de utilizar la historia de capturas y la serie de tiempo de frecuencia de longitudes en la captura, esta metodología puede incorporar información de esfuerzo de pesca e índices de abundancia relativa independientes de la pesca. La metodología también permiten introducir grados adicionales de realismo, tales como stocks formados por subgrupos espaciales con intercambio de individuos entre ellos, mortalidad natural que varía con la edad, y variación intra-anual de la capturabilidad. Estas características hacen de esta metodología particularmente prometedora en stocks bentónicos muy disgregados pero que tienen un buen monitoreo biológico al menos en varias zonas mayores de la geografía.

Por último, el tercer sub-grupo de metodologías que utilizan datos de series de tiempo de composición biológica son modelos dinámicos ajustados a datos de tallas y estructurados como progresión de individuos a través de las tallas mediante una matriz de transición, que calcula la probabilidad de que un individuo se mantenga en su talla o crezca en un paso de tiempo definido. En esta categoría la referencia de excelencia es el artículo review de Punt *et al.*, (2013) (metodología 11 en la Tabla 2.1). En Chile se ha aplicado a un caso de estudio de una pesquería semi-industrial de crustáceos de la plataforma continental (Canales *et al.*, 2016).

Las bases de datos chilenas, en particular de las 39 pesquerías bentónicas que cuentan con monitoreo de esfuerzo y frecuencia de longitudes, son aptas para la aplicación de las metodologías 10 y 11, pues los requerimientos de datos en general se cumplen, excepción sea hecha de series de tiempo opcionales de índices de abundancia relativa independientes de la pesca, que en general no existen en las pesquerías fuera de las AMERB.

4.3 Objetivo Específico N° 3. Selección de Casos de Estudio

Una de las características esenciales de los stocks bentónicos es su heterogeneidad espacial. Esta se refleja en que no existe información a la escala espacial adecuada y de manera consistente en el tiempo para representar la heterogeneidad espacial en los procesos poblacionales y pesqueros. Se desconoce en la mayoría de los casos la estructura espacial de la población, lo que dificulta la definición de unidades de stock. Esto limita la aplicación de modelos de evaluación indirecta. De hecho, aunque las pesquerías bentónicas fueran ricas en datos, la compleja estructura espacial generaría problemas específicos, como son por ejemplo una tendencia al agotamiento serial e híper estabilidad en los indicadores de captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Por esta causa, no todos los métodos propuestos en la literatura para evaluar pesquerías pobres en datos son aplicables al caso de pesquerías con estructura espacial compleja. Para enfrentar los



desafíos del presente proyecto fue necesario proponer hipótesis de unidades de stock para definir escalas espaciales de evaluación, tomando en cuenta, por un lado, la mayor heterogeneidad espacial esperada en los recursos bentónicos, como por otro lado la necesidad de resumir las escalas espaciales de manera que la evaluación de stock sea factible. Esencialmente se trató de encontrar el balance correcto entre resolución espacial y factibilidad de la evaluación de stock, pues de este balance depende que se puedan producir resultados útiles para el manejo. Es así como en uno de los casos de estudio (almeja de la X Región) la evaluación se realizó con la metodología elegida tanto a nivel de una bahía como a nivel regional mientras que en otro de los casos de estudio (huevo) la evaluación se realizó para la escala del Golfo de Arauco (que podría ser la escala del banco).

En el proceso de selección de casos de estudio buena parte de la discusión de los expertos en el Taller de Trabajo de marzo 2018, fue dedicada a la oportunidad o no de incluir un stock de algas entre estos casos. Este tópico tuvo importancia porque las macro-algas pardas son de hecho uno de los mayores stocks pesqueros nacionales en términos de volumen de desembarque, no solo entre los bentónicos, sino en general. La postura de la Dra. Parma, apoyada por uno de los integrantes del equipo del proyecto, fue que las macro-algas deben ser evaluadas de manera directa, es decir con datos de prospecciones, independientes de la pesca. Este argumento tiene mucho sentido considerando que estos stocks son sedentarios y estrictamente costeros y pueden ser evaluados como otros stocks de recursos vegetales, mediante prospecciones visuales, incluso mediante observación remota (por ejemplo, Kutser *et al.*, 2006; Gullström *et al.*, 2006; Setyawidati *et al.*, 2018a, 2018b). Sin embargo, los expertos de la Subsecretaría de Pesca insistieron en la oportunidad de incluir a las macro-algas en este estudio. Cabe hacer notar que las macro-algas de mayor importancia en volumen de desembarques constituyen pesquerías pobres en datos, para las cuales sólo están como dato sólido, las series de desembarques de SERNAPESCA.

En definitiva, considerando la disponibilidad de información para nuestros estudios de caso, el recurso Almeja en la bahía Ancud y el recurso huevo en el Golfo de Arauco fueron propuestos como data rica, ya que cuentan con información de desembarque, monitoreo pesquero, AMERB y parámetros biológicos. El recurso juliana en el mar interior de Chiloé y el recurso huiro negro fueron propuestos como data pobre, debido a no cuentan con monitoreo pesquero, y la data disponible es fragmentaria.



4.4 Objetivo Específico N° 4. Diseño e implementación de evaluación indirecta de stocks para casos de estudio seleccionados.

- **Modelo de Agotamiento/Stock Reduction Analysis (Dick y MacCall, 2011) para el Huiro Negro**

Los resultados sugieren que con la disponibilidad de mejores índices de abundancia se pueden desarrollar aplicaciones del modelo adecuadas para el manejo de esta pesquería. En el intertanto, se deben establecer criterios consensuados o mejor aún, obtener estimados estadísticos de parámetros claves como son la resiliencia (h) y la mortalidad natural, dado que los resultados fueron muy sensibles particularmente al parámetro h , lo que incide en que estos resultados son en cierta medida arbitrarios.

Aparentemente los supuestos sobre las capturas o barroteo de algas fueron los adecuados, así como el supuesto de proporcionalidad entre el esfuerzo de pesca y el precio de comercialización de algas para la generación de un índice de abundancia poblacional. La condición de agotamiento de las algas que parece ser próxima al 40%, en promedio es similar a la reportada por Canales *et al.*, (2018) quienes emplearon supuestos de alga barroteada más complejos.

Se recomienda además evaluar el desempeño del modelo con indicadores complementarios como por ejemplo, la relación que habría entre el alga varada ($m \cdot B$) y la altura promedio de las olas o índices de marejadas costeras, principal factor de pérdida por varamiento. Del mismo modo, la disminución de la escala espacial de análisis exige una paralela mejora en los índices de abundancia y del desempeño de la actividad de barroteo versus varado.

- **Modelo de Composición de Tallas Edad-estructurado y Talla-estructurado (Punt *et al.*, 2013) para Juliana, Almeja y Huepo**

En este trabajo se emplearon dos tipos de modelos basados en composiciones de tallas: un modelo de dinámica en edades (con y sin condiciones de equilibrio) con observaciones en tallas del tipo MULTIFAN (Fournier *et al.*, 1990), y un modelo integrado donde la dinámica y observaciones es en tallas del tipo CASA (Sullivan *et al.*, 1990).

Los modelos de dinámica en edades fueron a su vez evaluados bajo dos variantes, uno donde se incorporó toda la información biológico pesquera disponible (parámetros biológicos, desembarques, índices de abundancia y composiciones de tallas de las capturas) (Nro 10, Tabla 2.1), y otra variante pensada en condiciones limitadas de datos, en la cual el análisis supone condiciones de equilibrio y se basa solo en la composición de tallas promedio del período más reciente (Nro 8, Tabla 2.1). En términos generales, ambos modelos de análisis son aplicables a cualquiera de las situaciones consideradas en este trabajo, en cuanto se disponga de composiciones de tallas de las capturas. Si las series de composiciones de tallas son acompañadas de series de desembarques que den cuenta de los orígenes de la pesquería, y los índices de abundancia son suficientemente informativos, cualquiera de los modelos Nros 8 y 10 podrían ser empleados. Si los



parámetros biológicos son acordados y/o se dispone de buenas estimaciones, la aplicabilidad de estos modelos radicará en el nivel de contraste o calidad que tengan los datos.

En tal sentido, las variaciones en los índices de abundancia que sean empleados deberían venir acompañados por cambios en las composiciones de tallas de la población explotable. Por ejemplo, incrementos en el índice de abundancia expresado en peso, debiese necesariamente verse reflejado en el incremento de la talla promedio de las capturas o bien una mayor presencia de los individuos grandes que son los que aportan mayor peso en la población. Bajo estas condiciones los modelos integrados de dinámica en edades o tallas debieran tener buen desempeño. Si las condiciones anteriores no son advertidas en los datos, los desvíos del índice de abundancia debiesen ser relacionados con variaciones en la capturabilidad o eficiencia del esfuerzo de pesca, razón por la cual este índice dejaría de ser informativo para fines de evaluación de stock y el análisis quedará supeditado al de data limitada o pobre. Del mismo modo, variaciones erráticas en las composiciones de tallas de las capturas podrían ser explicadas ya sea por problemas en el muestreo o variaciones del efecto selectivo debido a a la rotación de áreas. Bajo estas condiciones, las composiciones de tallas deberían ser mejor empleadas en términos promedios en modelos con menor resolución como por ejemplo, modelos bajo condiciones de equilibrio basado en el examen de las composiciones de tallas promedios de un determinado período de tiempo. No obstante los supuestos en este tipo de modelos, la información relativa a la selectividad que se puede obtener luego de su aplicación, puede ser muy relevante para evaluar medidas de manejo basadas en una talla legal de captura.

De este modo y dependiendo de la calidad de la información, un modelo integrado con series de datos nos puede proveer orientaciones sobre las fluctuaciones de reclutamientos, mortalidad por pesca, selectividad, biomasa y puntos biológicos de referencia (e.j., B0, Frms, Bmsy), mientras un modelo de menor resolución, como es el supuesto bajo condiciones de equilibrio, nos podrá dar solo información sobre el nivel de explotación medido en términos de la selectividad y tasa instantánea de mortalidad por pesca, y su relación respecto de un valor objetivo (e.j. Frms). Conforme con lo que describe Punt *et al.*,(2013), la desventaja de utilizar métodos estructurados a la edad con información de captura a la talla, es que los procesos modelados, como por ejemplo la selectividad, generalmente se basan en que la probabilidad de distribuciones de talla por edad no cambian con el tiempo. Esto podría ser particularmente complicado para las poblaciones que se administran utilizando un tamaño mínimo legal, ya que podría tender a reducir el número de individuos por debajo de la talla mínima legal dado que las tallas promedio de algunas cohortes abarcarían estas tallas.

Por su parte, la otra variante de modelos integrados basados en la dinámica poblacional en tallas considera que el reclutamiento ocurre de manera continua en un determinado segmento de la distribución de tallas. Una de las ventajas más notables de esta aproximación es que no es necesario especificar el número de edades presentes pues esta información está contenida en el valor de la mortalidad natural. El crecimiento es



probabilístico, el cual a nivel individual determina la probabilidad de los individuos de crecer dependiendo de su tamaño y proximidad respecto de la longitud asintótica. Este crecimiento se modela por medio de una matriz de transición que supone parámetros de crecimiento conocido. Una desventaja de pre-especificar esta matriz de transición en lugar de estimarla simultáneamente con los otros parámetros del modelo, es que la matriz resultante puede ser inconsistente con otra información incluida en la evaluación. Muchas veces la información de composiciones de tallas de las capturas son poco informativas respecto del crecimiento individual, razón por la cual sería preferible realizar análisis de sensibilidad de parámetros en vez de estimarlos. Otra desventaja subsanable es el hecho que la incorporación de relaciones stock-reclutamiento puede ser problemática, porque sin la edad no hay un vínculo obvio entre el tamaño del stock reproductor y el reclutamiento a la talla.

Sullivan *et al.*,(1990) identifican los beneficios en los modelos integrados a la talla, respecto del análisis de cohorte de talla bajo condiciones de equilibrio (modelo Nro 8, Tabla 2.1). Los modelos integrados no requieren un supuesto de crecimiento determinista, y ningún supuesto de que la población se encuentre en estado estable, pudiendo además utilizar múltiples fuentes de datos para recrear el estado de la población y son capaces de representar la incertidumbre del modelo de varias maneras. Las evaluaciones de stock basados en modelo a la talla se han aplicado para una variedad de propósitos, entre los cuales se encuentran la estimación de la biomasa y puntos de referencia, como es por ejemplo las asociadas al Rendimiento Máximo Sostenible (p. Ej. Turnock y Rugolo, 2011; Zheng y Siddeek, 2011). Estos modelos han formado la base para generar las proyecciones para evaluar cambios, por ejemplo, en los niveles de captura (e.g., Chen y Hunter, 2003; Siddeek y Zheng, 2007), talla mínima legal de captura (e.g., Green *et al.*, 2012) y definición de niveles proxy de mortalidad por pesca en el RMS (e.g., Siddeek y Zheng, 2007). Estos modelos han sido también empleados para evaluar procedimientos de manejo (Butterworth, 2007) en las pesquerías de langosta de roca en Nueva Zelanda, Sudáfrica y Australia (e.g., Starr *et al.*, 1997; Johnston y Butterworth, 2005; Punt *et al.*, 2012).

No obstante las ventajas, la confusión en la estimación de parámetros puede ser más grave en los modelos con dinámica en tallas que los estructurados por edad, particularmente cuando existe una variación considerable en el tamaño a la edad, lo que dificulta la distinción de cohortes en los datos de composición por tamaño. Este tipo de confusión podría reducirse al incluir en la evaluación datos de marcaje. De igual forma, la mortalidad natural puede confundirse con la selectividad en los modelos estructurados por edad y sexo, lo cual podría ser minimizado si se incluyen datos de evaluaciones directas en la cual todos los individuos disponibles son seleccionados. Maunder y Punt (2013) analizan las principales desventajas en el uso de este tipo de modelos (estructurados por tamaño y edad), y en general concluyen que pueden ser muy complicados y poco transparentes para biólogos encargados de tomar decisiones (Punt y Hilborn, 1997), además de requerir una cantidad considerable de datos, y en común con todos los métodos integrados de evaluación de stock, pueden estar sujetos a especificaciones erróneas del modelo y de datos contradictorios. Del mismo modo, la



ponderación de múltiples fuentes de datos suele ser un desafío importante en estos modelos de evaluación de stock (Maunder y Punt, 2013), y este es claramente el caso de los modelos basados en tallas. La capacidad de estos métodos de estimar la fortaleza de una clase anual a partir de las composiciones por tallas dependerá fundamentalmente del modelo de crecimiento dado que la clase anual puede asignarse incorrectamente si las tasas de crecimiento cambian con el tiempo, pero en el modelo se supone que el crecimiento es constante en el tiempo.

En síntesis, se estima que la aplicabilidad de modelos estructurados en recursos bentónicos es factible y además perfectible. La fiabilidad de sus resultados pasará indudablemente por la calidad de los datos disponibles y del conocimiento que se disponga de los procesos biológicos. Así como las composiciones de tallas deben ser informativas respecto de la talla de los reclutas, la selectividad y los efectos de la mortalidad, los índices de abundancia deberían ser mirados con especial atención. En este trabajo se han empleado indicadores como es la CPUE con el riesgo de contener efectos de hiper-estabilidad ocultos dada la dinámica propia de las pesquerías (e.g. rotación de caladeros). El uso de modelos de agotamiento como generadores de índices de abundancia a inicios de temporada son también una alternativa (e.g. Roa, 2015). En ambos casos, la validez de un indicador de abundancia es que sus variaciones relativas se deban al esfuerzo de pesca como forzante principal.

La modelación de los datos biológico-pesqueros de los tres recursos permitió verificar que la aplicación de modelos de análisis con información de tallas es factible desde el punto de vista de los datos disponibles pero con la precaución que es preciso introducir cierto grado de arbitrariedad en la definición de parámetros clave de la dinámica poblacional. Se probaron dos tipos de modelos estructuralmente distintos y cada uno de estos fue sometido a diferentes fuentes de incertidumbre estructural con notables impactos en sus resultados. El análisis de sensibilidad o de incertidumbre se sustenta en el hecho que el nivel de error de observación o la falta de información es de tal magnitud, que los datos no proveen información respecto de parámetros claves (Magnusson, 2016), específicamente, el nivel de resiliencia o steepness (h) y la tasa de mortalidad natural (M).

En este sentido e independiente de las características y ventajas que ofrecen los modelos de análisis basados en las composiciones de tallas, tanto el nivel de contraste en los datos empleados como su suficiencia es un elemento fundamental a ser considerado. En recursos limitados en datos por lo general son los supuestos del análisis los que determinan los principales resultados. En estas pesquerías se suma la escala espacial como relevante. En los análisis realizados las composiciones de tallas en general fueron más informativas que los índices de abundancia. Es bien conocido que en estas pesquerías bentónicas, el efecto de “rotación” de áreas genera hiper-estabilidad en el índice de abundancia. Esta característica fue particularmente evidente en los recursos analizados del mar interior de Chiloé (juliana y almeja), no así en el huepo del Golfo de Arauco, donde tanto CPUE como composiciones de tallas fueron más consistentes entre sí. Esto último se debería a las características de los bancos de huepo ubicados en una



bahía en la cual, los procesos de advección larvaria y reclutamientos pueden estar más acotados espacialmente.

En cuanto a los modelos de análisis y sus diferencias, estas se encuentran en la modelación de los procesos de reclutamiento, sobrevivencia y crecimiento. Los modelos empleados corresponden a implementaciones particulares en plataforma ADMB de otros modelos poblacionales propuestos por diversos autores. Mientras en el modelo MESTOCKL (e.g. Canales *et al.*, 2013; Maunder y Watters, 2003; Maunder y Punt, 2013; Punt *et al.*, 2013) la dinámica poblacional ocurre definiendo a priori el número de edades en la población y donde el reclutamiento ocurre a una edad predefinida, en el modelo MODTALLASLL (e.g. Sullivan *et al.*, 1990; Punt y Kennedy, 1997; Haddon, 2011; Turnock y Rugolo, 2011; Zheng y Siddeek, 2011), la dinámica ocurre a nivel de la longitud, donde el reclutamiento se distribuye sobre un rango de tallas y su crecimiento está determinado por una matriz de probabilidades markoviana (transición) en función de los parámetros de crecimiento. En este último modelo, la longevidad está determinada por la tasa de mortalidad natural. El uso de ambos modelos de manera paralela permitió constatar similares tendencias, magnitudes y variabilidad en las principales variables poblacionales, así como en el ajuste de los datos.

Se estima que con mayor o menor calidad, los datos analizados se aproximan a una pesquería de datos suficientemente informativos respecto del reclutamiento y la mortalidad por pesca, y pueden ser empleados en modelos de evaluación de stock estructurados. A falta de índices de abundancia se pueden aplicar metodologías como el modelo MODACT y que permitan por ejemplo, sustentar la hipótesis de equilibrio en la medida que se considere un período de composiciones de tallas como representativas, o bien, analizar la consistencia entre distintos niveles de agotamiento poblacional respecto del nivel de mortalidad por pesca deducido de las composiciones de tallas. Al respecto, el modelo MODACT aplicado a la juliana presentó un diagnóstico similar al informado por los otros modelos de mayor escala, con lo cual se concluye que habiendo información en los datos, los modelos de análisis no debieran discrepar significativamente en cuanto a los principales resultados.

Finalmente se estima necesario avanzar en el mejoramiento de las señales de abundancia en estos recursos, así como en el desarrollo de modelos de análisis integrados espacialmente explícitos con el objeto de verificar hipótesis de conectividad (Canales *et al.*, 2016), siendo estos últimos desafíos permanentes para mejorar las evaluaciones de stock de recursos bentónicos en Chile.

- **Modelo Jerárquico (Roa-Ureta *et al.*, 2015) para el Huepo del Golfo de Arauco**

En su primera etapa, de ajuste de modelos de depleción generalizados con el software CatDyn, esta metodología entregó estimados de todos los parámetros con buena precisión estadística. La mortalidad natural por año es estimada como promedio a través de las 18 temporadas de pesca (1999-2000 a 2016-2017) en 0.426 que corresponde a un organismo que según la ecuación empírica de Hoenig (2005) puede vivir hasta 10 años.



Estos resultados provenientes de nuestro modelo de evaluación de stock coinciden con los resultados obtenidos por Chong *et al.*, (2001, Informe Final Proyecto FIPA 2000-20) mediante lectura y validación de anillos de crecimiento en conchas, pues estos autores obtuvieron un rango de 7 a 14 años, dependiendo del trimestre. Respecto de los niveles de abundancia, el número de huepos al inicio de cada temporada (en Diciembre de cada año) varía entre un mínimo de 23 (2007-2008) y un máximo de 724 millones (1999-2000). En 9 de las temporadas sólo se observa un pulso de entrada de abundancia, muy posiblemente debido al reclutamiento de los huepos juveniles que crecen a tallas comerciales durante cada una de esas temporadas. Esto ocurre más frecuentemente en Marzo. La operatividad de la pesca presenta proporcionalidad entre el esfuerzo y la captura (parámetro α muy cerca de 1 en todos los casos) pero no entre la abundancia y la captura: en este aspecto la operatividad tiende claramente a ser hiper-estable (parámetro β bastante más bajo que 1 en la mayoría de las temporadas), es decir que el deterioro de la biomasa no se refleja en un deterioro proporcional de la tasa de captura.

Con los resultados de la primera etapa, que en definitiva se traducen en estimados estadísticos de la biomasa inicial de cada temporada (16 años, excluyendo los dos años iniciales que resultaron defectuosos en la primera etapa), se obtuvo un ajuste también bastante preciso del modelo de dinámica de poblaciones en la segunda etapa. El resultado describe la historia de la biomasa y la explotación del recurso de manera clara (Fig. 4.69). Primero el stock decae rápidamente desde cerca de 15 mil hasta cerca de 3 mil toneladas en los primeros 9 años (1998 a 2006). Luego el stock se mantiene a un nivel de biomasa baja durante otros 7 años. Hasta que los mismos pescadores desarrollan un plan de auto-gestión y comienzan a limitar sus cosechas, en el año 2013. Esto resulta en una rápida recuperación que está ocurriendo hasta el año 2017. De hecho, de mantener limitadas las cosechas al mismo nivel que en los últimos 5 años (2013 a 2017) van a llevar a la biomasa a su nivel de abundancia de máxima productividad en el año 2020. Esta productividad es de cerca de 2900 toneladas por temporada. Esto sugiere una medida de administración directa y simple, una cuota total permisible por temporada de 2900 toneladas a partir de 2020 condicionado a que las capturas se mantengan auto-limitadas en no más de 1500 hasta 2019.

- **Modelo Jerárquico (Roa-Ureta *et al.*, 2015) para la Almeja en la X Región**

Dada la alta importancia de la escala espacial de la evaluación de stock en recursos bentónicos, como ha sido discutido previamente, este caso de estudio se realizó en dos escalas espaciales. Primero, una escala espacial correspondiente a una definición geográfica natural, la Bahía de Ancud, y segundo, otra escala espacial más amplia y arbitraria (desde el punto de vista de la dinámica de poblaciones), correspondiente a la totalidad de caladeros de la X Región.

El principal resultado de este ejercicio es que la evaluación de stock falla a la escala arbitraria de la totalidad de la X Región y por el contrario tiene éxito cuando el análisis se realiza a la escala de la Bahía de Ancud. Por lo tanto y como se ha discutido previamente



de manera conceptual, se confirma analíticamente en este ejemplo que en la evaluación de stocks de recursos bentónicos no basta con utilizar una metodología que sea apropiada. Además es preciso aplicarla a la escala espacial de bancos individuales, por ejemplo definidos por accidentes geográficos mayores, tales como bahías (caso de la almeja) o un golfo (caso del huepo). Esto también implica que, *ceteris paribus*, la cantidad de trabajo que se debe dedicar a una evaluación de stocks de recursos bentónicos va a ser mayor que en una evaluación de stock tradicional de peces demersales o pelágicos u otros organismos altamente móviles como los calamares.

Los resultados obtenidos en la Bahía de Ancud son relativamente imprecisos en términos estadísticos respecto de la mortalidad natural. Como promedio a través de todas las temporadas (correspondientes a años calendario) la tasa de mortalidad anualizada es estimada en 0,123 que según la ecuación empírica de Hoenig (2005) corresponde a un organismo que puede llegar a vivir poco más de 30 años. Sin embargo el coeficiente de variación de este estimado es de cerca de 100% por lo que el rango de estimados razonables (por ejemplo un intervalo de confianza del 95%) bien puede llegar a 0,4 por el límite superior, con lo que la longevidad se reduce a 10 años. Sólo hay un estudio publicado sobre el crecimiento de *V. antiqua* en Chiloé (Clasing *et al.*, 1994) y en este estudio no se reportan edades absolutas medidas pero si se reporta una edad máxima obtenida sobre la base de una relación empírica. Este valor es de 10,4 años. Respecto de la abundancia, al inicio de la temporada pueden existir desde un mínimo de 24 millones de almejas (2010, 2012, 2013) hasta un máximo de 250 millones (2004). En cada temporada se pueden obtener uno o dos pulsos de entrada de abundancia que agregan como promedio cerca de 30 millones de almejas cada pulso. La operatividad de la pesca es normalmente proporcional desde el punto de vista del esfuerzo y la abundancia, es decir sin evidencia de saturabilidad/sinergia del esfuerzo, ni hiper-estabilidad/hiper-depleción de la abundancia.

La historia de la biomasa y la explotación obtenida en la segunda etapa del análisis con el modelo jerárquico (Figura 4.88) muestra un stock que decae precipitadamente desde 2000 a 2011, casi sufriendo su desaparición en la Bahía. A partir del 2012 y hasta 2014 la extracción baja a niveles de subsistencia, los más bajos en toda la historia de la pesquería, y luego sube pero se mantiene muy baja desde 2015 y hasta el final de nuestra serie de datos. El stock responde con una fuerte recuperación de su biomasa, que se proyecta en poco menos de 10 mil toneladas en 2018. Esta metodología indica que si la flota mantiene las bajas tasas de extracción, tan bajas como en el período 2012-2017, el stock va a reconstruir su biomasa hasta alcanzar la biomasa de máxima productividad el año 2025, momento en el cual según estos resultados, se pueden cosechar cerca de 3200 toneladas de manera sostenible.



4.5 Objetivo Específico N° 5. Condiciones Para la Aplicación de las Metodologías

El modelo jerárquico de Roa-ureta *et al.*, (2015) que se aplica en la evaluación de stock y determinación de CTP del erizo de la X-XI Contigua y que aplicó en el stock de pulpo del sur en el proyecto FIPA 2016-41 (Molinet *et al.*, 2017) y en este estudio para el huepo del Golfo de Arauco y la almeja de la Bahía de Ancud, es una metodología de evaluación de robusta a la inestabilidad numérica que surge del método de optimización del lenguaje de programación R, más usado en este tipo de modelos, el método spg. En definitiva, un usuario que realice una búsqueda de buenos valores iniciales antes de ajustar sus modelos (utilizando las funciones de exploración de datos y modelos de CatDyn) puede obtener los mismos resultados. La metodología basada en CatDyn pasa la prueba de robustez a la inestabilidad numérica de los procesos de optimización en R ejecutados con el método spg.

El impacto de sesgos en los datos de captura (que puede provenir del peso medio o de la captura en peso) sobre los estimados de los parámetros que determinan la estimación de biomasa, es muy importante, y no produjeron una convergencia exitosa del proceso de optimización (figura 5.3). El efecto del sesgo en los datos de esfuerzo no es muy serio sobre un amplio rango, y los sesgos positivos, que producen datos de esfuerzo por sobre los reales, tienen un efecto mayor que el efecto de los sesgos negativos, que producen datos de esfuerzo por debajo de los reales (figura 5.4).

Cuando se evaluó el efecto de los errores aleatorios en los datos de captura y esfuerzo, se observa una buena robustez del modelo CatDyn a errores aleatorios de captura y esfuerzo de baja y moderada magnitud (2,5% a 25% de coeficiente de variación respecto de valores individuales de captura por semana) (Figura 5.5 y 5.6).

Considerando los resultados agregados de los cinco estudios de simulación computacional sobre la calidad de las estimaciones de parámetros de los modelos en CatDyn, concluimos que la mayor susceptibilidad de esta metodología ocurre cuando existen sesgos en los datos de captura en número, que se pueden originar en sesgos de los pesos medios y/o en sesgos de las capturas en peso.

Por lo tanto, las condiciones para la aplicación de esta metodología de evaluación indirecta de stocks, que es la base del modelo jerárquico que combina los resultados del CatDyn con un modelo de producción excedente Pella-Tomlinson, son tener datos de calidad de las capturas en peso y de los pesos medios. Esto implica que se deben destinar mayores recursos a obtener buenos datos de capturas en peso por semana y peso medio por semana, que los recursos que se destinan a obtener los esfuerzos semanales.

No obstante, lo anterior, tomando en cuenta los resultados de los estudios 4 y 5, sobre evaluación de los efectos de errores aleatorios en la captura en número y el esfuerzo en la estimación de los parámetros del modelo, también se puede concluir que para la



pesquería de huego del Golfo de Arauco (y también de almeja de la Bahía de Ancud), ya existen las condiciones para la aplicación del modelo jerárquico.

5 CONCLUSIONES

- a) En los últimos años ha existido un gran desarrollo de metodologías de evaluación de stocks para pesquerías pobres o limitadas en datos y aunque los recursos bentónicos pueden ser ricos en datos casi siempre carecen de largas series de tiempo de datos de captura a la edad.
- b) Las metodologías desarrolladas van desde las más simples que utilizan sólo la serie de tiempo de capturas anuales hasta las más sofisticadas que integran una dinámica basada en tallas más información auxiliar, pasando por metodologías que sólo usan datos de capturas y esfuerzos por pasos de tiempo rápido.
- c) No es recomendable aplicar las metodologías más simples, que sólo usan la historia anual de capturas, por tener demasiados supuestos de dudosa validez.
- d) 84 pesquerías bentónicas chilenas sólo cuentan con datos de capturas, mientras que 133 tienen datos suficientes para aplicar metodologías de evaluación de stocks de complejidad intermedia a alta.
- e) Dos grupos de metodologías, aquellas derivadas de los procesos de depleción intra-anales con paso de tiempo rápido (día, semana o mes) combinada con modelo de excedente productivo (modelo jerárquico) y aquellas derivadas de la dinámica de poblaciones talla-estructurada, se destacan por su aplicabilidad, completitud, y aptitud para explotar las bases de datos existentes.
- f) 44 pesquerías bentónicas chilenas cuentan con datos de monitoreo pesquero por parte de IFOP y por lo tanto pueden ser analizadas con modelos jerárquicos y con modelos de dinámica de poblaciones talla-estructurados.
- g) Considerando los intereses de la Subsecretaría de Pesca y la opinión de los expertos reunidos en un Taller de Trabajo, se seleccionaron dos casos de estudio pobres en datos (huero negro del norte, juliana de mar interior de Chiloé) y dos casos de estudio ricos en datos (huego del Golfo de Arauco y almeja de la X Región).
- h) Tanto los modelos basados en dinámica en edad o dinámica en tallas aplicados sobre huepo, navajuela y almeja no mostraron diferencias significativas. Estos modelos proporcionaron resultados consistentes, independiente de las escalas espaciales empleadas. Estos modelos permitieron conocer aspectos hasta ahora desconocidos sobre la variabilidad de los reclutamientos, selectividad y mortalidad por pesca del huepo, navajuela y almeja.
- i) Los modelos integrados fueron robustos en las distintas escalas espaciales y permiten también analizar efectos de hiperestabilidad de los datos. Sin perjuicio de esta característica, la escala espacial resulta crítica a la hora de definir unidades poblacionales para fines de evaluación de stock de recursos bentónicos.



- j) Una de las principales desventajas en la aplicación de los modelos integrados de evaluación de stock, es la calidad de los datos/información respecto de procesos y parámetros claves. Todos los análisis fueron realizados en un marco bayesiano (estimación condicional) sobre la base de hipótesis de parámetros desconocidos, destacándose por ejemplo, que las escalas pueden variar entre escenarios pero no así la tendencia relativa para fines de diagnóstico de poblaciones.
- k) De manera complementaria, se recomienda examinar el desempeño de modelos integrados de evaluación de stock considerando las estimaciones del modelo de agotamiento (CatDyn) como índices de abundancia a inicios de temporada. Esto podrá ser evaluado examinando la consistencia entre la tendencia de las estimaciones de CatDyn y la variación de la proporción de los individuos grandes.
- l) Todos los modelos analizados se consideran aptos para la evaluación de recursos bentónicos, y su aplicación dependerá de las ventajas comparativas relativas a las necesidades de manejo pesquero, por ejemplo, el impacto de la talla mínima legal o escenarios de decisión frente a cambios de régimen en los reclutamientos, entre otros.
- m) Se implementó un modelo de agotamiento-stock reduction analysis sobre la serie de capturas de huiro negro, distinguiendo captura activa de recolección de alga varada y estimando una serie de esfuerzo de manera indirecta, obteniendo resultados válidos de evaluación de stock, pero altamente dependientes de los valores desconocidos de dos parámetros de la dinámica de poblaciones que no pudieron ser estimados.
- n) Se implementaron dos versiones de modelos basados en la composición de tallas para la juliana, el huepo y la almeja, uno talla-estructurado y otro edad-estructurado, obteniendo resultados válidos de evaluación de stock, pero estos también resultaron severamente dependientes de los valores desconocidos de dos parámetros de la dinámica de poblaciones que no pudieron ser estimados.
- o) El modelo jerárquico fue implementado sin dificultades a la base de datos de huepo del Golfo de Arauco y todos los parámetros del modelo en la primera etapa y en la segunda etapa fueron obtenidos exitosamente de la maximización de funciones de verosimilitud.
- p) El modelo jerárquico fue implementado exitosamente a la base de datos de almeja de la Bahía de Ancud y falló cuando fue implementado a la base de datos de toda la X Región señalando que la escala espacial correcta del análisis es muy importante.
- q) Las condiciones de aplicación del modelo jerárquico son que los datos de captura en peso por semana y de peso medio por semana deben ser de buena calidad mientras que la calidad de los datos de esfuerzo no es muy determinante.



6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anderson SC, Monnahan CC, Johnson KF, Ono K, Valero JL (2014) ss3sim: An R Package for Fisheries Stock Assessment Simulation with Stock Synthesis. PLoS ONE 9(4): e92725. doi: 10.1371/journal.pone.0092725. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0092725>
- Beverton, R. J. H., and S. J. Holt. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapports et Procs- Verbaux des Reunions, Conseil International pour l'Exploration de la Mer.* 140:67-83.
- Botsford, L. W., A. Campbell, and R. Miller. 2004. Biological reference points in the management of North American sea urchin fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61:1325-1337.
- Butterworth, D.S. 2007. Why a Management Procedure Approach? Some Positives and Negatives. *ICES Journal of Marine Science.* 64.
- Caddy, J. F. 1975. Spatial model for an exploited shellfish population, and its application to the Georges Bank scallop fishery. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 32:1305-1328.
- Caddy, J. F., Unesco & Intergovernmental Oceanographic Commission. 2007. *Marine habitat and cover: Their importance for productive coastal fishery resources.* Paris: Unesco.
- Canales, C., N. Barahona, P. Araya, J. Cavieres, G. Muñoz y C. Techeira, 2013. Evaluación de la población de almeja (*Venus antiqua*) explotada en la bahía de Ancud, Chiloé, 1965-2011 (Taller Evaluación de Stock, 24-26 de septiembre, 2013). REPORTE TÉCNICO. Proyecto 1.7 Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas, 2013. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, 2013: 48 pp.
- Canales, C.M., Company, J.B., Arana, P.M. 2016. Using a length-based stock assessment model to evaluate population structure hypotheses of nylon shrimp *Heterocarpus reedi* (Decapoda, Caridea) exploited off central Chile. *Fisheries Research* 183, 360-370.
- Canales, C. M., C. Hurtado, C. Techeira. 2018. Implementing a model for data-poor fisheries based on steepness of the stock-recruitment relationship, natural mortality and local perception of population depletion. The case of the kelp *Lessonia berteroana* on coasts of north-central Chile. *Fish. Res.*, 198 (2018) 31–42.
- Chen. Y and M. Hunter. 2003. Assessing the green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) stock in Maine, USA. *Fisheries Research* 60:527-537



- Chong, J., N. Cortes, R. Galleguidos, and C. Oyarzun. 2001. Estudio Biológico Pesquero del Recurso Pulpo En La X y XI Regiones., Universidad Católica De Santísima Concepción, Valparaíso.
- Clasing, E., Brey, T., Stad, R., Navarro, J., Asencio, G. 1994. Population dynamics of *Venus antiqua* (Bivalvia: Veneracea) in the Bahía de Yaldad, Isla de Chiloé, Southern Chile. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 177, 171-186.
- Dick, E.J., MacCall, A.D. 2011. Depletion Based Stock Reduction Analysis: A catch based method for determining sustainable yields for data poor fish stocks. *Fisheries Research* 110, 331-341.
- Fournier, D.A., J. Hampton, and J.R. Sibert, MULTIFAN-CL: A length-based, age-structured model for fisheries stock assessment, with application to South Pacific albacore, *Thunnus alalunga*, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55 (1998), pp. 2105–2116
- Feenstra, J., Punt, A.E., McGarvey, R. 2017. Inferring absolute recruitment and legal size population numbers of southern rock lobster (*Jasus edwardsii*) in South Australia's Southern Zone fishery using extended forms of depletion modelling. *Fisheries Research* 191, 164-178.
- Gallucci, V., Saila, S., Gustafson, D. and Rothschild, B. 1995. *Stock Assessment: Quantitative Methods and Applications for Small Scale Fisheries*.
- Gavaris, S. and J. N. Ianelli. 2002. Statistical issues in fisheries stock assessments. *Scand. J. Stat.*, 29:245–267. URL <http://dx.doi.org/10.1111/1467-9469.00282>.
- Gebauer, P., Moreno, C.A. 1995. Experimental validation of the growth rings of *Loxechinus albus* (Molina, 1782) in southern Chile (Echinodermata: Echinoidea). *Fisheries Research* 21, 423-435.
- González, J., Stotz, W., Garrido, J., Orensanz, J.M., Parma, A., Tapia, C., Zuleta, A., 2006. The Chilean TURF system: How is it performing in the case of the loco fishery? *Bull. Mar. Sci.* 78, 499-527.
- Gullström, M., Lundén, B., Bodin, M., Kangwe, J. Öhman, M.C., Mtolera, M.S.P., Björk, M. 2006. Assessment of changes in the seagrass-dominated submerged vegetation of tropical Chwaka Bay (Zanzibar) using satellite remote sensing. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67, 399-408.
- Haddon, M. 2011. *Modelling and quantitative methods in fisheries*. CRC press.
- Hewitt, D. A., Hoenig, J. M. 2005. Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. *Fishery Bulletin*, 103: 433 – 437.
- Hilborn, R., and C. J. Walters. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment choice dynamics and uncertainty*. Chapman and Hall, New York.
- Hilborn, R. and T. A. Branch. 2013. Does Catch Reflect Abundance? No, it is misleading. *Nature* 494:303-306.



- Hoening, J.M. 2005. Empirical Use of Longevity Data to Estimate Mortality Rates. SEDAR33-RD17. SEDAR, North Charleston, SC. 8 pp.
- Hordyk, A.R., Loneragan, N.R., Prince, J.D. 2015. An evaluation of an iterative harvest strategy for data-poor fisheries using the length-based spawning potential ratio assessment methodology. *Fisheries Research* 171, 20-32.
- Hurtado-Ferro, F., Szuwalski, C.S., Valero, J.L., Anderson, S.C., Cunningham, C.J., Johnson, K.F., Licandeo, R., McGilliard, C.R., Monnahan, C.C., Muradian, M.L., Ono, K., Vert-Pre, K.A., Whitten, A.R., Punt, A.E. 2015. Looking in the rear-view mirror: bias and retrospective patterns in integrated, age-structured stock assessment models. *ICES. J. Mar. Sci.* 72, 99-110.
- ICES. 2012. Report of the Working Group on the Biology and Assessment of Deep-sea Fisheries Resources (WGDEEP), 7–13 April 2010, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2010/ACOM:17. 616 pp.
- Jamieson, G.S. and A. Campbell. 1998. Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management.
- Jardim, E., M. Azevedo and N.M. Brites. 2015. Harvest control rules for data limited stocks using length based reference points and survey biomass indices. *Fisheries Research* 171, 12-19.
- Jacobsen, T., Michael J. Fogarty, Bernard A. Megrey, Erlend Moksness. 2016. Fish Reproductive Biology: Implications for Assessment and Management.
- Johnston S. J. and Butterworth D. S. 2005. Evolution of operational management procedures for the South African West Coast rock lobster (*Jasus lalandii*) fishery, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* , 39: 687-702
- Kutser, T., Vahtmäe, E., Martin, G. 2006. Assessing suitability of multispectral satellites for mapping benthic macroalgal cover in turbid coastal waters by means of model simulations. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67, 521-529.
- Kimura, D.K., Balsiger, J.W., Ito, D.H., 1984. Generalized stock reduction analysis. *Can.J. Fish. Aquat. Sci.* 41, 1325-1333.
- Lin, Y-J., Tzeng, W-N., Han, Y-S., Roa-Ureta, R.H. 2017. A stock assessment model for transit stock fisheries with explicit immigration and emigration dynamics: application to upstream waves of glass eels. *Fisheries Research* 195, 130-140.
- Lin, Y-J., Tzeng, W-N. 2018. Modelling the bycatch of *Anguilla marmorata* using a generalized depletion model with an example from the Taiwanese glass eel fisheries for *Anguilla japonica*. *Fisheries Research* 208,210-218.
- MacCall, A. 2007. Report of the Lenfest Working Group on Annual Catch Limits. Appendix D – Depletion Adjusted Average Catch. Lenfest Ocean Program.
- MacCall, A.D. 2009. Depletion-corrected average catch: a simple formula for estimating sustainable yields in data-poor situations. *ICES Journal of Marine Science*, 66, 2267-2271.



- Magnusson, A. 2016. Informative Data and Uncertainty in Fisheries Stock Assessment. PhD Thesis. University of Washington. Program Authorized to Offer Degree: School of Aquatic and Fishery Sciences. 175 p.
- Mangel, M., J. Brodziak, G. DiNardo. 2010 Reproductive ecology and scientific inference of steepness: a fundamental metric of population dynamics and strategic fisheries management, *Fish Fish.* 11, pp. 89-104
- Maunder, M., Watters, G., 2003. A-SCALA: an age-structured statistical catch-at-length analysis for assessing tuna stocks in the eastern tropical Pacific Ocean. *IATTC Bulletin.* 22.
- Maunder M. N., Punt A. E. 2013. A review of integrated analysis in fisheries stock assessment, *Fisheries Research*, vol. 142 (pg. 61-74).
- Maynou, F. 2015. Application of a multi-annual generalized depletion model to the assessment of a data-limited coastal fishery in the western Mediterranean. *Scientia Marina* 79, 157-168.
- Molinet, C., Barahona, N., Díaz, M., Díaz, P., Millanao, M.O., Araya, P., Subiabre, D., Niklitschek, E., 2016. Using drift video-transects and maximum likelihood geostatistics for quantifying and monitoring exploited subpopulations of *Loxechinus albus* at a mesoscale. *Marine and Coastal Fisheries.* 8, 70-80. 10.1080/19425120.2015.1121939
- Molinet, C., Roa-Ureta, R., Canales, C., Henríquez, J., Díaz, M., Godoy, C., Muñoz, N., Pezo, V., Subiabre, D., 2018. Caracterización de la pesquería y evaluación de stock del recurso Pulpo del Sur en la X región. FIP 2016-41. Puerto Montt: Universidad Austral de Chile.
- Orensanz, J. M. and G. S. Jamieson. 1998. The assessment and management of spatially structured stocks: an overview of the North Pacific Symp. *Invertebrate Stock Assessment Management.* Pages 441–459 in G. S. Jamieson and A. Campbell, eds. *Proc. North Pacific Symp. Invertebrate Stock Assessment Management.* Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 125. NRC Research Press, Ottawa.
- Orensanz, J. M., A. Parma, and A. Cinti. 2005. *Methods to use fisher's knowledge for fisheries assessment and management.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
- Pauly, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fisheries Technical Paper* 234.
- Pauly, D., Hilborn, R., Branch, T.A., 2013. Fisheries: does catch reflect abundance? *Nature* 494, 303 – 306.
- Prince, J. 2005. Combating the tyranny of scale for halibutids: Micro-Management for Microstocks. *Bulletin of Marine Science*, 76 (2): 557-577.



- Punt, A.E. and R. Hilborn. 1997. Fisheries stock assessment and decision analysis: the Bayesian approach. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 7: 35-63 (Es lo mas parecido segun el contexto a Hilborn 1997)
- Punt, A. E., Kennedy, R.B., 1997. Population modelling of Tasmanian rock lobster, *Jasus edwardsii*, resources. *Mar. Fresh. Res.* 48, 967-980.
- Punt, A.E., R. McGarvey, A. Linnane, J. Phillips, L. Triantafillos, J. Feenstra. 2012. Evaluating empirical decision rules for southern rock lobster fisheries: a South Australian example. *Fish. Res.*, 115: 60-71
- Punt, A.E., Huang, T., Maunder, M.N. 2013. Review of integrated size-structured models for stock assessment of hard-to-age crustacean and mollusc species. *ICES Journal of Marine Science* 70, 16-33.
- Punt, A.E., Butterworth, D.S., de Moor, C.L., De Oliveira, J.A.A., Haddon, M. 2016. Management strategy evaluation: best practices. *Fish and Fisheries* 17, 303-334.
- Quinn, T.J. 2003. Ruminations on the development and future of population dynamics models in fisheries. *Natural Resource Modeling* 16, 341-392.
- Quinn, T.J. II and Deriso, R.B. (1999) *Quantitative Fish Dynamics*. Oxford University Press, New York, 542 pp
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rabaoui, L., Lin, Y-J, Maneja, R.H., Qurban, M.A., Abdurahiman, P., Premlal, P., Al-Abdulkader, K., Roa-Ureta, R.H. 2017. Nursery habitats and life history traits of the green tiger shrimp *Penaeus semisulcatus* (De Haan, 1844) in the Saudi waters of the Arabian Gulf. *Fisheries Research* 195, 1-11.
- Roa-Ureta, R.H. 2012. Modelling in-season pulses of recruitment and hyperstability-hyperdepletion in the *Loligo gahi* fishery around the Falkland Islands with generalized depletion models. *ICES Journal of Marine Science* 69, 1403-1415.
- Roa-Ureta, R.H. 2015a. CatDyn: Fishery Stock Assessment by Generalized Depletion Models. R package version 1.1-0. <https://CRAN.R-project.org/package=CatDyn>.
- Roa-Ureta, R.H., 2015b. Stock assessment of the Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) in Saudi waters of the Arabian Gulf with generalized depletion models under data-limited conditions. *Fisheries Research* 171, 68-77.
- Roa-Ureta, R.H., Molinet, C., Barahona, N., Araya, P. 2015. Hierarchical statistical framework to combine generalized depletion models and biomass dynamic models in the stock assessment of the Chilean sea urchin (*Loxechinus albus*) fishery. *Fisheries Research* 171, 59-67.
- Sernapesca. Anuario Estadísticos de Pesca.



- Setyawidati, N.A.R. Puspita, M., Kaimuddin, A.H., Widowati, I., Deslandes, E., Bourgougnon, N., Stiger-Pouvreau, V. 2018. Seasonal biomass and alginate stock assessment of three abundant genera of brown macroalgae using multispectral high resolution satellite remote sensing: A case study at Ekas Bay (Lombok, Indonesia). *Marine Pollution Bulletin* 131B, 40-48.
- Setyawidati, N., Kaimuddin, A.H., Wati, I.P., Helmi, M., Widowati, I., Rossi, N., Liabot, P.O., Stiger-Pouvreau, V. 2018. Percentage cover, biomass, distribution, and potential habitat mapping of natural macroalgae, based on high-resolution satellite data and in situ monitoring, at Libukang Island, Malasoro Bay, Indonesia. *Journal of Applied Phycology* 30, 159-171.
- Siddeek, M. S. M. and J. Zheng. 2007. Evaluating the parameters of a MSY control rule for the Bristol Bay, Alaska, stock of red king crabs, *ICES Journal of Marine Science*, 64(5): 995–1005
- Sparre, P., and Venema, S. C. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper 306.1 Rev. 2. Rome, FAO.
- Starr PJ, P.A. Breen, R. Hilborn and T.H. Kendrick. 1997. Evaluation of a management decision rule for a New Zealand rock lobster substock *Marine and Freshwater Research* 48: 1093-1101
- Sullivan, P.J., Lai, H.L., Gallucci, V.F., 1990. A catch-at-length analysis that incorporates a stochastic model of growth. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47, 184–198.
- Thomas, F., G. Olea, M. Espíndola, D. Gutierrez, A. Vega, V. Gudiño, E. Perez, G. Rojas. 2016. Evaluación directa de macroalgas/impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, III Región. Informe Final. Proyecto FIP 2014-17. Ecos Consultores. 248 p.
- Thornson, J.T., Kell, L.T., De Oliveira, J.A.A., Sampson, D.B., Punt, A.E. 2015. Introduction. Special Issue: Development, testing, and evaluation of data-poor assessment and fisheries management methods. *Fisheries Research* 171, 1-3.
- Thorson, J. T., and J. M. Cope. 2015. Catch curve stock-reduction analysis: An alternative solution to the catch equations. *Fisheries Research* 171:33-41.
- Turnock, B.J., Rugolo, L.J., 2011. Stock assessment of eastern Bering Sea snow crab. In: Stock assessment and fishery evaluation report for the King and tanner crab fisheries of the Bering Sea and Aleutian Islands Regions. North Pacific Fishery Management Council, Anchorage, AK, USA, 37-168.
- Vasquez, J. 2008. Production, use and fate of Chilean brown seaweeds: resources for a sustainable fishery. *J. Appl. Phycol.*, 20, pp. 7-17
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.M., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B.C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J., Watson, R. 2006. Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *Science* 314, 787-790.



Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

Zheng, J., Siddeek, M.S.M., 2011. Bristol Bay red King crab stock assessment in fall 2011. In: Stock assessment and fishery evaluation report for the King and tanner crab fisheries of the Bering Sea and Aleutian Islands Regions. North Pacific Fishery Management Council, Anchorage, AK, USA, 169-283.



7 ANEXOS

7.1 Anexo 1. Acta de coordinación Proyecto FIPA 2017-55.

Reunión de Coordinación Proyecto FIPA 2017-55

03 de noviembre de 2017

Participantes

Luis Carroza, Director Ejecutivo FIPA

Andrés Venegas, Profesional División Adm. Pesquera Subpesca

María Alejandra Pinto, Profesional División Adm. Pesquera Subpesca

Lorena Burotto, Profesional División Adm. Pesquera Subpesca

Pablo Araya, Investigador IFOP

Andrés Olguín, Investigador IFOP

Carlos Molinet, UACH, Director Proyecto FIPA 2017-55

Jorge Henríquez, UACH, Investigador Proyecto FIPA 2017-55

La presente corresponde al Acta de la Primera reunión de coordinación del Proyecto FIPA 2017-55 “Evaluación de la aplicación de metodologías de evaluación indirecta de stock de pesquerías bentónicas como insumo para el manejo pesquero”, entre el ejecutor (Universidad Austral de Chile), el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA), y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA).

La reunión se realizó de manera virtual, con el ejecutor desde Puerto Montt y los demás participantes presentes en la SSPA en Valparaíso.

El objetivo general del proyecto es: Analizar y proponer las condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks para ser usado como herramienta de manejo de pesquerías bentónicas.

Se revisó el cronograma y plan de actividades del proyecto, el que tiene una duración de 15 meses, y tiene como fecha de inicio el 6 de octubre de 2017 (Res. No 3180 06/10/2017).

La primera actividad a realizar en el proyecto, corresponde a la revisión bibliográfica de las metodologías de evaluación de stock y la revisión de la data disponible en el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) obtenida a través del Seguimiento de Pesquerías



Bentónicas. A este efecto se hará requerimiento formal de información a IFOP y SSPA (no obstante a la fecha se ha utilizado la información disponible en el sitio WEB institucional).

En esta primera etapa se establecerá una comunicación frecuente y consultiva con la SSPA, a fin de determinar las 4 pesquerías que serán consideradas (evaluadas) durante la ejecución del proyecto.

Los resultados del Objetivo Especifico 1 se utilizarán para el desarrollo del Objetivo Especifico 2 para, en base al cruce de la información disponible en la literatura nacional y mundial sobre modelos de evaluación indirecta y la información disponible en las bases de datos del IFOP, obtener las fichas para la propuesta de modelos a usar y especies a evaluar.

La revisión bibliográfica entregará las metodologías de evaluación de stock y la información que se requiere, mientras que la revisión de la Base de datos de IFOP, entregará la información disponible para cada pesquería. El cruce de ambas, permitirá definir las pesquerías para realizar las evaluaciones de stock.

Relativo al estudio de alguna pesquería de algas, se propone que durante la revisión de la data del seguimiento bentónico, se analice la cantidad y calidad de información disponible sobre el monitoreo de los recursos algales, para ser incorporado dentro de las 4 pesquerías en las que se aplicarán las metodologías de evaluación de stock, en caso que la data lo permita.

Desde la SSPA se propone a priori que entre las pesquerías de interés a ser evaluadas, se determine factibilidad de aplicar análisis a: Algas Pardas, Loco, Almeja y Huepo.

Para la evaluación de Algas Pardas, los profesionales de IFOP sugieren la revisión del monitoreo realizado por IFOP en la V Región, específicamente en las caletas de Pichicuy y Los Molles.

Como actividad posterior a la revisión bibliográfica y data disponible, se realizará el taller de expertos. El taller será realizado en el mes de marzo de 2018, y contará con la participación de la Dra. Ana Parma, como experta internacional, del Dr. Juan Carlos Quiroz como experto Nacional, además de los integrantes del proyecto Ruben Roa-Ureta y Cristian Canales, como ejes principales. El taller será ejecutado en la ciudad de Valparaíso, para así contar con la participación de los profesionales de SSPA e IFOP.

Además se propone evaluar la factibilidad de desarrollar una comparación de metodologías de evaluación de data pobre y data rica para una pesquería por ejemplo Huepo en la Bahía de Arauco, considerando que en este caso ya existe una evaluación de modelo edad estructurado para el recurso huepo. En este sentido, el Director Ejecutivo del FIPA indica que cualquier actividad no considerada explícitamente en el contrato, es una acción voluntaria del ejecutor y que su realización no puede ser considerada como una razón para una realización tardía o parcial de las actividades comprometidas formalmente en la propuesta técnica.



Desde SSPA se sugiere que independiente de las 4 especies seleccionadas, se puedan realizar recomendaciones para la toma de información y evaluación de otras pesquerías, además solicita considerar la realización de una presentación por parte del ejecutor en el Comité Científico Bentónico para el mes de noviembre de 2017 o en eventualmente en enero de 2018, y un permanente contacto entre la contraparte técnica y el ejecutor del proyecto.

Finalmente, la División de Administración Pesquera de la SSPA designa al profesional Sr. Andrés Venegas como contraparte técnica del proyecto para la supervisión del correcto desarrollo del proyecto, además a las reuniones se sumarán María Alejandra Pinto y Lorena Burotto, como representantes de tal División. Los aspectos administrativos serán vistos con el Director Ejecutivo del FIPA, Sr. Luis Carroza.

7.2 Anexo 1.1. Lista de publicaciones revisadas, clasificadas por tema tipo de recurso y método.

Publicación	año	Tema	Tipo recurso	Método
FAO. 2007. Stock assessment approach for the Napoleon fish, cheilinus undulatus, in Indonesia: a tool for quota-setting for data-poor fisheries under CITES Appendix II non-detriment finding requirements / by Yvonne Sadovy ... [et al.]. FAO, Rome, Italy.	2007	Stock assessment	Peces	
Andrews, K. I., and M. Mangel. 2012. Asymptotic size and natural mortality of long-lived fish for data poor stock assessments. Fisheries Research 127-128:45-48.	2012	Data-poor stock assessment	Peces	Talla y Mortalidad natural
Babcock, E. A., R. Coleman, M. Karnauskas, and J. Gibson. 2013. Length-based indicators of fishery and ecosystem status: Glover's Reef Marine Reserve, Belize. Fisheries Research 147:434-445.	2013	Indicadores de estatus de pesquería y ecosistema	Peces	Longitud basada
Berkson, J., and J. T. Thorson. 2015. The determination of data-poor catch limits in the United States: is there a better way? ICES Journal of Marine Science 72:237-242.	2015			
Botsford, L. W., A. Campbell, and R. Miller. 2004. Biological reference points in the management of North American sea urchin fisheries. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 61:1325-1337.	2004	Punto biológicos de referencia	Bentónicos	
Campbell, M. D., A. G. Pollack, C. T. Gledhill, T. S. Switzer, and D. A. DeVries. 2015. Comparison of relative abundance indices calculated from two methods of generating video count data. Fisheries Research 170:125-133.	2015	Fisheries management		Indice de abundancia relativa, video
Canales, C. M., C. Hurtado, and C. Techeira. 2018. Implementing a model for data-poor fisheries based on steepness of the stock-recruitment relationship, natural mortality and local perception of population depletion. The case of the kelp <i>Lessonia berteroa</i> on coasts of north-central Chile. Fisheries Research 198:31-42.	2018	Data-poor stock assessment	Bentónicos	Steepness of the stock-recruitment relationship, natural mortality and local perception of population depletion
Carruthers, T. R., A. E. Punt, C. J. Walters, A. MacCall, M. K. McAllister, E. J. Dick, and J. Cope. 2014. Evaluating methods for setting catch limits in data-limited fisheries. Fisheries Research 153:48-68.	2014	Data-limited fisheries	Peces	"Catch-based methods"- "Depletion-based methods"- "Abundance-based methods"
Chrysafi, A., and A. Kuparinen. 2015. Assessing abundance of populations with limited data: Lessons learned from data-poor fisheries stock assessment. Environmental Reviews 24:25-38.	2015	Data-poor stock assessment	Peces	Abundance of populations
Cope, J. M. 2013. Implementing a statistical catch-at-age model (Stock Synthesis) as a tool for deriving overfishing limits in data-limited situations. Fisheries Research 142:3-14.	2013	Stock assessment	Peces	statistical catch-at-age model (Stock Synthesis)
Cope, J. M., J. T. Thorson, C. R. Wetzel, and J. DeVore. 2015. Evaluating a prior on relative stock status using simplified age-structured models. Fisheries Research 171:101-109.	2015	Stock assessment	Peces	Age-structured models
Costello, C., D. Ovando, R. Hilborn, S. D. Gaines, O. Deschenes, and S. E. Lester. 2012.	2012	Unassessed Fisheries	Peces	Species' life-history, catch, and



Publicación	año	Tema	Tipo recurso	Método
Status and Solutions for the World's Unassessed Fisheries. Science 338:517-520.				fishery development data
Dedman, S., R. Officer, D. Brophy, M. Clarke, and D. G. Reid. 2015. Modelling abundance hotspots for data-poor Irish Sea rays. Ecological Modelling 312:77-90.	2015	Data-poor	Peces	Boosted Regression Trees
Dichmont, C. M., S. Pascoe, E. Jebreen, R. Pears, K. Brooks, and P. Perez. 2013. Choosing a fishery's governance structure using data poor methods. Marine Policy 37:123-131.	2013	Governance; Data-poor	Peces	Management strategy evaluation
Dick, E. J., and A. D. MacCall. 2011. Depletion-Based Stock Reduction Analysis: A catch-based method for determining sustainable yields for data-poor fish stocks. Fisheries Research 110:331-341.	2011	Data-poor fish stockss; Depletion-Based Stock Reduction	Peces	Relative location of maximum productivity and the relationship of fishing rate to the natural mortality rate.
Dowling, N. A., C. M. Dichmont, M. Haddon, D. C. Smith, A. D. M. Smith, and K. Sainsbury. 2015a. Empirical harvest strategies for data-poor fisheries: A review of the literature. Fisheries Research 171:141-153.	2015	Harvest strategies for data-poor fisheries	Peces	Review of the literature
Dowling, N. A., C. M. Dichmont, M. Haddon, D. C. Smith, A. D. M. Smith, and K. Sainsbury. 2015b. Guidelines for developing formal harvest strategies for data-poor species and fisheries. Fisheries Research 171:130-140.	2015	Harvest strategies	Peces	Desarrollo de estrategias
Dowling, N. A., D. C. Smith, I. Knuckey, A. D. M. Smith, P. Domaschenz, H. M. Patterson, and W. Whitelaw. 2008. Developing harvest strategies for low-value and data-poor fisheries: Case studies from three Australian fisheries. Fisheries Research 94:380-390.	2008	Harvest strategies	Peces	Limit biomass reference points, Stakeholder engagement
Ellis, J. E., S. Rowe, and H. K. Lotze. 2015. Expansion of hagfish fisheries in Atlantic Canada and worldwide. Fisheries Research 161:24-33.	2015	Evaluate hagfish fisheries	Peces	Fishing effort, landings and catch per unit effort (CPUE)
Erisman, B. E., A. M. Apel, A. D. MacCall, M. J. Román, and R. Fujita. 2014. The influence of gear selectivity and spawning behavior on a data-poor assessment of a spawning aggregation fishery. Fisheries Research 159:75-87.	2014	Stock assessment data-poor	Peces	Tallas de la captura
Escati-Peñaloza, G., A. M. Parma, and J. M. Orensanz. 2010. Analysis of longitudinal growth increment data using mixed-effects models: Individual and spatial variability in a clam. Fisheries Research 105:91-101.	2010	Stock assessment	Bentónicos	Analysis of longitudinal growth (Individual and spatial variability)
Fay, G., A. E. Punt, and A. D. M. Smith. 2011. Impacts of spatial uncertainty on performance of age structure-based harvest strategies for blue eye trevalla (Hyperoglyphe antarctica). Fisheries Research 110:391-407.	2011	Harvest strategies	Peces	Age structure-based; Spatial structure
Francis, R. I. C. C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 68:1124-1138.	2011	Stock assessment models		Data weighting approach
Free, C., O. Jensen, J. Wiedenmann, and J. J Deroba. 2017. The refined ORCS approach: A catch-based method for estimating stock status and catch limits for data-poor fish stocks.	2017	Stock assessment; Data-poor fish	Peces	The refined ORCS (Only Reliable Catch Stocks) approach
Fulton, E. A., A. E. Punt, C. M. Dichmont, R. Gorton, M. Sporcic, N. Dowling, L. R. Little, M. Haddon, N. Klaer, and D. C. Smith. 2016. Developing risk equivalent data-rich and data-limited harvest strategies. Fisheries Research 183:574-587.	2016	Harvest strategies	Peces	Risk equivalent



Publicación	año	Tema	Tipo recurso	Método
Geromont, H., and D. S. Butterworth. 2013. Generic management procedures for data-poor fisheries: Forecasting with few data.	2013	Data-poor fishery		Management procedure (MP); data-moderate MPs(based on an index of abundance)
Gill, D. A., H. A. Oxenford, R. A. Turner, and P. W. Schuhmann. 2017. Making the most of data-poor fisheries: Low cost mapping of small island fisheries to inform policy. Marine Policy.	2017	Data-poor fishery	Peces	Interview surveys of fishers combined with a geospatial platform
Goti-Aralucea, L. 2017. Assessing the social and economic impact of small scale fisheries management measures in a marine protected area with limited data. Marine Policy.	2017	Marine protected area with limited data		Impact assessment (IA)
Gray, C. A. 2016. Evaluation of fishery-dependent sampling strategies for monitoring a small-scale beach clam fishery. Fisheries Research 177:24-30.	2016	Small-scale fishery	Bentónicos	Catch, effort, catch-per-unit-of-effort (CPUE) and size compositions (alternative data sources)
Guan, W., L. Tang, J. Zhu, S. Tian, and L. Xu. 2016. Application of a Bayesian method to data-poor stock assessment by using Indian Ocean albacore (Thunnus alalunga) stock assessment as an example. Acta Oceanologica Sinica 35:117-125.	2016	Data-poor stock assessment	Peces	Bayesian method
Gullestad, P., A. M. Abotnes, G. Bakke, M. Skern-Mauritzen, K. Nedreaas, and G. Søvik. 2017. Towards ecosystem-based fisheries management in Norway – Practical tools for keeping track of relevant issues and prioritising management efforts. Marine Policy 77:104-110.	2017	Fisheries management		Ecosystem Approach to Fisheries Management (EAFM)
Gutierrez, N. 2011. Proposal for data collection, monitoring and assessment of the red sea urchin fishery in California For the California Sea Urchin Commission. USA.	2011	Stock assessment	Bentónicos	Data collection
Harford, W. J., and T. R. Carruthers. 2017. Interim and long-term performance of static and adaptive management procedures. Fisheries Research 190:84-94.	2017	Management strategy evaluation		Static and adaptive management procedures (MPs)
Harry, A. V., R. J. Saunders, J. J. Smart, P. M. Yates, C. A. Simpfendorfer, and A. J. Tobin. 2016. Assessment of a data-limited, multi-species shark fishery in the Great Barrier Reef Marine Park and south-east Queensland. Fisheries Research 177:104-115.	2016	Assessment of a data-limited,	Peces	Data-limited approach
Hilborn, R., and D. Ovando. 2014. Reflections on the success of traditional fisheries management. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil.	2014	Fisheries management	Peces	Reviewed the status and trends in fisheries
Hill, N. A. O., K. P. Michael, A. Frazer, and S. Leslie. 2010. The utility and risk of local ecological knowledge in developing stakeholder driven fisheries management: The Foveaux Strait dredge oyster fishery, New Zealand. Ocean & Coastal Management 53:659-668.	2010	Fisheries management	Bentónicos	Local ecological knowledge
Holt, C. A., and M. J. P. Folkes. 2015. Cautions on using percentile-based benchmarks of status for data-limited populations of Pacific salmon under persistent trends in productivity and uncertain outcomes from harvest management. Fisheries Research 171:188-200.	2015	Data-limited	Peces	Benchmarks
Hordyk, A., K. Ono, J. Prince, and C. Walters. 2016. A simple length-structured model based on life history ratios and incorporating size-dependent selectivity: Application to	2016	Data-poor stock assessment	Peces	Length-structured



Publicación	año	Tema	Tipo recurso	Método
spawning potential ratios for data-poor stocks.				
Hordyk, A., K. Ono, S. Valencia, N. Loneragan, and J. Prince. 2015a. A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. <i>ICES Journal of Marine Science</i> 72:217-231.	2015	Small-scale, Data poor fisheries	Peces	Length-based spawning potential ratio
Hordyk, A. R., N. R. Loneragan, and J. D. Prince. 2015b. An evaluation of an iterative harvest strategy for data-poor fisheries using the length-based spawning potential ratio assessment methodology. <i>Fisheries Research</i> 171:20-32.	2015	Data-poor fishery	Peces	Length-based spawning potential ratio
Isaac, V. J., and S. F. Ferrari. 2017. Assessment and management of the North Brazil Shelf Large Marine Ecosystem. <i>Environmental Development</i> 22:97-110.	2017	Marine Ecosystem		
Ives, C. D., D. Biggs, M. J. Hardy, A. M. Lechner, M. Wolnicki, and C. M. Raymond. 2015. Using social data in strategic environmental assessment to conserve biodiversity. <i>Land Use Policy</i> 47:332-341.	2015	Strategic environmental assessment		
Jardim, E., M. Azevedo, and N. M. Brites. 2015. Harvest control rules for data limited stocks using length-based reference points and survey biomass indices. <i>Fisheries Research</i> 171:12-19.	2015	Data-limited stocks	Peces	Length-based reference points and survey biomass indices
Jiao, Y., E. Cortés, K. Andrews, and F. Guo. 2011. Poor-data and data-poor species stock assessment using a Bayesian hierarchical approach. <i>Ecological Applications</i> 21:2691-2708.	2011	Stock assessment	Peces	Bayesian hierarchical approach
Johnson, A. F., M. Moreno-Báez, A. Giron-Nava, J. Corominas, B. Erisman, E. Ezcurra, and O. Aburto-Oropeza. 2017. A spatial method to calculate small-scale fisheries effort in data poor scenarios. <i>PLOS ONE</i> 12:e0174064.	2017	Data poor scenarios	Peces	Spatial method, Predicted Fishing Effort (PFE) (the number of boats and the local coastal human population)
Klaer, N. L., S. E. Wayte, and G. Fay. 2012. An evaluation of the performance of a harvest strategy that uses an average-length-based assessment method. <i>Fisheries Research</i> 134-136:42-51.	2012	Harvest strategies	Peces	Average-length
Kokkalis, A., U. H. Thygesen, A. Nielsen, and K. H. Andersen. 2015. Limits to the reliability of size-based fishing status estimation for data-poor stocks. <i>Fisheries Research</i> 171:4-11.	2015	Data-poor stock assessment	Peces	Size structure
Maunder, M. N., and A. E. Punt. 2004. Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. <i>Fisheries Research</i> 70:141-159.	2004	Stock assessments	Peces	Standardizing catch and effort data
McCully Phillips, S. R., F. Scott, and J. R. Ellis. 2015. Having confidence in productivity susceptibility analyses: A method for underpinning scientific advice on skate stocks? <i>Fisheries Research</i> 171:87-100.	2015	Stock assessments	Peces	Productivity susceptibility analyses
McDonald, G., S. J. Campbell, K. Karr, M. Clemence, P. Granados-Dieseldorff, R. Jakob, T. Kartawijaya, J. C. Mueller, P. Prihatinningsih, K. Siegel, and Y. Syaifudin. 2018. An adaptive assessment and management toolkit for data-limited fisheries. <i>Ocean & Coastal Management</i> 152:100-119.	2018	Data-limited fisheries	Peces	Management toolkit



Publicación	año	Tema	Tipo recurso	Método
McGilliard, C. R., R. Hilborn, A. MacCall, A. E. Punt, and J. C. Field. 2011. Can information from marine protected areas be used to inform control-rule-based management of small-scale, data-poor stocks? <i>ICES Journal of Marine Science</i> 68:201-211.	2011	Data-poor stock assessment	Peces	The density ratio, DR
Meissa, B., D. Gascuel, and E. Rivot. 2013. Assessing stocks in data-poor African fisheries: a case study on the white grouper <i>Epinephelus aeneus</i> of Mauritania. <i>African Journal of Marine Science</i> 35:253-267.	2013	Data-poor stock assessment	Peces	Multi-method approach
Micheli, F., G. De Leo, C. Butner, R. G. Martone, and G. Shester. 2014. A risk-based framework for assessing the cumulative impact of multiple fisheries. <i>Biological Conservation</i> 176:224-235.	2014	multiple fisheries	Peces	Productivity Susceptibility Analysis (PSA); risk-based framework
Nadon, M., and J. Ault. 2016. A stepwise stochastic simulation approach to estimate life history parameters for data-poor fisheries.	2016	Data-poor fishery	Peces	Stochastic simulation approach
Needle, C. L. 2015. Using self-testing to validate the SURBAR survey-based assessment model. <i>Fisheries Research</i> 171:78-86.	2015	Fisheries stock assessment	Peces	SURBAR survey
Newman, D., J. Berkson, and L. Suatoni. 2015. Current methods for setting catch limits for data-limited fish stocks in the United States. <i>Fisheries Research</i> 164:86-93.	2015	Data-limited fish stocks	Peces	Catch limits (ACLs)
Newman, S. J., J. I. Brown, D. V. Fairclough, B. S. Wise, L. M. Bellchambers, B. W. Molony, R. C. J. Lenanton, G. Jackson, K. A. Smith, D. J. Gaughan, W. J. Fletcher, R. B. McAuley, and C. B. Wakefield. 2018. A risk assessment and prioritisation approach to the selection of indicator species for the assessment of multi-species, multi-gear, multi-sector fishery resources. <i>Marine Policy</i> 88:11-22.	2018	Ecosystem-based fisheries management	Peces	Risk assessment; indicator species
Newman, S. J., C. B. Wakefield, A. J. Williams, J. M. O'Malley, B. M. Taylor, S. J. Nicol, R. S. Nichols, S. A. Hesp, N. G. Hall, N. Hill, J. J. L. Ong, A. H. Andrews, C. M. Wellington, E. S. Harvey, P. Mous, Z. S. Oyafuso, C. Pardee, M. Bunce, J. D. DiBattista, and B. R. Moore. 2017. International workshop on advancing methods to overcome challenges associated with life history and stock assessments of data-poor deep-water snappers and groupers. <i>Marine Policy</i> 79:78-83.	2017	Stock assessments of data-poor	Peces	Life history
Osio, G. C., A. Orio, and C. P. Millar. 2015. Assessing the vulnerability of Mediterranean demersal stocks and predicting exploitation status of un-assessed stocks. <i>Fisheries Research</i> 171:110-121.	2015	Data-poor stock assessment	Peces	Vulnerability scores
Otero, J., F. Rocha, Á. F. González, J. Gracia, and Á. Guerra. 2005. Modeling artisanal coastal fisheries of Galicia (NW Spain) based on data obtained from fishers: the case of <i>Octopus vulgaris</i> . <i>Scientia Marina</i> 69:577-585.	2005	small-scale coastal fisheries	Molusca	Interviews
Pazhayamadom, D. G., C. J. Kelly, E. Rogan, and E. A. Codling. 2013. Self-starting CUSUM approach for monitoring data poor fisheries. <i>Fisheries Research</i> 145:114-127.	2013	Data-poor fishery	Peces	Self-starting cumulative sum control chart (SS-CUSUM)
Pazhayamadom, D. G., C. J. Kelly, E. Rogan, and E. A. Codling. 2015. Decision Interval Cumulative Sum Harvest Control Rules (DI-CUSUM-HCR) for managing fisheries with limited historical information. <i>Fisheries Research</i> 171:154-169.	2015	Data-poor fishery	Peces	Decision Interval Cumulative Sum Harvest Control Rules (DI-CUSUM-HCR)



Publicación	año	Tema	Tipo recurso	Método
Pilar-Fonseca, T., A. Campos, J. Pereira, A. Moreno, S. Lourenço, and M. Afonso-Dias. 2014. Integration of fishery-dependent data sources in support of octopus spatial management. <i>Marine Policy</i> 45:69-75.	2014	Ecosystem-based management.	Molusca	Population structure and relative distribution
Pilling, G. M., P. Apostolaki, P. Failler, C. Floros, P. A. Large, B. Morales-Nin, P. Reglero, K. I. Stergiou, and A. C. Tsikliras. 2009. Assessment and Management of Data-Poor Fisheries. Pages 280-305 <i>Advances in Fisheries Science</i> . Blackwell Publishing Ltd.	2009	Data-poor fishery	Peces	Upon catch, effort and biological information
Previero, M., and M. A. Gasalla. 2018. Mapping fishing grounds, resource and fleet patterns to enhance management units in data-poor fisheries: The case of snappers and groupers in the Abrolhos Bank coral-reefs (South Atlantic). <i>Ocean & Coastal Management</i> 154:83-95.	2018	Data-poor fishery	Peces	Mapping fishing grounds
Prince, J., A. Hordyk, S. R. Valencia, N. Loneragan, and K. Sainsbury. 2015a. Revisiting the concept of Beverton–Holt life-history invariants with the aim of informing data-poor fisheries assessment. <i>ICES Journal of Marine Science</i> 72:194-203.	2015	Data-poor fisheries	Peces	Beverton–Holt life-history invariants
Prince, J., S. Victor, V. Kloulchad, and A. Hordyk. 2015b. Length based SPR assessment of eleven Indo-Pacific coral reef fish populations in Palau. <i>Fisheries Research</i> 171:42-58.	2015	Data-poor stock assessment	Peces	Length based SPR
Punt, A. E., D. C. Smith, and A. D. M. Smith. 2011. Among-stock comparisons for improving stock assessments of data-poor stocks: the “Robin Hood” approach. <i>ICES Journal of Marine Science</i> 68:972-981.	2011	Data-poor stock assessment	Peces	Multistock assessment m
Ramírez, J. G., J. Leonart, M. Coll, F. Reyes, and G. M. Puentes. 2017. Improving stock assessment and management advice for data-poor small-scale fisheries through participatory monitoring. <i>Fisheries Research</i> 190:71-83.	2017	Data-poor fishery	Peces	Participatory monitoring
Reuter, R. F., M. E. Conners, J. Dicosimo, S. Gaichas, O. Ormseth, and T. T. Tenbrink. 2010. Managing non-target, data-poor species using catch limits: lessons from the Alaskan groundfish fishery. <i>Fisheries Management and Ecology</i> 17:323-335.	2010	Data-poor fishery	Peces	Catch limits
Roa Ureta, R. 2012. Modeling In Season Pulses of Recruitment and Hyperstability Hyperdepletion in the <i>Loligo gahi</i> Fishery of the Falkland Islands with Generalized Depletion Models. <i>ICES Journal of Marine Science</i> 69, 1403 1415.	2012	Depletion Models		Generalized Depletion Models
Roa-Ureta, R. H. 2015. Stock assessment of the Spanish mackerel (<i>Scomberomorus commerson</i>) in Saudi waters of the Arabian Gulf with generalized depletion models under data-limited conditions. <i>Fisheries Research</i> 171:68-77.	2015	Data-limited stocks	Peces	A multi-annual and multi-fleet version; depletion model
Roa-Ureta, R. H., C. Molinet, N. Barahona, and P. Araya. 2015. Hierarchical statistical framework to combine generalized depletion models and biomass dynamic models in the stock assessment of the Chilean sea urchin (<i>Loxechinus albus</i>) fishery. <i>Fisheries Research</i> 171:59-67.	2015	stock assessment	Bentónicos	Hierarchical statistical framework; Generalized depletion models
Romero Manrique de Lara, D., and S. Corral. 2017. Local community-based approach for sustainable management of artisanal fisheries on small islands. <i>Ocean & Coastal Management</i> 142:150-162.	2017	artisanal fisheries		Local community-based approach
Ruano-Chamorro, C., M. D. Subida, and M. Fernández. 2017. Fishers' perception: An	2017	Data-poor	Bentónicos	Fishers' perception



Publicación	año	Tema	Tipo recurso	Método
alternative source of information to assess the data-poor benthic small-scale artisanal fisheries of central Chile. <i>Ocean & Coastal Management</i> 146:67-76.				
Rufener, M.-C., P. G. Kinas, M. F. Nóbrega, and J. E. Lins Oliveira. 2017. Bayesian spatial predictive models for data-poor fisheries. <i>Ecological Modelling</i> 348:125-134.	2017	Data-poor fishery	Peces	hierarchical Bayesian spatial models
Schroeter, S. C., N. L. Gutiérrez, M. Robinson, R. Hilborn, and P. Halmay. 2009. Moving from Data Poor to Data Rich: A Case Study of Community-Based Data Collection for the San Diego Red Sea Urchin Fishery. <i>Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science</i> :230-243.	2009	stock assessment and management	Bentónicos	data independiente
Shephard, S., I. C. Davidson, A. M. Walker, and P. G. Gargan. 2018. Length-based indicators and reference points for assessing data-poor stocks of diadromous trout <i>Salmo trutta</i> . <i>Fisheries Research</i> 199:36-43.	2018	Data-poor stock assessment	Peces	Length-based indicators (LBIs) and reference points (RPs)
Stafford, R., R. L. Williams, and R. J. H. Herbert. 2015. Simple, policy friendly, ecological interaction models from uncertain data and expert opinion. <i>Ocean & Coastal Management</i> 118:88-96.	2015	Marine management	Bentónicos	Bayesian Belief Networks; expert opinion
Stratoudakis, Y., M. Azevedo, I. Farias, C. Macedo, T. Moura, M. J. Pólvara, C. Rosa, and I. Figueiredo. 2015. Benchmarking for data-limited fishery systems to support collaborative focus on solutions. <i>Fisheries Research</i> 171:122-129.	2015	Data-limited fishery	Peces	Benchmarking; collaborative focus
Tallman, R. F., M.-J. Roux, and Z. A. Martin. 2018. Governance and assessment of small-scale data-limited Arctic Charr fisheries using productivity-susceptibility analysis coupled with life history invariant models. <i>Marine Policy</i> .	2018	stock assessment data-limited	Peces	Productivity-susceptibility analysis; life history invariant models
Thorson, J. T., and J. M. Cope. 2015. Catch curve stock-reduction analysis: An alternative solution to the catch equations. <i>Fisheries Research</i> 171:33-41.	2015	Data-poor fishery	Peces	"Catch-curve stock reduction analysis" (CC-SRA)
Thorson, J. T., and J. M. Cope. 2017. Uniform, uninformed or misinformed?: The lingering challenge of minimally informative priors in data-limited Bayesian stock assessments. <i>Fisheries Research</i> 194:164-172.	2017	Data-limited	Peces	Bayesian methods
Thorson, J. T., L. T. Kell, J. A. A. De Oliveira, D. B. Sampson, and A. E. Punt. 2015. Introduction. <i>Fisheries Research</i> 171:1-3.	2015	Stock assessments		Data-poor model development, Expert opinion in data-poor fisheries, Data-poor fisheries management actions
Thorson, J. T., C. Minto, C. V. Minte-Vera, K. M. Kleisner, and C. Longo. 2013. A new role for effort dynamics in the theory of harvested populations and data-poor stock assessment. <i>Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences</i> 70:1829-1844.	2013	Data-poor stock assessment		Modelo de dinámica del esfuerzo
Traver, M. L., L. Alade, and K. A. Sosebee. 2012. Population biology of a data poor species, offshore hake (<i>Merluccius albidus</i>) in the northwest Atlantic, United States. <i>Fisheries Research</i> 114:42-51.	2012	Data-poor species	Peces	Crecimiento, distribución y abundancia relativa
Vincent, A. C. J., J. J. Meeuwig, M. G. Pajaro, and N. C. Perante. 2007. Characterizing a small-scale, data-poor, artisanal fishery: Seahorses in the central Philippines. <i>Fisheries Research</i> 86:207-215.	2007	Data-poor	Peces	Esfuerzo y parámetros biológicos



Publicación	año	Tema	Tipo recurso	Método
Walters, C. 2003. Folly and fantasy in the analysis of spatial catch rate data. <i>Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences</i> 60:1433-1436.	2003	Population trends	Peces	Datos espaciales de tasa de captura
Wetzel, C. R., and A. E. Punt. 2011. Model performance for the determination of appropriate harvest levels in the case of data-poor stocks. <i>Fisheries Research</i> 110:342-355.	2011	Data-poor stock assessment	Peces	Depletion Corrected Average Catch (DCAC) and Depletion-Based Stock Reduction Analysis (DB-SRA), complex catch-at-age method, Stock Synthesis (SS)
Wetzel, C. R., and A. E. Punt. 2015. Evaluating the performance of data-moderate and catch-only assessment methods for U.S. west coast groundfish. <i>Fisheries Research</i> 171:170-187.	2015	Management strategy evaluation	Peces	Catch-only methods (Depletion Corrected Average Catch [DCAC]; Depletion-Based Stock Reduction Analysis [DB-SRA]) for data-limited stocks, as well as catch and index based methods (Extended Depletion-Based Stock Reduction Analysis [XDB-SRA] and Extended Simple Stock Synthesis [XSS]) for data-moderate stocks
Wiedenmann, J., M. J. Wilberg, and T. J. Miller. 2013. An Evaluation of Harvest Control Rules for Data-Poor Fisheries. <i>North American Journal of Fisheries Management</i> 33:845-860.	2013	Data-poor fishery	Peces	Harvest Control Rules
Ye, Y., K. Cochrane, and Y. Qiu. 2011. Using ecological indicators in the context of an ecosystem approach to fisheries for data-limited fisheries. <i>Fisheries Research</i> 112:108-116.	2011	Data-limited fisheries	Peces	Ecological indicators
Ye, Y., and J. Valbo-Jørgensen. 2012. Effects of IUU fishing and stock enhancement on and restoration strategies for the stellate sturgeon fishery in the Caspian Sea. <i>Fisheries Research</i> 131-133:21-29.	2012	Stock enhancement	Peces	Depletion-Based Stock Reduction Analysis to model the population dynamics
Youn, S.-J., W. W. Taylor, A. J. Lynch, I. G. Cowx, T. Douglas Beard, D. Bartley, and F. Wu. 2014. Inland capture fishery contributions to global food security and threats to their future. <i>Global Food Security</i> 3:142-148.	2014			
Zhang, K., J. Zhang, Y. Xu, M. Sun, Z. Chen, and M. Yuan. 2018. Application of a catch-based method for stock assessment of three important fisheries in the East China Sea. <i>Acta Oceanologica Sinica</i> 37:102-109.	2018	stock assessment	Peces	Catch-based method
Zhou, S., A. J. Hobday, C. M. Dichmont, and A. D. M. Smith. 2016. Ecological risk assessments for the effects of fishing: A comparison and validation of PSA and SAFE. <i>Fisheries Research</i> 183:518-529.	2016	stock assessment	Peces	Effects of Fishing (ERAEF) toolbox, namely, the Productivity and Susceptibility Analysis (PSA) and the



Publicación	año	Tema	Tipo recurso	Método
				Sustainability Assessment for Fishing Effect (SAFE).
Zhou, S., A. D. M. Smith, and M. Fuller. 2011. Quantitative ecological risk assessment for fishing effects on diverse data-poor non-target species in a multi-sector and multi-gear fishery. <i>Fisheries Research</i> 112:168-178.	2011	Data-poor (Non-target species)	Peces	Quantitative ecological risk assessment
Caddy, J. F. 1975. Spatial model for an exploited shellfish population, and its application to the Georges Bank scallop fishery. <i>Journal of the Fisheries Research Board of Canada</i> 32:1305-1328.	1975	Stock assessment	Bentónicos	Spatial model (YRAREA) simulating nonrandom recruitment and harvesting of sedentary organisms
Caddy, J. F. 1979. Some considerations underlying definitions of catchability and fishing effort in shellfish fisheries, and their relevance for stock assessment purpose. Pages 1-19 <i>Fisheries and Marine Service, Canada</i> .	1979	Stock assessment	Bentónicos	Catchability and fishing effort
Caddy, J. F. 1989. Recent Developments in research and management for wild stocks of bivalves and gastropods. Pages 665-700 in J. F. Caddy, editor. <i>Marine Invertebrate Fisheries: Their Assessment and Management</i> . Wiley, New York.	1989	Stock assessment	Bentónicos	Age determination and growth, Mortality, Fishing effort, spawning and recruitment, yield models and strategy
Haddon, M. 2011. <i>Modelling and quantitative methods in fisheries</i> . CRC press.	2001	Stock assessment		Modelling and Quantitative Methods
Hilborn, R., and C. J. Walters. 1992. <i>Quantitative fisheries stock assessment choice dynamics and uncertainty</i> . Chapman and Hall, New York.	1992	Stock assessment		Quantitative Methods
Orensanz, J. M., and G. S. Jamieson. 1998. The assesment and management of spatially structured stocks: an overview of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stocks Assessment and Management. Pages 441-459 in <i>Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stocks Assessment and Management</i> . Canadian Special Publication Fisheries and Aquatic Sciences Nanaimo, British Columbia, Canada.	1998	Stock assessment	Bentónicos	Spatial estructure
Orensanz, J. M., A. Parma, and A. Cinti. 2015. Methods to use fisher's knowledge for fisheries assessment and management. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.	2005	Fisheries management		Fishers' knowledge (FK)
Orensanz, J. M., A. Parma, T. Turk, and J. Valero. 2006. Dynamics, assessment and management of exploited natural populations. Pages 765-868 in S. Shumway and G. J. Parsons, editors. <i>Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture</i> Elsevier Amsterdam, The Netherlands.	2006	Stock assessment	Bentónicos	Spatial structure
Orensanz, J. M. L., A. M. Parma, G. Jerez, N. Barahona, M. Montecinos, and I. Elias. 2005. What are the key elements for the sustainability of "S-Fisheries"? <i>Insights South America. Bulletin of Marine Science</i> 76:527-556.	2005	Stock assessment	Bentónicos	Spatial structure
Punt, A. E., T. Huang, and M. N. Maunder. 2013. Review of integrated size-structured models for stock assessment of hard-to-age crustacean and mollusc species. <i>ICES Journal of Marine Science</i> 70:16-33.	2013	Stock assessment	Crustáceos	Integrated size-structured models, "Robin Hood" approach



Publicación	año	Tema	Tipo recurso	Método
Smith, M. T., and J. T. Addison. 2003. Methods for stock assessment of crustacean fisheries. Fisheries Research 65:231-256.	2003	Stock assessment	Crustáceos	Biomass dynamics models, delay-difference models, depletion methods, equilibrium yield and egg per recruit models and dynamic size-structured models
MacCall, A. 2007. Report of the Lenfest Working Group on Annual Catch Limits. Appendix D – Depletion Adjusted Average Catch. Lenfest Ocean Program.	2007	Data-poor fishery	Genérico	Depletion-Corrected Average Catch
Feenstra, J., Punt, A.E., McGarvey, R. 2017. Inferring absolute recruitment and legal size population numbers of southern rock lobster (<i>Jasus edwardsii</i>) in South Australia's Southern Zone fishery using extended forms of depletion modelling. Fisheries Research 191, 164-178.	2017	Depletion model	Bentónicos	Extended Depletion Model – Catch Survey Analysis
Jardim, E., Azevedo, M., Brites, N.M. 2015. Harvest control rules for data limited stocks using length based reference points and survey biomass indices. Fisheries Research 171, 12-19.	2015	Data-limited stocks	Genérico	Reglas de control de cosecha empíricas
Terrance J. Quinn, Richard B. Deriso. 1999. Quantitative Fish Dynamics	1999	Stock assessment	Genérico	
Tore Jakobsen, Michael J. Fogarty, Bernard A. Megrey, Erlend Moksness. 2016. Fish Reproductive Biology: Implications for Assessment and Management	2016	stock assessment and management	Genérico	
Vincent F. Gallucci, Saul B. Saila, Daniel J. Gustafson, Brian J. Rothschild. 1995. Stock Assessment: Quantitative Methods and Applications for Small Scale Fisheries	1995	Stock assessment Small scale	Genérico	
National Research Council, Division on Earth and Life Studies, Ocean Studies Board, Environment and Resources Commission on Geosciences, Committee to Review Northeast Fishery Stock Assessments (USA). 1998. Review of Northeast Fishery Stock Assessments	1998	Stock assessment	Genérico	
Assessments National Research Council, Division on Earth and Life Studies, Ocean Studies Board, Environment and Resources Commission on Geosciences, Committee on Fish Stock Assessment Methods. 1998. Improving Fish Stock Assessments	1998	Stock assessment	Genérico	
Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2006. Stock assessment for fishery management: A framework guide to the stock assessment tools of the Fisheries Management Science Programme	2006	stock assessment and management	Genérico	



7.3 Anexo 3.1. Desembarque de Recursos Bentónicos en Chile 2001-2016 por región. Los desembarques están ordenados de forma descendente para cada año. Fuente Sernapesca.

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2016	Chascon o Huiro Negro	94	7655	68882	54848	11889	6088	470	509	5216	0	0	89	0	0	155740
2016	Huiro Palo	0	610	12096	14976	17621	4138	0	0	302	0	0	59	0	0	49802
2016	Huiro flotador	4	336	1066	11062	4170	1849	62	86	474	0	74	12692	0	0	31875
2016	Luga Negra o Crespa	0	0	0	0	0	2	0	2	3657	7	585	26425	16	0	30694
2016	Erizo	9	414	189	137	9	18	0	0	4	0	9	10702	6625	10970	29086
2016	Pelillo	0	0	737	968	1480	0	0	41	822	0	157	22206	2	0	26413
2016	Luga roja	0	0	0	54	0	21	0	0	0	4	7	8469	4758	8886	22199
2016	Almeja	40	47	54	3	14	0	0	0	157	0	4	13218	262	46	13845
2016	Cochayuyo	0	0	0	0	735	100	1125	573	2571	137	1172	1602	0	0	8015
2016	Cholga	17	172	41	0	0	0	0	5	148	0	9	7006	57	31	7486
2016	Navajuela	0	0	2	0	0	0	0	0	4578	0	126	289	0	0	4995
2016	Loco	0	1	9	147	2852	61	1	19	89	2	307	1161	0	13	4662
2016	Juliana o Tawera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3070	0	0	3070
2016	Pulpo del norte	19	733	1825	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2613
2016	Huepo o Navaja de Mar	0	0	1	0	0	0	0	0	1206	0	21	406	0	787	2421
2016	Luga Cuchara o Corta	0	0	0	0	0	9	325	133	477	0	155	1174	0	0	2273
2016	Chorito	7	0	0	0	0	0	0	0	12	0	104	1998	0	8	2129
2016	Chicorea de Mar	0	0	0	645	372	0	0	0	947	0	0	161	0	0	2125
2016	Piure	61	96	4	44	48	3	56	123	284	1	44	1356	0	0	2120
2016	Choro	2	90	41	0	0	30	5	13	4	11	74	1209	169	0	1648
2016	Culengue	0	0	0	0	12	0	0	0	6	0	2	1158	93	0	1271
2016	Taquilla	0	0	0	0	0	0	0	0	1233	1	0	0	0	0	1234
2016	Ostion del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1020	1020
2016	Macha	0	0	0	0	786	0	0	3	0	0	0	214	0	0	1003
2016	Lapa Negra	11	9	223	146	119	106	0	0	33	6	27	5	1	0	686
2016	Pulpo del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	601	0	0	601
2016	Caracol Locote	6	289	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	347
2016	Picoroco	0	0	0	1	16	17	0	0	51	0	0	198	2	0	285



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2016	Caracol Trumulco	0	0	0	0	0	0	0	0	223	0	20	2	0	0	245
2016	Liquen Gomoso	0	0	0	239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	239
2016	Pepino de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	191	0	0	205
2016	Chasca	0	0	0	2	23	4	156	4	3	0	0	2	0	0	194
2016	Caracol Palo Palo	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	107	14	0	138
2016	Ostra Chilena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	0	0	109
2016	Luche	0	0	0	5	1	0	0	12	54	0	22	11	0	0	105
2016	Caracol Tegula	0	0	0	10	25	6	4	12	3	0	0	0	0	0	60
2016	Lechuguilla	0	0	0	0	25	0	0	0	4	0	3	1	0	0	33
2016	Lapa Reina	0	0	0	6	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	28
2016	Lapa Rosada	0	0	0	7	5	2	0	0	0	0	1	0	0	0	15
2016	Caracol Picuyo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7
2016	Lapa Bonete	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
2016	Chocha	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2016	Lapa picta	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3
2016	Caracol Trophon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2016	Pulpo de Juan Fernandez	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2015	Chascon o Huiro Negro	13	8462	23570	71127	7764	3925	210	7	222	0	11	0	0	0	115311
2015	Huiro Palo	0	797	5305	25535	22016	16454	13	0	1169	0	0	782	0	0	72071
2015	Pelillo	0	0	1939	1785	2673	0	56	68	2089	0	396	36232	69	0	45307
2015	Luga Negra o Crespa	0	0	0	0	1	19	7	2	6816	4	1741	32438	49	0	41077
2015	Erizo	42	516	558	209	12	34	0	0	1	1	22	10639	8097	10954	31085
2015	Huiro	0	144	679	11580	3110	1305	204	69	43	0	60	11363	0	0	28557
2015	Luga roja	0	0	0	0	5	53	0	0	0	3	253	15106	2610	9297	27327
2015	Almeja	32	56	82	14	3	0	0	0	107	0	13	12365	288	10	12970
2015	Cochayuyo	0	0	0	0	547	326	1582	647	4349	169	479	1342	0	0	9441
2015	Cholga	44	221	62	0	0	0	0	5	143	0	19	5227	49	131	5901
2015	Navajuela	0	0	6	0	0	0	0	0	4448	0	92	476	0	0	5022
2015	Juliana o Tawera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3774	0	0	3774
2015	Huepo o Navaja de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	1806	0	36	395	0	1023	3260
2015	Luga Cuchara o Corta	0	0	0	0	2	122	860	217	358	0	200	1254	0	0	3013
2015	Loco	0	38	23	134	316	43	1	2	92	1	331	1414	0	0	2395



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2015	Piure	69	142	20	40	31	3	72	132	375	1	99	1290	0	0	2274
2015	Chicorea de Mar	0	0	0	746	95	0	0	0	1150	0	0	208	0	0	2199
2015	Culengue	0	0	4	0	16	0	0	0	0	0	1	1373	92	0	1486
2015	Macha	0	0	7	0	997	0	0	1	6	0	0	244	0	0	1255
2015	Taquilla	0	0	0	0	0	0	0	0	1127	0	0	27	0	0	1154
2015	Chorito	31	0	0	1	0	0	0	0	12	0	38	1011	6	43	1142
2015	Pulpo del norte	21	371	741	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1139
2015	Choro	6	172	73	0	0	37	8	5	7	6	72	387	194	0	967
2015	Liquen Gomoso	0	0	0	902	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	902
2015	Pulpo del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	700	6	1	707
2015	Caracol Locate	16	486	124	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	628
2015	Ostion del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	614	614
2015	Lapa Negra	17	12	258	140	76	47	1	1	28	0	17	8	0	0	605
2015	Chasca	0	0	0	10	27	5	219	9	0	0	0	0	0	0	270
2015	Pepino de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	98	0	0	102	0	0	200
2015	Luche	0	0	1	19	0	0	0	26	121	1	7	1	0	0	176
2015	Picoroco	0	0	0	0	9	30	0	0	58	0	0	78	0	0	175
2015	Caracol Trumulco	0	0	0	0	0	1	0	0	92	0	16	1	0	0	110
2015	Caracol Palo Palo	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1	0	61
2015	Lechuguilla	0	0	0	3	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
2015	Caracol Tegula	0	0	0	0	9	3	8	7	17	0	0	0	0	0	44
2015	Lapa Rosada	0	0	0	28	7	5	0	0	1	0	0	0	0	0	41
2015	Ostra Chilena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	19
2015	Lapa Reina	0	0	1	0	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	15
2015	Caracol Picuyo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	11
2015	Lapa picta	0	0	0	0	2	0	0	0	8	0	0	0	0	0	10
2015	Caracol Rubio	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2015	Chocha	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2015	Pulpo de Juan Fernandez	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2015	Lapa Bonete	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2014	Chascon o Huiro Negro	107	16032	116594	67019	13975	4725	556	19	436	0	41	494	0	0	219998
2014	Huiro Palo	0	525	7179	22240	20289	7184	69	7	1883	0	18	1137	0	0	60531



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2014	Luga Negra o Crespa	0	0	0	28	0	5	37	27	4892	13	567	27970	1154	0	34693
2014	Erizo	34	352	310	166	0	43	0	0	6	0	4	9898	8780	12750	32343
2014	Pelillo	0	0	1742	1463	1951	0	0	0	593	0	214	26342	31	0	32336
2014	Luga roja	0	0	0	0	0	47	2	0	281	3	5	9172	2495	15063	27068
2014	Huiro	19	261	2326	9356	4102	651	771	100	377	1	130	7530	0	0	25624
2014	Almeja	46	21	85	21	10	6	0	0	85	0	2	8083	462	284	9105
2014	Cochayuyo	0	0	0	0	641	189	1825	586	4315	168	276	508	0	0	8508
2014	Juliana o Tawera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5087	0	0	5087
2014	Luga Cuchara o Corta	0	0	0	0	6	68	1110	259	304	0	99	2752	9	0	4607
2014	Navajuela	0	0	4	0	0	0	0	0	3227	0	182	904	0	0	4317
2014	Cholga	49	102	98	0	0	0	0	6	136	0	9	2800	45	102	3347
2014	Huepo o Navaja de Mar	0	0	0	0	0	0	0	2	1331	0	65	228	0	1334	2960
2014	Chicorea de Mar	0	0	0	894	259	68	0	0	1302	0	0	192	0	0	2715
2014	Loco	0	69	32	97	285	6	0	6	137	19	383	1216	0	0	2250
2014	Piure	77	64	6	72	43	1	108	156	397	2	47	920	2	0	1895
2014	Pulpo del norte	12	234	1487	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1743
2014	Taquilla	0	0	0	0	0	0	0	0	1741	2	0	0	0	0	1743
2014	Culengue	0	6	15	0	0	0	0	0	15	0	0	1218	185	0	1439
2014	Lapa Negra	18	16	461	177	64	44	4	3	47	0	30	20	3	0	887
2014	Macha	0	0	0	0	207	0	0	0	1	0	0	624	0	0	832
2014	Ostion del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	771	771
2014	Chorito	9	0	0	0	0	0	0	0	19	0	49	440	64	158	739
2014	Caracol Locate	27	403	249	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	682
2014	Chasca	0	0	0	0	46	286	233	10	1	0	0	0	0	0	576
2014	Pulpo del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	536	3	1	540
2014	Choro	17	153	34	0	0	53	15	1	8	8	54	76	109	0	528
2014	Liquen Gomoso	0	0	1	406	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407
2014	Caracol Palo Palo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	256	2	0	258
2014	Lapa Reina	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	224	0	226
2014	Lechuguilla	0	0	0	4	132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136
2014	Luche	0	0	1	5	0	0	1	23	93	2	3	4	0	0	132
2014	Picoroco	0	0	0	0	4	17	0	0	82	0	0	29	0	0	132



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2014	Caracol Trumulco	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	57	2	0	0	119
2014	Caracol Tegula	0	0	10	1	15	3	9	22	16	0	1	0	1	0	78
2014	Pepino de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	48	0	0	60
2014	Lapa Rosada	0	0	0	1	25	5	0	0	1	0	0	0	0	0	32
2014	Ostra Chilena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	19
2014	Lapa picta	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	2	0	0	13
2014	Lapa	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2014	Caracol Picuyo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	5
2014	Chocha	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
2014	Caracol Rubio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
2013	Chascon o Huiro Negro	67	19998	59641	190082	32074	5166	1293	4	4873	0	53	90	0	0	313341
2013	Pelillo	0	0	3457	304	4848	0	0	59	1166	0	4445	31764	10	0	46053
2013	Luga roja	0	0	0	0	0	0	12	0	117	28	33	26390	2659	11517	40756
2013	Huiro Palo	0	952	3526	7434	17882	4289	46	15	2899	0	13	1666	2	0	38724
2013	Luga Negra o Crespa	0	0	0	48	0	2	80	46	8333	3	631	24355	655	0	34153
2013	Huiro	17	734	2359	7878	3587	432	221	63	1997	0	155	13113	0	0	30556
2013	Erizo	26	320	330	72	2	38	0	0	20	2	13	10654	8514	10455	30446
2013	Cochayuyo	0	0	0	0	764	343	1520	397	3784	111	440	945	0	0	8304
2013	Almeja	32	52	131	8	6	6	0	0	63	0	3	5591	227	180	6299
2013	Navajuela	0	0	11	0	0	0	0	0	3334	0	995	1237	0	0	5577
2013	Juliana o Tawera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4908	0	0	4908
2013	Cholga	52	226	258	1	0	0	0	9	88	0	6	3996	39	104	4779
2013	Luga Cuchara o Corta	0	0	0	0	8	26	900	159	659	1	308	1120	0	0	3181
2013	Macha	0	0	0	0	1652	0	0	0	0	0	0	1089	0	0	2741
2013	Chicorea de Mar	0	0	0	665	47	0	0	0	1296	0	0	467	0	0	2475
2013	Huepo o Navaja de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	1098	0	53	520	0	672	2343
2013	Loco	0	114	137	90	424	5	1	4	152	0	247	873	18	2	2067
2013	Culengue	0	6	5	0	0	0	0	0	1	0	7	1211	218	0	1448
2013	Pulpo del norte	23	125	1149	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1304
2013	Piure	62	80	22	84	35	2	86	99	395	2	29	225	0	0	1121
2013	Lapa Negra	20	42	344	296	75	90	7	3	72	0	26	5	5	0	985
2013	Taquilla	0	0	0	0	0	0	0	0	930	0	0	5	0	0	935



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2013	Ostion del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	847	847
2013	Choro	11	266	76	0	0	60	11	5	3	0	53	70	85	0	640
2013	Pulpo del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	491	1	0	492
2013	Chorito	0	0	0	0	0	1	0	0	15	0	18	133	48	140	355
2013	Caracol Locate	13	232	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	305
2013	Caracol Palo Palo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	259	3	0	263
2013	Chasca	0	0	0	0	21	10	179	25	7	0	0	1	0	0	243
2013	Caracol Trumulco	0	0	0	0	0	0	0	0	79	0	52	3	0	0	134
2013	Picoroco	0	0	0	0	14	12	0	0	84	0	0	1	0	0	111
2013	Luche	0	0	2	0	0	0	2	24	55	0	7	0	0	0	90
2013	Caracol Tegula	0	0	0	0	11	13	1	7	23	0	0	0	0	0	55
2013	Liquen Gomoso	0	0	2	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
2013	Lapa Rosada	0	0	5	15	9	3	0	0	1	0	0	0	0	0	33
2013	Caracol Picuyo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9
2013	Lapa picta	0	0	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	9
2013	Pepino de Mar	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	9
2013	Caracol Rubio	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6
2013	Ostra Chilena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6
2013	Lapa Reina	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2013	Chocha	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2013	Caracol Piquihue	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2013	Lechuguilla	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2012	Chascon o Huiro Negro	0	15918	98070	127666	20519	6032	177	14	315	0	11	0	0	0	268722
2012	Huiro Palo	0	772	5947	15739	22142	3423	16	1	0	0	0	0	0	0	48040
2012	Luga Negra o Crespa	0	0	0	0	0	1	50	105	7157	0	396	28748	301	0	36758
2012	Erizo	54	163	387	108	2	39	0	0	24	0	17	10114	8258	9996	29162
2012	Luga roja	0	0	0	0	0	0	13	1	146	1	1	15591	2810	7773	26336
2012	Huiro	0	508	2484	5377	2638	294	192	19	345	0	179	13907	0	0	25943
2012	Pelillo	0	0	534	219	1424	6	0	354	630	0	212	20918	35	8	24340
2012	Almeja	16	12	145	2	17	3	0	0	94	0	12	10441	321	201	11264
2012	Juliana o Tawera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7397	0	0	7397
2012	Navajuela	0	0	24	0	0	0	0	0	2361	0	1082	1448	0	0	4915



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2012	Huepo o Navaja de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	2743	0	107	171	0	721	3742
2012	Macha	0	0	0	0	1778	0	0	0	1	0	1	1099	0	0	2879
2012	Cochayuyo	0	0	0	0	265	209	592	146	848	3	255	330	0	0	2648
2012	Cholga	38	30	288	0	0	0	0	1	149	0	13	2009	44	74	2646
2012	Lapa Negra	11	234	1148	557	255	97	3	1	121	0	23	20	6	0	2476
2012	Loco	0	114	27	123	659	19	1	5	180	0	188	926	0	10	2252
2012	Culengue	0	4	17	0	29	0	0	0	12	0	0	1510	136	0	1708
2012	Luga Cuchara o Corta	0	0	0	0	0	68	497	19	366	0	128	496	0	0	1574
2012	Chicorea de Mar	0	0	0	55	337	0	0	0	709	0	0	299	0	0	1400
2012	Piure	36	14	33	92	63	2	64	52	567	0	63	296	0	0	1282
2012	Pulpo del norte	13	306	770	80	0	1	0	0	0	0	0	50	0	0	1220
2012	Pulpo del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1026	0	0	1026
2012	Taquilla	0	0	0	0	0	0	0	0	715	0	0	7	0	0	722
2012	Ostion del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	718	718
2012	Choro	10	279	48	0	0	2	17	0	2	0	65	84	14	0	521
2012	Caracol Locate	9	160	275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	444
2012	Chorito	1	0	5	1	0	0	0	0	34	0	33	267	27	32	400
2012	Caracol Palo Palo	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	316	6	0	327
2012	Caracol Trumulco	0	0	0	0	0	0	0	0	97	0	77	2	0	0	176
2012	Picoroco	0	0	0	0	12	15	0	0	139	0	0	2	0	0	168
2012	Chasca	0	0	0	4	15	0	113	3	0	0	0	0	0	0	135
2012	Pepino de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	102	0	0	109
2012	Caracol Tegula	0	0	0	3	27	1	6	0	55	0	0	0	0	0	92
2012	Luche	0	0	0	2	0	0	0	6	72	0	9	0	0	0	89
2012	Lapa Rosada	0	0	14	7	12	16	0	0	0	0	0	1	0	0	50
2012	Caracol Piquilhue	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	28
2012	Caracol Rubio	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	15
2012	Lechuguilla	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13
2012	Ostion Patagonico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11
2012	Ostra Chilena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	11
2012	Lapa Reina	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	10
2012	Chocha	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2012	Caracol Picuyo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
2012	Carola	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2011	Chascon o Huiro Negro	0	9974	61890	120046	43753	5533	220	46	171	0	0	0	0	0	241633
2011	Huiro Palo	0	632	3992	10866	26583	3511	301	0	2	0	148	204	0	0	46239
2011	Pelillo	0	0	1	13	1264	0	0	0	68	0	695	40180	3	0	42224
2011	Erizo	23	204	245	51	3	41	0	0	26	0	31	10049	8228	13000	31901
2011	Luga Negra o Crespa	0	0	0	0	0	2	0	0	4522	0	372	24315	348	0	29559
2011	Almeja	7	5	72	0	20	6	0	0	114	0	7	20028	94	6	20359
2011	Huiro	0	460	2232	2244	5329	423	334	55	172	0	27	8124	0	0	19400
2011	Luga roja	0	0	0	0	0	0	0	47	7	3	134	11081	1561	1783	14616
2011	Juliana o Tawera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7494	0	0	7494
2011	Cochayuyo	0	0	0	0	0	215	424	204	3573	250	729	1073	0	0	6468
2011	Huepo o Navaja de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	2998	0	29	526	0	792	4345
2011	Navajueta	0	0	22	0	0	1	0	0	1595	0	827	1571	0	0	4016
2011	Pulpo del norte	6	501	1858	424	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2792
2011	Macha	0	0	0	5	912	2	0	0	0	0	0	1815	0	0	2734
2011	Lapa	14	255	1066	551	306	77	1	8	122	0	25	56	42	0	2523
2011	Loco	2	80	16	135	552	21	1	5	262	0	135	994	27	25	2255
2011	Luga Cuchara o Corta	0	0	0	0	2	84	1111	0	246	0	263	390	0	0	2096
2011	Culengue	0	2	7	0	5	0	0	0	17	0	15	1690	217	0	1953
2011	Taquilla	0	0	0	0	0	0	0	0	1734	0	0	0	0	0	1734
2011	Cholga	34	29	185	0	0	0	0	0	66	0	29	1183	8	21	1555
2011	Piure	53	9	12	85	72	6	42	118	450	1	103	82	0	0	1033
2011	Chicorea de Mar	0	0	0	32	35	0	0	0	748	0	0	183	0	0	998
2011	Ostion del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	865	865
2011	Pulpo del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	814	13	1	828
2011	Choro	4	180	43	0	0	6	9	0	3	0	84	87	125	0	541
2011	Caracol Locate	8	172	309	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	489
2011	Chorito	0	0	69	0	0	0	0	0	25	0	11	300	2	1	408
2011	Lapa Negra	0	112	47	79	17	2	0	0	0	0	6	27	0	0	290
2011	Caracol Palo Palo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	227	3	0	234
2011	Chasca	0	0	0	0	6	0	166	14	0	0	0	36	0	0	222



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2011	Picoroco	0	0	0	0	23	19	0	0	141	0	0	7	0	0	190
2011	Caracol Trumulco	0	0	0	0	0	1	0	0	83	0	85	2	0	0	171
2011	Pepino de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	138	0	0	148
2011	Caracol Piquilhue	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	132
2011	Caracol Trophon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	69
2011	Caracol Tegula	0	0	0	0	29	18	1	8	12	0	0	0	0	0	68
2011	Lapa Rosada	0	0	0	5	13	30	0	0	0	0	0	0	0	0	48
2011	Luche	0	0	2	0	0	0	0	3	33	0	2	1	0	0	41
2011	Ostion Patagonico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	38
2011	Ostra Chilena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	24
2011	Caracol Picuyo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	22
2011	Chocha	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2011	Caracol Rubio	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
2011	Chiton o Apretador	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2010	Chascon o Huiro Negro	0	21143	36271	76853	45007	10080	687	0	72	0	0	633	0	0	190746
2010	Huiro Palo	0	2685	7667	13587	34113	4425	61	0	0	0	148	48	0	0	62734
2010	Pelillo	0	0	0	741	2379	0	0	0	547	0	106	41316	0	0	45089
2010	Erizo	13	792	173	261	0	49	0	0	3	0	55	10899	5085	14730	32060
2010	Luga Negra o Crespa	0	0	0	0	0	2	34	0	4524	0	297	24459	878	0	30194
2010	Almeja	2	17	72	2	16	9	0	0	94	0	5	21341	23	10	21591
2010	Luga roja	0	0	0	0	0	0	0	0	1319	0	28	9497	1121	7760	19725
2010	Huiro	0	632	805	2372	6632	339	35	0	8	0	12	888	0	0	11723
2010	Juliana o Tawera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9608	0	0	9608
2010	Cochayuyo	0	0	0	0	0	150	190	107	3404	74	1254	869	0	0	6048
2010	Macha	0	0	109	0	1090	0	0	0	0	0	1	2856	0	0	4056
2010	Huepo o Navaja de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	3036	0	18	667	0	318	4039
2010	Cholga	24	74	160	0	0	0	0	5	70	0	15	3233	20	37	3638
2010	Culengue	0	3	8	0	77	23	0	0	107	0	0	2837	404	0	3459
2010	Taquilla	0	0	0	0	0	0	0	0	3120	0	0	170	0	0	3290
2010	Navajuela	0	0	15	0	0	3	0	0	359	0	428	2443	0	0	3248
2010	Loco	0	104	53	191	694	18	1	5	182	0	153	1558	17	33	3009
2010	Lapa	6	348	589	403	60	174	0	2	50	0	7	117	29	0	1785



Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2010	Pulpo del norte	12	168	1157	91	0	1	0	0	0	0	0	0		0	1429
2010	Luga Cuchara o Corta	0	0	0	0	5	3	262	9	383	0	242	268	0	0	1172
2010	Chicorea de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	664	0	0	260	0	0	924
2010	Piure	44	46	28	56	55	5	53	126	261	0	33	170	0	0	877
2010	Choro	1	185	80	0	0	4	14	0	2	0	136	74	63	0	559
2010	Ostion del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	502	502
2010	Lapa Negra	0	119	145	145	36	16	0	0	0	0	0	10	0	0	471
2010	Pulpo del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	457	9	0	466
2010	Chorito	0	0	19	0	0	0	0	0	17	0	9	296	13	0	354
2010	Chasca	0	0	0	0	23	1	177	8	0	0	0	0	0	0	209
2010	Caracol Trophon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179	179
2010	Caracol Palo Palo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	174	2	0	176
2010	Caracol Piquihue	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173	173
2010	Caracol Locate	4	40	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160
2010	Pepino de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	42	0	0	109
2010	Picoroco	0	0	0	0	20	10	0	0	64	0	0	2	0	0	96
2010	Caracol Trumulco	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	2	2	0	0	63
2010	Caracol Tegula	0	0	0	1	24	18	0	0	3	0	0	0	0	0	46
2010	Lapa Rosada	0	0	0	12	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	33
2010	Caracol Rubio	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	29	0	0	32
2010	Luche	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	2	1	0	0	16
2010	Ostra Chilena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	14
2010	Caracol Picuyo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8
2010	Chocha	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
2010	Chiton o Apretador	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
2010	Lapa Reina	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2009	Chascon o Huiro Negro	0	30982	47058	96090	41338	6381	107	0	672	0	0	0	0	0	222628
2009	Huiro Palo	0	4844	9977	8887	23122	3480	0	0	1470	0	839	1501	0	0	54120
2009	Erizo	103	1536	107	867	8	58	0	1	13	0	46	11341	7345	16441	37866
2009	Luga Negra o Crespa	0	0	0	0	0	11	0	0	11629	0	212	22260	177	0	34289
2009	Luga roja	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	1	12876	1193	15064	29159
2009	Almeja	5	23	51	0	22	26	0	0	160	0	7	15436	1	8	15739



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2009	Huiro	0	789	2365	4781	4079	634	101	11	69	0	5	1258	0	0	14092
2009	Juliana o Tawera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7725	0	0	7725
2009	Cochayuyo	0	0	0	0	287	81	350	402	4180	6	368	198	0	0	5872
2009	Luga Cuchara o Corta	0	0	0	0	3	54	998	81	2249	1	499	340	0	0	4225
2009	Loco	6	245	81	124	1150	24	0	9	51	0	83	1858	0	10	3641
2009	Navajuela	0	0	2	0	0	5	0	0	1161	0	68	1943	0	0	3179
2009	Huepo o Navaja de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	2049	0	50	549	0	358	3006
2009	Macha	0	0	0	0	860	0	0	39	18	0	0	1989	0	0	2906
2009	Taquilla	0	0	0	0	0	0	0	0	2633	0	0	17	0	0	2650
2009	Lapa	15	231	1020	6	101	405	0	71	165	0	16	0	0	0	2030
2009	Chicorea de Mar	0	0	0	61	0	0	0	0	1854	0	0	77	0	0	1992
2009	Culengue	2	0	11	0	0	0	0	0	23	0	0	1649	82	0	1767
2009	Piure	79	58	28	1	126	6	60	280	528	0	50	35	0	0	1251
2009	Pulpo del norte	0	1	1204	13	0	1	0	0	0	0	0			0	1219
2009	Pelillo	0	0	0	0	400	0	0	0	743	0	0	26	0	0	1169
2009	Pulpo del Sur												933	1		934
2009	Cholga	20	85	95	0	0	0	0	6	123	0	10	468	1	99	907
2009	Ostion del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	687	687
2009	Pepino de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	444	0	72	142	0	0	658
2009	Caracol Locate	12	323	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	522
2009	Chasca	0	0	0	0	33	1	277	60	4	0	0	0	0	0	375
2009	Picoroco	0	0	0	0	93	15	0	0	159	0	0	45	0	0	312
2009	Chorito	0	0	2	0	2	0	0	0	7	0	13	211	0	58	293
2009	Choro	7	16	26	0	0	22	18	0	0	0	74	49	0	0	212
2009	Lapa Negra	0	22	0	100	77	1	0	0	1	0	0	0	0	0	201
2009	Ostion del Norte	0	0	0	0	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189
2009	Caracol Trumulco	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	17	0	0	0	152
2009	Caracol Palo Palo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	0	0	114
2009	Luche	0	0	0	0	3	0	1	8	89	0	1	0	0	0	102
2009	Caracol Tegula	0	0	0	1	58	22	3	9	5	0	0	0	0	0	98
2009	Lapa Rosada	0	0	0	9	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	29
2009	Caracol Picuyo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	23



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2009	Ostra Chilena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	20
2009	Chocha	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2009	Caracol Piquihue	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
2009	Chiton o Apretador	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2008	Chascon o Huiro Negro	0	10153	55838	78923	51186	2867	113	0	3182	0	0	0	0	0	202262
2008	Pelillo	0	0	254	1273	5324	2	0	0	8901	0	89	47903	221	0	63967
2008	Luga roja	0	0	0	51	0	0	91	0	2818	0	177	28263	356	10140	41896
2008	Erizo	15	751	281	1229	3	46	3	0	2	0	5	11827	5817	18943	38922
2008	Huiro Palo	0	323	5448	7255	18971	677	0	0	322	0	61	697	0	0	33754
2008	Huiro	0	29	2214	4042	9057	576	782	0	61	0	0	299	0	0	17060
2008	Almeja	0	0	13	0	37	24	0	0	432	0	1	15212	1	5	15725
2008	Luga Negra o Crespa	0	0	0	0	0	11	0	0	6478	0	184	8265	3	0	14941
2008	Cochayuyo	0	0	0	0	607	56	486	173	3085	80	333	52	0	0	4872
2008	Luga Cuchara o Corta	0	0	0	0	12	34	1135	40	2262	0	640	249	0	0	4372
2008	Navajuela	0	0	0	0	0	1	0	0	3015	0	76	877	0	0	3969
2008	Cholga	20	51	13	7	0	0	0	7	100	0	1	3686	1	81	3967
2008	Taquilla	0	0	0	0	0	0	0	0	3658	0	0	185	0	0	3843
2008	Huepo o Navaja de Mar	0	0	0	0	0	0	0	9	2167	0	10	448	0	925	3559
2008	Juliana o Tawera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3251	0	0	3251
2008	Loco	28	179	74	32	241	49	0	20	279	0	224	2034	27	23	3210
2008	Culengue	0	0	19	0	58	0	0	0	303	0	0	2272	59	0	2711
2008	Macha	0	0	0	0	1023	0	0	164	0	0	3	918	0	0	2108
2008	Lapa	20	366	273	251	118	653	0	40	83	0	49	0	1	0	1854
2008	Pulpo del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1729	27	0	1756
2008	Pulpo del norte	10	6	992	22	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	1045
2008	Chicorea de Mar	0	0	0	6	0	0	0	0	1025	0	0	0	0	0	1031
2008	Piure	68	16	16	3	155	9	7	184	337	0	11	220	0	0	1026
2008	Chorito	0	0	0	0	0	3	0	0	5	0	1	167	1	299	476
2008	Caracol Locate	132	155	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	457
2008	Caracol Trophon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	343	343
2008	Chasca	0	0	0	0	51	7	192	34	3	0	0	5	0	0	292
2008	Caracol Palo Palo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213	12	0	225



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2008	Picoroco	0	0	0	0	76	13	0	14	59	0	0	14	0	0	176
2008	Choro	16	21	31	0	0	24	7	20	0	0	2	31	0	0	152
2008	Lapa Negra	0	13	0	82	36	14	0	0	3	0	0	0	0	0	148
2008	Pepino de Mar	0	5	0	0	0	0	0	0	56	0	0	69	0	0	130
2008	Caracol Tegula	0	0	0	2	77	24	0	0	18	0	0	0	0	0	121
2008	Caracol Trumulco	0	0	0	0	0	5	0	0	77	0	24	4	0	0	110
2008	Luche	0	0	0	0	0	0	0	27	60	0	0	0	0	0	87
2008	Caracol Piquihue	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50
2008	Lapa Rosada	0	0	0	6	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	31
2008	Lechuguilla	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	27
2008	Ostion del Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6
2008	Caracol Picuyo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
2008	Chocha	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
2008	Ostra Chilena	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
2008	Caracol Rubio	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2008	Liquen Gomoso	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
2008	Chiton o Apretador	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2008	Lapa Reina	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2007	Chascon o Huiro Negro		15370	45647	46122	27783	1776	55	0	0	0		13	0	0	136766
2007	Pelillo		0	964	45	3731	81	0	0	7862	0		56664	387	0	69734
2007	Luga roja		0	0	66	0	0	0	0	2890	0		27491	914	10518	41879
2007	Erizo		1064	1104	664	1	55	0	0	3	0		11411	5854	18369	38525
2007	Huiro Palo		1054	3263	6379	19868	254	0	0	0	0		192	0	0	31010
2007	Luga Negra o Crespa		0	0	0	0	4	0	1	7717	0		4562	13	0	12297
2007	Huiro		74	2825	1580	5621	611	26	0	1	0		212	0	0	10950
2007	Almeja		9	27	0	31	36	0	4	124	0		9164	4	1	9400
2007	Chorito		0	0	0	0	0	0	0	3	0		7803	0	242	8048
2007	Taquilla		0	0	0	0	0	0	0	6304	0		1566	0	0	7870
2007	Juliana o Tawera		0	0	0	0	0	0	0	60	0		6584	0	0	6644
2007	Luga Cuchara o Corta		0	0	0	14	12	1787	0	2642	0		653	0	0	5108
2007	Navajuela		0	0	0	0	0	0	0	2205	0		2680	0	0	4885
2007	Cochayuyo		0	0	0	714	61	711	41	2737	0		10	0	0	4274



Universidad Austral de Chile

Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2007	Huepo o Navaja de Mar		0	0	0	0	0	0	43	2391	0		879	0	959	4272
2007	Culengue		9	114	0	3	0	0	0	1394	0		1980	173	0	3673
2007	Cholga		52	38	14	0	0	0	44	87	0		3023	0	27	3285
2007	Loco		37	22	28	498	71	3	30	250	0		1887	84	29	2939
2007	Macha		0	0	0	2292	0	0	34	4	0		552	0	0	2882
2007	Lapa		318	493	514	59	664	0	0	18	0		6	2	0	2074
2007	Tumbao		0	0	0	0	0	0	0	875	0		978	0	0	1853
2007	Piure		66	9	5	163	17	10	47	160	0		725	0	0	1202
2007	Chicorea de Mar		0	0	3	6	0	0	0	971	0		0	0	0	980
2007	Pulpo del Sur		0	0	0	0	0	0	0	0	0		944	0	0	944
2007	Caracol Locate		373	272	0	0	0	0	0	0	0		0	9	0	654
2007	Caracol Trophon		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	550	550
2007	Chasca		0	0	0	50	1	434	0	9	0		0	0	0	494
2007	Pulpo del norte		18	383	5	0	0	0	0	0	0			0	0	406
2007	Pepino de Mar		0	0	0	0	0	0	0	239	0		18	0	0	257
2007	Caracol Palo Palo		0	0	0	0	0	0	0	4	0		163	21	0	188
2007	Lapa Negra		4	3	26	44	41	0	0	0	0		4	0	0	122
2007	Caracol Tegula		0	0	1	67	30	0	0	4	0		0	0	0	102
2007	Choro		34	8	0	0	2	9	5	0	0		9	0	0	67
2007	Lapa Rosada		0	0	0	41	2	0	0	0	0		20	0	0	63
2007	Caracol Trumulco		0	0	0	0	0	0	0	36	0		10	0	0	46
2007	Caracol Rubio		0	0	0	40	0	0	0	0	0		0	0	0	40
2007	Ostion del Sur		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	35	0	35
2007	Luche		0	0	0	8	0	0	0	25	0		0	0	0	33
2007	Carola		0	0	0	0	0	0	0	13	0		0	0	0	13
2007	Lechuguilla		0	0	0	0	1	0	0	6	0		6	0	0	13
2007	Caracol Picuyo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		12	0	0	12
2007	Lapa Reina		0	1	0	0	4	0	0	0	0		0	0	0	5
2007	Ostra Chilena		0	0	0	0	0	0	0	0	0		4	0	0	4
2007	Chocha		0	0	0	3	0	0	0	0	0		0	0	0	3
2006	Chascon o Huiro Negro		17411	44100	58083	39275	2321	283	361	0	0		0	0	0	161834
2006	Pelillo		0	1113	0	2516	0	0	0	5605	0		34109	407	0	43750



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2006	Erizo		1630	1000	1303	11	47	0	0	1	0		9099	6653	15082	34826
2006	Luga roja		0	0	60	0	0	0	0	1237	0		21696	1791	8547	33331
2006	Huiro Palo		1536	2872	7535	15257	122	0	0	0	0		230	0	0	27552
2006	Luga Negra o Crespa		0	208	0	0	12	1570	45	4158	0		11115	27	0	17135
2006	Almeja		50	29	0	11	20	0	0	166	0		13569	16	7	13868
2006	Huiro		93	1079	3532	3862	596	56	0	43	0		58	0	0	9319
2006	Juliana o Tawera		0	0	0	0	0	0	0	0	0		6342	0	0	6342
2006	Taquilla		0	0	0	0	0	0	0	2938	0		2369	0	0	5307
2006	Navajueta		0	0	0	12	0	0	3	3816	0		1343	0	0	5174
2006	Huepo o Navaja de Mar		0	0	0	18	0	0	97	1263	0		2218	0	571	4167
2006	Loco		43	132	13	594	48	1	52	412	0		2307	256	44	3902
2006	Culengue		46	99	0	8	0	0	0	475	0		2802	381	0	3811
2006	Luga Cuchara o Corta		0	30	0	0	0	606	46	1998	0		1051	0	0	3731
2006	Cholga		488	258	20	3	0	0	13	122	0		2214	2	18	3138
2006	Macha		0	0	0	2369	0	0	136	12	0		76	0	0	2593
2006	Pulpo del norte		115	1807	430	0	0	0	0	0	0					2352
2006	Cochayuyo		0	0	0	187	42	818	62	1183	0		0	0	0	2292
2006	Tumbao		0	0	0	0	0	0	0	699	0		986	0	0	1685
2006	Chicorea de Mar		0	0	7	0	0	0	0	1412	0		171	0	0	1590
2006	Lapa		331	591	37	69	415	0	0	8	0		0	0	0	1451
2006	Piure		52	17	7	90	4	0	24	83	0		956	0	0	1233
2006	Caracol Trophon		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	774	774
2006	Pulpo del Sur		0	0	0	0	0	0	0	0	0		427	4	3	434
2006	Caracol Locate		233	131	1	0	0	0	0	0	0		0	4	0	369
2006	Chasca		0	0	0	44	2	217	0	23	0		24	0	0	310
2006	Chorito		0	0	0	0	2	0	0	0	0		197	3	15	217
2006	Liquen Gomoso		0	0	0	0	0	141	1	69	0		4	0	0	215
2006	Caracol Palo Palo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		91	78	0	169
2006	Lapa Negra		0	0	0	48	18	0	0	2	0		0	0	0	68
2006	Caracol Tegula		0	0	0	52	14	0	0	0	0		0	0	0	66
2006	Choro		2	39	0	0	0	6	2	0	0		16	0	1	66
2006	Lapa Rosada		0	0	0	39	5	0	0	0	0		0	0	0	44



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2006	Caracol Trumulco		0	0	0	0	0	0	0	21	0		18	0	0	39
2006	Caracol Piquihue		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	33	33
2006	Lechuguilla		0	0	0	0	1	0	0	0	0		12	0	14	27
2006	Caracol Picuyo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		25	0	0	25
2006	Pepino de Mar		0	0	0	0	0	0	0	18	0		0	0	0	18
2006	Carola		0	0	0	0	0	0	0	13	0		4	0	0	17
2006	Luga Luga		0	0	0	0	0	0	0	0	0		8	0	0	8
2006	Ostra Chilena		0	0	0	0	0	0	0	0	0		8	0	0	8
2006	Chiton o Apretador		0	0	0	7	0	0	0	0	0		0	0	0	7
2006	Luche		0	0	0	1	0	0	0	3	0		0	0	0	4
2006	Chocha		0	0	0	2	0	0	0	0	0		0	0	0	2
2006	Lapa Reina		0	0	0	2	0	0	0	0	0		0	0	0	2
2005	Chascon o Huiro Negro		19312	45049	86308	47106	4780	792	377	95	0		78	0	0	203897
2005	Pelillo		0	1188	0	4510	0	0	1	7157	0		59531	474	0	72861
2005	Huiro Palo		445	1228	18988	25119	1072	0	0	2	0		69	0	0	46923
2005	Luga roja		0	32	68	0	6	560	46	1836	0		31170	4204	4619	42541
2005	Erizo		914	1646	1166	20	33	0	0	9	0		11501	7966	14311	37566
2005	Luga Negra o Crespa		0	493	0	0	4	0	66	10562	0		13806	11	0	24942
2005	Almeja		58	37	1	19	21	0	2	1074	0		12888	2	11	14113
2005	Huiro		0	1006	3752	3650	187	0	4	39	0		148	0	0	8786
2005	Taquilla		0	0	0	0	0	0	0	5909	0		1062	0	0	6971
2005	Luga Cuchara o Corta		0	15	0	10	13	1015	46	2275	0		1556	0	0	4930
2005	Huepo o Navaja de Mar		0	0	0	0	0	0	48	3674	0		621	0	144	4487
2005	Navajuela		0	6	0	179	0	0	0	3375	0		353	0	0	3913
2005	Loco		101	16	2	674	93	7	54	150	0		2029	88	56	3270
2005	Juliana o Tawera		0	0	0	0	0	0	0	0	0		2925	0	0	2925
2005	Tumbao		0	0	0	0	0	0	0	124	0		2516	0	0	2640
2005	Cochayuyo		0	0	0	70	4	291	54	2140	0		3	0	0	2562
2005	Culengue		24	5	0	1	0	0	0	245	0		1473	659	0	2407
2005	Pulpo del norte		762	1338	259	0	0	0	0	0	0				0	2359
2005	Lapa		179	802	367	325	116	0	1	69	0		67	1	0	1927
2005	Caracol Trophon		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	1719	1719



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2005	Cholga		93	180	21	7	0	0	55	58	0		1201	1	62	1678
2005	Macha		0	0	0	721	0	0	10	33	0		764	0	0	1528
2005	Chicorea de Mar		0	0	4	9	0	277	0	1227	0		0	0	0	1517
2005	Piure		98	9	23	172	8	2	50	91	0		731	0	0	1184
2005	Caracol Locate		415	551	0	0	0	0	0	17	0		0	1	0	984
2005	Chasca		0	0	0	275	3	263	0	142	0		0	0	0	683
2005	Chorito		1	0	0	0	3	0	0	0	0		120	1	210	335
2005	Caracol Palo Palo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		27	253	32	312
2005	Pulpo del Sur		0	0	0	0	0	0	0	0	0		217	13	0	230
2005	Ostion del Sur		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	215	215
2005	Liquen Gomoso		0	0	0	0	0	0	50	110	0		27	0	0	187
2005	Pepino de Mar		0	0	0	0	0	0	0	142	0		11	0	0	153
2005	Caracol Tegula		0	0	3	98	19	0	0	0	0		0	0	0	120
2005	Lapa Negra		0	19	1	38	5	0	0	1	0		0	0	0	64
2005	Caracol Piquilhue		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	59	59
2005	Caracol Picuyo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		52	0	0	52
2005	Choro		29	12	0	0	2	0	1	0	0		3	0	0	47
2005	Ostion del Norte		0	0	0	43	0	0	0	0	0		0	0	0	43
2005	Lapa Rosada		0	0	0	39	2	0	0	0	0		0	0	0	41
2005	Caracol Trumulco		0	0	0	0	0	0	0	32	0		0	0	0	32
2005	Chocha		0	5	0	14	0	0	0	0	0		0	0	0	19
2005	Ostion Patagonico		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	14	14
2005	Luga Luga		0	0	0	0	0	0	0	13	0		0	0	0	13
2005	Caracol Rubio		0	0	9	0	0	0	0	2	0		0	0	0	11
2005	Luche		0	0	0	0	0	0	0	0	0		8	0	0	8
2005	Ostra Chilena		0	0	0	0	0	0	0	0	0		6	0	0	6
2005	Lapa Bonete		0	0	0	3	0	0	0	0	0		0	0	0	3
2005	Chiton o Apretador		0	0	0	0	2	0	0	0	0		0	0	0	2
2004	Chascon o Huiro Negro		68	45318	56386	42207	7773	0	0	0	0		0	0	0	151752
2004	Pelillo		0	586	0	5176	0	0	0	1841	0		88346	2454	0	98403
2004	Huiro Palo		0	15602	12106	30531	7051	0	0	0	0		0	0	0	65290
2004	Erizo		1738	4600	898	11	8	2	0	4	0		13367	6085	22514	49227



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2004	Luga roja		0	0	0	0	0	0	0	42	0		30242	334	2690	33308
2004	Almeja		112	62	7	100	32	0	1	1962	0		16616	5	17	18914
2004	Luga Negra o Crespa		0	0	0	0	5	12	3	9343	0		9051	0	0	18414
2004	Huiro		0	2193	860	5540	883	0	0	26	0		41	0	0	9543
2004	Navajuela		0	2	0	4	0	0	0	5574	0		716	0	0	6296
2004	Luga Cuchara o Corta		0	0	0	9	0	1273	7	3625	0		1040	0	0	5954
2004	Culengue		6	81	0	0	0	0	0	518	0		4619	640	0	5864
2004	Huepo o Navaja de Mar		0	0	0	0	0	0	0	3883	0		1386	0	0	5269
2004	Chicorea de Mar		0	0	212	0	0	0	0	3717	0		713	0	0	4642
2004	Lapa		705	1299	718	875	193	0	0	307	0		411	97	0	4605
2004	Taquilla		0	0	0	38	0	0	0	3515	0		776	0	0	4329
2004	Loco		113	53	51	802	135	2	63	131	0		2236	0	15	3601
2004	Tumbao		0	0	0	0	0	0	0	186	0		2860	0	0	3046
2004	Juliana o Tawera		0	0	0	0	0	0	0	0	0		2910	0	0	2910
2004	Cochayuyo		0	0	0	36	6	699	0	1847	0		145	0	0	2733
2004	Caracol Trophon		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	2329	2329
2004	Cholga		137	123	31	0	0	0	14	15	0		1652	0	55	2027
2004	Macha		0	0	0	578	10	0	18	421	0		900	0	0	1927
2004	Pulpo del norte		362	1192	49	0	0	0	0	0	0				0	1603
2004	Piure		118	17	42	230	4	1	20	58	0		593	0	0	1083
2004	Chorito		0	0	0	0	1	0	0	1	0		53	0	991	1046
2004	Pulpo del Sur		0	0	0	0	0	0	0	0	0		680	22	0	702
2004	Caracol Locate		289	113	1	0	0	0	0	0	0		0	1	0	404
2004	Chasca		0	0	0	95	0	269	0	36	0		2	0	0	402
2004	Caracol Palo Palo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		197	120	0	317
2004	Pepino de Mar		0	0	0	0	0	0	0	190	0		44	0	0	234
2004	Choro		86	3	0	0	10	0	6	0	0		37	0	0	142
2004	Ostion del Norte		0	0	0	120	0	0	0	0	0		0	0	0	120
2004	Lapa Negra		6	0	14	51	26	0	0	6	0		0	0	0	103
2004	Liquen Gomoso		0	0	0	0	0	0	0	93	0		0	0	0	93
2004	Caracol Tegula		0	0	4	64	10	0	0	0	0		0	0	0	78
2004	Caracol Trumulco		0	0	0	0	0	0	0	72	0		2	0	0	74



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2004	Lapa Rosada		0	0	5	32	15	0	0	0	0		0	0	0	52
2004	Chiton o Apretador		0	0	3	28	0	0	0	0	0		0	0	0	31
2004	Ostion Patagonico		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	27	27
2004	Luga Luga		0	0	0	0	0	0	0	18	0		0	0	6	24
2004	Caracol Picuyo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		17	0	0	17
2004	Caracol Piquihue		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	6	9	15
2004	Ostra Chilena		0	0	0	0	0	0	0	0	0		13	0	0	13
2004	Carola		0	0	0	0	0	0	0	10	0		0	0	0	10
2004	Chocha		0	0	0	10	0	0	0	0	0		0	0	0	10
2004	Luche		0	0	0	0	0	9	0	0	0		0	0	0	9
2004	Lapa Bonete		0	0	0	5	0	0	0	0	0		0	0	0	5
2004	Lapa Reina		0	0	0	0	4	0	0	0	0		0	0	0	4
2003	Chascon o Huiro Negro		3087	21666	59893	21531	2622	100	0	0	0		0	0	0	108899
2003	Huiro Palo		938	9851	23690	33771	1022	0	0	0	0		0	0	0	69272
2003	Pelillo		0	175	191	7232	0	0	352	3025	0		42907	3	0	53885
2003	Erizo		792	5083	719	4	12	0	0	50	18		12588	5829	17553	42648
2003	Luga roja		0	0	6	0	0	0	1	1308	8136		18946	255	2300	30952
2003	Luga Negra o Crespa		0	0	0	0	2	0	0	11882	76		9175	0	0	21135
2003	Huiro		0	1905	2947	5732	803	0	0	10	0		104	0	0	11501
2003	Almeja		75	134	0	220	49	0	0	152	0		7100	5	610	8345
2003	Taquilla		0	0	0	200	0	0	0	4973	0		2228	0	0	7401
2003	Luga Cuchara o Corta		0	0	0	0	0	2507	0	3514	0		267	0	0	6288
2003	Chicorea de Mar		0	36	212	0	0	0	0	4581	0		157	0	0	4986
2003	Culengue		221	140	0	0	0	0	0	221	0		2819	834	0	4235
2003	Huepo o Navaja de Mar		0	0	0	0	0	0	5	3713	0		421	0	0	4139
2003	Navajuela		0	6	0	30	0	0	0	2924	0		444	0	0	3404
2003	Cholga		133	316	0	134	0	0	5	2	0		2526	3	69	3188
2003	Loco		144	100	118	432	50	1	28	234	0		1672	185	0	2964
2003	Chorito		0	0	0	0	0	0	0	0	0		464	3	2432	2899
2003	Juliana o Tawera		0	0	0	0	0	0	0	0	0		2554	0	0	2554
2003	Lapa		345	745	587	462	92	1	0	51	0		94	28	0	2405
2003	Tumbao		0	0	0	0	0	0	0	429	0		1973	0	0	2402



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2003	Macha		0	0	0	1017	0	0	28	991	0		313	0	0	2349
2003	Cochayuyo		0	0	0	17	0	78	0	1747	0		0	0	0	1842
2003	Pulpo del norte		328	895	28	1	0	0	0	0	0					1252
2003	Caracol Trophon		0	0	0	0	0	0	0	0	0		45	0	1179	1224
2003	Piure		77	2	6	71	2	15	20	34	0		831	0	0	1058
2003	Caracol Locate		701	217	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	918
2003	Pulpo del Sur		0	0	0	0	0	0	0	0	0		765	1	2	768
2003	Chasca		0	2	0	277	0	112	0	25	0		0	0	0	416
2003	Caracol Palo Palo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		188	203	0	391
2003	Pepino de Mar		0	0	0	0	0	0	0	304	0		3	0	0	307
2003	Lapa Negra		20	2	79	44	29	0	0	4	0		0	0	0	178
2003	Ostion Patagonico		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	139	139
2003	Choro		40	1	0	0	6	4	4	0	0		66	0	8	129
2003	Caracol Trumulco		0	0	0	0	0	0	4	85	0		10	0	0	99
2003	Lapa Rosada		0	0	4	49	20	0	0	1	0		0	0	0	74
2003	Chiton o Apretador		0	0	0	39	7	0	0	2	0		0	0	0	48
2003	Ostion del Sur		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	41	41
2003	Ostion del Norte		0	0	0	20	0	0	0	0	0		0	0	0	20
2003	Caracol Piquilhue		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	18	18
2003	Caracol Tegula		0	0	1	8	2	0	0	0	0		0	0	0	11
2003	Caracol Picuyo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		9	0	0	9
2003	Luga Luga		0	0	0	0	0	0	0	9	0		0	0	0	9
2003	Lapa Reina		0	0	0	0	8	0	0	0	0		0	0	0	8
2003	Carola		0	0	0	0	0	0	0	5	0		0	0	0	5
2003	Lechuguilla		0	0	0	0	0	0	0	0	0		2	0	0	2
2003	Luche		0	0	0	1	0	0	0	0	0		1	0	0	2
2003	Ostra Chilena		0	0	0	0	0	0	0	0	0		2	0	0	2
2003	Chocha		0	0	0	1	0	0	0	0	0		0	0	0	1
2003	Liquen Gomoso		0	0	0	0	0	0	0	1	0		0	0	0	1
2002	Chascon o Huiro Negro		1748	22081	52943	16614	3042	0	0	0	0		0	0	0	96428
2002	Erizo		688	2416	1025	4	18	0	0	13	0		23512	7280	25210	60166
2002	Pelillo		0	255	0	4336	0	0	0	1929	0		47017	999	0	54536



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2002	Huiro Palo		1107	5052	8669	9948	1165	0	0	0	0		15	0	0	25956
2002	Luga roja		0	0	0	0	0	0	0	476	0		18630	55	2140	21301
2002	Luga Negra o Crespa		0	0	0	0	15	31	2	9208	0		10791	0	0	20047
2002	Huiro		24	2072	3114	3902	619	0	0	6	0		37	0	0	9774
2002	Luga Cuchara o Corta		0	0	0	14	0	2110	11	4046	0		1148	0	0	7329
2002	Taquilla		0	0	0	0	0	0	14	6079	0		941	0	0	7034
2002	Chicorea de Mar		0	0	142	0	0	0	0	2925	0		2610	0	0	5677
2002	Almeja		5	110	0	48	1	0	0	355	0		4789	2	50	5360
2002	Navajuela		0	13	0	4	1	0	0	3900	0		825	0	0	4743
2002	Huepo o Navaja de Mar		0	0	0	0	0	0	15	3596	0		767	0	2	4380
2002	Cholga		87	227	3	0	0	0	6	111	0		3279	2	60	3775
2002	Culengue		16	327	5	0	0	0	0	246	0		2772	230	0	3596
2002	Lapa		235	774	1102	601	11	1	0	106	0		82	11	0	2923
2002	Cochayuyo		0	0	0	16	0	382	0	1773	0		141	0	0	2312
2002	Tumbao		0	0	0	0	0	0	0	0	0		2162	0	0	2162
2002	Loco		27	3	46	582	254	0	52	142	0		271	215	30	1622
2002	Chorito		1	0	46	0	0	0	0	0	0		1023	1	345	1416
2002	Macha		0	0	0	72	0	0	6	1225	0		0	0	0	1303
2002	Piure		59	0	2	82	1	31	9	149	0		884	0	0	1217
2002	Caracol Trophon		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	1019	1019
2002	Pulpo del norte		103	682	55	0	3	0	0	0	0			0	0	843
2002	Caracol Locate		218	391	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	609
2002	Chasca		0	20	0	81	0	414	0	18	0		0	0	0	533
2002	Pulpo del Sur		0	0	0	0	0	0	0	0	0		511	0	0	511
2002	Ostion Patagonico		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	373	373
2002	Caracol Palo Palo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		180	156	0	336
2002	Juliana o Tawera		0	0	0	0	0	0	0	0	0		271	0	0	271
2002	Lapa Negra		0	2	43	47	21	0	0	2	0		0	0	0	115
2002	Pepino de Mar		0	0	0	0	0	0	0	106	0		0	0	0	106
2002	Luga Luga		0	0	0	0	0	0	0	3	0		62	6	28	99
2002	Choro		11	11	0	0	1	38	0	0	0		15	0	15	91
2002	Lapa Rosada		0	1	2	49	8	0	0	3	0		0	0	0	63



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2002	Ostion del Norte		11	0	3	41	0	0	0	0	0		0	0	0	55
2002	Caracol Trumulco		0	0	0	0	0	0	7	16	0		0	0	0	23
2002	Caracol Tegula		0	0	0	11	0	0	0	2	0		0	0	0	13
2002	Carola		0	0	0	0	0	0	0	5	0		7	0	0	12
2002	Caracol Picuyo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		10	0	0	10
2002	Luche		0	0	0	0	0	3	0	0	0		5	0	0	8
2002	Ostra Chilena		0	0	0	0	0	0	0	0	0		7	0	0	7
2002	Chocha		0	0	0	2	0	0	0	0	0		0	2	0	4
2002	Lapa Reina		0	0	0	1	3	0	0	0	0		0	0	0	4
2002	Caracol Piquihue		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	3	3
2002	Chiton o Apretador		0	0	0	2	0	0	0	0	0		0	0	0	2
2001	Chascon o Huiro Negro		1382	15118	46900	20159	3744	205	0	0	0		0	0	0	87508
2001	Pelillo		0	942	0	3167	0	0	0	101	0		47358	862	1	52431
2001	Erizo		1762	2697	74	5	52	0	0	6	0		24090	5129	12979	46794
2001	Luga Luga		0	0	0	32	0	2105	0	16547	26		18890	0	6	37606
2001	Almeja		123	154	7	89	67	0	8	30	2		25677	98	228	26483
2001	Luga roja		0	0	0	0	0	0	0	0	36		20446	0	2235	22717
2001	Huiro Palo		989	2422	8861	5550	635	0	0	0	0		0	0	0	18457
2001	Huiro		0	1728	3340	4020	584	0	0	0	0		0	0	0	9672
2001	Cholga		168	303	6	0	8	0	21	38	5		5646	153	1536	7884
2001	Huepo o Navaja de Mar		0	0	0	0	0	0	1	6509	0		418	0	0	6928
2001	Chorito		0	0	0	0	6	0	2	0	39		5839	0	872	6758
2001	Culengue		56	22	0	0	0	0	0	125	0		4323	755	0	5281
2001	Navajuela		0	3	0	1	0	0	0	3498	0		1064	0	0	4566
2001	Chicorea de Mar		0	0	219	267	0	0	0	2684	0		155	0	0	3325
2001	Tumbao		0	0	0	0	0	0	0	6	0		3048	0	0	3054
2001	Lapa		206	601	672	665	228	2	0	14	0		34	0	0	2422
2001	Cochayuyo		0	0	0	150	0	299	6	1527	0		116	0	0	2098
2001	Pulpo del norte		404	1209	289	0	0	0	0	1	0			0	0	1903
2001	Taquilla		0	0	0	7	0	0	0	1392	0		300	0	0	1699
2001	Macha		0	0	0	45	37	0	11	399	0		663	241	0	1396
2001	Piure		90	11	32	276	31	9	14	176	0		659	0	0	1298



Año	Nombre	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2001	Caracol Palo Palo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		189	871	0	1060
2001	Loco		13	9	40	419	245	0	27	53	0		0	0	22	828
2001	Caracol Locate		217	607	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	825
2001	Caracol Trophon		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	709	709
2001	Chasca		0	0	0	89	0	298	0	13	0		2	0	0	402
2001	Juliana o Tawera		0	0	0	0	0	0	0	0	0		291	0	0	291
2001	Ostion del Norte		0	1	0	271	0	0	0	0	0		0	0	0	272
2001	Ostra Chilena		0	0	0	0	0	0	0	0	0		202	0	0	202
2001	Choro		2	0	0	0	44	0	0	5	0		109	0	6	166
2001	Caracol Tegula		0	0	3	55	64	0	0	1	0		2	0	0	125
2001	Ostion Patagonico		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	122	122
2001	Lapa Negra		0	0	39	43	27	0	0	0	0		0	0	0	109
2001	Pepino de Mar		0	0	0	0	0	0	0	97	0		10	0	0	107
2001	Pulpo del Sur		0	0	0	0	0	0	0	0	0		105	0	0	105
2001	Lapa Rosada		0	0	4	48	11	0	0	0	0		0	0	0	63
2001	Caracol Picuyo		0	0	0	0	0	0	0	0	0		50	0	0	50
2001	Caracol Piquihue		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	30	30
2001	Caracol Trumulco		0	0	2	0	0	0	0	21	0		0	0	3	26
2001	Ostion del Sur		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	19	19
2001	Chiton o Apretador		0	0	0	4	0	0	0	13	0		0	0	0	17
2001	Caracol Rubio		0	0	0	5	0	0	0	1	0		0	0	0	6
2001	Carola		0	0	0	0	0	0	0	1	0		4	0	0	5
2001	Lapa Reina		0	0	2	1	0	0	0	0	0		0	0	0	3
2001	Chocha		0	0	0	1	0	0	0	0	0		0	0	0	1



Universidad Austral de Chile
Instituto de Acuicultura

7.4 Anexo 3.2. Invitación taller Metodológico, 12 y 13 de marzo de 2018-10-18.



INVITACION

Por medio de la presente les invito a participar del **Taller Metodológico de Evaluación de Stock** en el marco del Proyecto FIPA 2017-55 "Evaluación de la aplicación de metodologías de evaluación indirecta de stock de pesquerías bentónicas como insumo para el manejo pesquero".

El taller tiene como objetivo discutir acerca de metodologías de evaluación indirecta de stock bentónicas y seleccionar dos pesquerías bentónicas chilenas de data pobre y dos pesquerías bentónicas chilenas de data rica para ser utilizados como "modelos de estudio".

El taller se realizará los días 12 y 13 de marzo de 2018, a partir de las 9 horas en la Sala Reuniones Piso 20 de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, en la ciudad de Valparaíso.

Agradeciendo su atención y esperando contar con su participación les saluda atentamente

Carlos Molinet Flores
Director del Proyecto

Confirmar a e-mail: cmolinet@uach.cl, henriquezjr@gmail.com



7.5 Anexo 3.3. Planilla Excel con Resumen de información disponible para stock



7.6 Anexo 3.4. Programa Taller metodológico, 12 y 13 de marzo de 2018.



Programa Taller Metodológico

FIPA 2017-55

"Evaluación de la aplicación de metodologías de evaluación indirecta de stock de pesquerías bentónicas como insumo para el manejo pesquero"

Objetivo: Definir en conjunto con la contraparte técnica y expertos en Investigación Pesquera, dos pesquerías de data pobre y dos de data rica, para ser utilizados como "modelos de estudio".

Día 1. Valparaíso, lunes 12 de marzo de 2018

- | | |
|---------------|---|
| 09:00 – 09:30 | Bienvenida, Introducción y Presentación del Proyecto FIPA 2017-55
<i>Dr. Carlos Molinet</i> |
| 09:30 – 13:00 | Presentación de Resultados de la Revisión de Metodologías de Evaluaciones Indirectas
<i>Dr. Rubén Roa-Ureta</i>
<i>Dr. Cristian Canales</i> |
| 15.00 – 18:00 | Presentación de Resultados de la Exploración de las bases de datos disponible para evaluación de stock
<i>Dr. Carlos Molinet</i>
<i>Jorge Henríquez</i> |

Día 2. Valparaíso, martes 13 de marzo de 2018.

- | | |
|---------------|---|
| 09.30 – 13:00 | Presentación y Discusión de Fichas Metodológicas para evaluación indirecta
<i>Dr. Rubén Roa-Ureta</i>
<i>Dr. Carlos Molinet</i>
<i>Dr. Cristian Canales</i> |
| 15:00 – 18:00 | Selección de Pesquerías para Evaluación (recibiendo las orientaciones de los expertos Dra. Ana Parma y Dr. Juan Carlos Quiroz)
Invitados: Subpesca y FIPA.
<i>Dr. Carlos Molinet</i>
<i>Dr. Cristian Canales</i>
<i>Dr. Rubén Roa-Ureta</i> |



7.7 Anexo 3.5. Lista de Asistencia Taller Metodológico.



FIPA 2017-55

"Evaluación de la aplicación de metodologías de Evaluación Indirecta de Stock de Pesquerías Bentónicas como insumo para el Manejo Pesquero"

LUGAR Y FECHA: 12 MARZO 2018

NOMBRE	INSTITUCION	FIRMA
ANA PARMA	CONICET	
Juan Carlos Quiroz	IFOP	
REYES TABAZOVI	IFOP	
Paolo Amaya C.	IFOP	
Arturo Urrutia	Subpesca	
Cristina Sanchez R	PUCV	
NANCY BARRAHONA Y	IFOP	
MARCOS MADRONS	IFOP	
Carlos Carlos	IFOP	
ANDRES OLGUIN I.	IFOP	
Nicolás Adame L.	PUCV	
Nazareth Sánchez E.	PUCV	
M ^{ca} Alejandra Pinto B.	URB-SSPA	
Lorena Borotto	URB-SSPA	
Carlos Teixeira T.	IFOP	



FIPA 2017-55

"Evaluación de la aplicación de metodologías de Evaluación Indirecta de Stock de Pesquerías Bentónicas como insumo para el Manejo Pesquero"

LUGAR Y FECHA: 12 MARZO 2018

NOMBRE	INSTITUCION	FIRMA
Jorge Henríquez	UACH	
RUBEN ROA - VARGAS	UACH	



FIPA 2017-55

"Evaluación de la aplicación de metodologías de Evaluación Indirecta de Stock de
Pesquerías Bentónicas como insumo para el Manejo Pesquero"

LUGAR Y FECHA: 13 MARZO 2018

NOMBRE	INSTITUCION	FIRMA
Pablo Araya C.	IFOP	
NANCY BARAHONA T.	IFOP	
Carlos Carlos S.	IFOP	
Cristina Casaly P.	PUCV	
Chilelia Adasno Lucero	PUCV	
Miriameth Sánchez E.	PUCV	
MARINCO MARCOS S.	IFOP	
Carlos Teck e ita T.	IFOP	
Ines Hennigsen	UACH	
Carole molinet	UACH	
RUBEN ROD VARGAS	UDCH	



FIPA 2017-55

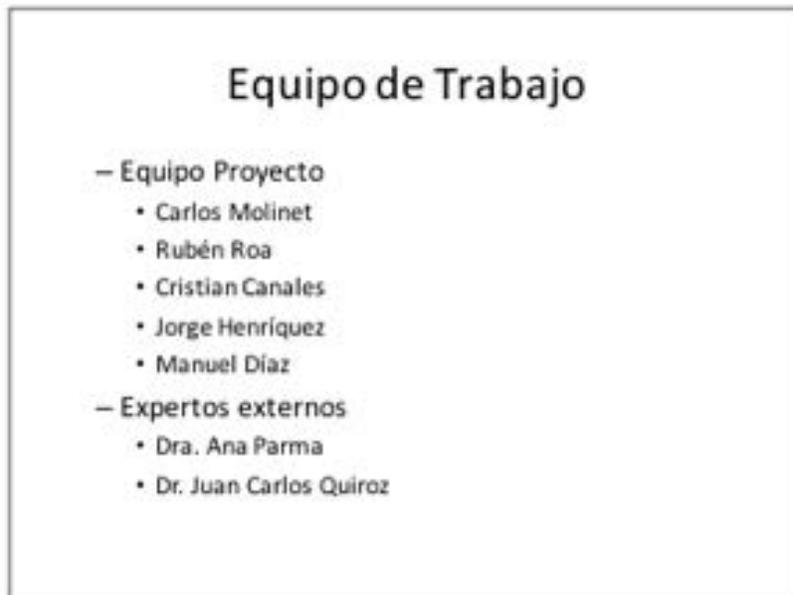
"Evaluación de la aplicación de metodologías de Evaluación Indirecta de Stock de Pesquerías Bentónicas como insumo para el Manejo Pesquero"

LUGAR Y FECHA: 13 MARZO 2018

NOMBRE	INSTITUCION	FIRMA
Andrés Vercos A.	Sustpasa	
RENZO TASCHOLI	IFOP	
Juan Carlos Quiroz	IFOP	
Carlos Kochet F.	UACH	
AOA PARMA	CONICET	



7.8 Anexo 3.6. Presentaciones Taller Metodológico





Objetivos

Objetivo general

- Analizar y proponer las condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks para ser usado como herramienta de manejo de pesquerías bentónicas.

Objetivos específicos

1. Revisión, sistematización y clasificación (generando bases de datos) de literatura científica, nacional e internacional sobre métodos indirectos de evaluación de stocks utilizados para la administración de pesquerías, con particular atención a aquellos que han sido utilizados para la evaluación de recursos bentónicos.
2. Descripción detallada de las metodologías y requerimientos de información para los diferentes métodos indirectos de evaluación de recursos bentónicos identificados en objetivo anterior.
3. Selección de dos casos de estudio para pesquerías bentónicas de data pobre y dos casos de estudio para pesquerías de data rica.
4. Diseño e implementación de evaluación indirecta de stocks para casos de estudio seleccionados. Desarrollando criterios para la identificación de unidades poblacionales y escalas espaciales a emplear, en función de las especies seleccionadas.
5. Proponer las condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks, identificando brechas de conocimiento y/o información, junto con líneas de acción para subsanar vacíos existentes.



Programa taller metodológico

- **Objetivo:** Definir en conjunto con la contraparte técnica y expertos en Investigación Pesquera, dos pesquerías de data pobre y dos de data rica, para ser utilizados como "modelos de estudio".



Día 1. Valparaíso, lunes 12 de marzo de 2018

- **09:00 – 09:30** Bienvenida, Introducción y Presentación del Proyecto FIPA 2017-55 Dr. Carlos Molinet
- **09:30 – 13:00** Presentación de Resultados de la Revisión de Metodologías de Evaluaciones Indirectas: Dr. Rubén Roa-Ureta y Dr. Cristian Canales.
- **15.00 – 18:00** Presentación de Resultados de la Exploración de las bases de datos disponible para evaluación de stock, Carlos Molinet, Jorge Henríquez

**Día 2. Valparaíso, martes 13 de marzo de 2018.
(Subpesca)**

- **09.30 – 13:00** Presentación y Discusión de Fichas Metodológicas para evaluación indirecta, Dr. Rubén Roa-Ureta, Dr. Cristian Canales.
- **15:00 – 18:00** Discusión y selección de Pesquerías para Evaluación (recibiendo las orientaciones de los expertos Dra. Ana Parma, Dr. Juan Carlos Quiroz y Subpesca) Modera Carlos Molinet

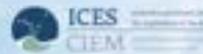


Modelos de evaluación de invertebrados basados en longitudes

Cristian Canales R
PUCV

Modelos empleados para el análisis de recursos bentónicos

ICES Journal of
Marine Science

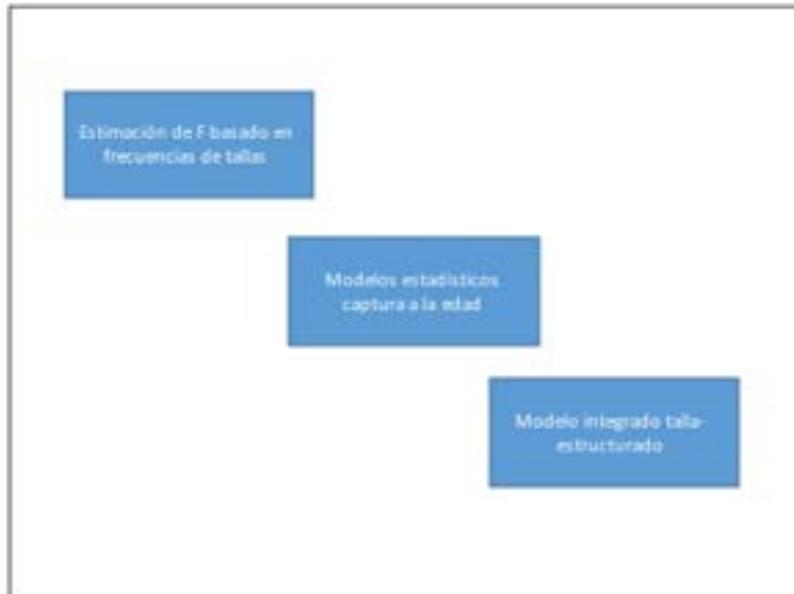


ICES Journal of Marine Science (2015), 70(1), 34–52. doi:10.1016/j.jmsc.2014.08.025

Reviews

Review of integrated size-structured models for stock assessment
of hard-to-age crustacean and mollusc species

Andre E. Punt^{1,2*}, Tzu-Chuan Huang³, and Mark N. Maunder^{1,4}



Estimación de F basado en frecuencias de tallas

- Regresión lineal composiciones de tallas

$$n C_{L_{t+1}} = d + Z \left[t_0 - \frac{1}{2} (n(1 - L_t/L_{\infty})) \right]$$

- Método de la talla promedio de B&H

$$Z = K \frac{L_{\infty} - \bar{L}_t}{\bar{L}_t - L'}$$

Mortality Rate Estimation

- John M. Hoenig - Estimating M (Hoenig, Hoenig, and Hoenig, 2001); Estimating Z from average length (Gedroska and Hoenig, 2000)
- Jerry S. Ault - Estimating Z from average length (Ault, Smith, and Behrman, 2005; Ault, Smith, Lee, Mowatt, and Appeldoorn, 2000)
- Morgan D. Bryan - Determining M from average length (Bryan unpublished, in prep.)

Suponer equilibrio, ie, F y R ctes



**Modelos estadísticos
captura a la edad**

- Dinámica en edades
- "Slicing" para convertir de comps. talla a edad. VPA
- Componentes modales "normales" MULTIFAN (Fournier et al., 1990)
- MULTIFAN-CI, otras

$$C_{t,j} = \sum_{i=1}^{L_t} C_{t,i} \cdot W_{i,j} \cdot M_i$$

- Stock Synthesis (Method et al) usando comps talla y edad
- Uso de índices de abundancia y parámetros de historia de vida

La selectividad es basada en la edad (se no permite interpretar LMC)
La probabilidad de talla a la edad es invariante y genera sobre-sub estimación

**Modelo integrado talla-
estructurado**

- Dinámica en tallas. Operación matricial

$$N_t = X_{t-1} S_{t-1} N_{t-1} + R_t$$

- X es una matriz de transición ("cadena" markoviana)
- Flexible para incorporar una amplia variedad de métodos talla-estructurados
- Flexibilidad para "integrar" una gran variedad de información y modificar la escala temporal de análisis

Zheng et al. 1995, 1996;
Siddeek and Zheng, 2007; Zheng and Siddeek, 2011



Table 3. Examples of integrated non-intrusive assessments.

Stock	Reference
North Atlantic	
American lobster	Chan et al. 2002, 2004 ¹ , 2008
Southern rock lobster	
Australia	
Tasmania	Truett and Kennedy 2001, Innesman et al. 2011
Victoria	Hobday and Punt 2001, Walker et al. 2011
South Australia	Punt et al. 2009
Western Australia	De Looze et al. 2011
New Zealand	
Northland (2004-1)	Truett et al. 2009
Bay of Plenty (2004-1)	Truett et al. 2009
Coromandel (2004-1)	Innes et al. 2009, Truett et al. 2009
Waikato - Hauraki Bay (2004-1)	Innes et al. 2012
Waikato Bay of Plenty (2004-1)	Innes et al. 2011
Southland (2004-1 & 2004-2)	Innes et al. 2007
South Africa	
Wink coast	J. Johnson (2004, off Cape Town, part common)
South coast	J. Johnson (2004, off Cape Town, part common)
Western	
Australia	
New South Wales	Worthington 1997
New Zealand	
Chatham Isles & South Coast (2004-1)	Ho and McQuinn 2010a
Midland Coast, Tairāpiti Coast, Central Coast & Dunedin (2004-1)	Hooley et al. 2005, Ho and McQuinn 2010b
Stewart Island (2004-1)	Innes and Smith 2004
Chager & Southland (2004-1)	Innes and Ho 2007
Waikato Bay of Plenty, Tairāpiti & Golden Bay (2004-1)	Ho 2011
Other	
Wales	
Midling coast, Bristol Bay	Zheng and Siddall 2011
Midling coast, Kvaløya Island	Zheng et al. 2010
Midling coast, Hordaland	Hornødd and Zheng 2011
West coast, Eastern Bering Sea	Turnbull and Ruggles 2011
West coast, Eastern Bering Sea	Ruggles and Turnbull 2011
Starling coast, St. Matthew Island	Salathiel 2011
Empress coast	Zheng et al. 2010
Travis Bay, Canada	
Europe	
Bay of Plenty, Waikato/Hauraki Bay and Northland (2011-1)	Truett and Chan 2011
Sea of Cortez	
New Zealand	2012C, 2010a, 2010b

Table 3. Summary of the model selection assumptions on which the stock assessment identified by species in Table 2 are based.

Stock	Assessment duration	Substrate availability	Density	Recruitment
American lobster	See (except for 2004-1) 4 years (2 years)	Substrate availability assumed to be equal for all gear-dependent density gear, continuous resource (Grouping Service Berried), and other factors such as size, sex, and quality. Some density-dependent factors, related to space and size but unavailable effects	Log-specific, only for males, variation in growth normal, calculated across years	Annual recruitment dependent on density-dependent or length limit for fish. Other size groups are not of concern
European rock lobster	See 2 years (2 years) or regions were linked by recruitment	Substrate, highly varied for commercial and recreational fish	Log-specific, not density-dependent, same for males and females, calculated across years	Annual recruitment dependent on recruitment in the previous 11 years
New Zealand rock lobster (2004-1)	See 4 years (2 years)	Substrate, highly varied	Log-specific, 100% growth, constant in growth normal and not proportional to growth (assumes constant in size)	Annual recruitment dependent on size using a constant normal, 11 years
South Africa west coast and south coast	See 2 years (2 years)	Substrate, three categories: regular, but variable in different fisheries and varying habitat risk for small, lower quality sites for females (especially female abundance) high in females in low and (unavailable)	Log-specific, growth normal, and density-dependent, density of length with size-dependent variation in growth normal, distributed normally at 11-15, three classes, not density-dependent across the assessment	Recruitment from stock recruitment curve used to generate recruitment distribution, uniformly distributed over time in the classes 11 to 15
Western Australia rock lobster	See 4 years (2 years) or regions linked by recruitment	Substrate, unavailability dependent on coastal gear-dependent density-dependent or not, which, regions, density size recruitment	Log-specific, 100% growth, constant in growth normal and not proportional to growth (assumes constant in size)	Annual recruitment dependent by region and area, size-specific length distribution
Eastern New Zealand (2004-1)	Single year, 2 years (2 years)	Substrate, highly varied, change due to change in habitat use	Log-specific, 100% growth, constant in growth normal and not proportional to growth	Annual recruitment dependent by region and area, equal over the fish but size classes
Eastern Bering Sea (2004-1)	See, multiple, 2004-1, 2004-2, 2004-3, 2004-4, 2004-5, 2004-6, 2004-7, 2004-8, 2004-9, 2004-10, 2004-11, 2004-12, 2004-13, 2004-14, 2004-15, 2004-16, 2004-17, 2004-18, 2004-19, 2004-20, 2004-21, 2004-22, 2004-23, 2004-24, 2004-25, 2004-26, 2004-27, 2004-28, 2004-29, 2004-30, 2004-31, 2004-32, 2004-33, 2004-34, 2004-35, 2004-36, 2004-37, 2004-38, 2004-39, 2004-40, 2004-41, 2004-42, 2004-43, 2004-44, 2004-45, 2004-46, 2004-47, 2004-48, 2004-49, 2004-50, 2004-51, 2004-52, 2004-53, 2004-54, 2004-55, 2004-56, 2004-57, 2004-58, 2004-59, 2004-60, 2004-61, 2004-62, 2004-63, 2004-64, 2004-65, 2004-66, 2004-67, 2004-68, 2004-69, 2004-70, 2004-71, 2004-72, 2004-73, 2004-74, 2004-75, 2004-76, 2004-77, 2004-78, 2004-79, 2004-80, 2004-81, 2004-82, 2004-83, 2004-84, 2004-85, 2004-86, 2004-87, 2004-88, 2004-89, 2004-90, 2004-91, 2004-92, 2004-93, 2004-94, 2004-95, 2004-96, 2004-97, 2004-98, 2004-99, 2004-100	Log-specific, not density-dependent, equal for males and females, normal, constant in growth normal and not proportional to growth (assumes constant in size)	Annual recruitment dependent on recruitment in the previous 11 years	
Eastern Bering Sea (2004-1)	See, multiple, 2004-1, 2004-2, 2004-3, 2004-4, 2004-5, 2004-6, 2004-7, 2004-8, 2004-9, 2004-10, 2004-11, 2004-12, 2004-13, 2004-14, 2004-15, 2004-16, 2004-17, 2004-18, 2004-19, 2004-20, 2004-21, 2004-22, 2004-23, 2004-24, 2004-25, 2004-26, 2004-27, 2004-28, 2004-29, 2004-30, 2004-31, 2004-32, 2004-33, 2004-34, 2004-35, 2004-36, 2004-37, 2004-38, 2004-39, 2004-40, 2004-41, 2004-42, 2004-43, 2004-44, 2004-45, 2004-46, 2004-47, 2004-48, 2004-49, 2004-50, 2004-51, 2004-52, 2004-53, 2004-54, 2004-55, 2004-56, 2004-57, 2004-58, 2004-59, 2004-60, 2004-61, 2004-62, 2004-63, 2004-64, 2004-65, 2004-66, 2004-67, 2004-68, 2004-69, 2004-70, 2004-71, 2004-72, 2004-73, 2004-74, 2004-75, 2004-76, 2004-77, 2004-78, 2004-79, 2004-80, 2004-81, 2004-82, 2004-83, 2004-84, 2004-85, 2004-86, 2004-87, 2004-88, 2004-89, 2004-90, 2004-91, 2004-92, 2004-93, 2004-94, 2004-95, 2004-96, 2004-97, 2004-98, 2004-99, 2004-100	Substrate, unavailability dependent on coastal gear-dependent density-dependent or not, which, regions, density size recruitment	Log-specific, not density-dependent, equal for males and females, normal, constant in growth normal and not proportional to growth (assumes constant in size)	Annual recruitment dependent on recruitment in the previous 11 years
Western Australia rock lobster	See 2 years (2 years)	Substrate, unavailability dependent on coastal gear-dependent density-dependent or not, which, regions, density size recruitment	Log-specific, 100% growth, constant in growth normal and not proportional to growth (assumes constant in size)	Annual recruitment dependent by region and area, equal over the fish but size classes



Table 4 (Continued)

Stock	Stock equation	Stocking	Stock condition	Stocking	Stocking
Stocking (Benthic)	$S(t) = S(t-1) + \text{recruitment} - \text{mortality}$	Non-recruitment equation	Being recruited to stock and density initial parameters fixed on equilibrium conditions with F equal to that in the model and dependent by preparing from fitted equation	Density growth and recruitment in each quarter, with parameters set into by quarter monthly growth and recruitment in each month	The specified proportion means in use
Stocking (Molluscs)	$S(t) = S(t-1) + \text{recruitment} - \text{mortality}$	Non-recruitment equation	Being recruited to stock and density initial parameters fixed on equilibrium conditions with F equal to that in the model and dependent by preparing from fitted equation	Density growth and recruitment in each quarter, with parameters set into by quarter monthly growth and recruitment in each month	The specified proportion means in use
Stocking (Crustaceans)	$S(t) = S(t-1) + \text{recruitment} - \text{mortality}$	Non-recruitment equation	Being recruited to stock and density initial parameters fixed on equilibrium conditions with F equal to that in the model and dependent by preparing from fitted equation	Density growth and recruitment in each quarter, with parameters set into by quarter monthly growth and recruitment in each month	The specified proportion means in use
Stocking (Fish)	$S(t) = S(t-1) + \text{recruitment} - \text{mortality}$	Non-recruitment equation	Being recruited to stock and density initial parameters fixed on equilibrium conditions with F equal to that in the model and dependent by preparing from fitted equation	Density growth and recruitment in each quarter, with parameters set into by quarter monthly growth and recruitment in each month	The specified proportion means in use
Stocking (Benthic)	$S(t) = S(t-1) + \text{recruitment} - \text{mortality}$	Non-recruitment equation	Being recruited to stock and density initial parameters fixed on equilibrium conditions with F equal to that in the model and dependent by preparing from fitted equation	Density growth and recruitment in each quarter, with parameters set into by quarter monthly growth and recruitment in each month	The specified proportion means in use
Stocking (Molluscs)	$S(t) = S(t-1) + \text{recruitment} - \text{mortality}$	Non-recruitment equation	Being recruited to stock and density initial parameters fixed on equilibrium conditions with F equal to that in the model and dependent by preparing from fitted equation	Density growth and recruitment in each quarter, with parameters set into by quarter monthly growth and recruitment in each month	The specified proportion means in use
Stocking (Crustaceans)	$S(t) = S(t-1) + \text{recruitment} - \text{mortality}$	Non-recruitment equation	Being recruited to stock and density initial parameters fixed on equilibrium conditions with F equal to that in the model and dependent by preparing from fitted equation	Density growth and recruitment in each quarter, with parameters set into by quarter monthly growth and recruitment in each month	The specified proportion means in use
Stocking (Fish)	$S(t) = S(t-1) + \text{recruitment} - \text{mortality}$	Non-recruitment equation	Being recruited to stock and density initial parameters fixed on equilibrium conditions with F equal to that in the model and dependent by preparing from fitted equation	Density growth and recruitment in each quarter, with parameters set into by quarter monthly growth and recruitment in each month	The specified proportion means in use

$S(t)$ = current length $S(t-1)$ = previous stock in $t-1$ stock length.

Evaluación de invertebrados en Chile (IFOP)

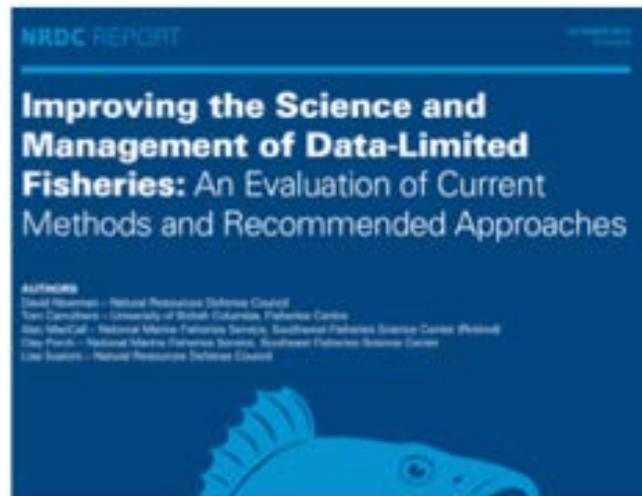
- Estimación de F basado en frecuencias de tallas**
 - MODACT (PBR), MODEQ (Edad-talla)
 - Erizo, Almeja, ...?
- Modelos estadísticos captura a la edad**
 - MOOBENTO
 - Erizo, Almeja, Langostinos, ...?
 - Huepo, Camarón,
- Modelo integrado talla-estructurado**
 - MOOBENTO-L
 - Langostinos(!), Centolla, Jaiba, Camarón,
 - Pulpo (M talla específico)**



Evaluación de invertebrados en Chile (IFOP)

DIFICULTADES COMUNES

- Escala espacial y el supuesto de stock cerrado
- Hiper-estabilidad de indicadores de abundancia
- Variabilidad del coeficiente de capturabilidad
- Conectividad/metapoblaciones y relación S/R
- Parámetros de historia de vida





Data-Limited Terminology

Terminology in the field of data-limited fisheries has been a source of confusion. In this report, the term "data-limited" is used to describe a fishery that has few available data, data of poor quality, or, in some cases, available raw data that have yet to be processed into a usable format for conducting a conventional stock assessment. There is no clear demarcation line between data-limited and data-rich fisheries, but the latter are characterized by having multiple sources of information available regarding catch, abundance, and life history characteristics to support a conventional stock assessment. The types of fisheries that can be characterized as data-limited are quite broad, but can be further defined along a spectrum between "data-moderate" (i.e., providing some dynamic feedback on stock status based on information such as an index of abundance or biological sampling data) and "data-poor" (i.e., based on static assumptions lacking any temporal feedback about stock status, usually based on catch history or less, and sometimes informed by



FIPA 2017-55
EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN INDIRECTA DE STOCK DE PESQUERÍAS BENTÓNICAS COMO INSUMO PARA EL MANEJO PESQUERO

Objetivo General

Analizar y proponer las condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks para ser usado como herramienta de manejo de pesquerías bentónicas

Objetivo Específico 1

Revisión, sistematización y clasificación (generando bases de datos) de literatura científica, nacional e internacional sobre métodos indirectos de evaluación de stocks utilizados para la administración de pesquerías, con particular atención a aquellos que han sido utilizados para la evaluación de recursos bentónicos

Objetivo Específico 2

Descripción detallada de las metodologías y requerimientos de información para los diferentes métodos indirectos de evaluación de recursos bentónicos identificados en objetivo anterior

FIPALICHA EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN INDIRECTA DE STOCK DE PESQUERÍAS BENTÓNICAS COMO INSUMO PARA EL MANEJO PESQUERO

1

Publicaciones Periódicas

Disciplina	Revista	Factor de Impacto (Thomson-Reuters)
Pesquerías	Fisheries Research	2.19
	Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences	2.07
	ICES Journal of Marine Science	2.76
	Fishery Bulletin	0.00
	Fishery Science	0.00
	Fish and Fisheries	0.01
	Reviews in Fish Biology and Fisheries	3.30
	North American Journal of Fisheries Management	1.20
	Reviews in Fishery Science	3.03
	Transactions of the American Fisheries Society	1.30
	Fisheries	3.00
Ciencias del mar	Science Marine	1.01
	Bulletin of Marine Science	2.20
Ciencias de la Tierra	Statistical Research Modelling	0.03
	Ecological Modelling	2.36
Biología general	Journal of Theoretical Biology	2.11
	Nature	60.10
	Science	17.21
	PLoS Biology	9.00
	Proceedings of the National Academy of Sciences	9.00

FIPALICHA EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN INDIRECTA DE STOCK DE PESQUERÍAS BENTÓNICAS COMO INSUMO PARA EL MANEJO PESQUERO

2



Libros de Texto

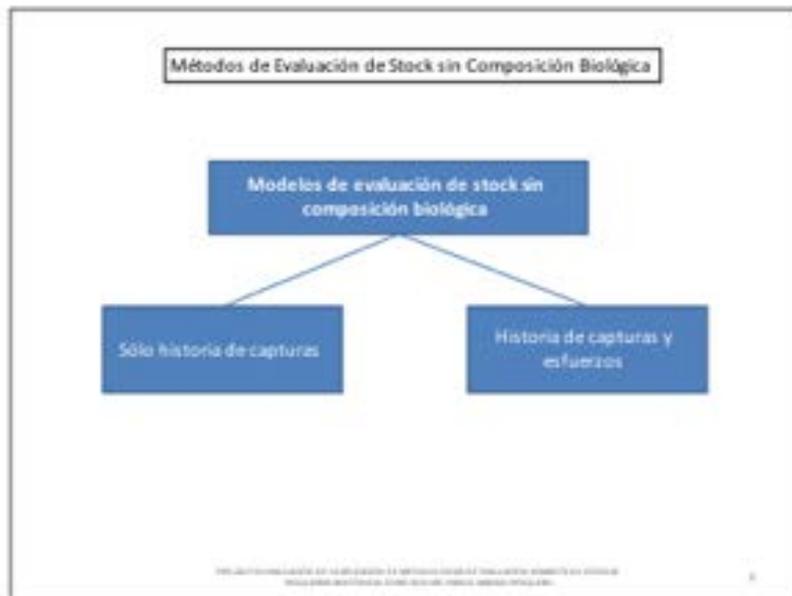
Titulo	Autor(es)	Año
Quantitative Fish Dynamics	Thomas J. Quinn, Richard W. Ortner	1998
Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choices, Questions and Myths (Eds.) Watanabe, T. (Ed.)		2007
Stocking and Quantitative Methods in Fisheries	Michael Peggler	2001
Fish Reproductive Biology: Implications for Assessment and Fish Culture (Eds.) W. Peggler, Ronald A. Stepien, Michael Watanabe (Eds.) 2010 Management		
Stock Assessment: Quantitative Methods and Applications for Small Visually-Hunted Fish (Eds.) Peggler, Ronald A. Stepien, Michael Watanabe (Eds.) 2010 Stock Fisheries		
Review of Fisheries Policy Stock Assessment	National Research Council, Division on Earth and Life Studies, Ocean Studies 1998 Panel, Assessment and Resources Committee on Oceanic Fisheries, Committee on Review Fisheries Policy Stock Assessment (2002)	
Improving Fish Stock Assessment	National Research Council, Division on Earth and Life Studies, Ocean Studies 1998 Panel, Assessment and Resources Committee on Oceanic Fisheries, Committee on Fish Stock Assessment Methods	
Stock assessment in fishery management: A review and guide to the Food and Agriculture Organization of the United Nations stock assessment tools of the Fisheries Management Science Programme		2009
Proceedings of the Ninth Pacific Symposium on Stock Assessment, A Campbell Assessment and Management		1996

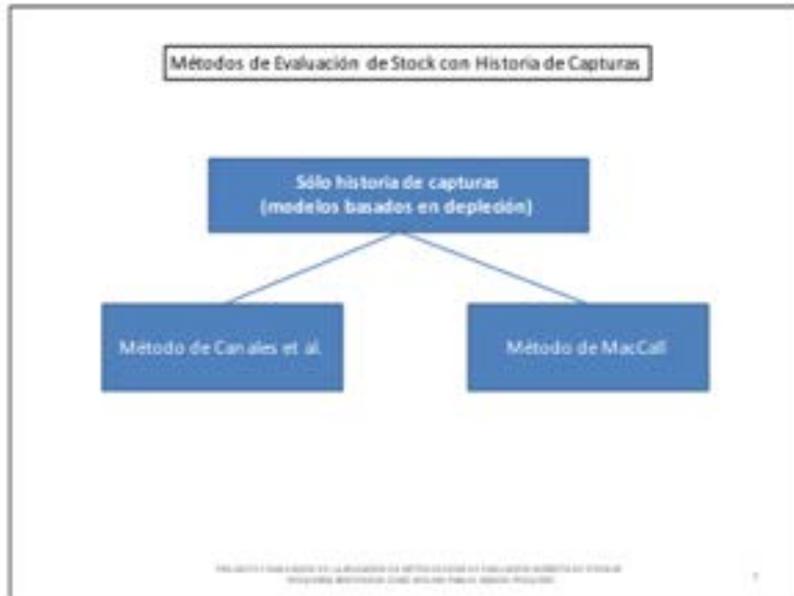
REPUBLICA CHILENA MINISTERIO DE EDUCACIÓN DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA INSTITUTO DE ACUICULTURA

Literatura Nacional (Informes Finales de Proyectos FIP y FIPA)

Información disponible de registros de libros (de todos los países) con el fin de obtener los datos resultantes de proyectos financiados por FIP - FIPA.

País	Año	Titulo	Autores	Idioma	Formato
Chile	2017	...	...	...	...
Chile	2016	...	...	...	...
Chile	2015	...	...	...	...
Chile	2014	...	...	...	...
Chile	2013	...	...	...	...
Chile	2012	...	...	...	...
Chile	2011	...	...	...	...
Chile	2010	...	...	...	...
Chile	2009	...	...	...	...
Chile	2008	...	...	...	...
Chile	2007	...	...	...	...
Chile	2006	...	...	...	...
Chile	2005	...	...	...	...
Chile	2004	...	...	...	...
Chile	2003	...	...	...	...
Chile	2002	...	...	...	...
Chile	2001	...	...	...	...
Chile	2000	...	...	...	...
Chile	1999	...	...	...	...
Chile	1998	...	...	...	...
Chile	1997	...	...	...	...
Chile	1996	...	...	...	...
Chile	1995	...	...	...	...
Chile	1994	...	...	...	...
Chile	1993	...	...	...	...
Chile	1992	...	...	...	...
Chile	1991	...	...	...	...
Chile	1990	...	...	...	...
Chile	1989	...	...	...	...
Chile	1988	...	...	...	...
Chile	1987	...	...	...	...
Chile	1986	...	...	...	...
Chile	1985	...	...	...	...
Chile	1984	...	...	...	...
Chile	1983	...	...	...	...
Chile	1982	...	...	...	...
Chile	1981	...	...	...	...
Chile	1980	...	...	...	...
Chile	1979	...	...	...	...
Chile	1978	...	...	...	...
Chile	1977	...	...	...	...
Chile	1976	...	...	...	...
Chile	1975	...	...	...	...
Chile	1974	...	...	...	...
Chile	1973	...	...	...	...
Chile	1972	...	...	...	...
Chile	1971	...	...	...	...
Chile	1970	...	...	...	...
Chile	1969	...	...	...	...
Chile	1968	...	...	...	...
Chile	1967	...	...	...	...
Chile	1966	...	...	...	...
Chile	1965	...	...	...	...
Chile	1964	...	...	...	...
Chile	1963	...	...	...	...
Chile	1962	...	...	...	...
Chile	1961	...	...	...	...
Chile	1960	...	...	...	...
Chile	1959	...	...	...	...
Chile	1958	...	...	...	...
Chile	1957	...	...	...	...
Chile	1956	...	...	...	...
Chile	1955	...	...	...	...
Chile	1954	...	...	...	...
Chile	1953	...	...	...	...
Chile	1952	...	...	...	...
Chile	1951	...	...	...	...
Chile	1950	...	...	...	...
Chile	1949	...	...	...	...
Chile	1948	...	...	...	...
Chile	1947	...	...	...	...
Chile	1946	...	...	...	...
Chile	1945	...	...	...	...
Chile	1944	...	...	...	...
Chile	1943	...	...	...	...
Chile	1942	...	...	...	...
Chile	1941	...	...	...	...
Chile	1940	...	...	...	...
Chile	1939	...	...	...	...
Chile	1938	...	...	...	...
Chile	1937	...	...	...	...
Chile	1936	...	...	...	...
Chile	1935	...	...	...	...
Chile	1934	...	...	...	...
Chile	1933	...	...	...	...
Chile	1932	...	...	...	...
Chile	1931	...	...	...	...
Chile	1930	...	...	...	...
Chile	1929	...	...	...	...
Chile	1928	...	...	...	...
Chile	1927	...	...	...	...
Chile	1926	...	...	...	...
Chile	1925	...	...	...	...
Chile	1924	...	...	...	...
Chile	1923	...	...	...	...
Chile	1922	...	...	...	...
Chile	1921	...	...	...	...
Chile	1920	...	...	...	...
Chile	1919	...	...	...	...
Chile	1918	...	...	...	...
Chile	1917	...	...	...	...
Chile	1916	...	...	...	...
Chile	1915	...	...	...	...
Chile	1914	...	...	...	...
Chile	1913	...	...	...	...
Chile	1912	...	...	...	...
Chile	1911	...	...	...	...
Chile	1910	...	...	...	...
Chile	1909	...	...	...	...
Chile	1908	...	...	...	...
Chile	1907	...	...	...	...
Chile	1906	...	...	...	...
Chile	1905	...	...	...	...
Chile	1904	...	...	...	...
Chile	1903	...	...	...	...
Chile	1902	...	...	...	...
Chile	1901	...	...	...	...
Chile	1900	...	...	...	...
Chile	1899	...	...	...	...
Chile	1898	...	...	...	...
Chile	1897	...	...	...	...
Chile	1896	...	...	...	...
Chile	1895	...	...	...	...
Chile	1894	...	...	...	...
Chile	1893	...	...	...	...
Chile	1892	...	...	...	...
Chile	1891	...	...	...	...
Chile	1890	...	...	...	...
Chile	1889	...	...	...	...
Chile	1888	...	...	...	...
Chile	1887	...	...	...	...
Chile	1886	...	...	...	...
Chile	1885	...	...	...	...
Chile	1884	...	...	...	...
Chile	1883	...	...	...	...
Chile	1882	...	...	...	...
Chile	1881	...	...	...	...
Chile	1880	...	...	...	...
Chile	1879	...	...	...	...
Chile	1878	...	...	...	...
Chile	1877	...	...	...	...
Chile	1876	...	...	...	...
Chile	1875	...	...	...	...
Chile	1874	...	...	...	...
Chile	1873	...	...	...	...
Chile	1872	...	...	...	...
Chile	1871	...	...	...	...
Chile	1870	...	...	...	...
Chile	1869	...	...	...	...
Chile	1868	...	...	...	...
Chile	1867	...	...	...	...
Chile	1866	...	...	...	...
Chile	1865	...	...	...	...
Chile	1864	...	...	...	...
Chile	1863	...	...	...	...
Chile	1862	...	...	...	...
Chile	1861	...	...	...	...
Chile	1860	...	...	...	...
Chile	1859	...	...	...	...
Chile	1858	...	...	...	...
Chile	1857	...	...	...	...
Chile	1856	...	...	...	...
Chile	1855	...	...	...	...
Chile	1854	...	...	...	...
Chile	1853	...	...	...	...
Chile	1852	...	...	...	...
Chile	1851	...	...	...	...
Chile	1850	...	...	...	...
Chile	1849	...	...	...	...
Chile	1848	...	...	...	...
Chile	1847	...	...	...	...
Chile	1846	...	...	...	...
Chile	1845	...	...	...	...
Chile	1844	...	...	...	...
Chile	1843	...	...	...	...
Chile	1842	...	...	...	...
Chile	1841	...	...	...	...
Chile	1840	...	...	...	...
Chile	1839	...	...	...	...
Chile	1838	...	...	...	...
Chile	1837	...	...	...	...
Chile	1836	...	...	...	...
Chile	1835	...	...	...	...
Chile	1834	...	...	...	...
Chile	1833	...	...	...	...
Chile	1832	...	...	...	...
Chile	1831	...	...	...	...
Chile	1830	...	...	...	...
Chile	1829	...	...	...	...
Chile	1828	...	...	...	...
Chile	1827	...	...	...	...
Chile	1826	...	...	...	...
Chile	1825	...	...	...	...
Chile	1824	...	...	...	...
Chile	1823	...	...	...	...
Chile	1822	...	...	...	...
Chile	1821	...	...	...	...
Chile	1820	...	...	...	...
Chile	1819	...	...	...	...
Chile	1818	...	...	...	...
Chile	1817	...	...	...	...
Chile	1816	...	...	...	...
Chile	1815	...	...	...	...
Chile	1814	...	...	...	...
Chile	1813	...	...	...	...
Chile	1812	...	...	...	...
Chile	1811	...	...	...	...
Chile	1810	...	...	...	...
Chile	1809	...	...	...	...
Chile	1808	...	...	...	...
Chile	1807	...	...	...	...
Chile	1806	...	...	...	...
Chile	1805	...	...	...	...
Chile	1804	...	...	...	...
Chile	1803	...	...	...	...
Chile	1802	...	...	...	...
Chile	1801	...	...	...	...
Chile	1800	...	...	...	...
Chile	1799	...	...	...	...
Chile	1798	...	...	...	...
Chile	1797	...	...	...	...
Chile	1796	...	...	...	...
Chile	1795	...	...	...	...
Chile	1794	...	...	...	...
Chile	1793	...	...	...	...
Chile	1792	...	...	...	...
Chile	1791	...	...	...	...
Chile	1790	...	...	...	...
Chile	1789	...	...	...	...
Chile	1788	...	...	...	...
Chile	1787	...	...	...	...
Chile	1786	...	...	...	...
Chile	1785	...	...	...	...
Chile	1784	...	...	...	...
Chile	1783	...	...	...	...
Chile	1782	...	...	...	...
Chile	1781	...	...	...	...
Chile	1780	...	...	...	...
Chile	1779	...	...	...	...
Chile	1778	...	...	...	...
Chile	1777	...	...	...	...
Chile	1776	...	...	...	...
Chile	1775	...	...	...	...
Chile	1774	...	...	...	...
Chile	1773	...	...	...	...
Chile	1772	...	...	...	...
Chile	1771	...	...	...	...
Chile	1770	...	...	...	...
Chile	1769	...	...	...	...
Chile	1768	...	...	...	...
Chile	1767	...	...	...	...
Chile	1766	...	...	...	...
Chile	1765	...	...	...	...
Chile	1764	...	...	...	...
Chile	1763	...	...	...	...
Chile	1762	...	...	...	...
Chile	1761	...	...	...	...
Chile	1760	...	...	...	...
Chile	1759	...	...	...	...
Chile	1758	...	...	...	...
Chile	1757	...	...	...	...
Chile	1756	...	...	...	...
Chile	1755	...	...	...	...
Chile	1754	...	...	...	...
Chile	1753	...	...	...	...
Chile	1752	...	...	...	...
Chile	1751	...	...	...	...
Chile	1750	...	...	...	...
Chile	1749	...	...	...	...
Chile	1748	...	...	...	...
Chile	1747	...	...	...	...
Chile	1746	...	...	...	...
Chile	1745	...	...	...	...
Chile	1744	...	...	...	...
Chile	1743	...	...	...	...
Chile	1742	...	...	...	...
Chile	1741	...	...	...	...
Chile	1740	...	...	...	...
Chile	1739	...	...	...	...
Chile	1738				





Método de Evaluación de Stock de Canales et al. 2018

Método de Canales et al.

Canales et al. 2018

Research paper

Implementing a model for data-poor fisheries based on steepness of the stock-recruitment relationship, natural mortality and local perception of population depletion. The case of the kelp *Lessonia bertextosa* on coasts of north-central Chile

Cristian M. Canales^{1*}, Claudia Hurtado², Carlos Trichin²

¹Laboratorio de Manejo Poblacional, Acuicultura and Recreational Fishing (LAPAR) - Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile
²Instituto de Investigación Pesquera, Instituto de Pesca y Acuicultura (IPAC) - Valdivia, Chile

2



Método de Evaluación de Stock de Canales et al. 2018

Modelo Estadístico:

- No se define un proceso estadístico de ajuste de modelo y datos (no se define una función de verosimilitud) sino que se encuentra la solución única de las ecuaciones para cada escenario y cada realización del proceso de remuestreo Computacional.

Métodos de Evaluación de Stock de Canales et al. 2018

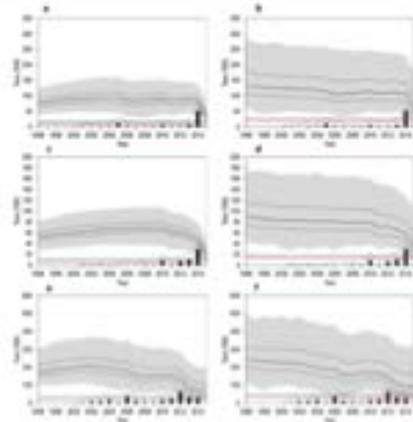


Fig. 1. Simulación de los métodos de evaluación de stock de canales en esteros de acuicultura. Se muestran los resultados de la simulación de los métodos de evaluación de stock de canales en esteros de acuicultura para diferentes escenarios de mortalidad, emigración, inmigración y pesca. Los resultados se muestran en kg m⁻² y se comparan con los datos de campo (línea roja) y los datos de simulación (línea azul). Los datos de campo se muestran en los primeros 100 días de la simulación.



Método de Evaluación de Stock de MacCall

Método de MacCall

Depletion-corrected average catch: a simple formula for estimating sustainable yields in data-poor situations
Alan D. MacCall

MacCall, A. D. 1985. Depletion-corrected average catch: a simple formula for estimating sustainable yields in data-poor situations. - *ICES Journal of Marine Science* 43: 227-235.

Fisheries Research

Depletion-Based Stock Reduction Analysis: A catch-based method for determining sustainable yields for data-poor fish stocks
A.J. Dick*, Alan D. MacCall

22

Método de Evaluación de Stock de MacCall

Presunciones:

- Si se supone que la biomasa del stock crece según la función de producción latente de Schaeffer y que la mortalidad por pesca cuando las capturas son iguales al Máximo Rendimiento Sostenible es igual a la mortalidad natural ($F_{MSY}=M$) entonces $MSY=0.5MB_0$
- MacCall argumenta que estas presunciones son demasiado optimistas así que corrige el supuesto anterior al nuevo supuesto $MSY=0.4cMB_0$, $c<1$
- Se supone que M es conocido dentro de un rango pero B_0 no y es reemplazado por el grado de depleción, o sea la proporción de la biomasa virginal que sobrevive después de iniciada la explotación.
- Se supone que la biomasa del stock ha sido reducida desde B_0 a un nivel de Biomasa cuya producción latente es igual al MSY .

24



Método de Evaluación de Stock de MacCall

Resultado:

$$MSY = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n \times F \times M/A} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n \times A \times 100/A/M}$$

Donde el numerador es la suma de la historia de capturas y en el denominador tenemos el número de años desde el inicio de la explotación (n), el grado de depleción (A), y los parámetros que ya discutimos antes.

Como en el caso del modelo de Canales, este método no tiene un modelo estadístico, pero las incertidumbres se introducen mediante simulación Monte Carlo. MacCall ha hecho disponible libremente un programa en un sitio web de la NOAA para realizar este análisis incluyendo la simulación Monte Carlo.



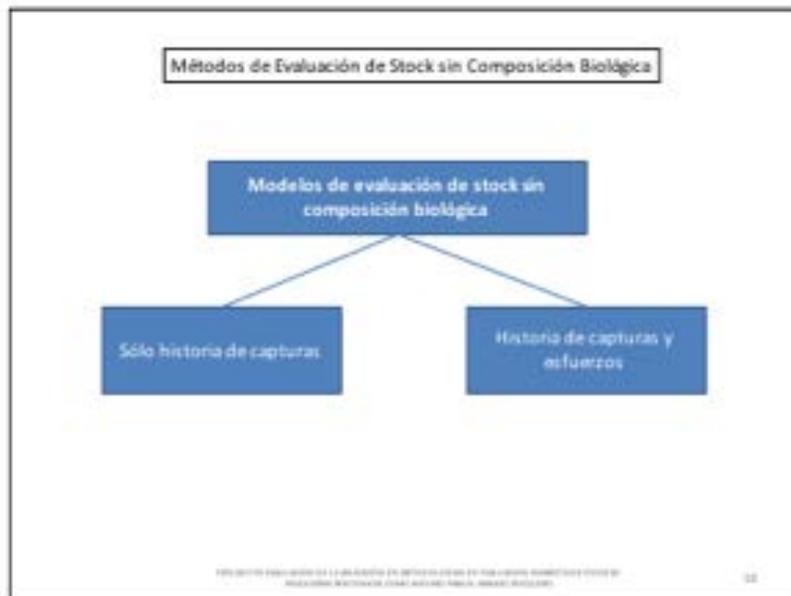
11

Método de Evaluación de Stock de MacCall

Este es un ejemplo de aplicación que yo realicé para el grupo de trabajo de stocks de aguas profundas del ICES. El stock aquí es el blue ling, un pez demersal que aparece en las pescas de arrastreros de aguas profundas en el Atlántico Norte

Ítem	Depleción - Ours					
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
Nº años	40	40	40	40	40	40
Total catch (tonnes)	470000	470000	470000	470000	470000	470000
M (g/m ²)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
F _{0.5M}	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
CV of M	50%	50%	50%	50%	50%	50%
CV of F _{0.5M}	25%	25%	25%	25%	25%	25%
CV of depleción	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Ours						
Monte Carlo (500, CI = 95%)						
Lower bound (tonnes)	9500	9500	9500	9500	9500	9500
Upper bound (tonnes)	90500	90500	90500	90500	90500	90500

11





Métodos de Evaluación de Stock con Historia de Capturas y Esfuerzo

Historia de capturas y esfuerzos

Modelos de producción ajustados a serie de tiempo de índice de abundancia relativa

$$\frac{C}{E} = qN$$

$$I_t = q\theta_t$$

Modelos de depleción generalizados combinados o no con modelos de producción

$$C_t = f(E, N) = f_d(E_t) f_p(N_t) = AE_t^d N_t^p$$

$$C = \sum_{t=1}^T C_t = \sum_{t=1}^T A E_t^d \left(N_0 e^{-\sum_{s=1}^t (M + \sum_{i=1}^{s-1} C_i e^{-M(s-i)})} \right)^p e^{-\sum_{i=1}^t (M + \sum_{j=1}^{i-1} C_j e^{-M(s-j)})}$$

19

Métodos de Producción Ajustados a Índice(s) de Abundancia Relativa

- Método clásico con abundantes ejemplos

Publicación de la Universidad Austral de Chile

Fitting fisheries models to standardized CPUE abundance indices

W.H. Scalet*, P.J. Hall*

Publicación de la Universidad Austral de Chile

GLMs, GLIMs and GEMLMs: an overview of theory for applications in fisheries research

W.H. Scalet*, J.M. Hightower

Publicación de la Universidad Austral de Chile

Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches

Mark W. Scalet*, Justin S. Hall*

20



Métodos de Producción Ajustados a Índice(s) de Abundancia Relativa

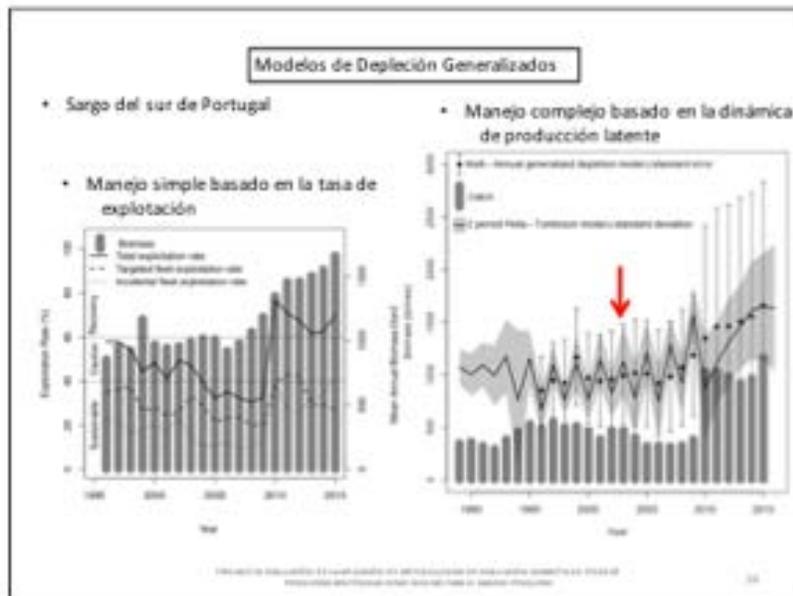
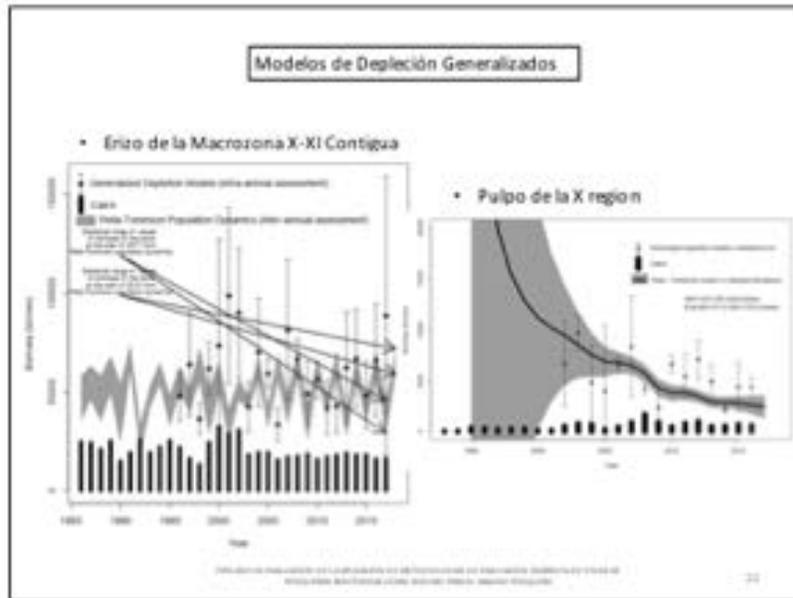
- La idea básica consiste de dos componentes:
 1. Obtener un índice de abundancia relativa de paso anual utilizando datos individuales de capturas divididas por sus respectivos esfuerzos (CPUE) mediante el ajuste de un modelo lineal (una aproximación por series de Taylor) a varios factores que pueden afectar a la CPUE individual, entre ellos el año, como factor que representa a las tendencias naturales de la abundancia del stock.
 2. Utilizar el índice (puede ser más de uno) como información de entrada para un modelo de producción latente de paso anual y desde el modelo de producción Obtener parámetros de interés para el manejo como el MSY y la biomasa que produce el MSY.
- Este enfoque si es propiamente estadístico pues tanto en el paso 1. como en el paso 2. se define un modelo de probabilidad para los datos y por lo tanto se maximiza una función de verosimilitud para obtener una evaluación objetiva de los parámetros y su incertidumbre.

Modelos de Depleción Generalizados

- Enfoque de reciente desarrollo

The collage includes the following papers:

- ICES Journal of Marine Science**: Modelling to assess pulses of recruitment and hypermortality-hyperdepletion in the large gulf fishery among the Fulford-Meads with generalized depletion models. Authors: Scott W. Branstetter, et al.
- Fisheries Research**: Hierarchical statistical framework to combine generalized depletion models and biomass dynamic models in the stock assessment of the Chilean ray-veneer (*Cooperina alba*) fishery. Authors: Nelson A. Sosa-Cordero, et al.
- Fisheries Research**: Estimating absolute recruitment and legal size population densities of walleye each winter (post-emergence) in South Australia's southern zone fishery using extended forms of depletion modeling. Authors: Scott W. Branstetter, et al.





Ventajas de Modelos de Depleción Generalizados sobre Enfoque Tradicional de Índice de Abundancia Relativa (CPUE)

Ventajas Conceptual. Los modelos de depleción generalizados (MDG) son modelos mecanísticos, de causa y efecto con forma funcional específica, mientras que los índices de abundancia relativa son aproximaciones lineales. Tres implicancias:

1. MDGs tratan al esfuerzo como una variable predictora de la captura en el lado derecho de la ecuación, no como una variable estandarizadora en el numerador del lado izquierdo de la ecuación. Por lo tanto es posible modular el efecto del esfuerzo sobre la captura con el parámetro α .
2. MDGs estiman la biomasa absoluta, no un índice de abundancia relativa, y es la Biomasa la variable modelada en los modelos de producción latente. Por lo tanto no es necesario estimar un parámetro de proporcionalidad lineal entre el índice y la biomasa durante el ajuste del modelo producción latente. Un colorario es que con los MDGs es fácil estimar el proceso de hiper-estabilidad e hiper-depleción porque esto se hace dentro del MDG no en la estimación del modelo de producción Latente.
3. Los MDGs producen estimaciones del reclutamiento en términos absolutos lo que permite modelar el proceso de stock desovante y reclutamiento.

Ventaja Práctica. Los MDGs por sí mismos producen resultados útiles para el manejo (caso del sargo anterior y otros) controlando la tasa de explotación mientras que la característica equivalente en la estimación de índices de CPUE es el mero análisis de tendencias.

INSTITUTO DE ACUICULTURA DE LA UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
PROCESOS DE EVALUACIÓN DE STOCKS DE PESQUERÍAS BENTÓNICAS

25



7.9 Anexo 3.7. Acta Taller Metodológico.

Programa Taller Metodológico

FIPA 2017-55

“Evaluación de la aplicación de metodologías de evaluación indirecta de stock de pesquerías bentónicas como insumo para el manejo pesquero”

Objetivo: Definir en conjunto con la contraparte técnica y expertos en Investigación Pesquera, dos pesquerías de data pobre y dos de data rica, para ser utilizados como "modelos de estudio".

Día 1. Valparaíso, lunes 12 de marzo de 2018

09:00 – 09:30 Bienvenida, Introducción y Presentación del Proyecto FIPA 2017-55

Dr. Carlos Molinet

09:30 – 13:00 Presentación de Resultados de la Revisión de Metodologías de Evaluaciones Indirectas

Dr. Rubén Roa-Ureta

Dr. Cristian Canales

15.00 – 18:00 Presentación de Resultados de la Exploración de las bases de datos disponible para evaluación de stock

Dr. Carlos Molinet

Jorge Henríquez

Día 2. Valparaíso, martes 13 de marzo de 2018.

09.30 – 13:00 Presentación y Discusión de Fichas Metodológicas para evaluación indirecta

Dr. Rubén Roa-Ureta

Dr. Carlos Molinet

Dr. Cristian Canales

15:00 – 18:00 Selección de Pesquerías para Evaluación (recibiendo las orientaciones de los expertos Dra. Ana Parma y Dr. Juan Carlos Quiroz)

Invitados: Subpesca y FIPA.

Dr. Carlos Molinet

Dr. Cristian Canales

Dr. Rubén Roa-Ureta



ANTECEDENTES:

Los recursos pesqueros bentónicos tienen una gran importancia en la economía chilena, lo que se vio impulsado desde finales de los años 1970s. El desembarque de recursos bentónicos representó en 2016 alrededor del 42% del desembarque artesanal en Chile, uno de los sectores de la economía Chilena que más mano de obra emplea en el sector pesquero.

Durante el año 2016 se desembarcaron alrededor de 400.000 tons, distribuidas entre 43 especies de algas, moluscos y equinodermos (Fig. 1, Sernapesca 2016).

Entre las especies más desembarcadas se encuentran las algas que suman unas 329.000 tons y cuyo principal representante es el huiro negro *Lessonia berteorana*, con alrededor de 155.000 tons. desembarcadas entre la I y VIII regiones

El invertebrado más desembarcado es el erizo *Loxechinus albus* (29.000 tons en 2016), cuyos desembarques se concentran entre la X, XI y XII regiones; seguido por el recurso almeja (*Ameghinomya antiqua*, con unas 13.000 tons), entre otras especies.

La fuerza laboral para la explotación de estos recursos la constituyen unos 80.000 alqueros, 12.000 buzos mariscadores, además de armadores y asistentes de buzos (Sernapesca, 2016). A esto se debe sumar la mano de obra absorbida en plantas de proceso, ya que la mayor parte del procesamiento de estos recursos necesita un cierto nivel de manipulación.

A pesar de la importancia de los recursos pesqueros bentónicos, entre los recursos de libre acceso (definidos como aquellos que no son recursos de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs)), existen pocas herramientas para su evaluación y/ determinación de su estatus de explotación, lo que restringe la aplicación de medidas de manejo.

En pesquerías bentónicas como el erizo de la X-XI regiones se han implementado dos aproximaciones a la evaluación indirecta del stock (Roa-Ureta *et al.*, 2015; Canales *et al.*, 2014), basadas en el sistema relativamente completo de colecta de datos que desarrolla el Instituto de Fomento Pesquero. Esto ha conducido a la implementación de cuotas de captura que han mantenido a la pesquería estable durante la última década aunque estas cuotas abarcan una escala espacial que puede no representar toda la heterogeneidad espacial. Estas aproximaciones han sido claves para la operación del Plan de Manejo de las Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua, específicamente para el recurso erizo.

En este contexto se propone que es necesario e importante que el manejo de todos los recursos bentónicos también se beneficie de un sistema de investigación científica, comenzando por el desarrollo de metodologías de evaluación de stock que utilicen los datos existentes y que indiquen claramente como ampliar y completar la colecta de datos para la aplicación de las mejores metodologías.

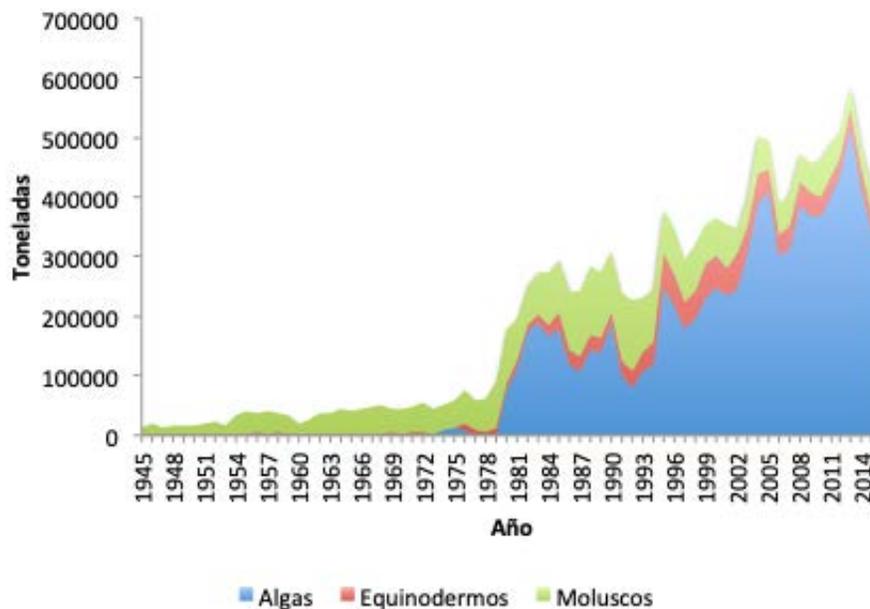


Figura 1. Desembarque nacional de recursos bentónicos. Fuente Sernapesca.

PRESENTACION DE LA REVISIÓN METODOLÓGICA.

Dr. Ruben Roa-Ureta (ver ppt anexo)

Dr. Cristian Canales (ver ppt anexo)

Se presentó la siguiente clasificación de métodos:

- Modelos que no requieren de composición de tallas/edades:
 - Modelos con historia de registros sólo de capturas
 - Modelos basados en depleción (ej. MaCall, Canales *et al.*, 2018)
 - Modelos con historia de registros de capturas y esfuerzo
 - Modelos de producción ajustados a serie de tiempo de índice de abundancia realtiva
 - Modelos de depleción generalizados combinados o no con modelos de producción
- Modelos que requieren de composición de tallas/edades
 - Estimación de F basada en frecuencias de tallas
 - Modelos estadísticos de captura a la edad bajo supuesto de equilibrio (curvas de captura)
 - Modelo integrado edad o talla-estructurado



En el contexto de la discusión se acordó complementar la revisión con trabajos que incluyen actualizaciones y/o modificaciones a la literatura revisada. Literatura que será incorporada en el Preinforme Final.

Presentación de Datos disponibles

La principal fuente de información de pesquerías bentónicas en Chile la constituyen los registros del Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca), institución responsable de recolectar y difundir las estadísticas pesqueras en Chile. Existen registros desde el año 1947, aunque desde finales del siglo pasado se ha realizado una serie de adecuaciones como la separación de los desembarques de recursos genéricos, hacia la identificación de la especie. Desde los registros de Sernapesca entre 2001 y 2016 se reportan 43-45 especies bentónicas desembarcadas anualmente (Anexo 1, Tablas desembarques), cuyos principales representantes son macroalgas.

Por otro lado, el Programa de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas que realiza el Instituto de Fomento Pesquero, es la principal fuente de información monitoreo de captura y esfuerzo, distribución de tamaños de las capturas y otros antecedentes bio-pesqueros. Este Programa cuenta con registros desde el año 1996, y está presente en varias regiones del País.

IFOP ha muestreado un total de 60 especies de recursos bentónicos desde 1996, registrándose anualmente entre 32 y 46 especies entre 2000 y 2016.

DISCUSION

Sobre la aproximación a la revisión de pesquería de Pobres en Datos para stocks Bentónicos

Un punto importante en la discusión fue lo que en la presentación pareció una homologación de las pesquerías Pobres en Datos con las centradas en stocks bentónicos. Al respecto se planteó que se debe identificar cuáles son los problemas centrales que afectan específicamente la evaluación indirecta de pesquerías bentónicas, más allá de que sean o no pobres en datos. Se concluyó que en gran medida las dificultades para la evaluación de pesqueras bentónicas son resultado de la heterogeneidad espacial persistente en la distribución de los recursos sedentarios (o semi sedentarios) y la flota. La pobreza de datos surge de estas características de los stocks bentónicos (y/o de las poblaciones bentónicas), ya que no existe información a la escala espacial adecuada y de manera consistente en el tiempo para representar la heterogeneidad espacial en los procesos poblacionales y pesqueros (desconociéndose incluso en la mayoría de los casos la estructura espacial de la población, lo que dificulta la definición de unidades de stock) lo que limita la aplicación de modelos de evaluación indirecta.

De esta forma se sugiere que existe una relación entre la pobreza de datos y las Pesquerías Bentónicas porque las escalas espaciales en las que operan las pesquerías



bentónicas se caracterizan por una baja frecuencia y discontinuidad en la recolección de información. Además, por lo general no existen cruceros, lectura de edades, etc, en los que se recolecten datos independientes de las pesquerías, como si ocurre en stocks de peces ricos en datos. No obstante, debe remarcar que las dos situaciones – pesquerías pobres en datos y pesquerías bentónicas- no son equivalentes: la estructura espacial persistente de las pesquerías bentónicas genera problemas específicos, como son por ejemplo una tendencia al agotamiento serial e hiper estabilidad en los indicadores de captura por unidad d esfuerzo (CPUE), aún en casos ricos en datos. Por esta causa, no todos los métodos propuestos en la literatura para evaluar pesquerías pobres en datos son aplicables al caso de pesquerías con estructura espacial persistente.

Para enfrentar los desafíos del presente proyecto será necesario proponer hipótesis de unidades de stock para proponer escalas espaciales de evaluación, tomando en cuenta por un lado, la mayor heterogeneidad espacial esperada en los recursos bentónicos, como por otro lado la necesidad de resumir las escalas espaciales de manera que la evaluación de stock sea factible. Esencialmente se trata de encontrar el balance correcto entre resolución espacial y factibilidad de la evaluación de stock, pues de este balance depende que se puedan producir resultados útiles para el manejo.

En el caso de las pesquerías bentónicas chilenas se debe evaluar el tipo de información disponible y proponer una categoría para los stocks que se pescan en Chile.

La presunción asumida por los autores del proyecto es que aun con datos pobres es posible evaluar el estatus (en términos absolutos), y además se pueden proponer medidas de manejo. Si no se puede obtener el estatus, se desarrollarán metodologías para obtener Puntos Biológicos de Referencia (PBR). En el caso de pesquerías muy pobres, el objetivo será obtener PBRs, y en el caso de la data más rica, se puede llegar a la biomasa absoluta del stock, el esfuerzo para obtener el máximo rendimiento sostenible, y otros resultados típicos de evaluaciones de stock con data rica.

Uno de los aportes del proyecto será avanzar en el entendimiento de la situación específica de las pesquerías bentónicas estudiadas y desde ahí construir un modelo metodológico, con supuestos razonables.

Sobre la aplicación de modelos de evaluación indirecta para macroalgas

El análisis de la explotación de macroalgas debe considerar los elementos ecosistémicos, de dinámica poblacional y socioeconómicos para aproximarse a dar respuesta a que herramientas podrían ser las más adecuadas para definir un eventual estatus y apoyar la toma de decisiones para el manejo. En términos generales se plantea que:

1. Desde la perspectiva ecosistémica las algas, además de ser un recurso explotado comercialmente, constituyen hábitat para una diversidad de organismos marinos, e incluso cuando se desprenden y “mueren” son utilizadas (degradadas) a través de cadenas tróficas (ej. pequeños crustáceos intermareales, alimentación de erizos).



2. La dinámica de estas macroalgas presenta cortos periodos de aumento de crecimiento y de la biomasa (primavera-verano), lo que no está descrito y por lo tanto dificulta la interpretación de las evaluaciones directas.
3. Desde la perspectiva del control de desembarque y/o de la captura, existen restricciones para estimar la producción anual debido a que las macroalgas se comercializan en distintos estados de humedad, además de que la captura está compuesta por algas que se remueve activamente y algas que varan en las playas debido a desprendimiento. Aunque se ha trabajado en estandarizar estos indicadores, aún persisten imprecisiones y sobre todo incertidumbre en la veracidad de los registros desde el año 2015 hacia el pasado.
4. Por otro lado, desde un punto de vista socio-económico se debe considerar que varias de estas pesquerías han ingresado a un régimen de Plan de Manejo y que su administración es continuamente presionada hacia una mayor explotación por parte de los usuarios. La mayor parte de las veces la Subsecretaría de Pesca y el Comité Científico Bentónico no disponen de información y/o herramientas para asesorar, debido a las consecuencias en las restricciones del conocimiento relativo a los puntos 1), 2) y 3), arriba descritas.

Aunque los autores del proyecto sugieren que la aplicación de modelos indirectos es una alternativa para las pesquerías de macroalgas (ver Canales *et al.*, 2018), los expertos externos sugieren que una mejor aproximación para este tipo de recursos es la evaluación directa y/o la identificación de indicadores que puedan dar cuenta de tendencias de los stocks pesqueros que puedan ser aplicadas para su manejo. También los autores del proyecto están de acuerdo que para el caso de las macroalgas la mejor estrategia de evaluación de stock es mediante evaluación directa.

No obstante, lo anterior, finalmente se opta por explorar la aplicación de modelos de evaluación indirecta, usando como referencia los resultados de evaluaciones directas ya realizadas y otras que están en ejecución. Se propone que una alternativa metodológica sería la ecuación de MacCall original, que utiliza sólo un parámetro e incorpora menos supuestos, aunque se debe considerar que esta metodología requiere buenas y confiables estimaciones de capturas/desembarques. Los expertos remarcaron que la metodología de MacCall y sus variantes posteriores requieren de una estimación a prior de la abundancia en el momento presente como fracción de la biomasa media virginal o capacidad de carga ($B/K = \text{“depletion”}$). Por esta causa se usa para reconstruir la serie histórica de biomasa y estimar el Máximo Rendimiento Sostenible, compatible con el valor de B/K asumido, pero no para estimar estatus del recurso.

Clasificación de las Pesquerías Bentónicas en Chile, de acuerdo a la disponibilidad de información

Esta clasificación aún está pendiente ya que aún estamos en proceso de búsqueda de estudios/información. Al respecto se han identificado varias fuentes de información:



- i. Desembarques de Sernapesca
- ii. Seguimiento bentónico de IFOP
- iii. Seguimiento AMERBs de IFOP
- iv. Estudios FIP con parámetros biológicos y evaluaciones directas
- v. Otros estudios con parámetros biológicos y evaluaciones directas.

Los estudios del punto v) ha sido más difíciles de encontrar, por lo que seguiremos complementando esta información.

En planilla Excel (adjunta) se entrega un resumen de la información disponible por especie (recurso) y por región. Basado en esta clasificación preliminar (y en la escala espacial de la región) se puede hipotetizar la existencia de 399 stocks (Planilla "Todas" de Excel) con distintos niveles de información. El más básico de estos niveles es el desembarque registrado por Sernapesca.



Selección de especies

Como resultado de la discusión realizada y los variados puntos de vista expuestos se propuso un listado de 6 recursos y sus características asociadas al manejo y disponibilidad de información para ser pre-evaluados y concluir en 2 recursos con Data Pobre y 2 recursos con Data Rica como lo establecen los TTR del proyecto FIPA 2017-55.

Especie	Escala espacial	Plan de Manejo	Data disponible	Observaciones
Almeja (<i>Ameghinomya antiqua</i>)	X región Bahía Ancud	i) Zona contigua ii) Bahía Ancud	iv. Desembarque, v. Monitoreo pesquero (Captura, esfuerzo, talla/peso) vi. Data independiente	Talla límite de captura (55 mm).
Juliana (<i>Tawera gayi</i>)	X región	PM Juliana	i. Desembarque, ii. Seguimiento bentónico (sólo captura), iii. Data independiente	Talla límite de captura (25 mm).
Huiro negro (<i>Lessonia berteroana</i>)	III región	PM III región	i. Desembarque, ii. Data independiente	Estimación desembarque incierto por estados de humedad.
Huepo (<i>Ensis macha</i>)	Golfo de Arauco	PM Golfo de Arauco	i. Desembarque, ii. Monitoreo pesquero (Captura, esfuerzo, talla/peso) iii. Data independiente	Cuotas de captura.



7.10 Anexo 4.1. Invitación Taller de Resultados



INVITACION

Por medio de la presente les invito a participar del **Taller de Resultados** del Proyecto FIPA 2017-55 "Evaluación de la aplicación de metodologías de evaluación indirecta de stock de pesquerías bentónicas como insumo para el manejo pesquero".

El taller tiene como objetivo discutir acerca de los resultados de las metodologías de evaluación indirecta aplicadas sobre 4 casos de estudio de pesquerías bentónicas con distinta disponibilidad de datos, los cuales fueron utilizados como "modelos de estudio".

El taller será realizado el día 09 de Octubre de 2018, a partir de las 9 horas en la Sala Reuniones Piso 14 de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, en la ciudad de Valparaíso.

Agradeciendo su atención y esperando contar con su participación les saluda atentamente

Carlos Malinet Flores
Director del Proyecto

Confirmar a e-mail: cmalinet@uach.cl, henriquezjr@gmail.com



7.11 Anexo 4.2. Presentaciones Taller de Resultados





Objetivos

Objetivo general

- Analizar y proponer las condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks para ser usado como herramienta de manejo de pesquerías bentónicas.

Objetivos específicos

1. Revisión, sistematización y clasificación (generando bases de datos) de literatura científica, nacional e internacional sobre métodos indirectos de evaluación de stocks utilizados para la administración de pesquerías, con particular atención a aquellos que han sido utilizados para la evaluación de recursos bentónicos.
2. Descripción detallada de las metodologías y requerimientos de información para los diferentes métodos indirectos de evaluación de recursos bentónicos identificados en objetivo anterior.
3. Selección de dos casos de estudio para pesquerías bentónicas de data pobre y dos casos de estudio para pesquerías de data rica.
4. Diseño e implementación de evaluación indirecta de stocks para casos de estudio seleccionados. Desarrollando criterios para la identificación de unidades poblacionales y escalas espaciales a emplear, en función de las especies seleccionadas.
5. Proponer las condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks, identificando brechas de conocimiento y/o información, junto con líneas de acción para subsanar vacíos existentes.



Programa taller metodológico

- **Objetivo:** “Presentación aplicación de metodologías de evaluación indirecta para 4 estudios de caso de pesquerías bentónicas”.



Valparaíso, martes 9 de octubre de 2018

- **09:00– 09:30** Bienvenida, Introducción y Presentación del Proyecto FIPA 2017-55 Dr. Carlos Molinet
- **09:30– 12:30** Presentación de Resultados de la Revisión de Metodologías de Evaluaciones Indirectas: Dr. Rubén Roa-Ureta y Dr. Cristian Canales.
- **15.00– 18:00** Discusión, aplicación de metodologías.

Taller



Apunte

- Debe remarcar que **Pesquerías pobres en datos y Pesquerías bentónicas**- no son equivalentes: la estructura espacial persistente de las pesquerías bentónicas genera problemas específicos, como son por ejemplo una tendencia al agotamiento serial e hiper-estabilidad en los indicadores de captura por unidad de esfuerzo (CPUE), aún en casos ricos en datos. Por esta causa, no todos los métodos propuestos en la literatura para evaluar pesquerías pobres en datos son aplicables al caso de pesquerías con estructura espacial persistente.

Fuentes de Información

- **Sernapesca:** Registro de capturas por región y en algunos casos por puertos de desembarque.
- **Seguimiento bentónico (IFOP):** Monitoreo de captura, esfuerzo, talla y peso para pesquerías bentónicas (algunas)
- **AMERBs:** Evaluaciones directas de áreas específicas. Se obtiene densidad, área de distribución, talla, entre otros
- **Evaluaciones directas:** Realizadas sobre bancos específicos o para caracterizar áreas extensas. Estudios puntuales.
- **Parámetros Biológicos:** Estudios puntuales financiados por el FIPA u otra institución



Datos Disponibles pesquerías bentónicas para evaluación de stock, Chile
 *No considera información social (empleo), económica (aporte al PIB, exportaciones) u otra

Registro Des. Semapesca	Monitoreo Pesquero IPOP	Monitoreo Biológico (AMERBs-ecde)	Eval. indirecta	Estudios Par. Biol	Clasificación
D	MP	MB	ED	PB	Con Monitoreo pesquero y biológico ++ (A)
D	MP	MB	ED		Con Monitoreo pesquero y biológico + (B)
D	MP	MB			Con Monitoreo pesquero y biológico (C)
D	MP				Con monitoreo Pesquero (D)
D		MB	ED		Con monitoreo biológico + (E)
D					Pesquerías sin monitoreo biológico-pesquero (F)

Utilizando una escala espacial regional se identifican 375 "stocks" pesqueros de especies bentónicas, con disponibilidad de datos en las distintas fuentes de información.

Región	Semapesca	Seg. Ben.	AMERBs	Eval. Dir	Par. Biol
1	15	9	14	3	6
2	30	2	14	3	8
3	31	2	12	2	8
4	38		22	3	7
5	31		12	3	6
6	20		14	2	4
7	24		12	1	5
8	41	18	24	3	9
9	14		1		1
10	45	21	36	1	12
11	24	2	13		9
12	17	10	3	1	3
14	31	12	19	3	7
15	14	9	5		3
Total	375	85	201	25	88



Selección de especies para aplicar metodologías de evaluación indirecta en este proyecto

Especie	Región	Plan Mundial	de	Data disponible	Observaciones
Almeja (Venus antiqua)	X región	i) Zona contigua ii) Bahía Ancud		i) Desembarque, seguimiento bentónico, ii) ANE PEs, iv) evaluaciones directas, v) parámetros biológicos	Tabla límite de captura (25 mm).
Juliana (Tawera gayi)	X región	PW Juliana		i) Desembarque, seguimiento bentónico (sólo captura), ii) ANE PEs, iv) evaluaciones directas, v) parámetros biológicos	Tabla límite de captura (25 mm).
Huino negro (Lissonota barbarossa)	III región	PW III región		i) Desembarque, ANE PEs, iv) evaluaciones directas, v) parámetros biológicos	Estimación desembarque incierto por estados de humedad.
Huepo (Ensis macha)	VIII región	PW Golfo de Anaco		i) Desembarque, seguimiento bentónico, ii) ANE PEs, iv) evaluaciones directas, v) parámetros biológicos	Cuotas de captura.

Data Disponible pesquerías bentónicas: por evaluación de stock, Chile
"No consideramos información social (empleo) económica (aporte al PIB, exportaciones) u otra"

	Registro Des. Semipresca	Monitoreo Pesquero IP OP	Monitoreo Biológico (Muestreos)	Eval. directas	Estudios Pac. Biol.	Calificación
Almeja X región	20 años	20 años	16 años 6 secciones	-	si	B
Almeja Bahía de Ancud	20 años	20	-	-	si	C
Huino negro III región	20 años	-	17 años 4 secciones promedio	3	-	C
Juliana X región	16 años	16 años parcial	9 años	2012-2016	si	A-
Huepo VIII región Golfo de Anaco	20 años	20 años	18 años, 3 estudios promedio al año	37	si	A



Principales metodologías potencialmente aplicables a recursos bentónicos

Punt (2015)

Metodología/Modelo	Tipo de Detección	Frecuencia de Muestreo	Largo de la Serie	Data Ecológica	Data Pesquera	Información Independiente	Exigencia de Datos	Homogeneidad de muestreo	Referencia
Depletion Coenocel (Average Catch, Label production model / depletion model)	Depleción	Annual/semestral	Multianual	Ninguna	Capturas (pesca)	Niveles agua pesada, Sargassum y M	Fuller	C ² / FMSL, Pres. Status	McCull 2017, Candau et al. 2016
Extended Depletion Model / Catch Survey Analysis	Depleción	Mes	Multianual	Ninguna	Capturas (jornales), Esfuerzos, Discuertos	Índice de explotación	Multinada	C ² /	Pereira et al 2017
Conventional Depletion Models	Depleción	Diatemera	Intraanual	Presca	Capturas (pesca/jornales), Esfuerzos	Ninguna	Multinada	Tasa de explotación	Pielichev 2012
Multi-Annual Conventional Depletion	Depleción	Mes	Multianual	Presca	Capturas (pesca), Esfuerzos	Ninguna	Multinada	Tasa de explotación	Pielichev 2016
Depletion Based Stock Production Analysis	Depleción Estocástica	Anual	Multianual	Ninguna	Capturas (pesca)	Mort. natural, Edad de madurez	Multinada	C ² /	Doh S, MacCall 2011
Historical Depletion Surplus	Depleción Estocástica	Diatemera	Multianual	Presca	Capturas (pesca/jornales), Esfuerzos	Ninguna	Multinada	C ² /	Pielichev et al 2016
Harvest control rules (length)	Ninguna	Anual	Multianual	Extracción de tallas	Capturas (pesca)	I. de biomasa, Historia de vida, Mort. natural	Multinada	Tasa de explotación	Jedrej et al. 2016
Length Based Spawning Potential Ratio	Equilibrio	Anual	Multianual	Extracción de tallas	Esfuerzos	Ninguna	Multinada	Tasa de explotación	Hughes et al. 2016
Catch Curve Based Production Analysis	Estocástica	Anual	Multianual	Extracción de edad en los últimos años	Ninguna	Ninguna	Multinada	Tasa de explotación	Troczynski 2016
Proxies length structured	Proyección por edades	Anual	Multianual	Extracción de tallas	Capturas (pesca/jornales), Esfuerzos	Operativamente índices de abundancia relativa	Multinada	C ² /	Pereira 2016
Integrated Length-Structured	Proyección por tallas	Anual	Multianual	Extracción de tallas	Capturas (pesca/jornales), Esfuerzos	Cuentas de explotación directa	Año	C ² /	Piel et al. 2013
Label production model / depletion model	Agot. / Depleción	Mensual/semestral	Multianual	Ninguna	Capturas	Niveles agua pesada, Sargassum y M	Multinada	FMSL, Pres. Status	Candau et al 2016



Data disponible para aplicar modelos para la evaluación de pesquerías bentónicas, Chile

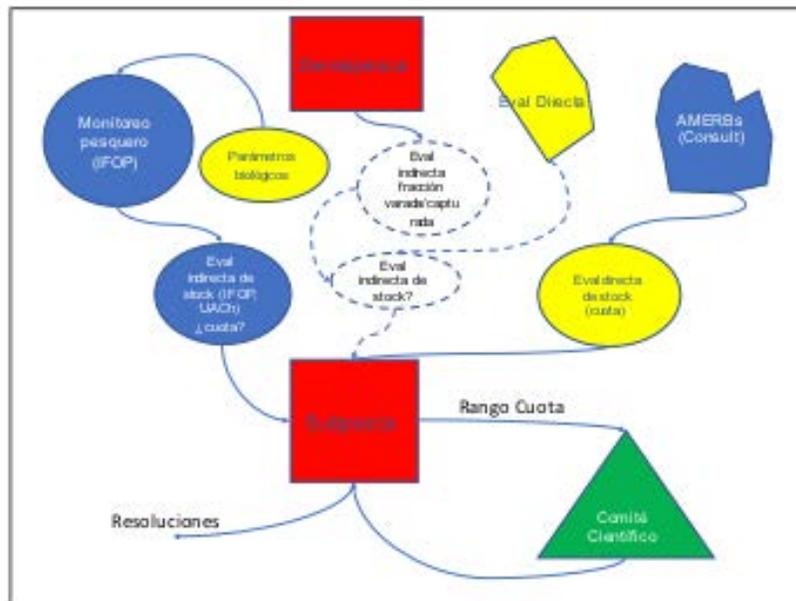
Desembarque	data biotallas	Data biológica peso individual	Data pesquera CE	Parámetros biol	Metodología	Número "stocks"
SI	SI	SI	SI	SI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11	12
SI	NO	NO	NO	SI	1, 5, 11	24
SI	SI	SI	SI	NO	2, 3, 4, 6, 8	32
SI	SI	NO	NO	NO	1, 11?	42
SI	NO	NO	SI	NO		33
SI		SI	SI			4
SI						228
						375

Estudios de caso



Final discusión

- Visión de la estructura y funcionamiento de la recolección de información de recursos bentónicos en Chile.
- ¿Podemos integrar la información?
- ¿Podemos maximizar su uso?
- ¿Existe información suficiente para aplicar modelos?
- ¿Qué hacemos cuando la información es insuficiente?





Discusión

- Aplicación de modelos
- Integración de la data
- Líneas de trabajo
 - Monitoreo bentónico
 - Evaluaciones directas (red de estaciones)
 - AMERBs como red de estaciones
 - Parámetros biológicos



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO



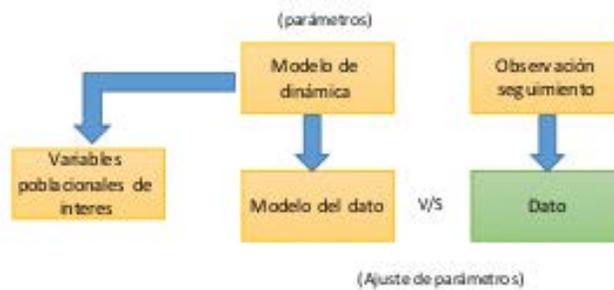
DIMARE

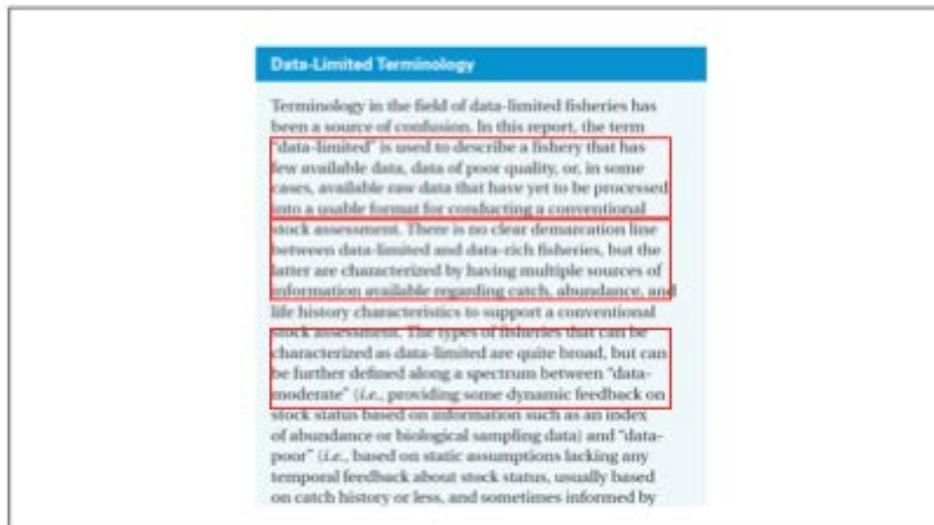
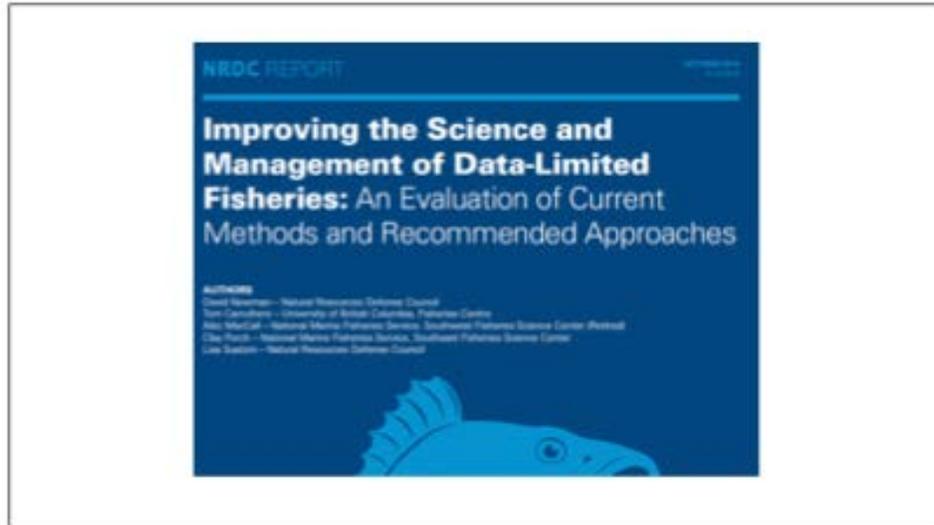
Análisis de las poblaciones de los recursos Huiro negro (III Región), Juliana (X Región), Almeja (X Región sur) y Huepo (Golfo de Arauco)

Proyecto FIRA 2017-55

MODELO

- Forma de interpretar los datos desde una perspectiva de la dinámica poblacional







Recursos y datos (FOP, SERNAPESCA)

Especie	Capturas	Índice de abundancia	Composiciones de tallas
Juliana	2000-2017	Densidad local: 2008; 2013; 2015-2016	2010-2016
Almeja	1967-2016	CPUE: 1996-2016	1986-1989; 1994; 1996-2016
Huipo	1989-2017	CPUE: 1996-2017	1996-2017
Huíro negro	Desembarques 2000-2017	Esfuerzo * Predos 2004-2017	

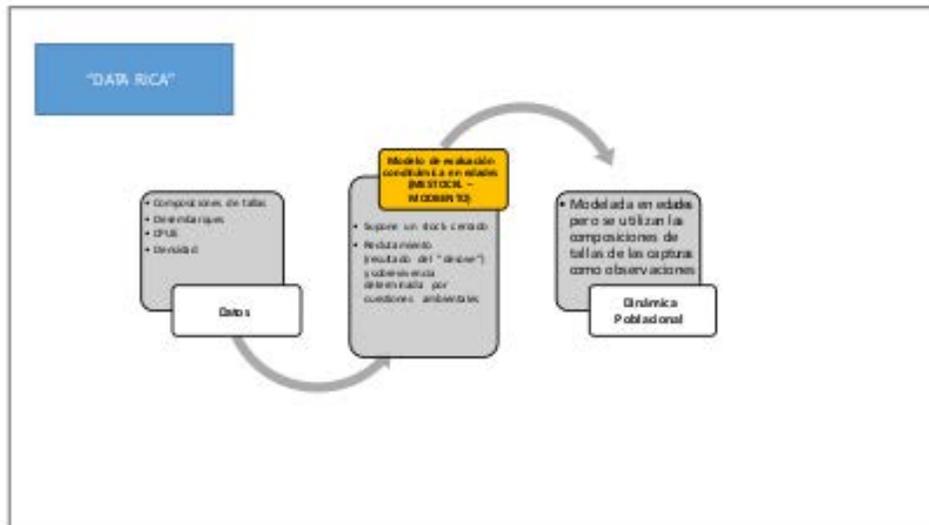
Especie	L_{∞} (mm)	k	L_0 (mm)	M	Edades	$L_{50\%}$ (mm)
Juliana	41.15	0.27	23	0.40	2-10	<20
Almeja	96.90	0.13	35	0.28	1-12	39
Huipo	220.0	0.16	80	0.21	2-12	104

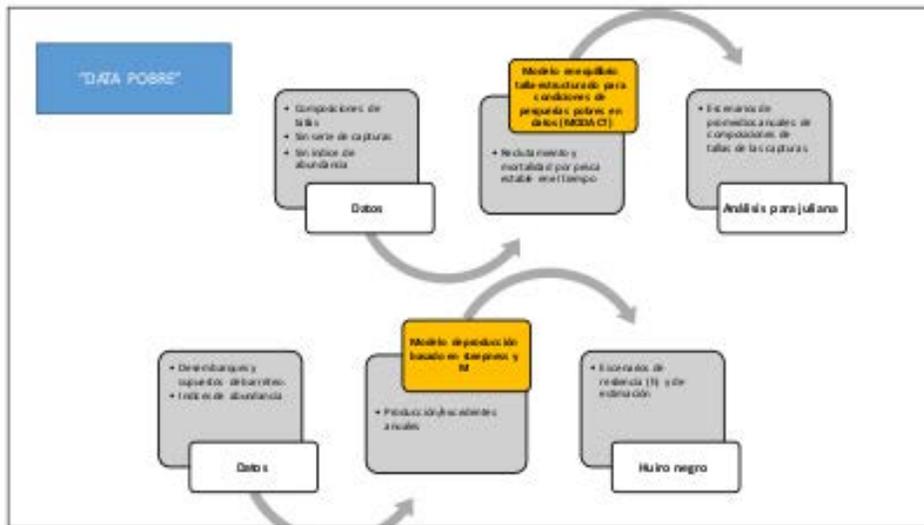




Recursos y modelos

Recurso - Región/ zona	Modelo de análisis
Huíro negro - El Región	Agotamiento/producción
Almeja -X Región Chileo sur	Edad-estructurado y talla-estructurado MESTOCK MODTALLASLL
Juliana - Mar interior Chiloe	Edad-estructurado y talla-estructurado MESTOCK MODTALLASLL
	Edad-estructurado en equilibrio 2-7 años MODACT
Huero - Golfo de Arauco	Edad-estructurado y talla-estructurado MESTOCK MODTALLASLL





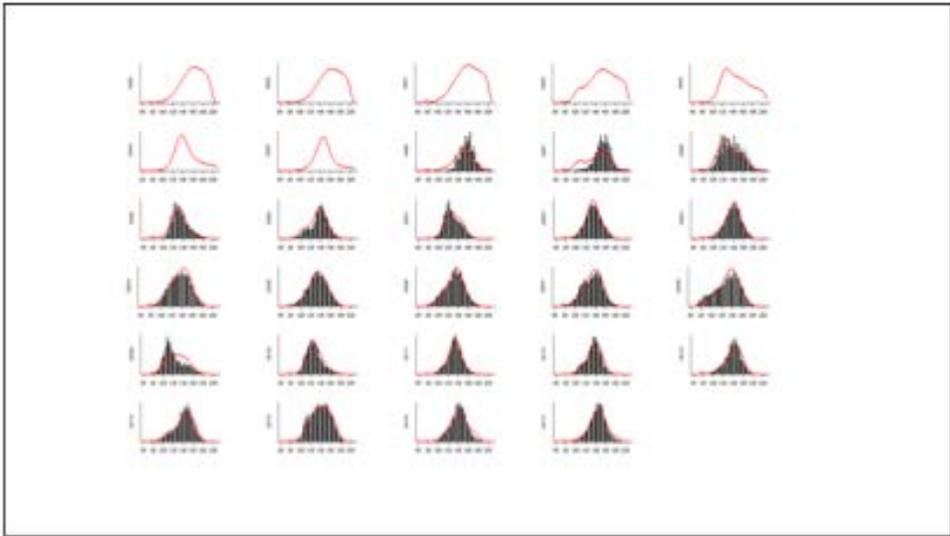


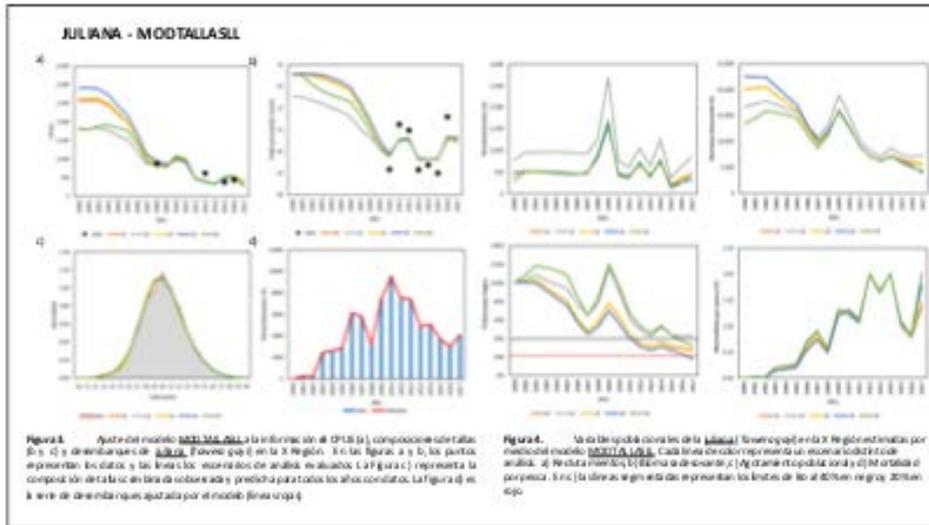
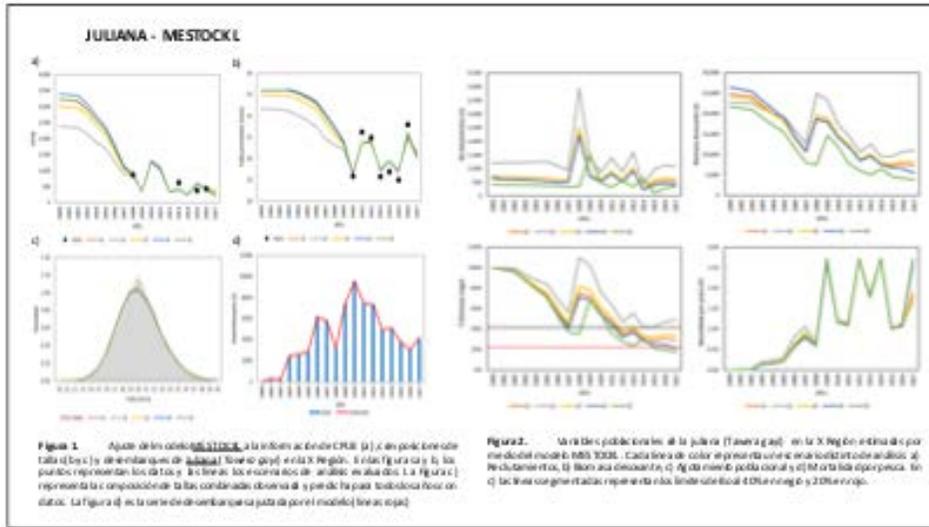
Modelo	Dinámica poblacional	Tipo de datos	
MESTOCKL	Edades, Mortalidad y reclutamiento temporal a la edad	Series de capturas e índices	
MODTALLASL	Tallas, Mortalidad y reclutamiento temporal a la talla	Series de capturas e índices	
MODACT	Edades, Mortalidad y reclutamiento constante (equilibrio)	Capturas a la talla promedios	
MODPROD	Agregada, Producción de excedentes	Capturas (barroteo) totales	

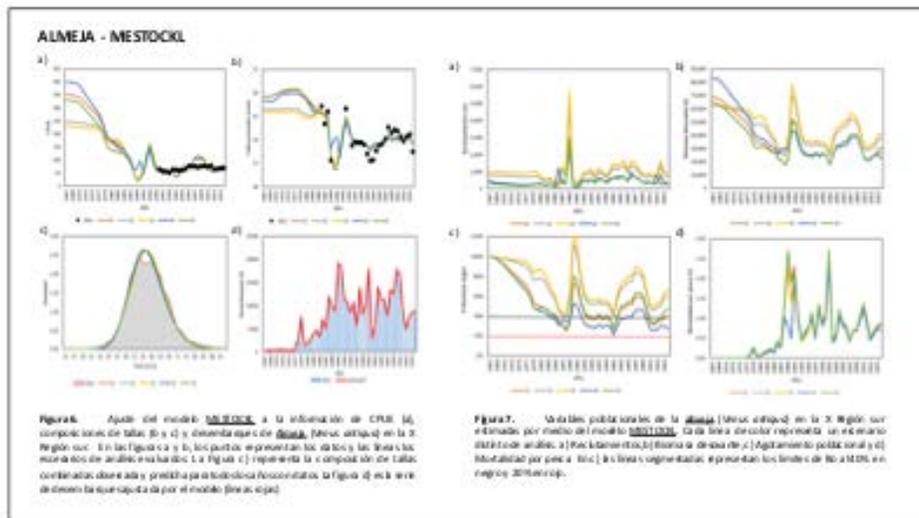
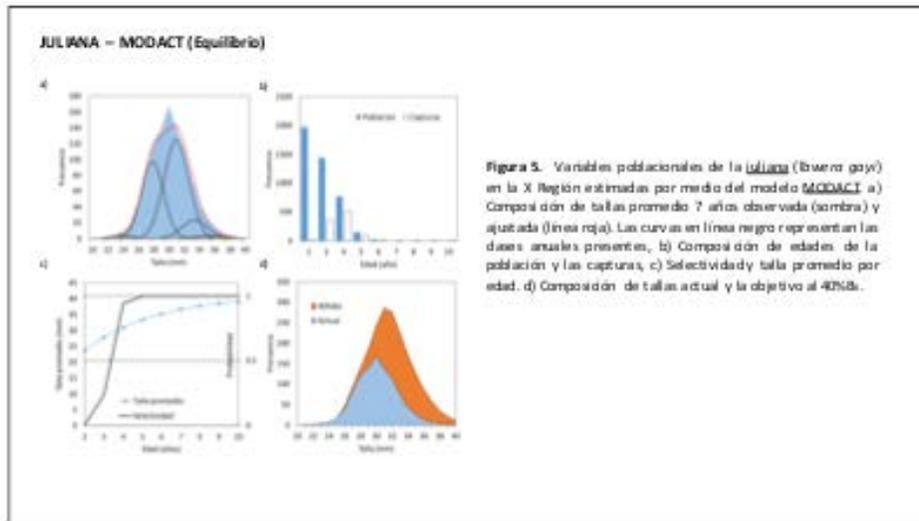
Tabla 2. Principales parámetros que condicionaron los escenarios de análisis según modelo empleado para la evaluación de los recursos almeja, juliana y huipilo.

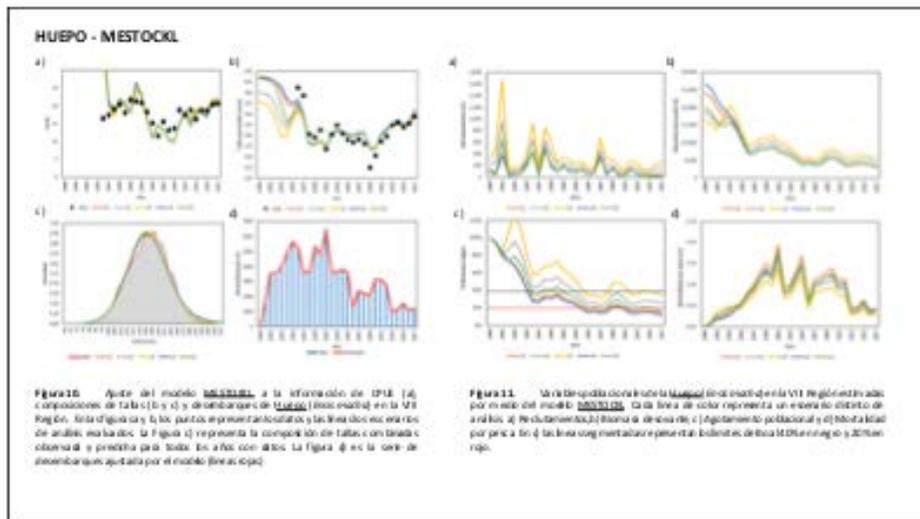
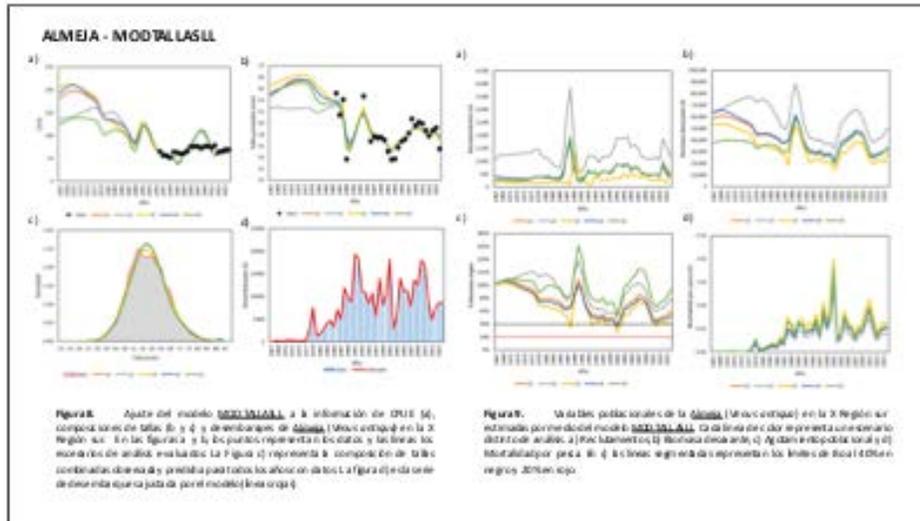
	Escenario	MestockL			Mod tallasL			
		M	h	αR	M	h	α	αR
Juliana	s1	0.4	0.75	0.6	0.4	0.75	?/0	0.6
	s2	0.6	0.75	0.6	0.6	0.75	?/0	0.6
	s3	estimado	0.75	0.6	0.4	0.75	estimado	0.6
	s4	0.4	0.50	0.6	0.4	0.50	?/0	0.6
	s5	0.4	0.75	1.0	0.4	0.75	?/0	1.0
Almeja	s1	0.28	0.75	0.6	0.28	0.75	?/0	0.6
	s2	0.42	0.75	0.6	0.42	0.75	?/0	0.6
	s3	estimado	0.75	0.6	0.28	0.75	estimado	0.6
	s4	0.28	0.50	0.6	0.28	0.5	?/0	0.6
	s5	0.28	0.75	1.0	0.28	0.75	?/0	1.0
Huipilo	s1	0.21	0.75	0.6	0.21	0.75	?/0	0.6
	s2	0.32	0.75	0.6	0.32	0.75	?/0	0.6
	s3	estimado	0.75	0.6	0.21	0.75	estimado	0.6
	s4	0.21	0.5	0.6	0.21	0.50	?/0	0.6
	s5	0.21	0.75	1.0	0.21	0.75	?/0	1.0

M: mortalidad natural
h: intensidad de la relación S/R (0.2 – 1.0)
?: desv. std del reclutamiento









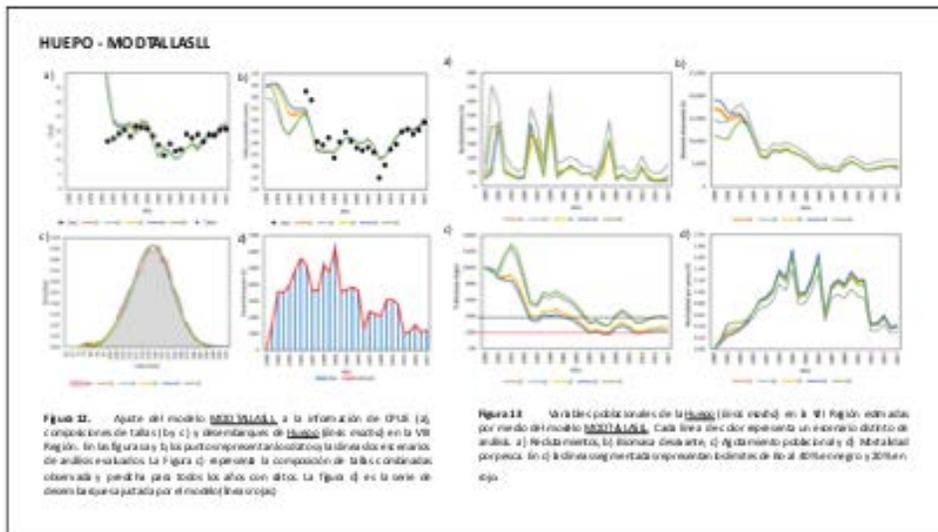


Tabla 3. Resumen de variables poblacionales y puntos de referencia de juliana, almeja y huepo estimados por medio del modelo **MESTOCKL** para diferentes escenarios de análisis. LL es el negativo de la log-verosimilitud

Recurso	Escenario	SD_0	R_0	SD_{95}	SD/SD_0	$SD_{95,10}$	$F_{2,95,2}$	LL	LL-min(LL)
Juliana	s1	24,859	628	9,943	0.29	7,291	1.88	8.14	3.06
	s2	22,737	1,197	9,095	0.49	11,077	1.69	8.14	2.88
	s3	24,061	727	9,624	0.34	8,115	1.80	8.14	2.94
	s4	26,404	667	10,562	0.21	5,443	2.62	8.14	3.02
	s5	21,672	422	8,699	0.18	3,835	2.72	8.11	0.00
Almeja	s1	68,588	388	27,435	0.40	27,120	0.88	5,427	15.11
	s2	62,495	814	24,988	0.60	37,779	0.83	5,419	7.06
	s3	62,953	995	25,181	0.66	41,295	0.83	5,418	6.49
	s4	83,163	529	33,265	0.27	22,733	0.71	5,449	37.51
	s5	64,993	363	25,921	0.47	30,485	0.83	5,452	0.00
Huepo	s1	24,233	121	9,693	0.14	3,456	0.43	5,595	15.08
	s2	18,635	208	7,454	0.26	4,808	0.34	5,582	2.27
	s3	16,353	304	6,541	0.35	5,786	0.29	5,580	0.00
	s4	26,649	136	10,659	0.11	3,053	0.41	5,611	30.65
	s5	19,982	99	7,993	0.16	3,216	0.40	5,581	1.11

$SD_{95} = 40 \% SD_0$



Tabla 4. Resumen de variables poblacionales y puntos de referencia de juliana, almeja y huapo estimados por medio del modelo MODTALLASLL para diferentes escenarios de análisis. LL es el negativo de la log-verosimilitud

Recurso	Escenario	BD_0	R_0	BD_{max}	BD_0/BD_0	$BD_{0.95}$	$F_{20,32}$	LL	LL-min(LL)
Juliana	s1	20,005	45.3	8,002	0.28	5,571	1.38	821	3.16
	s2	16,550	785	6,620	0.44	7,250	1.34	821	2.62
	s3	19,952	452	7,981	0.27	5,448	1.48	820	2.25
	s4	22,410	489	8,964	0.18	3,944	1.80	822	3.61
	s5	13,287	307	5,315	0.32	4,283	2.01	818	0.00
Almeja	s1	56,461	409	22,585	0.59	33,136	0.51	5,428	13.18
	s2	64,136	1,077	25,655	0.79	50,542	0.39	5,418	3.31
	s3	52,497	216	20,999	0.55	28,998	0.58	5,415	0.00
	s4	61,312	421	24,525	0.53	32,239	0.51	5,431	16.29
	s5	36,497	262	14,599	0.94	34,262	0.53	5,418	2.95
Huapo	s1	16,871	71	6,748	0.27	4,487	0.39	5,581	14.27
	s2	14,747	169	5,899	0.39	5,728	0.30	5,573	6.31
	s3	17,372	68	6,949	0.27	4,630	0.37	5,577	10.34
	s4	19,002	59	7,601	0.21	4,008	0.42	5,587	19.81
	s5	11,291	52	4,516	0.38	4,295	0.37	5,567	0.00

$BD_{max} = 40\%BD_0$

Tabla 5. Resumen de variables poblacionales y puntos de referencia de juliana estimadas por medio del modelo MODACT para diferentes escenarios de análisis. LL es el negativo de la log-verosimilitud

Escenario	Años prom	-LL	R_0	%SPRo(\neq Fcr)	Fcr	F40%	F20%
S1	7	11.90	1.909	28%	1.423	0.615	3.775
S2	6	11.76	1.728	29%	1.507	0.635	4.095
S3	5	11.69	2.117	29%	1.702	0.685	2.155
S4	4	11.77	2.167	29%	1.507	0.635	4.095
S5	3	11.99	2.073	29%	1.283	0.605	3.985
S6	2	11.96	2.189	31%	1.125	0.615	4.595



Evaluación de las poblaciones de Hairo negro (*Lessonia berteauxana*) en la provincia de Atacama



SUPUESTOS

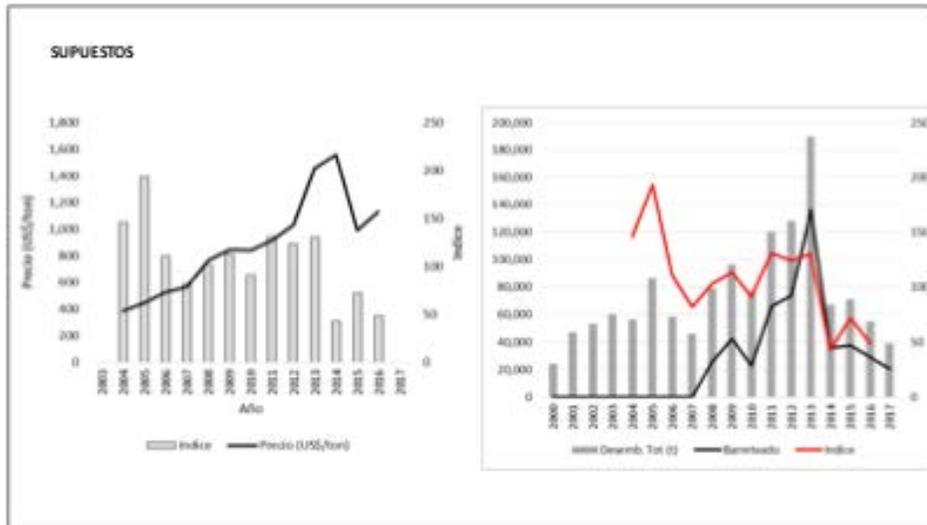
a) Desembarques y barroteo

- i) 2000-2007: No hay barroteado y los desembarques corresponden al 100% varado
- ii) 2008-2013: El alga barroteada es la diferencia entre el desembarque anual y el desembarque promedio 2000-2007.
- iii) 2014-2017: El alga barroteada corresponde a una proporción constante aplicado sobre el desembarque anual. Esta proporción corresponde a la calculada del promedio de alga barroteada 2008-2013

b) Índices de abundancia

Escenario 1: Como condición virginal se consideran las densidades de AMERB de 4 a 5 ind/m² año 2003-2004, mientras que para los años más recientes CESSO indica densidades 1 ind/m².

Escenario 2: El esfuerzo de pesca ha sido proporcional con la trayectoria que ha tenido el precio de venta de algas



ESCENARIOS DE ANALISIS

Escenario	Puerto	Índice abundancia	Crecimiento (%)
S1	Todos	Fijado	Fijo 0.8
S2	Todos	Densidad	Fijo 0.8
S4	Caldera	Densidad	Fijo 0.8
S5	Huasco	Fijado	Fijo 0.8
S6	Huasco	Densidad	Fijo 0.8
S8	Chañaral	Densidad	Fijo 0.8
S9	Todos	Fijado	Estimado h-TN (0.8, 0.5)
S13	Huasco	Fijado	Estimado h-TN (0.8, 0.5)
S17	Caldera	Fijado	Fijo 0.8
S18	Caldera	Fijado	Estimado h-TN (0.8, 0.5)
S19	Chañaral	Fijado	Fijo 0.8
S20	Chañaral	h-TN/USD	Estimado h-TN (0.8, 0.5)

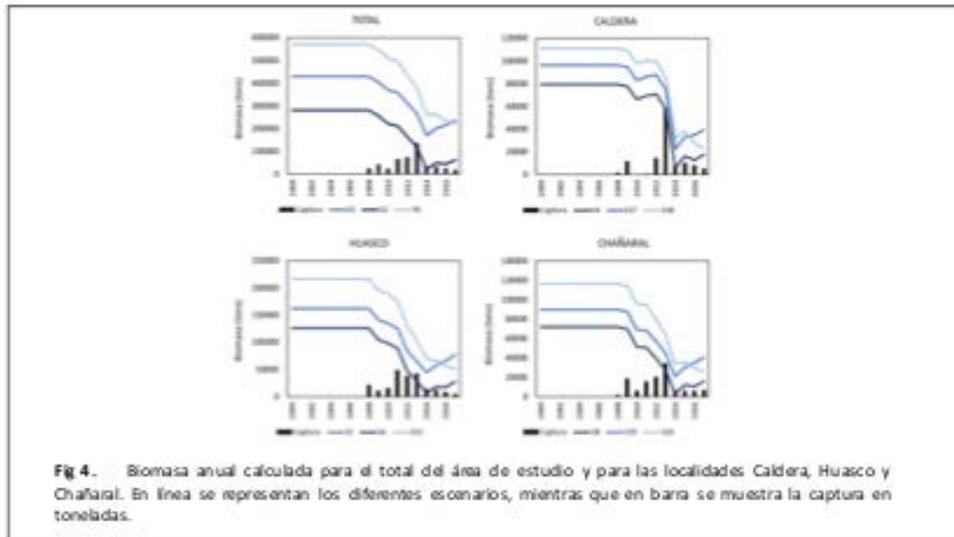
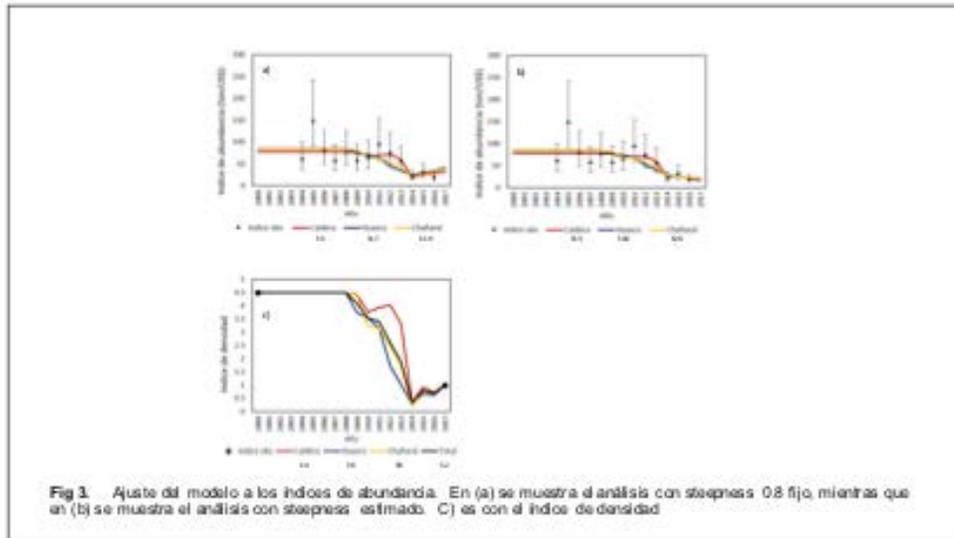




Tabla 5. Parámetros poblacionales obtenidos para los escenarios de análisis. La última columna indica el valor del negativo de la log-verosimilitud

Escenario	Puerto	h	Bo	RMS	σ _{ms}	F _{ms}	σ/Bo	σ/σ _{ms}	σ _{ms} /Bo	σ _{ms} /σ _{ms}	LL
S1	Todos	0.800	428,704.0	6,667.4	85,740.9	0.778	0.552	2.760	0.102	0.200	5.556
S2	Todos	0.800	280,933.0	4,3687.7	56,186.6	0.778	0.222	1.111	0.386	0.200	-
S4	Caldera	0.800	79,445.4	1,2354.5	15,889.1	0.778	0.222	1.111	0.398	0.200	-
S5	Huasco	0.800	162,227.0	2,5227.8	32,445.4	0.778	0.479	2.397	0.089	0.200	9.475
S6	Huasco	0.800	125,870.0	1,9573.9	25,174.0	0.778	0.222	1.111	0.248	0.200	-
S8	Chararal	0.800	72,031.8	1,1201.6	14,406.4	0.778	0.222	1.111	0.574	0.200	-
S9	Todos	0.223	569,990.0	5,124.6	275,109.0	0.019	0.387	0.801	0.109	0.483	5.094
S13	Huasco	0.223	216,830.0	1,949.1	104,699.0	0.019	0.238	0.494	0.134	0.483	6.437
S17	Caldera	0.800	96,275.8	1,4971.8	19,255.2	0.778	0.411	2.055	0.177	0.200	5.470
S18	Caldera	0.232	110,889.0	1,364.9	52,811.7	0.026	0.208	0.437	9.149	0.476	4.338
S19	Chararal	0.800	89,558.7	1,3927.2	17,911.7	0.778	0.453	2.265	0.227	0.200	7.830
S20	Chararal	0.223	116,465.0	1,046.9	56,212.9	0.019	0.223	0.462	14.775	0.483	5.616

Algunas consideraciones.....

- Series de capturas,... que tan ajustadas a la verdad o son mas bien índices de captura?
- Escala espacial y el supuesto de stock cerrado
- Conectividad/metapoblaciones y relación S/R (verificar via MO)
- Parámetros de historia de vida (existe información)
- Tendencia a series de CPUE poco informativos (hiper-estables en la escala anual/espacial)
- Variabilidad del coeficiente de capturabilidad
- Series de comps de tallas muy exhaustiva
- Aplicabilidad y competencias para la aplicación (IFOP)



Fisheries Research 475 (2015) 58–67

Contents lists available at ScienceDirect

Fisheries Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/Fishres

Hierarchical statistical framework to combine generalized depletion models and biomass dynamic models in the stock assessment of the Chilean sea urchin (*Loxechinus albus*) fishery

Ruben H. Roa-Uretea^{a,*}, Carlos Molinet^b, Nancy Barahona^c, Pablo Araya^d

^a AOTI Tecnología, Marine Research Unit, Technological Campus UG, Salamanca, 48395, Spain
^b Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Los Peñas 574 Subsema Polifun, Puerto Montt, Chile
^c Instituto de Fomento Pesquero, Av. Blanca 829, Valpostruco, Chile

Primer Nivel de la Jerarquía – CatDyn
“generalized depletion models”

Year 1 (2000)				Year 2 (2001)				Year 2 (2017)			
Week	Catch	Effort	Mean Weight	Week	Catch	Effort	Mean Weight	Week	Catch	Effort	Mean Weight
3	C3	E3	W3	3	C3	E3	W3	6	C6	E6	W6
4	C4	E4	W4	4	C4	E4	W4	6	C6	E6	W6
5	C5	E5	W5	5	C5	E5	W5	7	C7	E7	W7
...
45	C45	E45	W45	45	C45	E45	W45	42	C42	E42	W42
46	C46	E46	W46	46	C46	E46	W46	43	C43	E43	W43

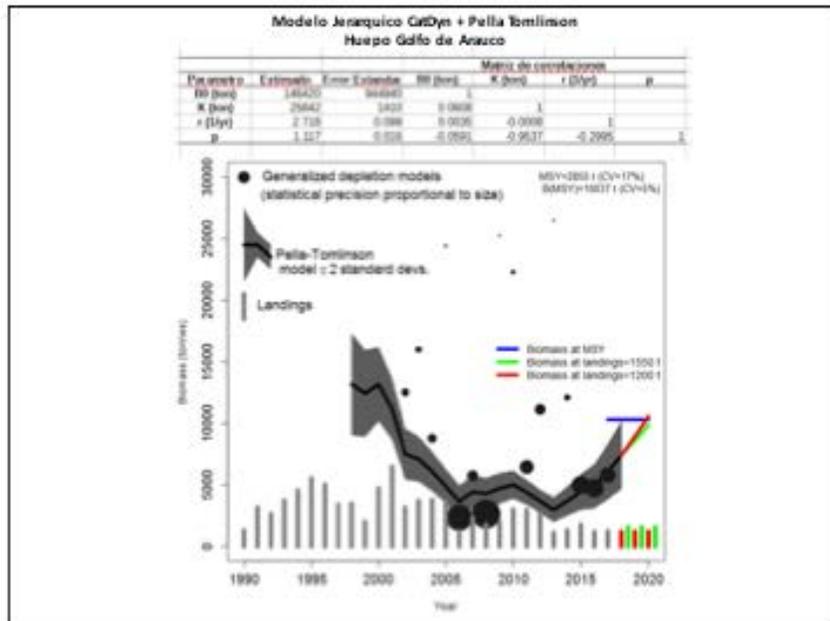
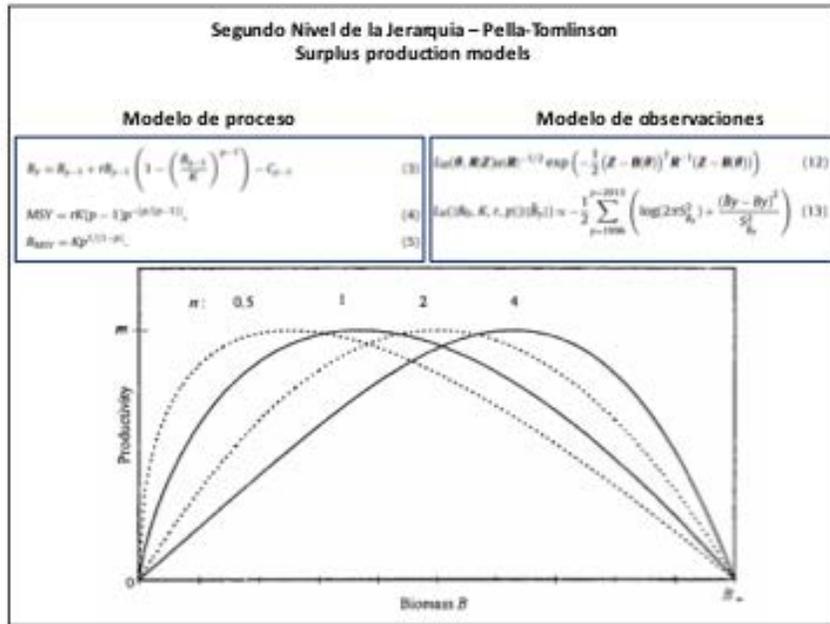
↓ CatDyn ↓ CatDyn ↓ CatDyn

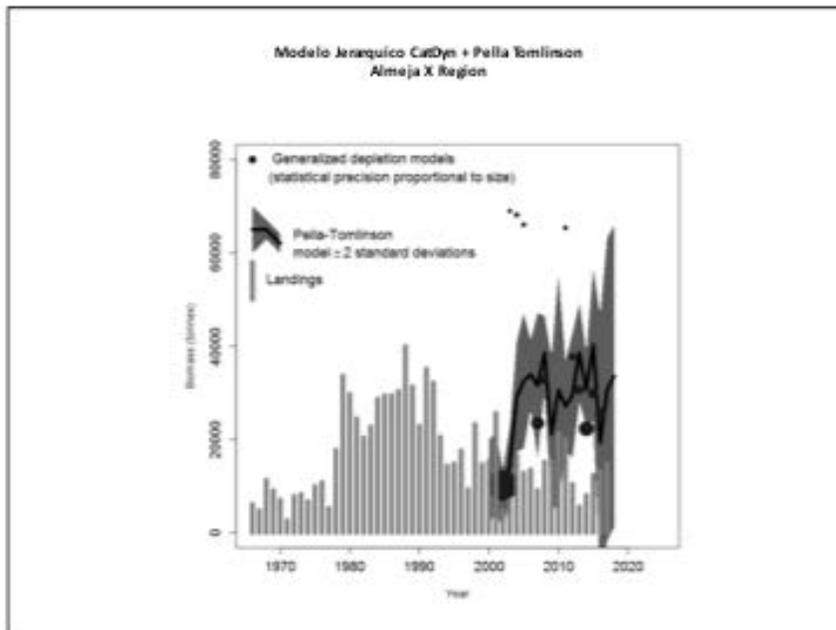
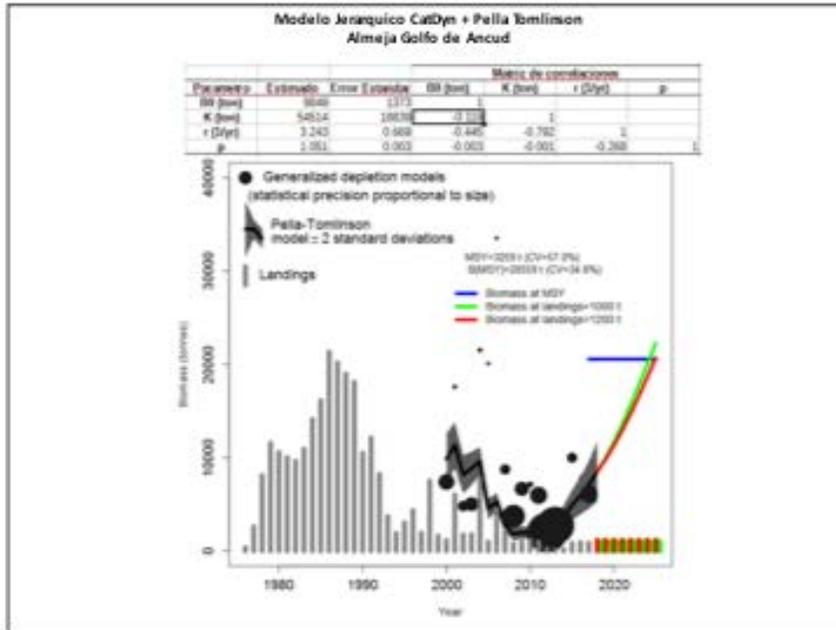
Biomass at week 0 year 2000 Biomass at week 0 year 2001 Biomass at week 0 year 2017

$$C_t = kE_t^\alpha N_t^\beta e^{-(M/2)t} = kE_t^\alpha \left(N_0 e^{-Mt} - e^{-(M/2)t} \sum_{i=1}^{t-1} C_i e^{-M(t-i-1)} + \sum_{i=1}^t P_i e^{-M(t-i)} \right)^\beta$$

$e^{-(M/2)t}$, $t > 0$, $C_t \geq 0$, $E_t \geq 0$, $k > 0$, $\alpha > 0$, $N_0 > 0$,
 $\alpha > 0$, $\beta > 0$, $M > 0$, $-N_0 e^{-M} \leq P_1 \leq +\infty$ (1)

$$\hat{N}_{0,Total} = \hat{N}_0 + \sum_1^4 P_i e^{Mt_i}, \quad \hat{B}_{0,Total} = \hat{N}_{0,Total} \bar{W}_0$$
 (2)







7.12 Anexo 4.3. Acta Taller de Resultados

Acta Taller de Resultados FIPA 2017-55

Programa de Trabajo

Valparaíso, martes 9 de octubre de 2018

09:00 – 09:30	Bienvenida, Introducción del Proyecto FIPA 2017-55. Presentación de Resultados, Exploración de fuentes de información Dr. Carlos Molinet
09:30 – 12:30	Presentación de Resultados de la Revisión de Metodologías de Evaluaciones Indirectas Dr. Rubén Roa-Ureta y Dr. Cristian Canales.
15.00 – 18:00	Discusión, aplicación de metodologías.

Objetivo del Taller de Trabajo

Presentación aplicación de metodologías de evaluación indirecta para 4 estudios de caso de pesquerías bentónicas”.

Presentaciones

1. Introducción y Análisis de Fuentes de Información. Dr. Carlos Molinet
2. Análisis de las poblaciones de los recursos Huiro negro (III Región), Juliana (X Región), Almeja (X Región sur) y Huevo (Golfo de Arauco). Dr. Cristian Canales
3. Evaluación Modelo Jerarquico, CatDyn y Pella Tomlinson. Dr. Rubén Roa-Ureta

Discusión

Debe remarcarse que Pesquerías pobres en datos y Pesquerías bentónicas no son equivalentes: la estructura espacial persistente de las pesquerías bentónicas genera problemas específicos, como son por ejemplo una tendencia al agotamiento serial e hiperestabilidad en los indicadores de captura por unidad de esfuerzo (CPUE), aún en casos ricos en datos. Por esta causa, no todos los métodos propuestos en la literatura para evaluar pesquerías pobres en datos son aplicables al caso de pesquerías con estructura espacial persistente.

Sobre la exploración de fuentes de información, a una escala espacial regional, existen registros de captura (desembarque) para un total de 375 stock pesqueros de especies bentónicas entre los años 2000 y 2016, entre los cuales se encuentran a 85 stock dentro



del Seguimiento Bentónico de IFOP, con monitoreo de captura/esfuerzo, monitoreo biológico y de tallas, 204 stock, con evaluaciones directas como parte del Sistema de Areas de Manejo, 25 con evaluaciones directas realizadas a través de proyectos del Fondo de Investigación Pesquera y 88 recursos con información publicada de parámetros biológicos.

Sobre la suficiencia de datos, se discute y concuerda que existe una variedad de fuentes de información confiables y gran cantidad de datos a nivel regional, sin embargo se requiere de un mayor análisis que permitan clasificar los stock a un nivel espacial más pequeño según su disponibilidad de información (data pobre o data rica) y una clasificación del tipo de datos.

La administración pesquera necesita de recomendaciones para el manejo de pesquerías, las que pueden provenir de evaluaciones de stock, sin embargo, la evaluación indirecta de una pesquería, por si sola no es suficiente, sino que estas deben ser combinadas con herramientas de manejo, definiendo objetivos como por ejemplo un nivel de RMS, para que las medidas y/o manejo sean evaluadas con el fin de lograr el objetivo propuesto. Por ejemplo, IFOP a través del departamento de evaluación de recursos, anualmente realizan varias evaluaciones indirectas de recursos bentónicos, pero solo la pesquería del recurso erizo en la zona contigua, posee objetivos de manejo.

Una tarea pendiente además de la definición de puntos de referencia para pesquerías bentónicas, es establecer una metodología de evaluación para la toma de decisiones que puedan ser replicadas año a año, definiendo líneas de trabajo permanentes en el tiempo.



7.13 Anexo 4.4. Lista de Asistencia Taller de Resultados.



FIPA 2017-55

Taller de Resultados de Evaluación de Stock

"Evaluación de la aplicación de metodologías de Evaluación Indirecta de Stock de Pesquerías Bentónicas como insumo para el Manejo Pesquero"

LUGAR Y FECHA: 09-10-2018/VOLPA RM50

NOMBRE	INSTITUCION	FIRMA
ANDRÉS VENEZAS ALBA	Subfisco	
CRISTINA ALBA LOPEZ	PUCV	
Oscar Gallo Huan	IFOP	
NAHCY BARAHONA TOLEDOS	IFOP	
Gabriel Jerez Arredondo	SSP-URB	
MAURICIO SANCHEZ G	PUCV	
Cristian Pineda	PUCV	
ANTONIO GONZALEZ C.	SSPA	
Carlos Techerita T.	IFOP	
MAURICIO MALDONADO	IFOP	
M ^o Alejandra Pinto B.	URB-SSPA	
Lorena Purolo	URB-SSPA	



FIPA 2017-55

Taller de Resultados de Evaluación de Stock

"Evaluación de la aplicación de metodologías de Evaluación Indirecta de Stock de
Pesquerías Bentónicas como insumo para el Manejo Pesquero"

LUGAR Y FECHA: 09-10-2018 / VALPARAISO

NOMBRE	INSTITUCION	FIRMA
VEDÓNICA MADRID	URB-SSPA	
CRISTIAN ESCALONA S.	URB-SSPA	
Nicole Melvano B.	URB-SSPA	
Javier Rivera V.	SSPA	
Carlos Molinet	UACH	
Lucas Henríquez	UACH	



7.14 Anexo 5.1. Invitación Taller de Difusión de Resultados



INVITACION

Por medio de la presente les invito a participar del **Taller de Difusión** del Proyecto FIPA 2017-55 "Evaluación de la aplicación de metodologías de evaluación indirecta de stock de pesquerías bentónicas como insumo para el manejo pesquero".

El taller tiene como objetivo difundir los principales resultados obtenidos de la evaluación de la aplicación de metodologías de evaluación indirecta de pesquerías bentónicas con distinta disponibilidad de datos.

El taller será realizado el día 20 de Marzo de 2019 entre las 9.30 y 13 horas, en la Sala Reuniones Piso 20 de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, en la ciudad de Valparaíso, y en la sala de reuniones de la Dirección Zonal Región de Los Lagos, en Puerto Montt.

Agradeciendo su atención y esperando contar con su participación les saluda atentamente

Carlos Molinet Flores
Director del Proyecto

Confirmar a e-mail: cmolinet@uach.cl, henriquezlr@gmail.com



7.15 Anexo 5.2. Presentación Taller de Difusión de Resultados





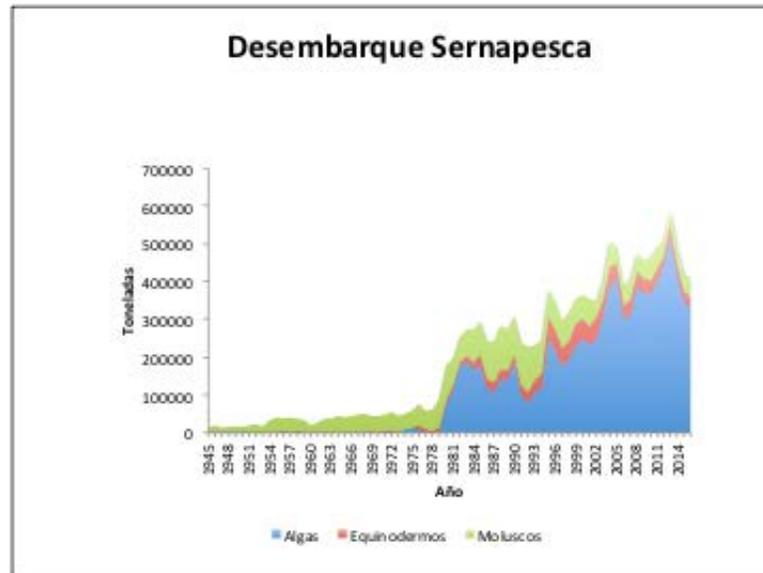
Objetivos

Objetivo general

- Analizar y proponer las condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks para ser usado como herramienta de manejo de pesquerías bentónicas.

Objetivos específicos

1. Revisión, sistematización y clasificación (generando bases de datos) de literatura científica, nacional e internacional sobre métodos indirectos de evaluación de stocks utilizados para la administración de pesquerías, con particular atención a aquellos que han sido utilizados para la evaluación de recursos bentónicos.
2. Descripción detallada de las metodologías y requerimientos de información para los diferentes métodos indirectos de evaluación de recursos bentónicos identificados en objetivo anterior.
3. Selección de dos casos de estudio para pesquerías bentónicas de data pobre y dos casos de estudio para pesquerías de data rica.
4. Diseño e implementación de evaluación indirecta de stocks para casos de estudio seleccionados. Desarrollando criterios para la identificación de unidades poblacionales y escalas espaciales a emplear, en función de las especies seleccionadas.
5. Proponer las condiciones para la aplicación de métodos de evaluación indirecta de stocks, identificando brechas de conocimiento y/o información, junto con líneas de acción para subsanar vacíos existentes.



Programa taller metodológico

- **Objetivo:** Presentación y discusión de los principales resultados relativo a la aplicación de modelos de evaluación indirecta de stock bentónicos.



- **Miércoles 20 de marzo de 2019**

-

- 09:30 – 10:00 Bienvenida, introducción y objetivos del Proyecto FIPA 2017-55.

- Dr. Carlos Molinet F.

-

- 10:00 – 11:00 Presentación de Resultados de la Revisión de Metodologías, Exploración de fuentes de información, Aplicación de Evaluación Indirecta.

- Dr. Carlos Molinet

- Dr. Rubén Roa-Ureta

- Dr. Cristian Canales.

-

- 11.00 – 13:00 Discusión Final.

Taller



Apunte

- Debe remarcarse que **Pesquerías pobres en datos** y **Pesquerías bentónicas**- no son equivalentes: la estructura espacial persistente de las pesquerías bentónicas genera problemas específicos, como son por ejemplo una tendencia al agotamiento serial e hiper-estabilidad en los indicadores de captura por unidad de esfuerzo (CPUE), aún en casos ricos en datos. Por esta causa, no todos los métodos propuestos en la literatura para evaluar pesquerías pobres en datos son aplicables al caso de pesquerías con estructura espacial persistente.

Principales metodologías potencialmente aplicables a recursos bentónicos

Basado en Punt et al (2013)



Nº	Metodología	Tipo de Delineo	País de Origen	Largo de Strand	Coste Relativo	Definición	Definición de Independencia	Definición de Área	País de Origen de Manejo	Referencia
1	Deposición en el Mar de Gaviotas	Deposición	Brasil	Múltiple, variable	Ninguna	Captura (pesca)	M	Puerto	CT P	Mac C et al 2002
2	Evaluación de la biomasa de la zona de cultivo	Deposición	Brasil	Múltiple	Ninguna	Captura (pesca) / Evaluación de la zona	Indicador de biomasa	Muestreo	CT P	Ferreira et al 2007
3	Control de la biomasa	Deposición	Diferenciado	Intensidad	Peso	Captura (pesca) / Evaluación	Ninguna	Muestreo	Tasa de explotación	Ricci et al 2010
4	Muestreo de la biomasa de la zona de cultivo	Deposición	Brasil	Múltiple	Peso	Captura (pesca) / Evaluación	Ninguna	Muestreo	Tasa de explotación	Ricci et al 2010
5	Deposición de la biomasa de la zona de cultivo	Deposición de la biomasa	Brasil	Múltiple	Ninguna	Captura (pesca)	Muestreo de la biomasa, costo de explotación	Muestreo	CT P	Dick Miller et al 2010, Cuello et al 2010
6	Muestreo de la biomasa de la zona de cultivo	Deposición de la biomasa	Brasil	Múltiple	Peso	Captura (pesca) / Evaluación	Ninguna	Muestreo	CT P	Ricci et al 2010
7	Regulación de la biomasa de la zona de cultivo	Ninguna	Brasil	Múltiple	Evaluación de la biomasa	Captura (pesca)	Indicador de biomasa, evaluación de la biomasa	Muestreo	Tasa de explotación	Jardim et al 2010
8	Regulación de la biomasa de la zona de cultivo	Deposición	Brasil	Múltiple	Evaluación de la biomasa	Evaluación	Ninguna	Muestreo	Tasa de explotación	Franco et al 2010
9	Regulación de la biomasa de la zona de cultivo	Ninguna	Brasil	Múltiple	Evaluación de la biomasa en las áreas de cultivo	Ninguna	Ninguna	Muestreo	Tasa de explotación	Therrien et al 2010
10	Regulación de la biomasa de la zona de cultivo	Propagación de la biomasa	Brasil	Múltiple	Evaluación de la biomasa	Captura (pesca) / Evaluación	Evaluación de la biomasa, evaluación de la biomasa	Muestreo	CT P	Ferreira et al 2010
11	Regulación de la biomasa de la zona de cultivo	Propagación de la biomasa	Brasil	Múltiple	Evaluación de la biomasa	Captura (pesca) / Evaluación	Evaluación de la biomasa, evaluación de la biomasa	Muestreo	CT P	Ferreira et al 2010, Cuello et al 2010

Fuentes de Información

- **Sernapesca:** Registro de capturas por región y en algunos casos por puertos de desembarque.
- **Seguimiento bentónico (IFOP):** Monitoreo de captura, esfuerzo, talla y peso para pesquerías bentónicas (algunas)
- **AMERBs:** Evaluaciones directas de áreas específicas. Se obtiene densidad, área de distribución, talla, entre otros
- **Evaluaciones directas:** Realizadas sobre bancos específicos o para caracterizar áreas extensas. Estudios puntuales.
- **Parámetros Biológicos:** Estudios puntuales financiados por el FIPA u otra institución



Utilizando una escala espacial regional se identifican 375 "stocks" pesqueros de especies bentónicas, con disponibilidad de datos en las distintas fuentes de información.

Región	Sernapesca	Seg Ben.	AMERBs	Eval.Dir	Par. Biol
1	15	9	14	3	6
2	30	2	14	3	8
3	31	2	12	2	8
4	38		22	3	7
5	31		12	3	6
6	20		14	2	4
7	24		12	1	5
8	41	18	24	3	9
9	14		1		1
10	45	21	36	1	12
11	24	2	13		9
12	17	10	3	1	3
14	31	12	19	3	7
15	14	9	5		3
Total	375	85	201	25	88

Tabla 3.9. Identificación de metodologías de evaluación indirecta aplicables a stocks bentónicos en una escala espacial regional considerando la información disponible de distintas fuentes para pesquerías bentónicas chilenas.

Stock Bentónicos	Registro Desembarque Sernapesca	Monitoreo Pesquero POP	Monitoreo AMERBs	Evaluaciones Directas	Estudios Paramétricos Biológicos	Clasificación metodologías (Tabla 2.7)	Número de stocks en escala regional
Animales acuáticos y sedentarios	Sede continua de Captura total (Captura en peso)					1 (B4)	46
	Sede Continua de Captura total (Captura en peso)	Captura esfuerzo talaspeo	Información independiente	Información independiente	Información independiente	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 (B4-5)	13
	Sede Continua de Captura total (Captura en peso)				Información independiente	1, 5 (B4)	12
	Sede Continua de Captura total (Captura en peso)	Captura esfuerzo talaspeo				1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 (B4-8)	26
	Sede Continua de Captura total (Captura en peso)		Información independiente	Información independiente		1, 8, 10, 11 (B4-V)	37
	Sede Discontinua de Captura total (Captura en peso)						114
Algas	Sede continua de Captura total (Captura en peso)					1 (B4)	38
	Sede Continua de Captura total (Captura en peso)		Información independiente	Información independiente		1, 8, 10, 11 (B4-V)	45
	Sede Discontinua de Captura total (Captura en peso)						44
Total	Total						375



• Ver tabla 3.10



Estudios de caso



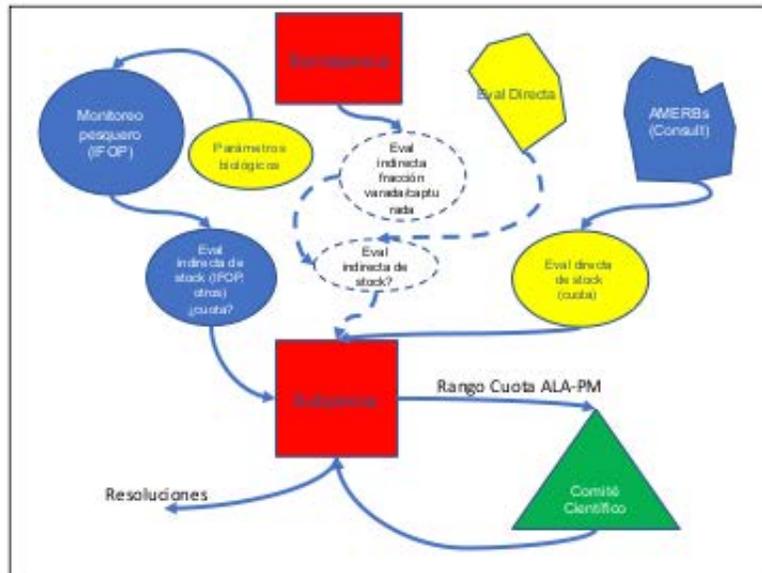
Selección de especies para aplicar metodologías de evaluación indirecta en este proyecto

Especie	Región	Plan de Manejo	Data disponible	Modelo
Almeja (Venus antiqua)	X región	i) Los Lagos ii) Bahía Añud iii) Los Lagos Sur	i) Desembarque, seguimiento bentónico, AMERBS, evaluaciones directas, parámetros biológicos	ii) Modelo Jerárquico (BA) (M-I) iii) Modelo Jerárquico (X) (M-I) iv) (MESTOCKL – MODBENTO) (M-I)
Juliana (Tawera gayi)	X región	PM Juliana	i) Desembarque, seguimiento bentónico (sólo captura), AMERBS, evaluaciones directas, parámetros biológicos	ii) Modelo en equilibrio talia-estructurado (MODACT), (MODTALLASL)
Huero negro (Lessoni a berteroana)	III región	PM región	i) Desembarque, AMERBS, evaluaciones directas, parámetros biológicos	ii) Agotamiento stock, índices de abundancia (AMERBS, Predcos) (M-IV)
Huepo (Ensis macha)	VIII región	PM Golfo de Arauco	i) Desembarque, seguimiento bentónico, AMERBS, evaluaciones directas, parámetros biológicos	ii) Modelo jerárquico (M-IV) iii) Modelo de evaluación con dinámica en edades (MESTOCKL – MODBENTO) (M-IV)

Discusión



Sobre las fuentes de información y su uso





Final discusión

- Visión de la estructura y funcionamiento de la recolección de información de recursos bentónicos en Chile.
- ¿Podemos integrar la información?
- ¿Podemos maximizar su uso?
- ¿Qué hacemos cuando la información es insuficiente?

Discusión

- Aplicación de modelos
- Integración de la data
- Líneas de trabajo
 - Monitoreo bentónico
 - Evaluaciones directas (red de estaciones)
 - AMERBs como red de estaciones
 - Parámetros biológicos



Conclusiones

- En los últimos años ha existido un gran desarrollo de metodologías de evaluación de stocks para pesquerías pobres o limitadas en datos y aunque los recursos bentónicos pueden ser ricos en datos casi siempre carecen de largas series de tiempo de datos de captura a la edad.
- Las metodologías desarrolladas van desde las más simples que utilizan sólo la serie de tiempo de capturas anuales hasta las más sofisticadas que integran una dinámica basada en tallas más información auxiliar, pasando por metodologías que sólo usan datos de capturas y esfuerzos por pasos de tiempo rápido.
- No es recomendable aplicar las metodologías más simples, que sólo usan la historia anual de capturas, por tener demasiados supuestos de dudosa validez.
- 84 pesquerías bentónicas chilenas sólo cuenta con datos de capturas mientras que 133 tienen datos suficientes para aplicar metodologías de evaluación de stocks de complejidad intermedia a alta.
- Dos grupos de metodologías, aquellas derivadas de los procesos de depleción intra-anuales con paso de tiempo rápido (día, semana o mes) combinada con modelo de excedente productivo (modelo jerárquico) y aquellas derivadas de la dinámica de poblaciones talla-estructurada, se destacan por su aplicabilidad, completitud, y aptitud para explotar las bases de datos existentes.
- 39 pesquerías bentónicas chilenas cuentan con datos de monitoreo pesquero por parte de IFOP y por lo tanto pueden ser analizadas con modelos jerárquicos y con modelos de dinámica de poblaciones talla-estructurados.

Conclusiones

- Considerando los intereses de la Subsecretaría de Pesca y la opinión de los expertos reunidos en un Taller de Trabajo, se seleccionaron dos casos de estudio pobres en datos (huero negro del norte, juliana de mar interior de Chiloé) y dos casos de estudio ricos en datos (huepo del Golfo de Arauco y almeja de la X Región).

Modelos integrados de dinámica en edades o tallas

- Tanto los modelos basados en dinámica en edad o dinámica en tallas aplicados sobre huepo, navajuela y almeja no mostraron diferencias significativas. Estos modelos proporcionaron resultados consistentes, independiente de las escalas espaciales empleadas. Estos modelos permitieron conocer aspectos hasta ahora desconocidos sobre la variabilidad de los reclutamientos, selectividad y mortalidad por pesca del huepo, navajuela y almeja.
- Los modelos integrados fueron robustos en las distintas escalas espaciales y permiten también analizar efectos de hiperestabilidad de los datos. Sin perjuicio de esta característica, la escala espacial resulta crítica a la hora de definir unidades poblacionales para fines de evaluación de stock de recursos bentónicos.



Conclusiones

- Una de las principales desventajas en la aplicación de los modelos integrados de evaluación de stock, es la calidad de los datos/información respecto de procesos y parámetros claves. Todos los análisis fueron realizados en un marco bayesiano (estimación condicional) sobre la base de hipótesis de parámetros desconocidos, destacándose por ejemplo, que las escalas pueden variar entre escenarios pero no así la tendencia relativa para fines de diagnóstico de poblaciones.
- De manera complementaria, se recomienda examinar el desempeño de modelos integrados de evaluación de stock considerando las estimaciones del modelo de agotamiento (CatDyn) como índices de abundancia a inicios de temporada. Esto podrá ser evaluado examinando la consistencia entre la tendencia de las estimaciones de CatDyn y la variación de la proporción de los individuos grandes.
- Todos los modelos analizados se consideran aptos para la evaluación de recursos bentónicos, y su aplicación dependerá de las ventajas comparativas relativas a las necesidades de manejo pesquero, por ejemplo, el impacto de la tala mínima legal o escenarios de decisión frente a cambios de régimen en los reclutamientos, entre otros.

Conclusiones

Modelos de agotamiento y de producción en biomasa

- El modelo de agotamiento-stock reduction analysis aplicado a la dinámica de huero negro permitió evaluar distintos aspectos de la resiliencia y productividad de estas poblaciones (e.g. RMS). La incorporación de una medida de abundancia relativa basada en el precio promedio por unidad de peso, permitió generar estimaciones más coherentes del tamaño poblacional y las estimaciones fueron sensibilizadas a diversos escenarios de resiliencia basada en la relación stock/recluta y mortalidad natural.
- El modelo jerárquico fue implementado sin dificultades a la base de datos de huepo del Golfo de Arauco y todos los parámetros del modelo en la primera etapa y en la segunda etapa fueron obtenidos exitosamente de la maximización de funciones de verosimilitud.
- El modelo jerárquico fue implementado exitosamente a la base de datos de almeja de la Bahía de Ancud y falló cuando fue implementado a la base de datos de toda la X Región señalando que la escala espacial correcta del análisis es muy importante.
- Las condiciones de aplicación del modelo jerárquico son que los datos de captura en peso por semana y de peso medio por semana deben ser de buena calidad mientras que la calidad de los datos de esfuerzo no es muy determinante.



7.16 Anexo 5.3. Acta Taller de Difusión de Resultados

Taller de discusión resultados Proyecto FIPA 2017-55 Valparaíso 20 de marzo de 2019

Programa

Miércoles 20 de marzo de 2019

- | | |
|---------------|---|
| 09:30 – 10:00 | Bienvenida, introducción y objetivos del Proyecto FIPA 2017-55.
Dr. Carlos Molinet F. |
| 10:00 – 11:00 | Presentación de Resultados de la Revisión de Metodologías,
Exploración de fuentes de información, Aplicación de Evaluación
Indirecta.
Dr. Carlos Molinet
Dr. Rubén Roa-Ureta
Dr. Cristian Canales. |
| 11.00 – 13:00 | Discusión Final. |

Discusión y conclusiones

Se discuten los modelos potencialmente aplicables a pesquerías bentónicas y específicamente la columna "Herramientas de manejo" sólo se incluye CTP y tasa de explotación. Esto se explica por la aplicación que de estas herramientas en los artículos revisados durante el proyecto. Se sugiere discutir, para cada modelo, si es posible identificar un portafolio de medidas de manejo asociadas.

Se señala que la aproximación espacial adoptada en el proyecto fue una escala regional, aunque los resultados indican que existen escalas espaciales de trabajo al interior de una región asociadas a la explotación de algún recurso bentónico. Se sugiere que a lo largo del documento de Informe Final se destaque la escala espacial regional adoptada.

Uno de los resultados que arrojó las simulaciones del modelo Jerárquico, específicamente en el Modelo Operativo del CatDyn, fue que los datos de captura y talla o peso medio presentaron más peso en el modelo, que los datos de esfuerzo. Este aspecto se consideró importante de destacar ya que se había planteado en la formulación de CatDyn que la variable esfuerzo era más relevante.

Sobre la disponibilidad y calidad de la información, se recalca la importancia del Seguimiento Bentónico de IFOP y la necesidad de seguir fortaleciendo este programa, particularmente en pesquerías de importancia para el país (ej. Las algas pardas). La calidad y cantidad de información obtenida del monitoreo de IFOP, es bastante exhaustiva, comparados con otros países



En países OCDE, el gasto en monitoreo pesquero, es del 5% del valor total de las pesquerías. En este sentido se sugiere realizar un análisis relacionando el valor de las pesquerías con su inversión en monitoreo. Para el caso de la pesquería de huepo (*Ensis macha*)- navajuela (*Tagelus doomboeii*)- taquilla (*Mulinia edulis*) del Golfo de Arauco, el costo del monitoreo alcanzaba al 1,8% del valor de la pesquería entre los años 2014 a 2016.

Un desafío importante que se plantea es la proposición de mejoras en el Seguimiento de Pesquerías Bentónicas que realiza IFOP y la necesidad de hacer interactuar y alinear los objetivos del monitoreo con los objetivos de manejo, para que el monitoreo permita retroalimentación relativa a las medidas de manejo aplicadas.

Para el caso específico de las algas, recogiendo los resultados del análisis realizado durante este proyecto, así como la aplicación de un método de evaluación indirecta para huiro negro (*Lessonia spp*), se sugiere que la aproximación más adecuada para evaluar su estatus y proponer medidas de manejo, pareciera ser a través de métodos de evaluaciones directas. Hasta ahora metodologías de evaluación directa en Chile no están lo suficientemente estandarizadas, lo que conlleva mucha incertidumbre en los resultados obtenidos desde su aplicación. Sin bien existen avances metodológicos para la evaluación a través de imágenes satelitales, u obtenidas a través de Drones, estas presentan un elevado costo. Esto es algo que la Unidad de Recursos Bentónicos de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura está evaluando.

Es necesario considerar que los métodos de evaluación deben ser vistos y evaluados en el marco de una estrategia de manejo que especifica las medidas de control de la pesquería y de qué manera éstas son ajustadas en función de los indicadores de status del recurso. Hay situaciones en las que una talla mínima de captura legal puede ser suficiente para el manejo de una pesquería. Cuando en cambio el manejo es por medio de cuotas de captura, entonces se hace necesario contar con evaluaciones o indicadores de status a fin de ajustar las cuotas en función de los cambios en la abundancia. En poblaciones de organismos sedentarios, como es el caso de las algas, el manejo de tipo espacial puede ser una estrategia a considerar. En ese caso estudiar las tasas de recuperación de parcelas previamente explotadas pueden ser más importantes que conocer la abundancia a nivel regional. En este sentido, el seguimiento de pesquerías bentónicas que realiza IFOP, la definición de objetivos de manejo, las escalas espaciales y la identificación de indicadores poblacionales son componentes/actividades fundamentales y prioritarias para avanzar en un plan de manejo diseño o modelo basado".



7.17 Anexo 5.4. Lista de Asistencia Taller de Difusión Resultados.



FIPA 2017-55
Taller de Difusión

"Evaluación de la aplicación de metodologías de Evaluación Indirecta de Stock de
Pesquerías Bentónicas como insumo para el Manejo Pesquero"

LUGAR Y FECHA: Subtúscasa, 20 MAR 2019

NOMBRE	INSTITUCION	FIRMA
Gabriel Jerez A	SSPA - URB	
H. Barocho L. T.	IFOP	
Lorena Burotto	SSPA - URB	
Pablo Anaya C.	IFOP	
Wichar Cordero R.	PUCV	
María Alejandra Pinto	SSPA - URB	
Martina Delgado	SSPA - DZPX	videoconferencia
Couros Dolinet	UACH	videoconferencia
Jorge Henríquez	UACH	videoconferencia
Andrés Urzúa	SSPA - URB	
Carlos Techaita T.	IFOP	
Nicole Mahunz R.	SSPA - URB	



FIPA 2017-55
Taller de Difusión

“Evaluación de la aplicación de metodologías de Evaluación Indirecta de Stock de
Pesquerías Bentónicas como insumo para el Manejo Pesquero”

LUGAR Y FECHA: Subfisco, 20 MAR 2019

NOMBRE	INSTITUCION	FIRMA
Ava Parra	CENDAT.	Video conf
Ruben Roa	Consultor indep	Video conf