

MEMORANDUM TÉCNICO (R. PESQ.) N° 008 - 2013

A : JEFE DIVISIÓN JURIDICA
DE : JEFE DIVISION ADMINISTRACION PESQUERA
REF. : INFORME TECNICO **"Veda biológica de Besugo (*Epigonus crassicaudus*), año 2013"**
FECHA : 15 DE ENERO DE 2013

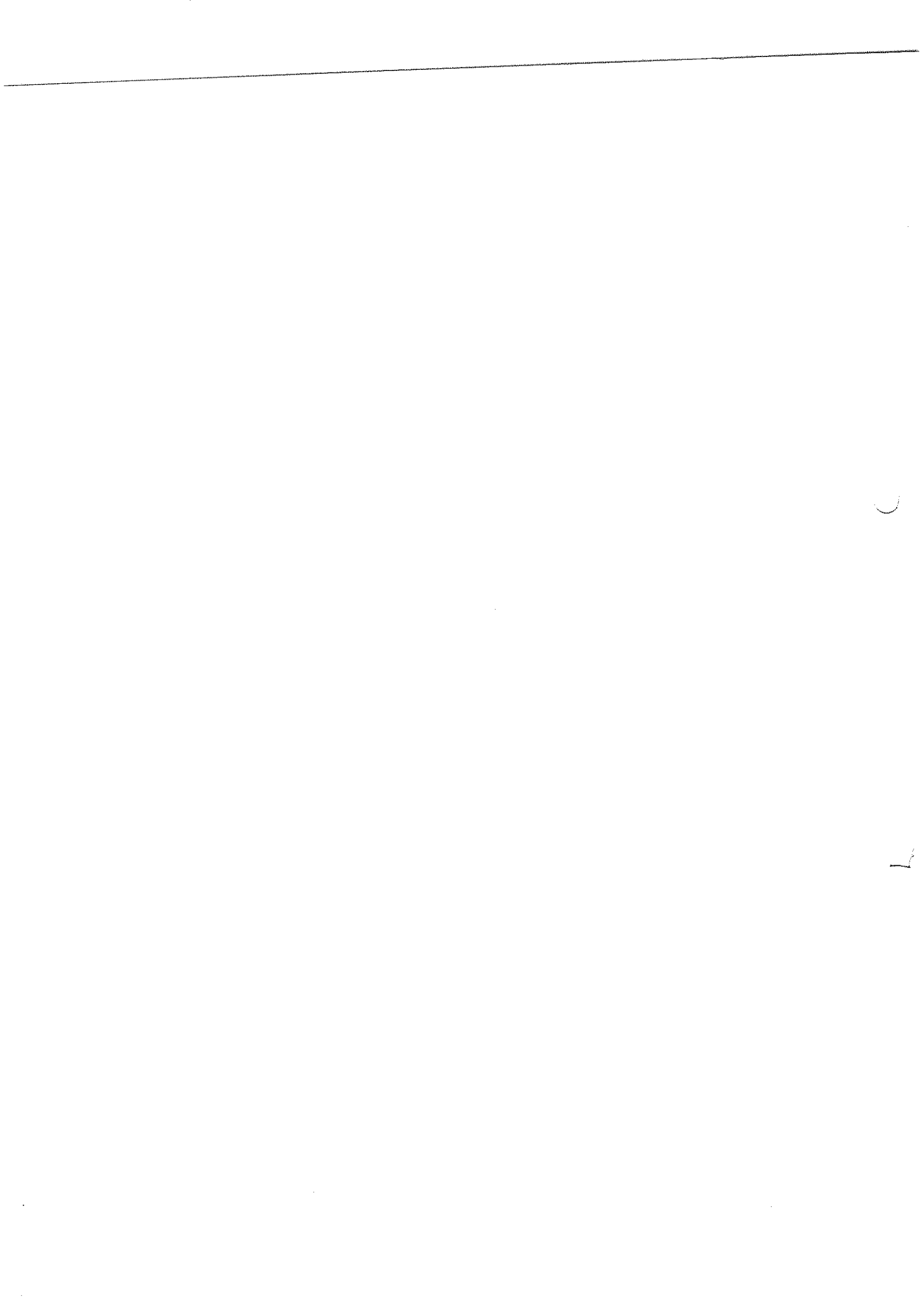
Adjunto envío a Ud., Informe Técnico (R. PESQ.) N° 008, conteniendo un pronunciamiento acerca de la materia de la referencia.

Saluda atentamente a Ud.,



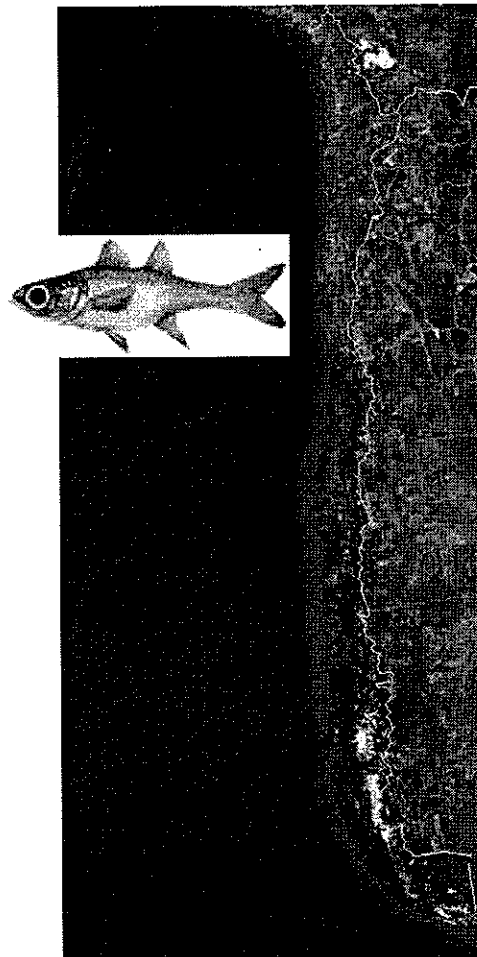
MAXIMILIANO LARRAÍN CARRASCO
Jefe División de Administración Pesquera

MAC/pss.



Informe Técnico (R. Pesq.) N° 08 - 2013

**VEDA BIOLÓGICA DE BESUGO
(*Epigonus crassicaudus*), AÑO 2013**



Valparaíso, Enero de 2013

INDICE

1. OBJETIVO	3
2. ANTECEDENTES.....	3
3. ANALISIS	4
3.1 DE LA PESQUERÍA.....	4
3.1.1. Cuotas y Desembarques.....	4
3.1.2. Capturas, Esfuerzo y Rendimientos de Pesca.....	6
3.2 DEL RECURSO.....	13
3.2.1 Aspectos Biológicos generales	13
3.2.2. Composición de Longitudes y Edades	14
3.2.3. Aspectos reproductivos	15
3.2.4. Indicadores del stock	16
3.3 ESTATUS DEL RECURSO.....	20
3.4 CONSIDERACIONES DE MANEJO.....	21
4. CONCLUSIONES	22
5. RECOMENDACIONES	23
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	24

1. OBJETIVO

El presente informe consigna los antecedentes técnicos que fundamentan la aplicación de una veda biológica para el recurso besugo (*Epigonus crassicaudus*) durante el año 2013, en todo el Mar Territorial y Zona Económica Exclusiva nacional.

2. ANTECEDENTES

Los principales antecedentes relacionados con los aspectos biológicos y pesqueros que se consignan en el presente informe provienen de los proyectos de monitoreo y de análisis de estatus que el Instituto de Fomento Pesquero efectúa en el marco de los estudios sectoriales que desarrolla y que son contratados por la Subsecretaría de Pesca.

La Ley General de Pesca y Acuicultura (LGP A), en su artículo 2º define la veda como el *"acto administrativo establecido por la autoridad competente en que está prohibido capturar o extraer un recurso hidrobiológico en un área determinada por un espacio de tiempo"*. Adicionalmente define tres tipos de veda, siendo la veda biológica aquella *"prohibición de capturar o extraer con el fin de resguardar los procesos de reproducción y reclutamiento de una especie hidrobiológica"*.

Igualmente, el artículo 3º de la LGPA indica que la veda biológica podrá aplicarse *"en cada área de pesca, independientemente del régimen de acceso a que se encuentre sometida, [...], mediante decreto supremo fundado, con informe técnico de la Subsecretaría y comunicación previa al Consejo Zonal de Pesca que corresponda y demás informes y aprobaciones que se requieran de acuerdo a las disposiciones de la presente ley [...]"*.

Al referirse a las sanciones (artículo N°110), la LGPA indica que las capturas de especies hidrobiológicas en período de veda serán sancionadas *"con multa de tres a cuatro veces el resultado de la multiplicación del valor de sanción de la especie respectiva, vigente a la fecha de la denuncia o querrela, por la cantidad de recursos hidrobiológicos objeto de la infracción, reducida a toneladas de peso físico"*. Asimismo, *"el transporte y la comercialización de recursos hidrobiológicos vedados y los productos derivados de éstos, serán sancionados con multa de 3 a 300 unidades tributarias mensuales, y, además, con la clausura del establecimiento o local en que se hubiere cometido la infracción, hasta por una plazo de 30 días"* (Artículo 119, LGPA).

3. ANALISIS

3.1 De la Pesquería

3.1.1. Cuotas y Desembarques

Los primeros registros oficiales de desembarque de besugo se informan en 1992, y correspondieron a 579 toneladas (t) extraídas por la flota industrial y desembarcadas en puertos de la VIII Región (385 t), V Región (182 t) y IV Región (12 t), aunque es muy probable que el recurso haya sido capturado en forma habitual como fauna acompañante en la pesquería de camarón nailon y merluza común sin que los armadores informaran oficialmente sus capturas.

Posteriormente, para el período 1992-1996, los desembarques de besugo fueron bajos, con un promedio de 465 [t/año]. En el período siguiente los desembarques se comienzan a incrementar llegando en el año 2000 a un máximo de 5.792 t y, a partir de ese año, comienza una declinación sostenida, llegando a desembarcarse 185 t el 2009 (Fig.1).

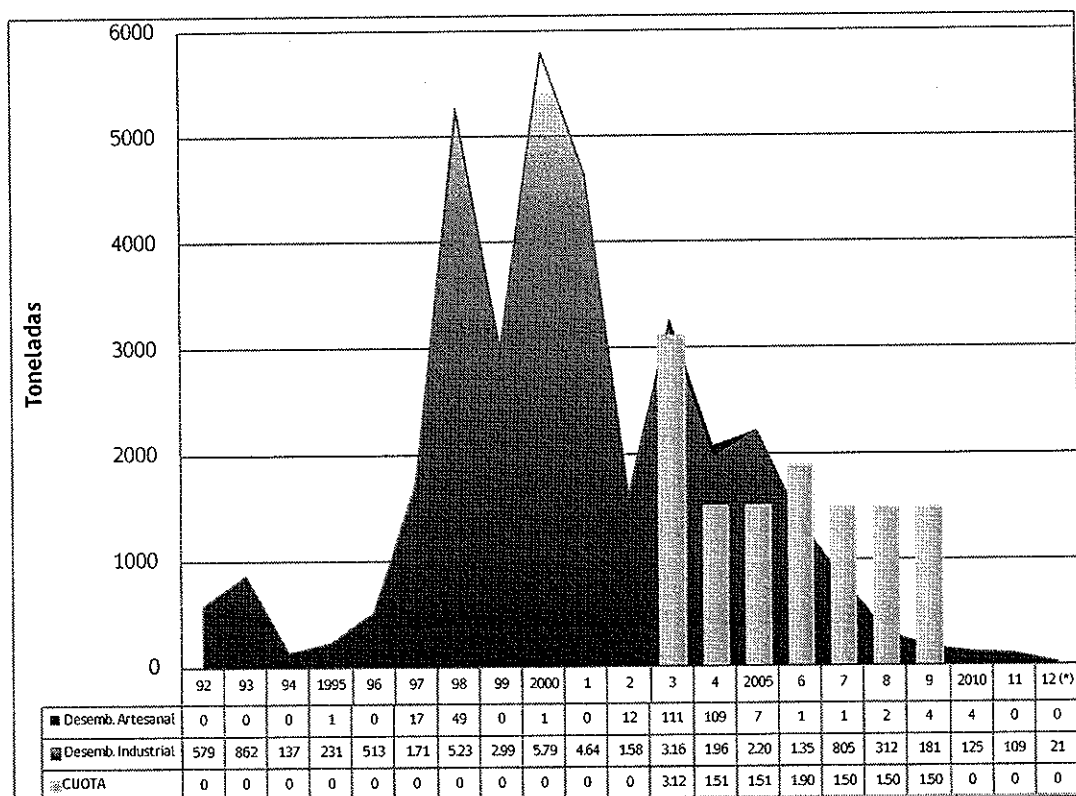


Figura 1. Desembarque anual y cuotas de captura (t) de besugo, entre 1992 y 2012. Fuente: SERNAPesca e IFOP.

La participación del sector artesanal en los desembarques de este recurso ha sido históricamente marginal, cuyo máximo ha sido registrado para los años 2003 y 2004, con un 3,4% y 5,3% respectivamente (Tabla I).

Tabla I
Cuotas y Desembarques (t) de Besugo por tipo de flota y año

Año	Desembarque (ton)			Cuota global anual (ton)	
	Flota industrial	Flota artesanal	Total	Captura Propuesta	Cuota Aprobada por el CNP
1992	579	0	579	-	-
1993	862	0	862	-	-
1994	137	0	137	-	-
1995	231	1	232	-	-
1996	513	0	513	-	-
1997	1.710	17	1.727	-	-
1998	5.235	49	5.284	-	-
1999	2.999	0	2.999	-	-
2000	5.791	1	5.792	-	-
2001	4.648	0	4.648	-	-
2002	1.583	12	1.595	-	-
2003(1)	3.165	111	3.276	3.125	-
2004(2)	1.961	109	2.070	1.510	2.010
2005	2.208	7	2.215	1.511	2.300
2006	1.350	1	1.351	1.900	2.300
2007	805	1	806	1.500	2.094
2008	312	2	314	1.500	1.675
2009	181	4	185	1.500	1.500
2010(3)	125	4	129	Veda	-
2011(4)	109	sin inf.	109	Veda	-
2012(5)	21	sin inf.	21	Veda	-

- (1) Cuota fijada por D.S. N° 116/2003, a partir del 22 de agosto de 2003 y por el lapso de un año.
- (2) La cuota técnicamente recomendada a capturar durante el año 2004 fue de 510 t; tomando en cuenta que el desembarque del año 2004 al momento de la recomendación era de 1.460 t, en rigor se recomendaba fijar una cuota de 50 t entre el 22/08/2004 y finales de ese mismo año, aunque el CNP aprobó una de 550 t (ver Actas del CNP del 10-08-2004 y 17-08-2004).
- (3) y (4) Desembarques registrados por SERNAPesca y obtenidos mediante bitácoras de pesca. Los respectivos decretos de veda establecían límites máximos de desembarque como Fauna Acompañante de Besugo de hasta 40 t para la flota industrial y 10 t para la flota artesanal.
- (5) Desembarques registrados por SERNAPesca e IFOP. El decreto de veda establecía un límite máximo de desembarque como Fauna Acompañante de Besugo de 12 t para la flota industrial y 2 t para la flota artesanal (Información preliminar a Junio de 2012. Fuente: IFOP y SERNAPesca).

De acuerdo con los registros de desembarque oficiales de este recurso, durante el año 2009 se alcanzó un monto de 185 t (Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, SERNAPesca), equivalentes a un 13% de la cuota autorizada para ese año, lo que en opinión de IFOP refleja las reducidas posibilidades de captura de besugo que experimentó la flota, considerando que el valor comercial de este recurso es atractivo.

En consideración al deterioro del estado de conservación del recurso, la Subsecretaría decidió aplicar una veda biológica al besugo a partir del año 2010 (D. Ex. N° 1.962 de 2009). Esa norma autorizó la captura de un máximo de 50 t como fauna acompañante (40 t para las flotas industriales y 10 t para las artesanales).

No obstante lo anterior, durante el año 2010 fueron registrados desembarques de besugo provenientes de la operación de naves industriales que ascendieron a un total de 125 t y 4 t de captura artesanal en ese período. De ese total, se estima que una fracción menor podría explicarse por captura como fauna acompañante del recurso en las operaciones de pesca de especies demersales (crustáceos y peces), los montos sugieren que esas capturas superan largamente la probabilidad de captura incidental por azar, situación que no apunta al logro de los objetivos que persigue la medida de veda biológica.

Posteriormente, nuevos antecedentes científicos permitieron confirmar el deterioro del recurso, pero además, evidenciaron que su estado sería peor que lo estimado en un principio, por lo que esta Subsecretaría adoptó una estrategia de resguardo de la conservación de este recurso manteniendo la medida de veda biológica (D. Ex. N° 1.470 de 2010 y N°04 de 2012) y reduciendo la autorización de captura como fauna acompañante desde 50 t el año 2011 a 12 t el año 2012.

Análogamente a lo acontecido anteriormente, las capturas de besugo como fauna acompañante han superado las normas autorizadas estos dos últimos años, con registros de 109 t y 21 t (esto a junio del 2012) desembarcadas por el sector industrial. No se dispone de registros de desembarques artesanales a la fecha.

3.1.2. Capturas, Esfuerzo y Rendimientos de Pesca

En general, debe señalarse que la pesquería del besugo se ha desarrollado como parte de una operación multiespecífica de la flota pesquera demersal, que orienta su esfuerzo principalmente a Merluza común y también a Merluza de cola, pero también es objetivo de una flota camaronera que presenta actividad los primeros meses del año y desembarca besugo como fauna acompañante (pesquería de camarón nailon).

Debido a sus orígenes como fauna acompañante, la pesquería de besugo presenta ciertas complejidades al análisis que se detallarán más adelante.

Uno de las principales variables del análisis -el esfuerzo de pesca- resulta difícil de determinar por las características multiespecíficas de esta pesquería, ya que en un mismo viaje de pesca, un buque puede orientar o no su captura a besugo, dependiendo de factores que no necesariamente son registrados en las bitácoras de pesca (e. g., requerimiento de planta, escasa captura de los recursos objetivos principales, etc.). Lo anterior lleva a que el análisis de la *cpue* y la búsqueda de indicadores de abundancia relativa sea un proceso muy complejo.

Durante el año 2009 la participación de la flota en esta pesquería estuvo acotada sólo a pocas naves de la fracción de mayor potencia de motor, siendo 7 las que reportaron captura de este recurso, de las cuales 4 totalizaron el 97% de la captura. No obstante, sólo una embarcación totalizó el 50% de la captura. La operación de las naves que capturaron besugo estuvo más concentrada en el primer semestre del año, principalmente en febrero y mayo. La profundidad promedio de la operación varió entre 243 y 360 m, rangos similares a lo registrado en el año 2008, que identifica la particular distribución batimétrica de este recurso sobre la plataforma continental y que se diferencia claramente de los caladeros de la merluza común.

Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Leal *et al.* (2009), quienes señalaron que este recurso se distribuye preferentemente sobre la plataforma y talud continental a profundidades de entre 300 y 400 m. Según Gálvez *et al.* (2009) este recurso se asociaría principalmente a pequeños montes localizados sobre la plataforma continental, con una clara segregación de los ejemplares de menor tamaño.

Desde el punto de vista espacial, en el año 2009 la flota concentró mayoritariamente su operación en los caladeros de la zona 3 (35°30' S - 38°39' S), con el 73% de los lances con pesca, en una profundidad promedio de 297 m. La cartografía temática de la distribución mensual de los lances con besugo (**Fig. 2**), evidenció una amplia cobertura de operación al interior de la zona 3 en los períodos de mayor actividad (febrero-mayo y octubre-noviembre).

Se identificó un caladero estable, localizado al norte de la isla Mocha (38° 22' S), pero con menor actividad en relación a la temporada anterior. La operación de pesca realizada en la Zona 2 (31°25' S. - 35°30' S) fue inferior, a diferencia del año 2008, pero con mayor cobertura geográfica en los meses de junio y agosto.

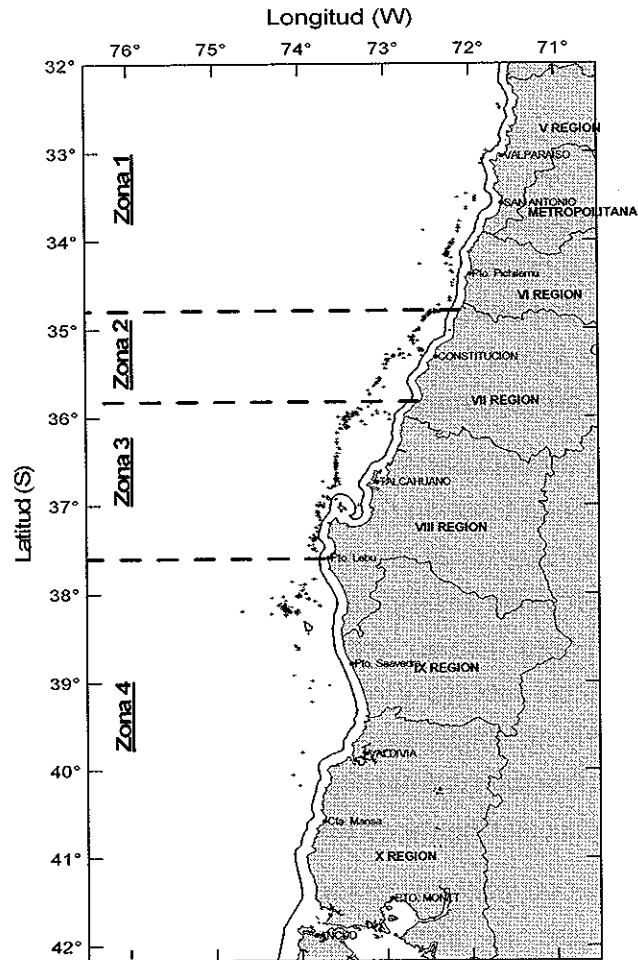


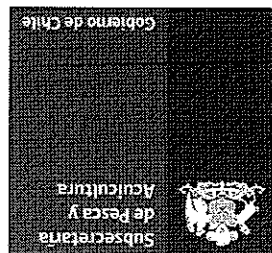
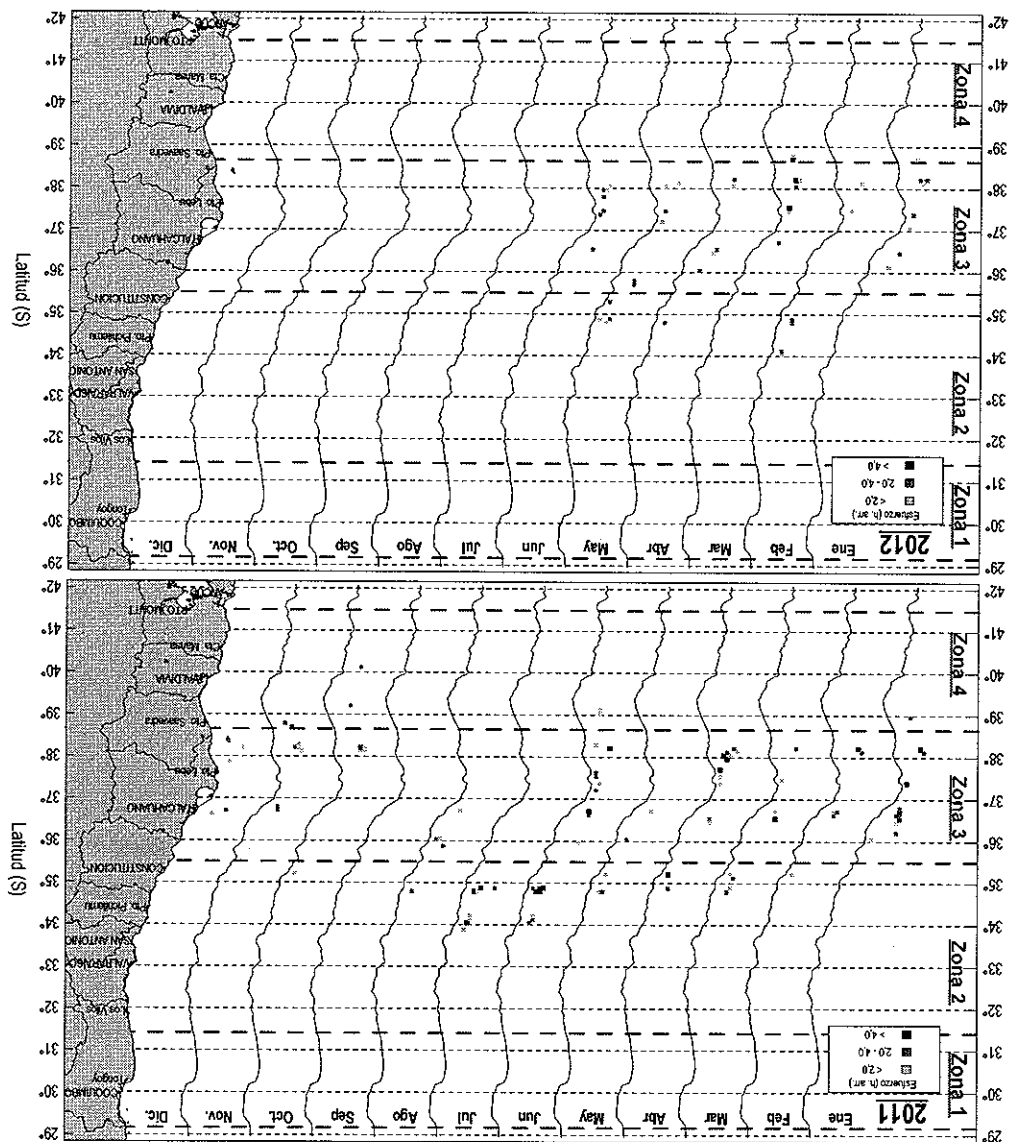
Figura 2. Distribución espacial de los lances de pesca anuales de besugo, desde el año 2000 al 2010. Tomado de Tascheri y Flores (IFOP, 2012).

El esfuerzo de pesca (medido en horas de arrastre, h.a.), durante el 2009 mostró una reducción respecto al período 2008 en las zonas 2 y 3, donde en la zona 2 se registró la mayor reducción (66%), aunque con un incremento del valor del rendimiento de pesca (92%).

Según Gálvez *et al* (2012), esto podría explicarse por la búsqueda de este recurso en la zona norte de la unidad de pesquería en junio y agosto, y también por una mayor intencionalidad en mayo, mes en el que se registró la mayor profundidad promedio de los lances. Por su parte, la zona 3 mostró rendimientos estables en relación al 2008, a pesar de la reducción importante de la presión de pesca sobre los caladeros explotados (-45%), lo que podría suponer una menor perturbación del ambiente con la consecuente mejora de los resultados operacionales.

Durante la temporada 2011, la flota se concentró mayoritariamente en los caladeros de la zona 3, con el 58% y 75% de los lances con pesca, respectivamente, no obstante que el recurso se encontraba en veda. La cartografía de la distribución mensual de los lances de ambos años, evidenció una amplia cobertura de operación al interior de la zona 3 entre los periodos de enero y junio y a partir de agosto hasta diciembre del 2011 (Fig. 3).

Figura 3. Distribución espacial de los lances de pesca anuales de besugo durante los años 2011 y 2012 (a junio). Tomado de Tascheri y Flores (IFOP, 2012).



Por su parte, Gálvez et al (2012) señalan que desde enero a junio de 2012, se volvieron a registrar los mayores niveles de esfuerzo en la zona 3, principalmente durante marzo y secundariamente junio, aunque la mayoría de las cuadrículas de esfuerzo no superaron las 4 [h.a.]. Por otra parte, los mismos autores indicaron que durante el primer semestre del año 2012 "el rendimiento mensual mostró su máximo valor durante abril (0,73 t/ha), y su nivel más bajo durante junio (0,07 t/ha), tendencias que no mostraron un patrón claro, debido a que obedecieron a la pesquería de la merluza común".

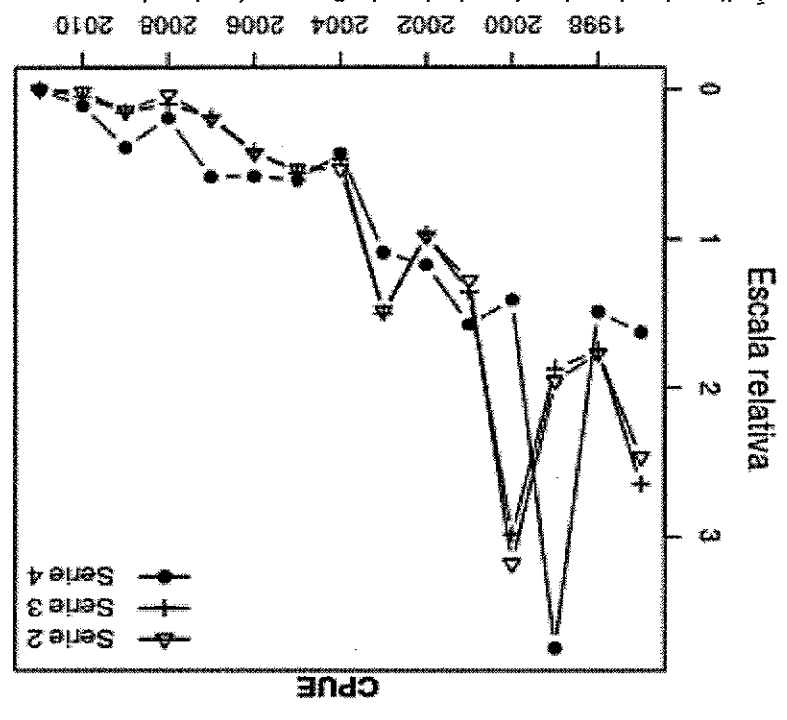


Figura 4. Índice de abundancia relativa de Besugo (series de cpue estandarizada, 1997 a 2011). Tomado de Tascheri y Flores (FOP, 2012).

Por su parte, el indicador de abundancia relativa (cpue) obtenido de un análisis modelo basado muestra un fuerte incremento desde el año 1997 al 1999 (Fig. 4). Sin embargo, esto no debe atribuirse a incrementos de abundancia, dada la dinámica e historia de vida de esta especie, dado que en el período previo a 1997 la pesca de besugo era una actividad incidental o incipiente, sino a la fase de descubrimiento de caladeros de pesca y de aprendizaje en la captura de este recurso de aguas profundas (Wiff et al., 2008). Posterior al año 1999 (Fig. 4), este índice disminuye dramáticamente hasta el año 2001, para luego presentar una reducción más gradual hasta el año 2008.

Al respecto, Tascheri y Flores (2012) señalan que *"La tendencia general descrita por las series de CPUE es la misma, la que muestra una disminución continua de las tasas de captura entre 1998 y el año 2011."*

El comportamiento de la cpue en besugo es similar al observado prácticamente en todas las pesquerías de aguas profundas de nuestro país (Bacalao de profundidad, Alfonsino y Orange roughy), lo que refleja la importancia de la asociación entre la dinámica y distribución espacio-temporal de estos recursos con las características geo-morfológicas y topográficas del fondo marino¹, así como su respuesta a la reducción de abundancia.

En efecto, es conocido el fenómeno que ocurre inicialmente, durante el proceso de búsqueda del recurso y desarrollo de la táctica de pesca de parte de la flota pesquera.

En los comienzos de la pesquería, la flota prospecta la presencia de recurso y explota progresivamente cada uno de los focos de concentración más abundantes y conocidos del recurso (*i. e.*, caladeros), lo que produce un incremento de los rendimientos y genera expectativas de estar en presencia de grandes biomásas del recurso.

Sin embargo, en la medida que la flota comienza a agotar los caladeros más conocidos y explotados, se observan rápidas disminuciones en los rendimientos de pesca no estandarizados, debido a que los focos de mayor concentración de la abundancia son diezmados y las agregaciones que se des-estructuran espacialmente dejan focos dispersos con muy bajas densidades (fenómeno que se denomina "hiper-agotamiento"). Esta situación se estabiliza hasta que se alcanza un nuevo nivel de rendimientos -notablemente menores que los anteriores- con el recurso espacialmente más disperso, pero con niveles de abundancia aceptables en otras áreas aledañas y, en contados casos, también en las áreas principales.

En esta etapa de desarrollo de la pesquería, con el recurso menos densamente agregado, la flota adopta una estrategia de alternancia o rotación, entre los caladeros conocidos y más costo-efectivos (*i. e.*, cercanía a sus puertos base, o en la trayectoria hacia o desde áreas de pesca de otros recursos objetivo, etc.) con otros más alejados pero que muestran rendimientos aún económicamente atractivos.

En este estado de aparente "estabilización", los índices de abundancia relativa agregados geográficamente (que constituye un muy frecuente error en la asesoría)

¹ En "parches" o caladeros geográficamente muy localizados, frecuentemente asociados con formaciones características del fondo marino (montes, mesetas, cañones o topografías similares), donde estas especies se agregan, principalmente para fines alimenticios o reproductivos.

presentan una relativa constancia interanual, con algunas leves fluctuaciones interanuales (tal como se observa en la Figura 4, entre los años 2004 al 2007), lo que lleva a creer que se ha alcanzado un cierto equilibrio entre las tasas de captura con la productividad del recurso, fenómeno que se ha denominado "hiper-estabilidad".

Sin embargo, al realizar un análisis más detallado del comportamiento de estos indicadores a una escala espacial más reducida (*i. e.*, caladeros o focos de concentración del recurso o el esfuerzo), se pueden observar agotamientos locales, que son compensados por la súbita entrada de un nuevo caladero de pesca marginal, o por re-agrupación del recurso en torno a un área conocida.

Esta situación se mantiene por un tiempo, que varía en función de las tasas de captura y las abundancias locales del recurso, hasta que comienzan a hacerse evidentes agotamientos más importantes, detectados por la pérdida definitiva de áreas de pesca (abandono de caladeros), lo que posteriormente se hace más frecuente, reduciéndose fuertemente la actividad pesquera.

Cuando la abundancia global del recurso alcanza niveles críticos, los rendimientos caen notoriamente y se observan fuertes fluctuaciones de este indicador, debido a diversos factores (reagrupamientos del recurso, por razones alimenticias, refugio, desove, etc.) y por azar (*e. g.*, las variaciones de la probabilidad de encuentro entre el recurso y el arte de pesca de las embarcaciones), que llevan a creer en posibles recuperaciones de la abundancia del recurso, aunque suelen deberse solo a factores de disponibilidad.

Finalmente, si la presión de pesca se mantiene, comienzan a evidenciarse claras evidencias de la sobrepesca por reclutamiento (fallas reiteradas del reclutamiento), con capturas altamente fluctuantes, compuestas por ejemplares juveniles o mezclas muy variables espacio-temporalmente, alteraciones en la distribución espacial del recurso, haciendo menos probable su encuentro con el arte de pesca, generalizándose una situación de agotamiento de los caladeros y el abandono del recurso como especie objetivo de la flota.

En especies de aguas profundas capturadas mediante artes de arrastre de fondo, también suele verificarse una destrucción de la biota bentónica en las áreas arrastradas (huellas del arrastre de fondo), lo que no favorece la recuperación de los procesos de desove y crianza del mismo. En casos extremos, cuando además el ecosistema de fondo está compuesto por especies poco resilientes y/o muy vulnerables a la acción de la pesca de fondo (*e. g.*, Ecosistemas Marinos Vulnerables), la probabilidad de recuperación del recurso y el ambiente es muy baja o nula.

3.2 Del Recurso

3.2.1 Aspectos Biológicos generales

Como hipótesis de trabajo se ha asumido que el recurso explotado entre la III y la X Regiones constituye una unidad de stock, cerrada a los procesos de migraciones externas y auto-sustentada reproductivamente. Sin embargo, se desconoce la estructura de poblaciones al interior de esa zona geográfica y la conectividad entre las distintas áreas de concentración de la abundancia de esta especie.

La edad de besugo ha sido calculada mediante técnicas de lectura de otolitos enteros (Gálvez *et al.*, 2000; Cubillos *et al.*, 2008a), en que esos autores estimaron la longevidad de besugo en 15 años. Por su parte, evaluaciones de stock previas consideraron esas estimaciones de parámetros de historia de vida (Gálvez *et al.* 2000), de las cuales se estimó la mortalidad natural, parámetros de crecimiento y edad de reclutamiento, además de la ojiva de madurez sexual. Esos estudios -financiado por la industria pesquera- sustentaron los antecedentes iniciales para el análisis de la pesquería y la evaluación de stock de besugo.

Recientemente, el IFOP ha re-estudiado el crecimiento de besugo mediante la lectura de secciones transversales de los otolitos *sagitta*, estimándose que la longevidad del besugo podría alcanzar hasta los 54 años (Ojeda *et al.*, 2010).

Lo anterior cambia sustantivamente los parámetros de crecimiento, pero también los estimados bio-analógicos de la mortalidad natural (M), basada en la longevidad (t_{max}). Consecuentemente, Tascheri *et al.* (2011) y Tascheri y Flores (2012) re-estiman esta última (según Hewitt y Hoenig, 2005) y llegan a que $M=0,084$ [año⁻¹], lo que constituye también una gran diferencia del estimado anterior ($M=0,3$ [año⁻¹] obtenido del estudio de Cubillos *et al.* (2009).

Todo lo anterior cambia sustantivamente la concepción del ciclo vital de esta especie: de ser una especie de productividad alta a media, como se estimaba en los inicios de su pesquería, hasta una especie de productividad baja, longeva y poco resiliente como se considera actualmente.

Además de lo anterior, otros estudios aún están en desarrollo (*i. e.*, reproducción y madurez), lo que contribuirá a consolidar un modelo conceptual de la dinámica de este recurso y permite re-evaluar su estatus sobre bases más sólidas, lo que ha sustentado las medidas de manejo aplicadas a este recurso.

3.2.2. Composición de Longitudes y Edades

En el contexto histórico, la talla modal de los ejemplares capturados y declarados por la flota industrial de arrastre no mostró un cambio en su patrón interanual. Sin embargo, se puede observar que desde el año 2009 comienzan a capturarse ejemplares menores a 20 cm LH (Fig. 5).

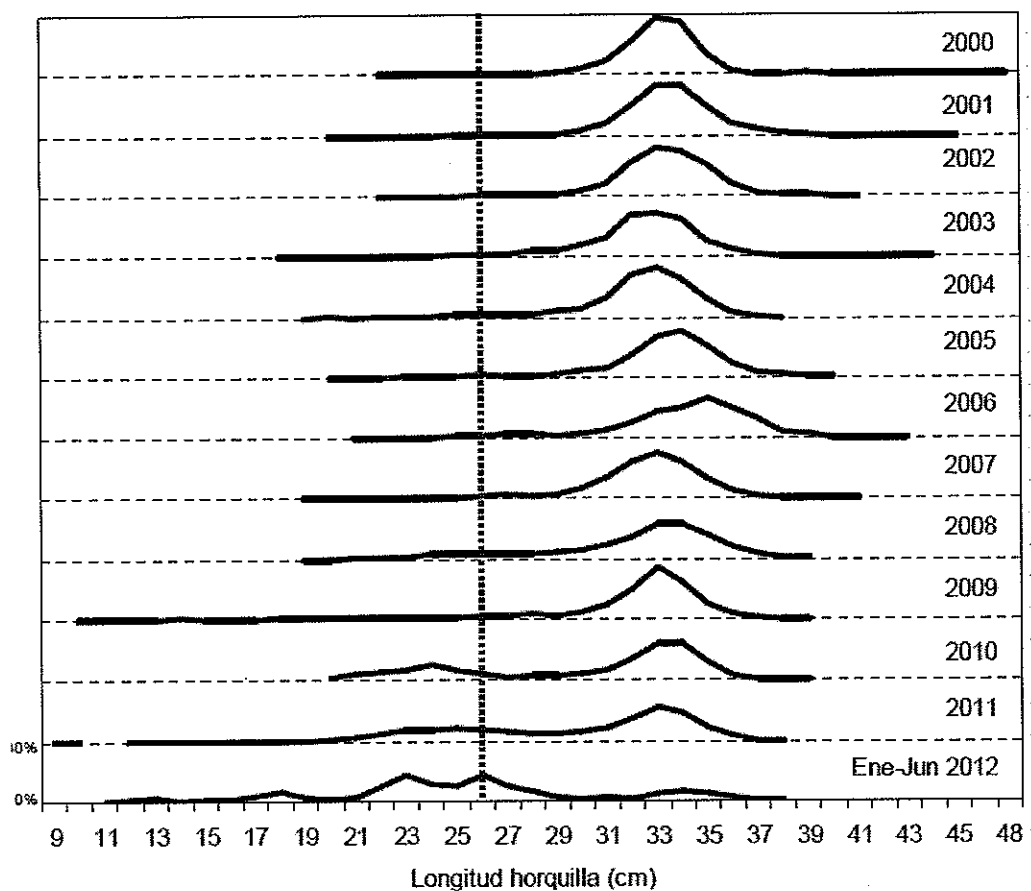


Figura 5. Composición de longitudes de las capturas anuales industriales de besugo (sexos combinados) para las temporadas 2000 a 2012 (hasta junio). La línea segmentada vertical corresponde a la talla de primera madurez sexual de 26 cm LH. Tomado de Gálvez et al (IFOP, 2012).

Los datos preliminares del año 2012, muestran presencia de ejemplares de mucho menor tamaño en las capturas incidentales, lo que permite revelar la gran desestructuración del stock.

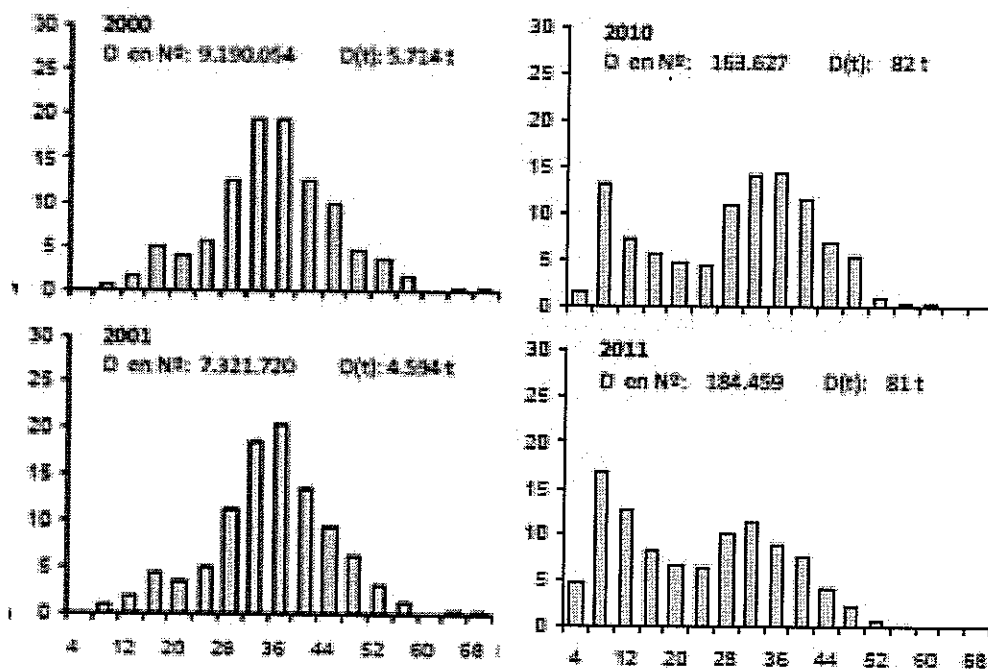


Figura 6. Comparación de las distribuciones de frecuencias de edades en las capturas de besugo, entre los años 2000-2001 y 2010-2011. Tomado de Gálvez *et al* (IFOP, 2012).

Por su parte, al comparar las estructuras de edades en las capturas de comienzos de siglo (años 2000 y 2001) con años más recientes (2010 y 2011), se refleja un notorio cambio, con una gran proporción de ejemplares juveniles y reducción de adultos reproductores (**Fig. 6**). La notable bimodalidad de esa estructura revela el *stress* poblacional del recurso debido a las intensas tasas de explotación a la cual ha sido sometido.

3.2.3. Aspectos reproductivos

Los antecedentes disponibles muestran que el Índice Gonado-Somático (IGS) en besugo no presentaría una clara ciclicidad estacional (**Fig. 7**), aunque sí amplias variaciones intra-anales. Según Gálvez *et al* (2012), estas variaciones no permitirían definir un período reproductivo claro, pero destacan los mayores valores durante el primer semestre.

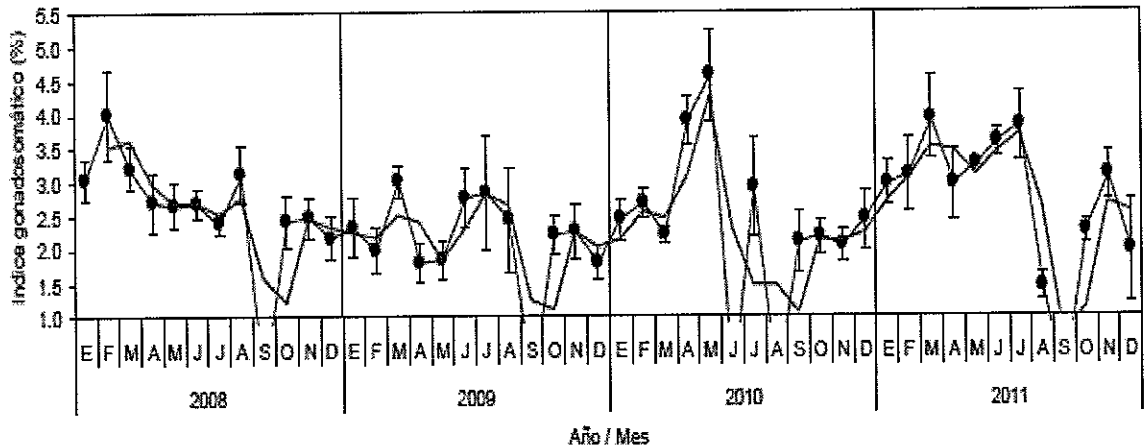


Figura 7. Variación mensual del índice gonadosomático promedio de hembras de besugo, años 2008 a 2011. Las líneas verticales corresponden al intervalo de confianza de la media y la línea roja corresponde a un promedio móvil. Tomado de Gálvez *et al* (IFOP, 2012).

No obstante, esta División sostiene que ese índice puede ser inadecuado para detectar un proceso que requiere de observaciones más detalladas para revelar posibles patrones (e. g., histológicas microscópicas), lo que revelaría una asesoría insuficiente para los fines de manejo en ese ámbito.

De particular interés es el cambio en la probabilidad de madurez sexual con la longitud, considerando que la ojiva de madurez empleada en las evaluaciones hasta el año 2008, equivalía a una población con una longitud media de madurez sexual de $T_{50\%}=26$ cm. (Rojas y Sepúlveda, 2000), en tanto que la nueva ojiva implica una longitud media de madurez de $T_{50\%}= 32,1$ cm (Cubillos *et al*, 2009). Sin menoscabo, el Instituto está actualmente estudiando una nueva estimación de la ojiva de madurez de besugo con los antecedentes recientemente disponibles.

3.2.4. Indicadores del stock

Un aspecto importante de destacar en besugo es la baja variabilidad de la estructura de tallas y edades a través de los años (principalmente de las tallas modales o mayores), lo cual es típicamente característica de la dinámica poblacional de especies longevas y de baja productividad, lo que lleva a que estas estructuras sean poco informativas para fines de estimación de los indicadores relevantes del stock (biomasa, reclutamientos y mortalidad).

Sobre la base de los antecedentes y estudios precitados, Tascheri y Flores (2012) re-estimaron la biomasa total del stock de besugo en los inicios de su pesquería (entre los

años 1992 y 1996) y concluyen que ésta habría experimentado una reducción lenta a una tasa media de 3% y su tamaño se habría mantenido en torno a 12,2 mil t.

A partir de 1998 el stock reproductor disminuyó a una mayor tasa anual promedio (-13%), hasta el año 2001, desde 11 mil t a solo 6 mil t. En los años posteriores, la tasa de reducción del stock reproductor se habría incrementado, llegando a un nivel equivalente al 5% del que tenía el stock el año 1992 (Fig. 8), lo que califica al stock desovante de besugo como agotado.

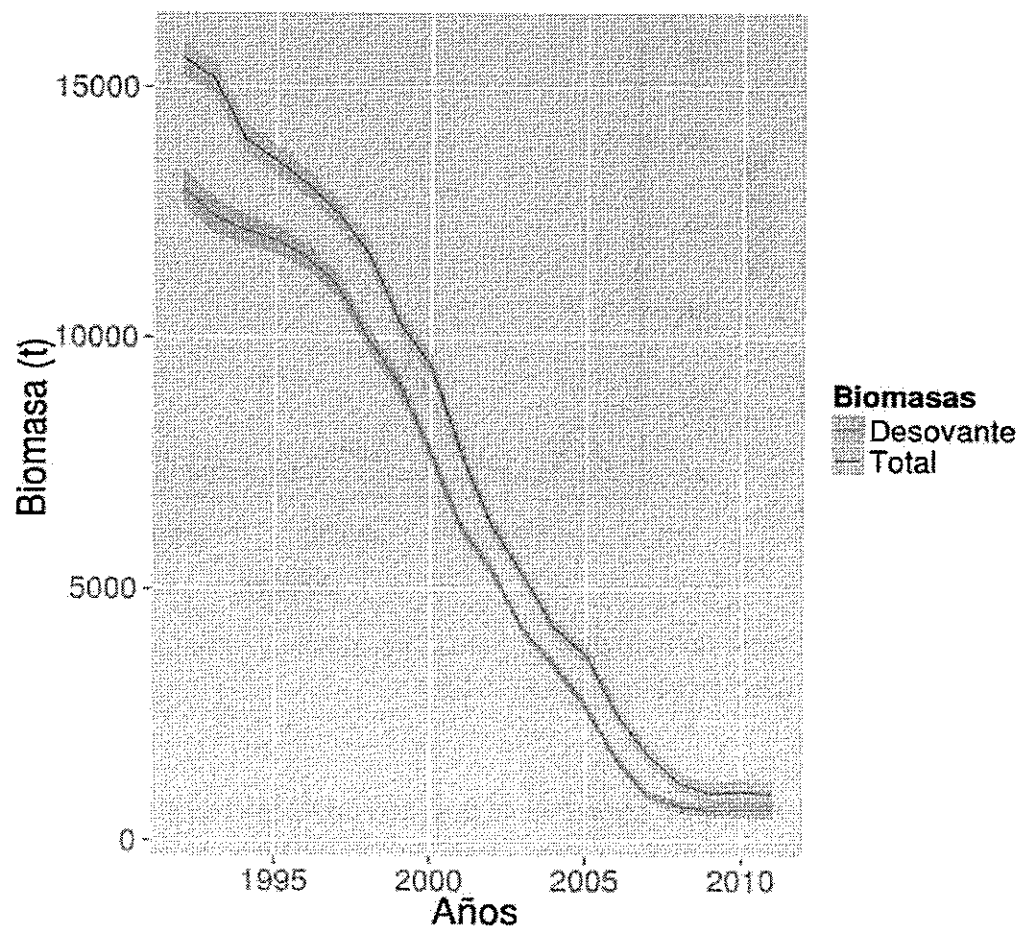


Figura 8. Principales indicadores de estado del stock del besugo (biomasa total y desovante). Tomado de Tascheri y Flores (IFOP, 2012).

Por su parte, las tasas de mortalidad por pesca ejercidas sobre este recurso evidencian claramente la intensidad de las remociones, claramente insustentables prácticamente durante toda la historia de explotación, como se muestra en la **Figura 9**, más abajo.

En efecto, la línea roja de ese gráfico corresponde a la tasa instantánea de mortalidad natural ("M", cuyo valor estimado es de 0,084). Conforme a las Directrices de la FAO, esa debiera haber sido la máxima tasa de mortalidad por pesca a la cual debiera haberse explotado este recurso a lo largo del desarrollo de su pesquería (i. g., $F \leq M$), lo que aplica al caso de recursos de baja productividad y escasa resiliencia, como besugo.

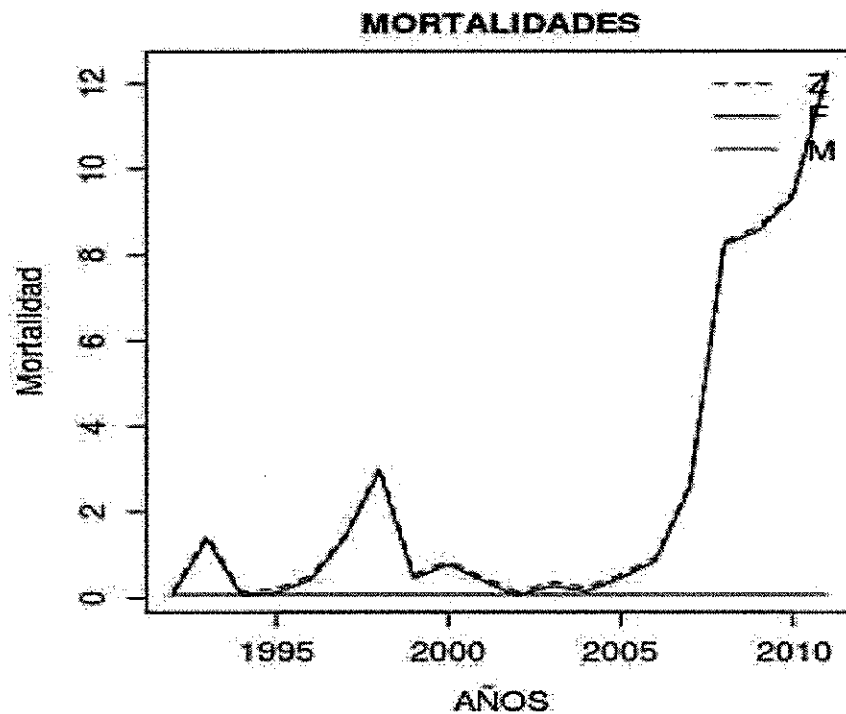


Figura 9. Tasas de mortalidad total (Z), por pesca (F) y natural (M) de besugo. Tomado de Tascheri y Flores (IFOP, 2012).

En esa misma figura, puede verse que, con excepción de algunos años (i. e., 1992, 1994, 1995, 2002 y en menor grado, el año 2004) las tasas de explotación se aproximaron a niveles más cercanos a M (Fig. 9). Posteriormente, no obstante la reducción de las cuotas globales de captura, la tasa de mortalidad por pesca se incrementó exponencialmente, dada la gran reducción del stock.

Por otra parte, conforme a los recientes estudios de actualización de los parámetros de vida de esta especie (como es la madurez sexual), se estima que parte de las causas de insustentabilidad en la explotación de este recurso serían consecuencia de que una fracción importante de la población era capturada antes de alcanzar la madurez sexual (Fig. 10).

La explotación del stock inmaduro habría mermado el número de sobrevivientes que pudieron contribuir a mantener la renovabilidad del stock reproductor (vía desove, fecundación y sobrevivencia hasta reclutarse al stock), lo que se sumó a todos los factores anteriores.

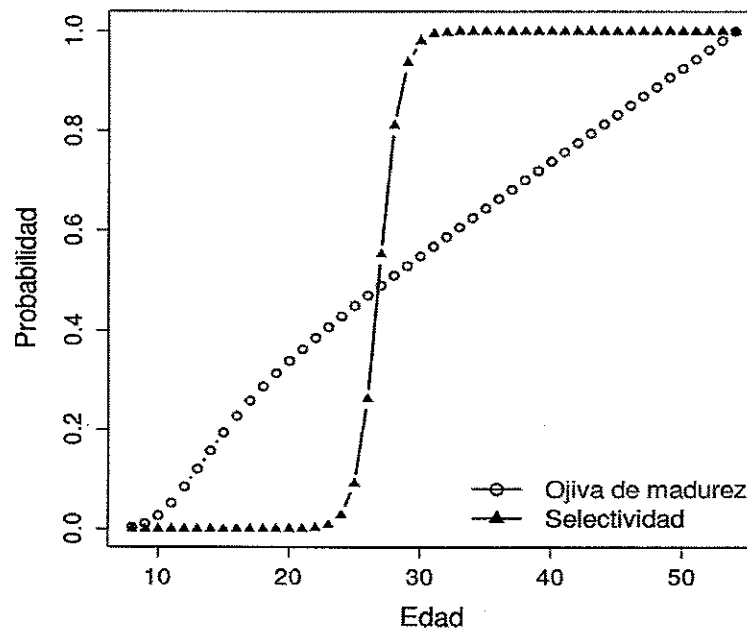


Figura 10. Ojiva de madurez y curva de selectividad de besugo. Tomado de Tascheri y Flores (IFOP, 2012).

La longevidad y la tasa de crecimiento se encuentran directamente relacionados con la mortalidad natural y, por tanto, determinan la productividad de la población (Hewitt y Hoening 2005; Morato et al. 2004). Un problema frecuente en las especies longevas es que la edad y la edad máxima son sub-estimadas, disminuyendo de este modo la efectividad de las medidas de administración pesquera.

La importancia de lo anterior llevó a Beamish *et al.* (2006) a proponer la definición de un nuevo tipo de sobre-pesca, al que denominaron "*sobrepesca por longevidad*", que se define como la virtual eliminación de las clases anuales más viejas de una población, de una manera tal que su remoción deshabilita el reclutamiento. Si las clases de edad más viejas son más resistentes a perturbaciones del ambiente que los peces más jóvenes, este tipo de sobre-pesca impedirá que la población pueda ser reconstruida luego de períodos desfavorables a la población.

Según estos autores, la sobre-pesca por longevidad no fue enfatizada en el pasado probablemente porque hasta mediados de las años 80 no se reconocía aún que muchas especies tenían una edad mayor a la que hasta ese momento se pensó podían alcanzar. De hecho, en años recientes, varias de las estimaciones de edad en peces de aguas profundas han sido reevaluadas y en muchos casos, se han estimado edades máximas drásticamente mayores a las que previamente se habían considerado (Cailliet y Andrews, 2008).

3.3 Estatus del Recurso

De acuerdo a todos los antecedentes actualmente disponibles y la nueva evaluación de stock realizada por IFOP (Tascheri y Flores, *op. cit.*), el stock nacional de besugo se encuentra agotado (**Fig. 11**), con una biomasa desovante actual (estimada en alrededor de 600 t) que corresponde al 4,7% del nivel que tenía a comienzos de su pesquería, en 1992 (ca. 13 mil t).

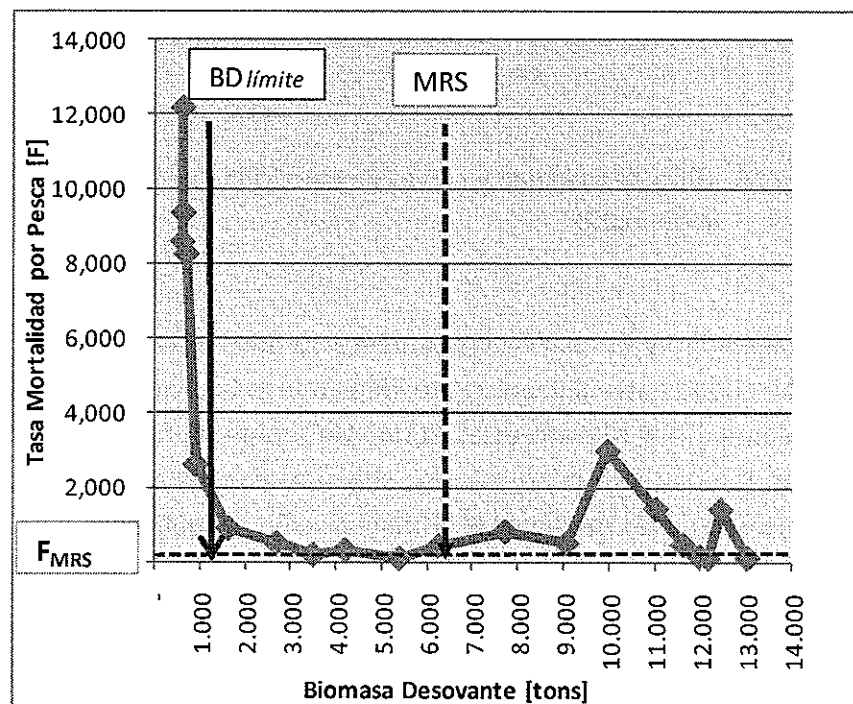


Figura 11. Diagrama de fase presentando el estatus del stock de besugo nacional. Basado en datos de Tascheri y Flores (2012).

Dada esa condición de agotamiento extremo de la biomasa de besugo, sumado a su baja productividad y el profundo desconocimiento de la estructura del stock y de algunos de sus procesos vitales más relevantes, toda remoción de este recurso

constituye un serio riesgo para su recuperación, cuyos plazos no pueden ser aún estimados de forma confiable, conforme a los antecedentes científicos disponibles a esta fecha.

3.4 Consideraciones de Manejo

De acuerdo con los antecedentes actualmente disponibles y considerando la incertidumbre actual en la estimación del tamaño del stock desovante del recurso besugo, se considera que en su actual estado el stock pudiese estar en riesgo de ocurrencia de efectos depensatorios (comúnmente llamados "efecto de Allee").

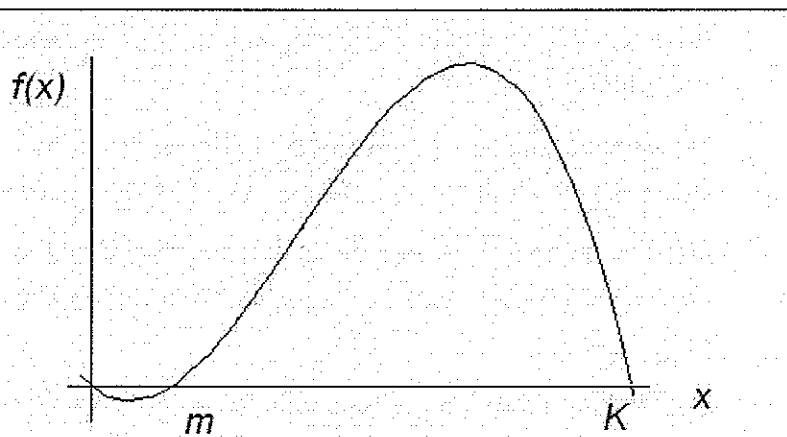


Figura 12. Efectos depensatorios o de Allee. Notación: "K" capacidad máxima del ecosistema para soportar sustentablemente el máximo tamaño de la biomasa de un stock (B_0); "m" nivel de biomasa crítico para la renovabilidad; $f(x)$ excedentes productivos en biomasa (dB/B).

El efecto depensatorio o de Allee se define como un efecto negativo sobre el crecimiento de una población, cuando la abundancia de ésta disminuye de un cierto nivel crítico, como el indicado por el punto "m" del gráfico (Fig. 12), por bajo del cual, los procesos reproductivos tienen alta probabilidad de no ser exitosos y las poblaciones son propensas a entrar en una espiral de reducción de abundancia, incluso con riesgos de extinción en ausencia de explotación.

Esto es característico en poblaciones de baja fecundidad, con mecanismos complejos de fecundación (e. g., cópula) o que requieren formar grandes agregaciones locales o altas densidades para asegurar la probabilidad de encuentro entre las hembras y machos (o sus gametos).

4. CONCLUSIONES

Sobre la base de los antecedentes actualmente disponibles, se concluye que:

- i) El stock nacional de besugo ha sido explotado insustentablemente a tasas muy por sobre los niveles recomendables para una especie de baja productividad como ésta (e. g., $F \approx M$),
- ii) La ocurrencia de lo anterior es debido a la conjugación de diversos factores, entre los que se destacan los siguientes:
 - Ausencia de regulaciones desde los inicios de la pesquería (acceso, esfuerzo y/o mortalidad por pesca),
 - Serias deficiencias metodológicas de los estudios básicos de *E. crassicaudus* (parámetros vitales: crecimiento y edad, madurez, mortalidad natural, etc.),
 - Sobre-estimación inicial de la productividad y biomasa del recurso y sub-estimación de las tasas de mortalidad por pesca efectivamente ejercidas sobre el recurso,
 - Insuficiente control y vigilancia de las actividades pesqueras.
- iii) La biomasa del recurso actualmente se estima que se encuentra reducido al 5% de su biomasa a inicios de la pesquería (1992), lo que califica al stock de besugo como agotado.
- iv) Conforme a la incertidumbre de conocimiento actual, no se prevén los horizontes para su recuperación, dada la baja productividad biológica del recurso,
- v) Dado el estado de deterioro de este recurso, se debe minimizar al máximo las remociones, e incluso, las perturbaciones en las áreas de distribución y de ocurrencia de sus procesos vitales.
- vi) Por lo anterior, la captura de besugo como fauna acompañante se restringirá al máximo posible, destinándose para esos efectos un total de 12 toneladas el año 2013.
- vii) No se contemplan estudios y otras acciones de investigación invasivas (e. g., cruceros), por lo que no se reservará cuota para fines de investigación durante el año 2013. Ello no implica que en los años siguientes no se requiera reservar para esos fines.

5. RECOMENDACIONES

Consecuentemente con lo anterior, se estima es necesario adoptar las siguientes medidas de administración:

- i) **Establecer una veda biológica para el recurso besugo en el Mar Territorial y Zona Económica Exclusiva nacional desde la fecha de promulgación del Decreto respectivo y hasta el 31 de diciembre de 2013.**
- ii) **Establecer una captura máxima de besugo como fauna acompañante no mayor a 12 t en las siguientes actividades pesqueras:**

Sector pesquero industrial: 10 ton

- En la pesca dirigida a crustáceos demersales (langostinos y camarones) con red de arrastre, hasta un 0,5% medido en peso en relación con la especie objetivo, por viaje de pesca.
- En la pesca dirigida a peces con red de arrastre (merluza común), hasta un 0,1% medido en peso en relación con la especie objetivo, por viaje de pesca.
- En la pesca dirigida a peces con palangre, hasta un 0,1% medido en peso en relación con la especie objetivo, por viaje de pesca.

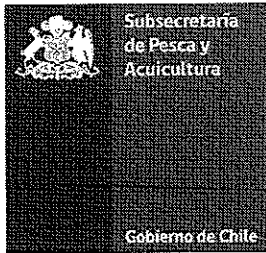
Sector pesquero artesanal: 2 ton

- En la pesca dirigida a crustáceos demersales con red de arrastre, hasta un 0,5% medido en peso en relación con la especie objetivo, por viaje de pesca.
- En la pesca dirigida a peces con espinel, hasta un 0,1% medido en peso en relación con la especie objetivo, por viaje de pesca.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Beamish, R. J. and G. A. MacFarlane. 1983.** The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Trans. Am. Fish. Soc.* 112: 735-743.
- Beamish, R. J., G. A. MacFarlane and A. Benson. Longevity overfishing. 2006.** *Progress in Oceanography.* 68: 289-302.
- Biseau, A. 1998.** Definition of directed fishing effort in a mixed species trawl fishery, and its impacts on stock assessments. *Aquat. Living Resours.* 11(3): 119-136.
- Branch T. A., Hilborn and E. Bogazzi. 2005.** Escaping the tyranny of the grid: a more realistic way of defining fishing opportunities. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62: 631-642.
- Cailliet, G.M. and H. A. Andrews. 2008.** age-validated longevity of fishes: Its importance for sustainable fisheries. K. Tsukamoto, T. Kawamura, T. Tekeuchi, T.D. Bear, Jr. and M. Kaiser, eds. *Fisheries for global welfare and environment, 5th congress 2008*, pp.103-120.
- CARE. 2006.** Manual on generalized age determination. Procedures for groundfish. Committee of Age Reading Experts. Pacific Coast Groundfish Aging Technicians. The Canada/US. Groundfish Committee.
- Christensen, O.F. and Ribeiro Jr., P.J. 2002.** GeoRglm: A package for generalised linear spatial models. *R-NEWS*, Vol. 2, No 2, 26-28.
- Contreras, F. y E. Leal. 2009.** Investigación evaluación de stock y CTP de besugo. IFOP. 50 p.
- Cubillos, L., M. Aguayo, Castillo-Jordan, C, J. Peñailillo, M. Neira, E. Sanhueza, M. Pedraza-García y M. Salamanca. 2008.** Edad, crecimiento y mortalidad natural de besugo. Informe Final Corregido. Proyecto FIP-2006-37. Depto. Ocean. Universidad de Concepción. 154 p.
- Cubillos, L.A., M. Aguayo, M. Neira, E. Sanhueza y C. Castillo-Jordán. 2009.** Verificación de la edad y crecimiento de besugo *Epigonus crassicaudus* (de Buen, 1959) admitiendo error en la determinación de la edad. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(2):417-427.
- Clark, W.G. 1991.** Groundfish exploitation rates based on life history parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48: 734-750.
- Francis, R.I.C.C. 1993.** Monte Carlo evaluation of risks for biological reference points used in New Zealand fishery assessments. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 120: 221-230.

- Gálvez, M., H. Rebolledo, C. Pino, L. Cubillos, A. Sepúlveda y A. Rojas. 2000.** Parámetros biológico-pesqueros y evaluación de stock de besugo (*Epigonus crassicaudus*). Informe Final. Instituto de Investigación Pesquera. Talcahuano 110 p.
- Gálvez, P., J. Sateler, J. Olivares, V. Escobar, V. Ojeda, C. Labrín, Z. Young y J. González. 2008.** Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Proyecto: Pesquería Demersal Zona Centro Sur y Aguas Profundas, 2007. Sección II: Pesquería Demersal, 2007. Informe Final IFOP, Valparaíso, Chile, IFOP: 164p. + Anexos.
- Gálvez, P, R. Wiff, J. Sateler, E. Díaz, A. Flores, V. Ojeda, C. Labrin, C. Vera, J. González y C. Bravo. 2009.** Programa de seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales, Proyecto: Investigación Situación Pesquería Demersal Centro Sur y Aguas Profundas, 2008, Sección I: Pesquería de Aguas Profundas, 2008. Informe Final IFOP, Valparaíso, Chile, IFOP: 109p. + Anexos.
- Gálvez, P, R. Wiff, J. Sateler, E. Díaz, A. Flores, V. Ojeda, C. Labrin, C. Vera, J. González y C. Bravo. 2010.** Programa de seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales, Proyecto: Investigación Situación Pesquería Demersal Centro Sur y Aguas Profundas, 2009, Sección I: Pesquería de Aguas Profundas, 2009. Informe Final IFOP, Valparaíso, Chile, IFOP: 101p. + Anexos.
- Gálvez, P., J. Sateler, A. Flores, R. Céspedes, L. Chong, L. Adasme, C. Vera, y J González. 2011.** Seguimiento Demersal y Aguas Profundas 2011. Convenio: Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura 2011: Actividad 2: Peces Demersales. Informe de Avance IFOP, Valparaíso, Chile, IFOP: 164 p. + Anexos.
- Gálvez, G., A. Flores, L. Chong, R. Céspedes, V. Ojeda, R. Bravo, C. Labrín, G. Moyano y L. Muñoz. 2012.** Convenio: Asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura 2011. Actividad 2: Peces Demersales: Seguimiento Demersal y Aguas Profundas 2011 .Sección VI: Recursos de Aguas Profundas. Informe final. IFOP - SUBPESCA. 144 p. + Anexos.
- Gulland, J.A. 1971.** The fish resources of the ocean. West Byfleet, UK: Fishing New Books.
- Hewitt, D.A. & J.M. Hoening. 2005.** Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. Fishery Bulletin 103, 433-437.
- Hinton, M. and M. Maunder. 2004.** Methods for standardizing cpue and how to select among them. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(1):169-177.



- Holey S. and M. Maunder, 2005.** Status of Yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean in 2004 and outlook for 2005. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Stock Assessment Report, 5:-.
- Lillo, S., E. Molina, J. C. Saavedra, J. Olivares, E. Díaz, S. Núñez, E. Navarro, S. Vásquez, R. Alarcón, A. Sepúlveda, M. Braun y A. Saavedra. 2007.** Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2007. Informe Final proyecto FIP 2007-16. Instituto de Fomento Pesquero. 193 p.
- Mace, P. 1994.** Relationships between common biological reference points used as thresholds as targets of fisheries management strategies. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*:51:110-122.
- Maunder, M. N., J. R. Sibert, A. Fonteneau, J. H. Hampton, P. Kleiber and S. J. Harley. 2006.** Interpreting catch per unit effort data to assess the status of individual stocks and communities. *ICES J. Mar. Sci.* 63: 1373-1385.
- Maunder, M.N. and A.E. Punt. 2004.** Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. *Fish. Res.*, 70: 141-159.
- Morato, T., W. William, L. Cheung and Tony J. Pitcher. 2004.** Vulnerability of seamount fish to fishing: Fuzzy analysis of life-history attributes. In *Seamounts: Biodiversity and Fisheries* (Morato, T. & D. Pauly, eds.), pp 51-60. Vancouver.
- Ojeda, V., R. Wiff, C. Labrín y F. Contreras. 2010.** La longevidad del besugo (*Epigonus crassicaudus*) en Chile ¿Es similar a la de sus parientes?. *Revista de biología Marina y Oceanografía.* 45(3): 507- 511.
- Ortiz, M and F. Arocha. 2004.** Alternative error distribution models for the standardization of catch rates of non-target species from a pelagic longline fishery: billfish species in the Venezuelan tuna longline fishery. *Fisheries Research.* 70: 275-297.
- Pebesma, E.J. and R.S. Bivand, 2005.** Classes and methods for spatial data in R. *R News* 5.
- Plummer, M. N. Best, K. Cowles and K. Vines. 2009.** Coda: output analysis and diagnostics for MCMC. R package version 0.13-4.
- Quinn, T and R.B Deriso. 1998.** *Quantitative Fish Dynamics.* Oxford University Press. 542 p.
- Quirijns, F. J., Poos, J. J. and Rijnsdorp, A. D. 2008.** Standardizing commercial CPUE data in monitoring stock dynamics. Accounting for targeting behavior in mixed fisheries. *Fisheries Research,* 89(1): 1-8.
- Ribeiro Jr, P. J. and Peter J. Diggle. 2001.** GeoR: a package for geostatistical analysis *R-NEWS,* 1(2):15-18.

- Ribeiro, P. J., Christensen, O. F., and Diggle, P. J. 2003.** GeoR and GeoRglm: software for model-based geostatistics. In Proceedings of the 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing, Vienna. Ed. by K. Hornik, F. Leisch, and Zeileis. Technische Universität Wien, Vienna. 16 p.
- Roa-Ureta, R., and Niklitschek, E. 2007.** Biomass estimation from surveys with likelihood-based geostatistics. ICES Journal of Marine Science. 64: 1-12.
- Rowlingson, B., P. Diggle, R. Bivand, G. Petris and S. Eglen. 2008.** SplanCs: Spatial and Space-Time Point Pattern Analysis. R package version 2.01-24. <http://www.maths.lancs.ac.uk/~rowlings/SplanCs/>.
- Schnute, J. T., N. Boers, R. Haigh and A. Couture-Beil. 2008.** PBSmapping: PBS Mapping 2.59. R package version 2.59.
- Stephens, A. and MacCall, A. 2004.** A multispecies approach to subsetting logbook data for purposes of estimating CPUE. Fisheries Research 70: 299-310.
- Tascheri, R., J. Sateler, V. Ojeda, J. Olivares, R. Gili, R. Bravo, C. Vera, H. Miranda, L. Adasme y C. Bravo. 2001.** Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales. Informe Final 2000. Investigación situación pesquería demersal zona centro - sur. IFOP. 117 p.
- Tascheri, R., J. Sateler, V. Ojeda, J. Olivares, R. Gili, R. Bravo, C. Vera, C. Montenegro, M. González, J. Merino y J. González. 2002.** Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales. Informe Final 2001. Investigación situación pesquería demersal zona centro - sur. IFOP 316 p.
- Tascheri, R. J. Sateler, J. Merino, O. Carrasco, J. González, E. Díaz, V. Ojeda, J. Olivares, R. Gili, R. Bravo, L. Cid. 2003.** Programa de Seguimiento del Estado de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final 2002. Investigación Situación Pesquería Demersal Zona Centro-Sur. IFOP. 309 p.
- Tascheri, R., J. Sateler, J. González, J. Merino, V. Catasti, J. Olivares, Z. Young, J. Saavedra, C. Toledo, E. Palta y F. Contreras. 2005.** Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final 2004. Pesquería Demersal Zona Centro Sur y Aguas Profundas. IFOP. 345 p.
- Tascheri, R., J. Saavedra y R. Wiff. 2009.** Investigación del estatus y evaluación de estrategias de explotación sustentables en besugo, 2010. Pre-Informe Final. IFOP. 87 p.

- Tascheri, R., R. Wiff y J. C. Saavedra. 2009.** Estatus y evaluación de estrategias de explotación sustentables en besugo. Informe final. IFOP. 83 p. + Anexos.
- Tascheri, R., J. C. Saavedra y R. Wiff. 2010.** Investigación Estatus y Evaluación de Estrategias de Explotación Sustentables en Besugo. Informe final. IFOP. 85 p. + Anexos.
- Tascheri, R., C. Canales, A. Flores y F. Contreras. 2011.** Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentables de los Principales Recursos Pesqueros Nacionales, año 2012- Besugo. Segundo Informe. IFOP. 51 p + Anexos.
- Tascheri, R. y A. Flores. 2012.** Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentables de los Principales Recursos Pesqueros Nacionales, año 2013- Besugo. Segundo Informe. IFOP. 52 p + Anexos.
- Thompson, G.G. 1993.** A proposal for a threshold stock size and maximum fishing mortality rate. Can. 310-320. *In:* Smith, S. J., J. J. Hunt and D. Rivard (Eds.) Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 120. Ottawa Canada.
- Tracey, DM, K. George and D.J. Gilbert. 2000.** Estimation of age and growth, and mortality parameters of Black cardinal fish (*Epigonus telescopus*) in QMA 2 (East North Island). New Zealand Fisheries Assessment Report 2000/27: 1-21.
- Venables, W. N. and Ripley, B. D. 2002.** Modern Applied Statistics with S. Fourth Edition. Springer, New York.
- Wiff, R., J.C. Quiroz, R. Tascheri y F. Contreras. 2008.** Efecto de las tácticas de pesca en la estandarización de las tasas de captura de besugo (*Epigonus crassicaudus*) en la pesquería demersal multiespecífica en Chile central. Ciencias Marinas. 34(2): 1: 12.