



VALPARAISO, 28 de enero del 2015.

Señor
Raúl Súnico Galdames
Subsecretario de Pesca y Acuicultura
Bellavista 168, piso 18
VALPARAISO

Ref.: Adjunta Informe Técnico Comité Científico Técnico, Pesquerías de Pequeños Pelágicos (CCT-PP) N°01/2015 Puntos Biológicos de Referencia.

- Adjunto -

De mi consideración:

En calidad de Presidente del Comité Científico de la Ref., organismo asesor y de consulta de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en materias científicas relevantes para la administración y manejo de las pesquerías que tengan su acceso cerrado, así como en aspectos ambientales y de conservación y en otras que la Subsecretaría considere necesario, tengo el agrado de enviar a Ud., conforme al procedimiento establecido por Ley para estos fines.

El informe técnico en comento, contiene lo resuelto por el Comité, donde recomienda los Puntos Biológicos de Referencia para las pesquerías nacionales de recursos pelágicos pequeños.

Saluda atentamente a Ud.,

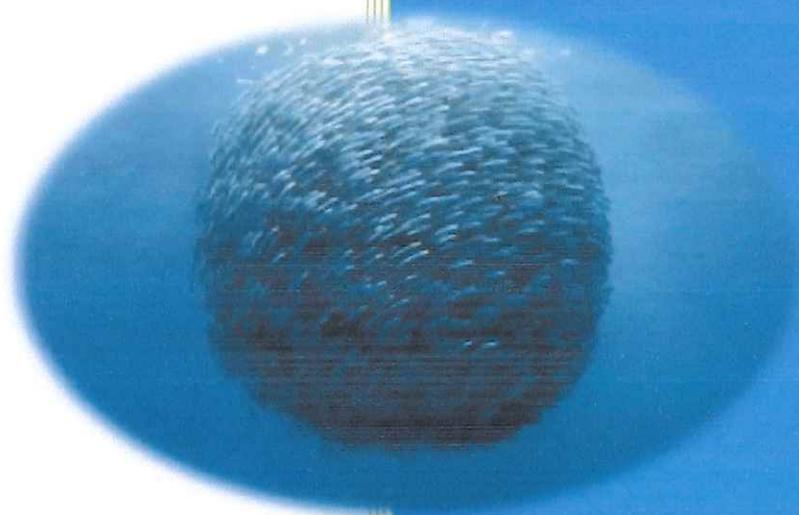
Rubén Alarcón Muñoz
Presidente (CCT-PP)
Comité Científico Técnico
Pesquerías de Pequeños Pelágicos





2015

Puntos Biológicos de Referencia



COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO PESQUERÍAS DE
PEQUEÑOS PELAGICOS

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Chile
Enero 2015



Contenido

Contenido.....	i
Listado de Tablas.....	ii
Listado de Figuras.....	ii
1. PROPÓSITO.....	1
2. ANTECEDENTES.....	1
2.1. Antecedentes Legales.....	1
2.2. Antecedentes técnicos.....	2
2.2.1. Estimación de F_{RMS} y F_{LUM}	5
2.2.2. Estimación de BD_0 , BD_{RMS} y BD_{LUM}	8
3. ANÁLISIS.....	11
3.1. Rendimiento Máximo Sostenible (RMS).....	13
3.2. Punto Biológico de Referencia (PBR) objetivo.....	14
3.3. Punto Biológico de Referencia (PBR) límite.....	15
3.4. Stock con baja productividad y/o escasa información.....	15
4. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	16
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	17
ANEXO 1: GLOSARIO.....	20
ANEXO 2: FUNDAMENTOS PBR OBJETIVO.....	22
MORTALIDAD NATURAL: Implicancias en el Manejo de Especies de Forraje.....	28
PRINCIPIO PRECAUTORIO.....	29
Marco nacional.....	29
Marco internacional.....	29
Organizaciones que han incorporado el enfoque precautorio en establecimiento de Puntos Biológicos de Referencia y Reglas de control.....	31
ENFOQUE ECOSISTÉMICO.....	33
Marco Nacional.....	33
Marco Internacional.....	33
Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Pesquerías.....	34
Anchoveta, como eslabón estratégico en los ecosistemas:.....	35
Enfoque Ecosistémico y PBRs.....	35
ANEXO 3: INDICADORES DE DESEMPEÑO SEGÚN PESQUERÍA.....	37

Listado de Tablas

Tabla 1.	Resumen de los métodos de estimación de PBR recomendados para el primer nivel de clasificación (Nivel 1a y 1b), analizados en el segundo taller de trabajo (Fuente: Clark <i>et al.</i> , 2014)	4
Tabla 2.	Primeras aproximaciones para seleccionar un valor de trabajo, respecto al PBR <i>proxy</i> de F_{RMS} (en el rango F60% a F45%). Columnas F mediana y %BDPR de F mediana (disponibles también en el 2° taller) permiten revisar los puntos anteriores (F45% y F60%)(Fuente: Clark <i>et al.</i> , 2014).	6
Tabla 3.	PBR (B_{RMS} , B_{LIM} , F_{LIM}) sugeridos inicialmente para sardinas y anchovetas (Fuente: Clark <i>et al.</i> , 2014).	7
Tabla 4.	Propuestas de B_{RMS} , F_{RMS} y B_{LIM} analizadas en talleres de trabajo.	8
Tabla 5.	Método de estimación recomendado por expertos para la estimación de B_0 , B_{RMS} y B_{LIM} para los stocks de sardinas y anchovetas.....	10
Tabla 6.	Puntos Biológicos de Referencia objetivos definidos por el CCT-PP.....	14
Tabla 7.	Puntos Biológicos de Referencia límite definidos por el CCT-PP	15
Tabla 8.	Puntos Biológicos de Referencia objetivos y límite definidos por el CCT-PP	17

Listado de Figuras

Figura 1.	Sistema de niveles para la determinación de los PBRs de acuerdo a la cantidad, tipo y la calidad de la información disponible y, métodos de evaluación de stock empleados en cada pesquería (Fuente: Clark <i>et al.</i> , 2014).....	3
Figura 2:	Diagrama de fase definido por el CCT-PP para las pesquerías de pelágicos pequeños pelágicos.	11
Figura 3.	Trayectoria de la mortalidad por pesca y desembarques (toneladas). Pesquería de Zona Centro Sur (V-X Regiones): a) sardina común y, b) anchoveta.....	37
Figura 4.	Trayectoria de la mortalidad por pesca y desembarques (toneladas): a) sardina austral X Región y, b) anchoveta III-IV Regiones.....	37
Figura 5.	Trayectoria de la mortalidad por pesca y desembarques (toneladas), anchoveta XV-II Regiones.	38

1. PROPÓSITO

El presente informe contiene la asesoría del Comité Científico Técnico de Pesquerías de Pequeños Pelágicos (CCT-PP) respecto al requerimiento contenido en el Artículo 5° transitorio de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) y sus modificaciones, respecto al establecimiento de los Puntos Biológicos de Referencia (PBR) en pesquerías de pelágicos pequeños que son administradas mediante Licencias Transables de Pesca (LTP) o Permisos Extraordinarios de Pesca (PEP), esto es, Anchoqueta y Sardina española XV-II Regiones, Anchoqueta y Sardina española III-IV Regiones, Sardina común y Anchoqueta V-X Regiones y Sardina austral X y XI Regiones.

Este Comité se pronunció respecto a la consulta formulada por la Autoridad, esto es, asesorar en el proceso del establecimiento del Marco Biológico de Referencia para culminar los avances realizados durante el 2014 en la determinación de los Puntos Biológicos de Referencia (PBR) y del Máximo Rendimiento Sostenido (MRS) de los siguientes recursos pelágicos: Anchoqueta y Sardina española XV-II Regiones; Anchoqueta y Sardina española III-IV Regiones, Anchoqueta y Sardina común V-X Regiones; Sardina austral X y XI Regiones, de acuerdo a lo requerido en el Artículo 5° transitorio de la Ley 20.657. Conforme al acuerdo contenido en el Acta N° 4/2014, el Comité deberá sancionar el informe técnico base, solicitado a la Comisión designada, para la elaboración del Decreto que establecerá los PBR.

2. ANTECEDENTES

2.1. Antecedentes Legales

En el Artículo 5° de las disposiciones transitorias de la Ley 20.657, se establece que...*"en el plazo de dos años a contar de la entrada en vigencia de la presente Ley, la Subsecretaría deberá determinar los puntos biológicos de referencia de las pesquerías que se administren con licencias transables de pesca"*. Asimismo, en el Título XII de los Consejos de Pesca, Párrafo 3° de los Comités Científicos Técnicos, Artículo 153, se crean ocho Comités Científicos Técnicos pesqueros, como organismos asesores y/o de consulta de la Subsecretaría en las materias científicas relevantes para la administración y manejo de las pesquerías que tengan su acceso cerrado, así como, en aspectos ambientales y de conservación y en otras que la Subsecretaría considere necesario, pudiendo un mismo

Comité abocarse a una o más pesquerías afines. Estando dichos Comités mandatados a determinar los puntos biológicos de referencia, entre otras materias.

El nuevo marco legal establece en el Título I de las Disposiciones Generales, Artículo 2º, numeral 71, directrices respecto a los Puntos Biológicos de Referencia, en este contexto hace referencia a éstos como *"valor o nivel estandarizado que tiene por objeto establecer la medida a partir de la cual o bajo la cual queda definido el estado de situación de las pesquerías, pudiendo referirse a: biomasa, mortalidad por pesca, o tasa de explotación. Serán puntos biológicos de referencia la biomasa al nivel del máximo rendimiento sostenible, la biomasa límite y la mortalidad o tasa de explotación al nivel del máximo rendimiento sostenible, u otro que el Comité Científico Técnico defina"*.

Finalmente, en el Artículo 155 de la LGPA señala que *"...el Comité tendrá un plazo de 15 días corridos a contar de la fecha del requerimiento, prorrogables por otros 15 días corridos, para pronunciarse sobre las materias en las que ha sido requerido. Cumplido dicho plazo sin que exista pronunciamiento del respectivo Comité, la Subsecretaría o el Ministerio adoptará la decisión fundado en informe técnico..."*

2.2. Antecedentes técnicos

El Comité se basó en el trabajo que la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) junto con el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) propiciaron en los años 2013 y 2014, respecto a la revisión y estimación de los PBRs para las principales pesquerías nacionales dentro del marco del proyecto *"Revisión y estimación de los PBR¹ (Rendimiento Máximo Sostenido) para las principales pesquerías nacionales"* (Clark et al., 2014), proyecto ejecutado por IFOP que contó con la consultoría de investigadores de prestigio internacional, con los cuales se realizaron tres talleres de trabajo, contando además con la participación de investigadores nacionales.

A continuación, se presenta una síntesis de los elementos más relevantes del trabajo desarrollado para las pesquerías pelágicas. El primer taller de trabajo con los expertos se realizó en diciembre del 2013, en el cual se surgieron diversas aproximaciones metodológicas para calcular PBR, dependiendo de la calidad y cantidad de los datos disponibles para cada stock, siguiendo un sistema dividido en niveles ("tiers")(Figura 1). Los peces pelágicos pequeños calificaron en el nivel 1b, dado que los modelos de evaluación empleados para cada stock son estructurados a la edad o a la talla, pero no incluyen una relación stock-recluta (S-R) al interior del modelo de evaluación.

¹<https://sites.google.com/site/brpforchileanfisheries/home>

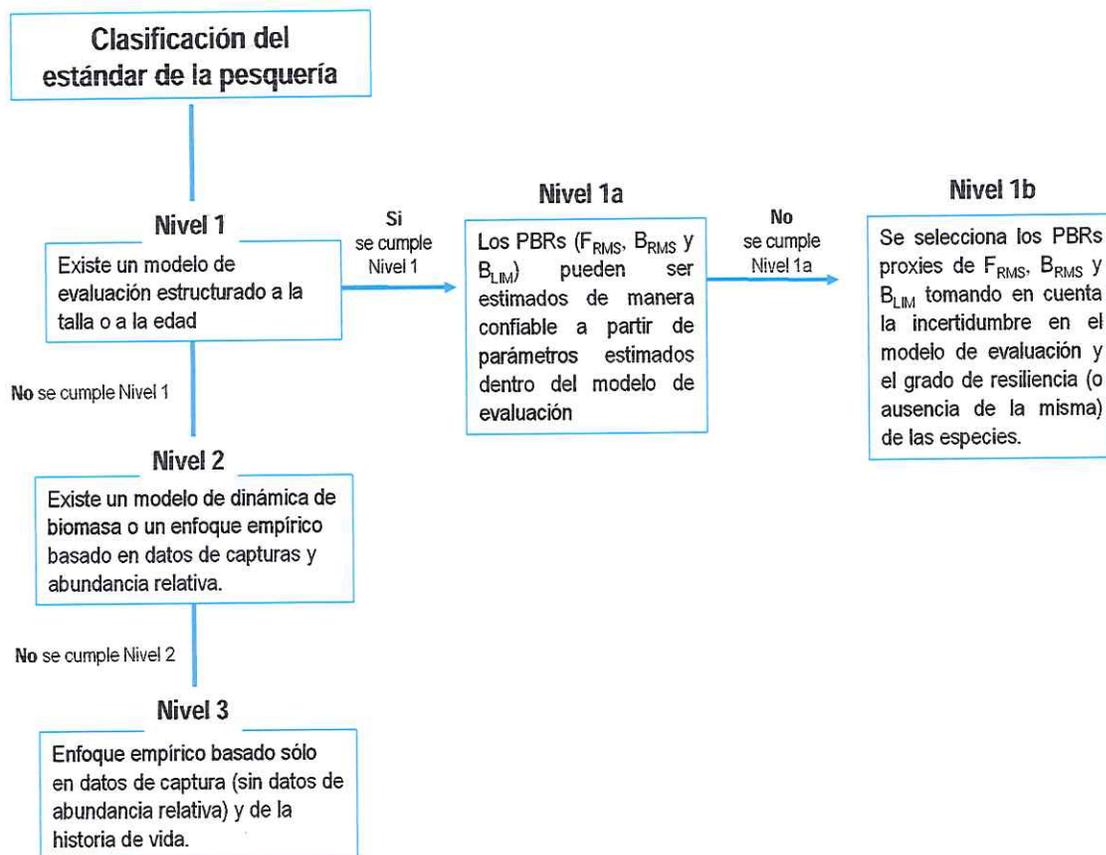


Figura 1. Sistema de niveles para la determinación de los PBRs de acuerdo a la cantidad, tipo y la calidad de la información disponible y, métodos de evaluación de stock empleados en cada pesquería (Fuente: Clark et al., 2014).

La estimación y discusión de los PBR basados en el RMS, utilizan una aproximación llamada “modelo de producción edad-estructurado”. Esta aproximación es una combinación de rendimiento por recluta (RPR) y biomasa desovante por recluta (BDPR), con una relación stock-recluta (S-R) conveniente para generar curvas de rendimiento de equilibrio totales para una pesquería (Shepher 1982, Sissenwine y Shepher 1987, Cubillos *et al*, 2002). Al respecto, se recomendaron distintos métodos de estimación de PBRs según el nivel de clasificación asignado anteriormente (**Tabla 1**).

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

Tabla 1. Resumen de los métodos de estimación de PBR recomendados para el primer nivel de clasificación (Nivel 1a y 1b), analizados en el segundo taller de trabajo (Fuente: Clark *et al.*, 2014)

Métodos		F_{RMS}	B_0	B_{RMS}
Método 1 (<i>tier 1a</i>)	Se ajusta una relación stock-recluta para estimar " h " (<i>steepness</i>) en el modelo de evaluación	El valor <u>estimado</u> de " h " se utiliza en el cálculo de F_{RMS}	La estimación de " h " permite estimar R_0 y BD_0 en el modelo de evaluación.	B_{RMS} se determina sobre la base de un % de BD_0
Método 2 (<i>tier 1b</i>)	Se selecciona un valor fijo de " h " o un rango de valores de " h ", fuera del modelo de evaluación	El valor <u>seleccionado</u> de " h " se utiliza en el cálculo de F_{RMS}	La selección de un valor de " h " permite estimar R_0 y BD_0 fuera o dentro del modelo de evaluación	B_{RMS} se determina sobre la base de un % de BD_0
Método 3 (<i>tier 1b</i>)	Método 3.1. Se calcula la curva BDPR	Se utiliza un <i>proxy</i> de F_{RMS} basado en la curva BDPR ($F_{x\%BDPR}$)	El <i>proxy</i> de BD_0 es $BDPR_0$. Luego se escoge un nivel de R_t apropiado para representar un nivel de pesca $F_{x\%BDPR}$	El <i>proxy</i> de BD_{RMS} se determina sobre la base de un % $BDPR_0$
	Método 3.2. Se calcula la curva BDPR. Luego, el %BDPR escogido para F es F_{RMS} , esto implica un valor para h , que a su vez implica un % de BD_0 , que será el <i>proxy</i> BD_{RMS} .	Se utiliza un <i>proxy</i> de F_{RMS} basado en la curva BDPR ($F_{x\%BDPR}$)	Para obtener el <i>proxy</i> B_{RMS} , se debe estimar o seleccionar el B_0 . Métodos para estimar B_0 1. BD_0 Dinámico (B_{0t}) se considera como el nivel de biomasa desovante, sin objeto de pesca que varía con el tiempo. 2. BD_0 considerado como la biomasa al inicio del período de evaluación. 3. Utilizar el resultado de R_0 del modelo de evaluación de stock para estimar BD_0 como $BDPR_0 * R_0$ 4. Utilizar un reclutamiento promedio \bar{R} del período de evaluación para estimar BD_0 como $BDPR_0 * \bar{R}$	Si $F_{x\%BDPR}$ se utiliza como F_{RMS} , el % de B_0 para BD_{RMS} será menor al % $BDPR$ ($\pm 5\%$) de acuerdo a una relación S-R (Beverton-Holt)
Método 4 (<i>tier 1b</i>)	Escoger un % de BD_0 como <i>proxy</i> de BD_{RMS} . Por defecto es $40\%BD_0$ que ha mostrado estar a un nivel que produce un rendimiento cercano al RMS para un amplio rango de resiliencia en la relación stock-recluta	Se hace un retro-cálculo de un F consistente utilizando un rango " h " (0.5 - 0.95).		El <i>proxy</i> de BD_{RMS} corresponde al $40\%B_0$

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

El método recomendado inicialmente para pelágicos pequeños correspondió al método 4, el cual consistía en calcular un nivel objetivo de 40% de biomasa desovante relativo al nivel no explotado ($BD_{40\%}$), que conduciría en el largo plazo a rendimientos cercanos al RMS para un amplio rango de resiliencia en la relación stock-recluta. Para calcular $F_{BD40\%}$ se requiere especificar la forma de la relación stock-recluta y el grado de resiliencia (*steepness*). En el segundo taller realizado en el mes de abril del 2014, se adoptó $F_{45\%}$ para el Método 4, tras el análisis de una curva Beverton-Holt y un amplio rango de valores de *steepness* (0,5-0,95) desarrollado por Bill Clark (Payá et al., 2013, Clark et al., 2014). Sin embargo, se concluyó que no existen bases científicas para la elección de un método apropiado para seleccionar un valor de F_{RMS} (o *proxy*) en especies de historia de vida corta. En consecuencia y como una primera aproximación, el panel de expertos internacionales, observó cómo plausible para el PBR objetivo, valores entre el $F_{60\%}$ y $F_{45\%}$ (donde $F_{x\%}$ indica el valor de mortalidad por pesca (F) que corresponde a un $X\%BDPR$). Del mismo modo, dichos investigadores señalaron que la elección específica para cada stock puede depender del nivel de incertidumbre, acerca de la biología y dinámica del stock, evaluación de stock, datos (calidad y cantidad), el valor atribuido a los servicios al ecosistema y, el nivel de riesgo que la Subsecretaría y usuarios deseen asumir.

2.2.1. Estimación de F_{RMS} y F_{LIM}

Las curvas BDPR calculadas durante el segundo taller de PBRs (Abril 2014) y correspondientes valores de $F_{x\%}$ ($F_{x\%}$ es la mortalidad por pesca que reduce la BDPR al $X\%$ del valor no explotado) resultaron ser muy sensibles a la curva de selectividad asumida, en especial a las posiciones relativas de las curvas de selectividad y madurez sexual (es decir, si los peces tienen oportunidad de desovar antes de ingresar a la pesquería). Con el propósito de determinar si el F resultante es sostenible, se calcularon los valores de mortalidad natural (M), $0,87M$ como un *proxy* de F según el procedimiento de Zhou et al. (2012) y $2/3M$ como un *proxy* de "F sostenible" según un estudio de Patterson (1992), de tal manera que si el F promedio de las capturas se encuentra bajo $2/3$ de M, se esperaría encontrar biomazas estables o crecientes y lo opuesto, cuando F esta sobre $2/3$ de M (Tabla 2).

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

Tabla 2. Primeras aproximaciones para seleccionar un valor de trabajo, respecto al PBR *proxy* de F_{RMS} (en el rango $F_{60\%}$ a $F_{45\%}$). Columnas F mediana y %BDPR de F mediana (disponibles también en el 2° taller) permiten revisar los puntos anteriores ($F_{45\%}$ y $F_{60\%}$) (Fuente: Clark et al., 2014).

Pesquería	Selectividad de la Evaluación (Caso Base)		Selectividad = Madurez Sexual (Prueba de sensibilidad)		Mediana histórica F	%BDPR en mediana F histórica
	$F_{45\%}$	$F_{60\%}$	$F_{45\%}$	$F_{60\%}$		
Anchoveta XV-II (valores en la escala semestral)	1,23	0,5	0,47	0,26	0,82	51
Anchoveta III-IV (basado en longitud)	0,92	0,54	0,85	0,50	0,63	56
Anchoveta V-X	0,84	0,44	0,46	0,26	1,32	35
Sardina común V-X	0,57	0,34	1,45	0,72	0,32	62
Sardina Austral X (basado en longitud)	0,6	0,35	0,59	0,35	0,35	60

En el tercer taller realizado en agosto del 2014, se requirió un pronunciamiento respecto a un valor de trabajo para el PBR *proxy* de F_{MSY} (entre $F_{60\%}$ y $F_{45\%}$). Para ello, se consideró en primera instancia la mediana del valor histórico de F , estimados a partir de las evaluaciones de stocks tenidas a la vista (CTP 2013), lo que no se pudo aplicar de forma transversal para todos los pelágicos pequeños, por la disparidad en la productividad entre sardinas y Anchovetas, dado que:

- Los dos stocks de sardina se han capturado históricamente muy cerca de $F_{60\%}$, es así como, la sardina común V- X Regiones, ha registrado buenos reclutamientos y una tendencia creciente en la biomasa durante la última década; mientras que la sardina austral X Región tiene una historia corta de la explotación, la que se inicia a partir del año 2006 y es a partir del año 2009 que se realizan evaluaciones del stock.
- Por otra parte, el stock de la Anchoveta en XV-II Regiones, ha sido explotado históricamente en torno al $F_{50\%}$, evidenciando en los últimos 10 años una tendencia a la baja en la abundancia del stock, mientras que el stock de la Anchoveta III-IV Regiones ha sido explotado en torno $F_{55\%}$, con niveles de reclutamiento y biomasa estables en el tiempo. Finalmente, para Anchoveta V-X Regiones, la mediana histórica F corresponde al 35%BDPR, valor BDPR% considerablemente inferior a la de los otros stocks, registrando este stock además, niveles de reclutamiento y biomasa que corresponden a los más bajo en los últimos cinco años.

Después de esta primera propuesta, se planteó que, a menos que hubiera información clara o argumentos que sugieran un enfoque alternativo mejor, mantener la mortalidad por pesca en un valor

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

cercano a lo que se ha registrado en el pasado, lo anterior crearía menos interrupciones en la administración y operación de pesca en todos los stocks.

Sobre de los antecedentes previos, se propuso un $F_{55\%}$ como *proxy* de F_{RMS} para todos estos stocks, con las siguientes excepciones: i) el stock de sardina austral X Región, para el cual se propuso un $F_{60\%}$, basado en la corta historia de la pesquería (menor información disponible) y las características biológicas de la especie, al poseer por ejemplo, una talla de madurez sexual comparativamente mayor a otros pelágicos pequeños, baja fecundidad, lo que redundaría en una menor productividad y ii) Anchoqueta V-X, donde el %BDPR histórico es considerablemente inferior a los demás stocks y como se indicó anteriormente, el reclutamiento y biomasa del stock han sido muy bajos en los últimos 5 años; por lo tanto, un valor %BDPR mayor debe ser utilizado para el PBR de este stock.

La aproximación anterior, se consideró apropiada por lo tanto, durante el taller se generó la propuesta que se resume en la **Tabla 3**, donde se observa que todos los valores de %BDPR están dentro del rango 50%BDPR a 60%BDPR, lo que no es contrario con el planteamiento del 2° taller (45%BDPR a 60%BDPR).

Tabla 3. PBR (B_{RMS} , B_{LIM} , F_{LIM}) sugeridos inicialmente para sardinas y anchovetas (Fuente: Clark et al., 2014).

Pesquería	$F_{RMS}(proxy)$		$BD_{RMS}(proxy)$ millones t.	B_{LIM} millones t.	F_{LIM}
	Base	Valor		$B_{20\%}$	$F_{30\%}$
Anchoqueta XV-II (semestral)	$F_{50\%}$	0,88	1,85	0,82	4,62
Anchoqueta III-IV (basados en la talla)	$F_{55\%}$	0,66	0,21	0,08	1,56
Anchoqueta V-X (basados en la edad)	$F_{55\%}$	0,55	0,63	0,25	1,70
Sardina común V-X (basados en la edad)	$F_{60\%}$	0,34	0,75	0,27	0,91
Sardina austral X (basados en la talla)	$F_{60\%}$	0,35	0,11	0,04	1,00

Durante el tercer taller de PBRs realizado en el mes de agosto del 2014, se determinó un límite superior a la mortalidad por pesca F_{LIM} , como punto de referencia (PR) y no como PBR, como la tasa de mortalidad por pesca que conduce a la biomasa en el largo plazo (equilibrio) al B_{LIM} . Para estos efectos, se consideró que B_{LIM} correspondería a la mitad de la biomasa objetivo (B_{RMS}), por ejemplo, si $B_{RMS} = B_{40\%}$ entonces $B_{LIM} = B_{20\%}$. Sin embargo, aunque en pelágicos pequeños el PBR objetivo en términos de biomasa es mayor a $B_{40\%}$, se estimó B_{LIM} por defecto en base a $B_{20\%}$. La secuencia de avance entre el 2° y 3° taller se resumen en la Tabla 4.

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

Tabla 4. Propuestas de B_{RMS} , F_{RMS} y B_{LIM} analizadas en talleres de trabajo.

RECURSO	2 ^{do} Taller PBR			3 ^{er} Taller PBR			
	ABRIL 2014			AGOSTO 2014			
	PBR objetivo		PBR Límite	PBR objetivo		PBR Límite	
	B_{RMS}	F_{RMS}	B_{LIM}	B_{RMS}	F_{RMS}	B_{LIM}	F_{LIM}
Anchoveta Norte XV-II Regiones	40%BD ₀ 55%BD ₀	45%BDPR 60%BDPR	20%BD ₀	45%BD ₀	50%BDPR	20%BD ₀	30%BDPR
Anchoveta Centro Norte III-IV Regiones	40%BD ₀ 55%BD ₀	45%BDPR 60%BDPR	20%BD ₀	50%BD ₀	55%BDPR	20%BD ₀	30%BDPR
Anchoveta Centro Sur	40%BD ₀ 55%BD ₀	45%BDPR 60%BDPR	20%BD ₀	50%BD ₀	55%BDPR	20%BD ₀	30%BDPR
Sardina común Centro sur	40%BD ₀ 55%BD ₀	45%BDPR 60%BDPR	20%BD ₀	55%BD ₀	60%BDPR	20%BD ₀	30%BDPR
Sardina austral X Región	40%BD ₀ 55%BD ₀	40%BDPR 60%BDPR	20%BD ₀	55%BD ₀	60%BDPR	20%BD ₀	30%BDPR

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

Para los stocks de anchovetas y sardinias se consideró en principio que el método para calcular un punto de referencia BD_{RMS} (*proxy*) correspondía al método 3.1 (Tabla 1), donde se considera el cálculo de BD_{RMS} como $BDPR(F_{RMS}) \times R_{RMS}$; tal que, R_{RMS} (*proxy*) es el reclutamiento promedio estimado en la evaluación de stock durante un período de tiempo histórico y que sumado al juicio experto, darían cuenta que la explotación en dicho periodo estuvo en torno al RMS (F_{RMS}). En consecuencia, en el segundo taller se propuso un método alternativo que se describe a continuación, que no requiere suponer conocido un período histórico donde la explotación pesquera ha estado cerca de F_{RMS} (Tabla 5).

- i. Encontrar un período histórico largo (de preferencia) en el que la BD haya estado aproximadamente en un equilibrio dinámico (es decir, no un equilibrio determinista basado en la relación stock-recluta). La condición base corresponde a tomar la serie temporal histórica completa, a menos que exista una razón clara para hacer algo distinto. Calcular el promedio de BD y la mediana de F, estimadas de la evaluación de stock durante el período

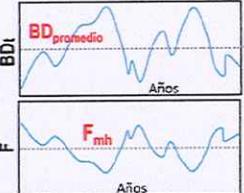
COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

seleccionado. Obsérvese: que la razón para estimar el promedio de BD pero la mediana de F (F_{mh}) se debe a que la distribución de probabilidad de F , se espera que sea asimétrica cercana a la log-normal; mientras que la distribución de probabilidad de la BD, se espera que sea simétrica, asimilable a la normal. El objetivo además, es determinar valores únicos de F y BD que se podrían corresponder entre sí (aproximadamente) en equilibrio, por lo que la mediana de F , que disminuye el peso o influencia de los valores altos de F en la serie histórica, podrían estar asociado a valores altos de BD en equilibrio (y la media a menudo tiende a ser mayor que la mediana).

- ii. Calcular el %BDPR (F_{mh}) y %BDPR (F_{RMS}).
- iii. Sustraer el 5% (-0,05) de %BDPR (F_{mh}) y %BDPR(F_{RMS}) para obtener una aproximación para la %BD (donde el %BD denota BD/B_0), para el cual F_{mh} y F_{RMS} correspondiente. Como un ejemplo, si %BDPR(F_{mh}) = 0,35, el correspondiente %BD(F_{mh}) es 0,30, y si %BDPR(F_{RMS})=0,55, el correspondiente %BD(F_{RMS}) es 0,50.
- iv. La razón $BD_{promedio}/\%BD(F_{mh})$ entrega una estimación de B_0 y forma la base para el cálculo de B_{RMS} (paso 5) y B_{LIM} (paso 6).
- v. Cálculo de B_{RMS} (proxy) como $\%BD(F_{RMS}) \times BD_{promedio}/\%BD(F_{mh})$.
- vi. Cálculo de B_{LIM} (seleccionado como B20% para todos los stock de sardina y anchoveta) como $0,20 \times BD_{promedio}/\%BD(F_{mh})$.

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

Tabla 5. Método de estimación recomendado por expertos para la estimación de B_0 , B_{RMS} y B_{LIM} para los stocks de sardinas y anchovetas.

<p>Paso 1</p>	<p>Encontrar un período histórico (de preferencia largo) en el que la BD haya estado aprox. en un equilibrio dinámico.</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Encontrar período histórico en equilibrio dinámico 2. Estimar el promedio de la serie histórica de Biomasa desovante ($BD_{promedio}$) estimada en el modelo de evaluación de stock 3. Estimar la mediana de la serie histórica de Mortalidad por pesca (F_{mh}) estimada en el modelo de evaluación de stock
<p>Paso 2</p>	<p>Calcular → %BDPR(F_{mh}) → %BDPR(F_{RMS}) → %BDPR(F_{LIM})</p>		<p>Biomasa por recluta (BDPR) F_{RMS} → Rango entre 45% y 60% BDPR F_{LIM} → 30% BDPR</p>
<p>Paso 3</p>	<p>Calcular → %BD(F_{mh}) → %BD(F_{RMS}) → %BD(F_{LIM})</p>	<p>%BD(F_{mh}) = %BDPR(F_{mh}) - 5% %BD(F_{RMS}) = %BDPR(F_{RMS}) - 5% %BD(F_{LIM}) = %BDPR(F_{LIM}) - 5%</p>	
<p>Paso 4</p>	<p>Calcular → BD_0 Calcular → BD_{RMS}</p>	<p>BD_0 = $BD_{promedio} / \%BD(F_{mh})$ BD_{RMS} = $BD_0_{proxy} * \%BD(F_{RMS})$</p>	
<p>Paso 5</p>	<p>Calcular → BD_{LIM}</p>	<p>BD_{LIM} = $BD_0_{proxy} * \%BD(F_{LIM})$</p>	

3. ANÁLISIS

El CCT-PP elaboró el presente informe que sintetiza el trabajo realizado en 3 sesiones realizadas durante el año 2014, en los meses de agosto (20-22), septiembre (24-26) y noviembre (11-14) orientadas a discutir antecedentes técnicos y jurídicos, para finalmente establecer tanto el PBR objetivo en biomasa y en mortalidad por pesca, como el PBR límite, sólo en biomasa. Recomendando a la Autoridad un diagrama de fase de explotación pesquera, que tiene como propósito mostrar retrospectivamente cambios en biomasa, respecto a cambios en la mortalidad por pesca (Figura 1), que acoge las sugerencias del panel de expertos del proyecto "Revisión y estimación de los PBR (Rendimiento Máximo Sostenido) para las principales pesquerías nacionales" Clark et al. (2014) y Acta CCT-PP N° 5.

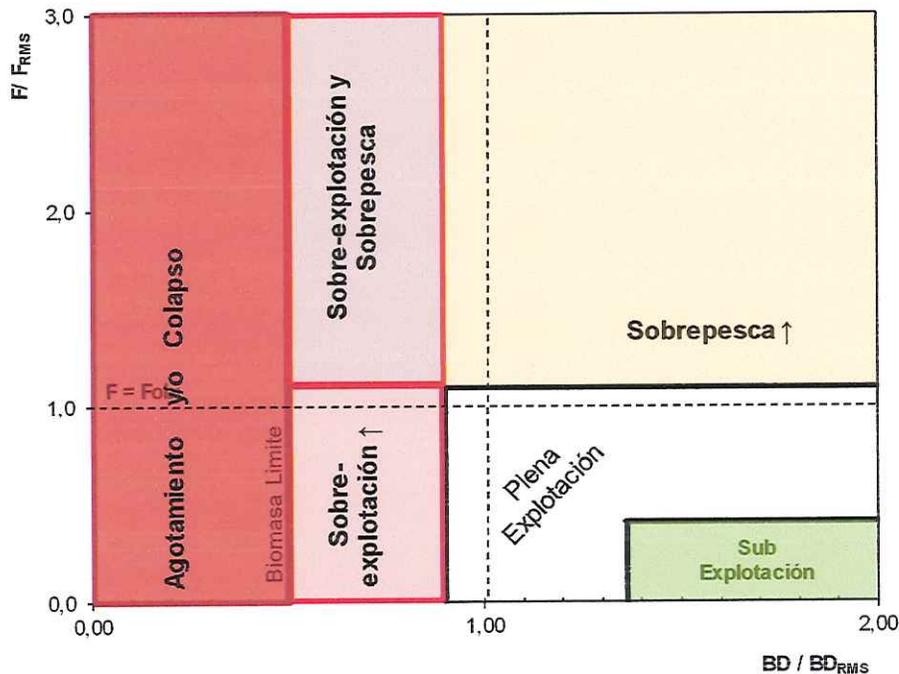


Figura 2: Diagrama de fase definido por el CCT-PP para las pesquerías de pelágicos pequeños pelágicos.

Para facilitar una correcta comprensión e interpretación de parte de los distintos grupos de interés y en atención a las atribuciones que la LGPA confiere a los CCT, este Comité incorporó el concepto de sobrepesca, precisó algunas definiciones y se pronunció respecto a la zona de plena explotación, según consta en acta número 5 (11 al 14 de noviembre de 2014). Los aspectos más relevantes son los que a continuación se describen:

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

Sobrepesca: Este Comité consideró necesario diferenciar al interior de la zona de sobreexplotación definida por la LGPA, el área de sobrepesca, con el objeto de aplicar las medidas de Administración más acordes con dicha condición. En tal sentido, la sobrepesca ocurriría cuando la mortalidad por pesca F (variable de flujo y de control) exceda un valor considerado umbral o límite que en este caso corresponde al valor superior en mortalidad por pesca (valor relativo al objetivo) de la zona de plena explotación.

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

Rango de Plena Explotación: Este Comité recomendó los siguientes rangos que definen la condición de Plena Explotación de los recursos pelágicos pequeños, considerando los siguientes límites en biomasa y el correspondiente par ordenado en mortalidad por pesca:

- **Límite bajo el objetivo de manejo = 10% Bajo B_{RMS} :** Este criterio tiene como propósito el establecimiento de una banda estrecha en torno al RMS, que genere un área no deseada, que en lo posible sea menor o igual al área de incertidumbre total del sistema, donde la biomasa está bajo la biomasa objetivo y a su vez, la mortalidad por pesca es mayor a la mortalidad por pesca objetivo. En consecuencia, este Comité acogiendo las numerosas recomendaciones en ciencia pesquera, respecto al riesgo de llevar a los stocks a una condición de sobreexplotación cuando se utiliza el RMS como objetivo de manejo, emplea el concepto conforme al marco legal vigente y simultáneamente lo deja operando en la práctica, como un punto biológico de referencia límite (Figura 2).
- **Límite sobre el objetivo de manejo = 75% B_0 (o 35% sobre B_{RMS}):** Para definir este criterio, el Comité rescató elementos del enfoque ecosistémico en especies de que tienen un alto valor de servicio al ecosistema (“especies de forraje”), planteado por Pickitch et al. (2012).

3.1. Rendimiento Máximo Sostenible (RMS)

El RMS fue propuesto en la literatura pesquera en la década del 50' y por la ausencia de mejores objetivos de manejo, dada la simplicidad del concepto y la disponibilidad de técnicas de estimación, propiciaron que en las décadas siguientes varias agencias, tanto nacionales como intergubernamentales, lo aceptaran. Incluso y pese a ser fuertemente criticado por la comunidad científica. En el año 1982 el RMS fue incorporado en el texto de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR)², la que estableció como PBR límite a la biomasa en el RMS (B_{RMS}) y no como PBR objetivo. Dado que la evidencia ha demostrado, así como lo reporta la FAO (Cochrane, 2005), que en pesquerías administradas con el RMS como objetivo, se corre el riesgo de sobreexplotar los stocks, debido a:

- 1) Alta incertidumbre en los modelos de evaluación y en la calidad de los datos e información disponible dificultan y en muchos casos impiden, la estimación del RMS, generando incentivos perversos para que siempre se capture más de lo prudente (sobrepesca y/o sobreexplotación).
- 2) Por su naturaleza estática, el RMS representa un nivel de captura constante que puede ser extraída en el largo plazo en condiciones de equilibrio, ignorando cambios espacio-temporales en la productividad de las poblaciones, cambios ambientales, variabilidad individual en los procesos biológicos (crecimiento y madurez sexual, entre otros).
- 3) El concepto de RMS sigue siendo un enfoque de manejo pesquero reduccionista (monoespecífico), contrario a la tendencia actual del manejo pesquero moderno que hace hincapié en el enfoque ecosistémico.

Por lo tanto, el RMS no debiera ser considerado como el PBR objetivo que debe buscar el administrador pesquero, sino como un PBR límite. No obstante, este Comité está consiente que la LGPA considera al RMS como objetivo de manejo.

²Artículo 61 **Conservación de los recursos vivos**, en el punto 3, establece que "...tales medidas tendrán asimismo la finalidad de preservar o restablecer las poblaciones de las especies capturadas a niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible con arreglo a los factores ambientales y económicos pertinentes, incluidas las necesidades económicas de las comunidades pesqueras ribereñas y las necesidades especiales de los Estados en desarrollo, y teniendo en cuenta las modalidades de la pesca, la interdependencia de las poblaciones y cualesquiera otros estándares mínimos internacionales generalmente recomendados, sean subregionales, regionales o mundiales..."

3.2. Punto Biológico de Referencia (PBR) objetivo

De acuerdo a lo previamente señalado, el CCT-PP suscribió a los indicadores definidos en el proyecto *“Revisión y estimación de los PBR (Rendimiento Máximo Sostenido) para las principales pesquerías nacionales”* (Clark et al., 2014) para establecer los PBRs objetivos (2º y 3º taller internacional) e introdujo mejoras para facilitar su comprensión, esto es, transformando en una pregunta lo referido a cada indicador o criterio, respecto al PBR objetivo propuesto, incorporando otros propuestos por este Comité, todos con su correspondiente fundamento y consideraciones ([Anexo 2](#)). Asimismo, en lo que respecta a la estimación de los PBRs objetivos, el Comité suscribió a la metodología propuesta por el panel de expertos para estimar la Biomasa en el RMS (B_{RMS}), sobre la base que la primera recomendación general para pelágicos, vale decir, $F_{45\%} - F_{60\%}$, respecto a la biomasa desovante por recluta ($BDPR$); según consta en el Reporte 3º Sesión CCT-PP. En consecuencia, los PBRs objetivos definidos por este Comité para la mayoría de los recursos analizados fueron establecidos por consenso como se indica en la siguiente Tabla 6.

Tabla 6. Puntos Biológicos de Referencia objetivos definidos por el CCT-PP

RECURSO	F_{RMS} proxy	B_{RMS} proxy	APROBACIÓN
Anchoveta XV-II Regiones	$F_{55\%BDPR}$	55%BDPR (ó 50%B ₀)	Unanimidad
Anchoveta III y IV Regiones	$F_{60\%BDPR}$	60%BDPR (ó 55%B ₀)	Consenso
Anchoveta V a X Regiones	$F_{60\%BDPR}$	60%BDPR (ó 55%B ₀)	Consenso
Sardina común V a X Regiones	$F_{60\%BDPR}$	60%BDPR (ó 55%B ₀)	Consenso
Sardina austral X Región	$F_{60\%BDPR}$	60%BDPR (ó 55%B ₀)	Consenso

El resultado del taller de revisión de PBR nacionales, recomendó particularmente para Anchoveta de la XV-II Regiones el siguiente rango donde debería estar definido el respectivo PBR objetivo ($F_{55\%BDPR}$), aspecto que fue sometido a votación ($F_{55\%BDPR}$) y aprobado por unanimidad, según consta en las actas del Comité del año 2014. No obstante lo anterior, existe unanimidad en revisar los PBRs lo antes posible, pero una vez desarrollados los estudios asociados al tema de edad y crecimiento, fuentes de incertidumbre identificadas por el Comité, así como, las observaciones más relevantes formuladas en el proceso de revisión por pares conducida por Mr. Chris Francis (2013).

3.3. Punto Biológico de Referencia (PBR) límite

De forma similar al establecimiento del PBR objetivo, este Comité se abocó en analizar los siguientes escenarios:

- i) $B_{lim} = 50\% BD_{RMS}$
- ii) $B_{lim} = 20\% BD_0$ (cuando el *proxy* $BD_{RMS} = 40\% BD_0$)

Obsérvese, que el escenario ii) corresponde a un caso particular del escenario i), aplicable a recursos demersales (longevos) donde el *proxy* del $BD_{RMS} = 40\% BD_0$, lo que no es extensible a recursos pelágicos de vida corta, donde el *proxy* BD_{RMS} fue definido por el CCT-PP en $55\% BDPR$ para Anchoqueta XV-II y $60\% BDPR$ para el resto de los recursos (Tabla 6). De forma similar al establecimiento del PBR objetivo, los antecedentes precedentes no propiciaron el consenso para establecer el PBR límite en todos los recursos, es por esta razón que en el caso de Anchoqueta XV-II Regiones, se debió someter a votación aprobándose por mayoría (Tabla 7).

Tabla 7. Puntos Biológicos de Referencia límite definidos por el CCT-PP

RECURSO	$B_{Límite}$	APROBACIÓN
Anchoqueta XV-II Regiones	$50\% B_{RMS}$ (ó $25\% BD_0$)	Unanimidad
Anchoqueta III y IV Regiones	$50\% B_{RMS}$ (ó $27,5\% BD_0$)	Consenso
Anchoqueta V a X Regiones	$50\% B_{RMS}$ (ó $27,5\% BD_0$)	Consenso
Sardina común V a X Regiones	$50\% B_{RMS}$ (ó $27,5\% BD_0$)	Consenso
Sardina austral X Región	$50\% B_{RMS}$ (ó $27,5\% BD_0$)	Consenso

3.4. Stock con baja productividad y/o escasa información

Durante la sesión N° 3 del CCT-PP, los miembros del Comité revisaron las propuestas hechas por los expertos en los talleres 1 y 2 del proyecto "Revisión de los PBR de las Pesquerías nacionales". En el segundo taller, se sometió a un test de cambio de régimen a las pesquerías en estado de colapso como Anchoqueta V-X Regiones y Sardina española XV-II y III-IV Regiones, obteniéndose resultados que no permiten apoyar esta hipótesis. En el caso de la Sardina española, sólo se menciona que esta pesquería se debería trabajar con un enfoque similar a recursos demersales, quedando pendiente la revisión de esta metodología. El CCT-PP luego de la revisión de los reportes de los talleres, reorganizó la

información cuantitativa y cualitativa contenida en ellos y efectuó un análisis preliminar para establecer los PBR para cada una de las pesquerías en base a 7 indicadores.

En esta síntesis no se incorporaron los recursos Sardina española XV-II Regiones, III-IV Regiones, por la falta de información reciente y ausencia de desembarques significativos y recurrentes no permiten la estimación de PBR conforme a los criterios analizados en los talleres de revisión experta. De forma similar, para el stock de sardina austral de la XI Región, no existe información suficiente (estructura de tallas, rendimientos de pesca, etc.) que permitan levantar una evaluación de stock a objeto de obtener indicadores poblacionales para establecer un marco biológico de referencia y en consecuencia, proponer los respectivos PBR.

4. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

- A partir del análisis y discusión de los resultados del trabajo de Clark *et al.* (2014), que se realizó en las sesiones N° 3, 4 y 5 de este Comité (2014), se proponen los siguientes PBR, resumidos en la Tabla 8.
- Se recomienda además revisar dichos PBR frente a mejoras en la información, modelación, estimación, etc., que deriven en un avance respecto a la clasificación del estándar en cada una de las pesquerías.
- Del mismo modo, este Comité advierte que la estimación puntual podría sufrir variaciones en torno a un valor medio, al incorporar nueva información; razón por la cual recomienda se expresen los PBR en términos relativos, especialmente para construir el diagrama de fase de explotación que se emplea para el establecimiento del estatus, es decir, F_t/F_{RMS} versus BD_t/BD_{RMS} .
- Cuando exista evidencia de una reducción en la biomasa del stock y éste se encuentre fuera de la zona de plena explotación, definida por este mismo Comité, se recomienda considerar F_{RMS} como el valor límite de mortalidad por pesca que no debe ser alcanzado.
- En el caso de los stocks de Sardina española (XV-II, III-IV) que no cuenta con información actualizada y suficiente para el cálculo de PBR, adoptó un enfoque más precautorio que el recomendado por los expertos en el taller de revisión de PBR, en atención al Artículo 1B de la LGPA y en consecuencia recomienda el $F_{60\%BDPR}$ como PBR objetivo

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

- En el caso de la Sardina austral XI Región, no obstante la ausencia de información suficiente para el cálculo de PBR, el Comité adoptó el $F_{60\%BDPR}$ como PBR objetivo, en extensión a la recomendación formulada para Sardina austral de la X Región.

Tabla 8. Puntos Biológicos de Referencia objetivos y límite definidos por el CCT-PP

RECURSO	<i>proxy</i> F _{RMS}	<i>proxy</i> B _{RMS}	B _{lim}
Anchoveta XV-II Regiones	F _{55%BDPR}	55%BDPR (ó 50%BD ₀)	25%BD ₀
Anchoveta III y IV Regiones	F _{60%BDPR}	60%BDPR (ó 55 %BD ₀)	27,5%BD ₀
Anchoveta V a X Regiones	F _{60%BDPR}	60%BDPR (ó 55 %BD ₀)	27,5%BD ₀
Sardina española (XV-II, III-IV) Regiones	F _{60%BDPR}	60%BDPR (ó 55 %BD ₀)	27,5%BD ₀
Sardina común V a X Regiones	F _{60%BDPR}	60%BDPR (ó 55 %BD ₀)	27,5%BD ₀
Sardina Austral X Región	F _{60%BDPR}	60%BDPR (ó 55 %BD ₀)	27,5%BD ₀
Sardina Austral X Región	F _{60%BDPR}	60%BDPR (ó 55 %BD ₀)	27,5%BD ₀

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anon. 1999. Ecosystem approaches for fisheries management. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-99-01. Fairbanks (Estados Unidos). 756 págs.
- Blackhart, K., D. G. Stanton, and A. M. Shimada Office of Science and Technology National Marine Fisheries Service, NOAA 1315 East West Highway Silver BDP Ring, MD 20910
- Canales M., C. Canales, C. Francis y R. Serra 2013. Taller de Evaluación de stock de Anchoveta XV - II Regiones, 27 pp. Disponible en: <<https://sites.google.com/site/ncasawifop/>>.
- Clark, W., Dorn, M., Dunn, M., Fernández, C., Haddon, M., Klaer, N., Sissenwine, M. y S. Zhou (2014) Revisión de los puntos biológicos de referencia (Rendimiento Máximo Sostenible) en las pesquerías nacionales. En Convenio II: "Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2014". Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño. Informe Final. IFOP, Noviembre de 2014. 51 p + Anexos.
- Cochrane, K. 2005. Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. FAO, Documento Técnico de Pesca 424. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/008/y3427s/y3427s00.htm#Contents>>.
- Collie, J. S., and Gislason, H. (2001). Biological reference points for fish stocks in a multispecies context. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 58(11), 2167-2176.
- Robert J.M. Crawford, Peter J. Barham, Les G. Underhill, Lynne J. Shannon, Janet C. Coetzee, Bruce M. Dyer, T. Mario Leshoro, Leshia Upfold, 2006. The influence of food availability on breeding success of African penguins

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

- Spheniscus demersus* at Robben Island, South Africa, Biological Conservation, Volume 132 (1): 119-125, ISSN 0006-3207, Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2006.03.019>>.
- Daan, N, ed. 2005. Quantitative ecosystem indicators for Fisheries Management. ICES Marine Science Symposia, Vol. 222. ICES Journal of Marine Science, 62(3).
- Essington T. and Plágyani E.E., 2013. Model and data adequacy for Marine Stewardship Council key low trophic level species designation and criteria and a proposed new assessment index. *Marine Stewardship Council Science Series* (1): 171 - 191
- FAO (2001a), Reykjavik Declaration on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem - Proposal of the Chair at on the Conference, October 4, 2001 (www.refisheries2001.org).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1995. FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries. FAO, Rome. 14pp.
- Gasche, L., Gascuel, D., Shannon, L. y Shin, Y.J. 2012. Global assessment of the fishing impacts on the Southern Benguela ecosystem using an EcoTroph modeling approach. *Journal of Marine Systems*, 90(1): 1-12.
- Gislason, H. 2003. The effects of fishing on non-target species and ecosystem structure and function. En M. Sinclair y G. Valdimarsson. *Responsible fisheries in the marine ecosystem*, págs.255-274. Roma, FAO, y Nueva York, CABI. 426 págs.
- Hollingworth, C., ed. 2000. Ecosystem Effects of Fishing. *ICES Journal of Marine Science*, 57(3).
- Mace, P. M. and W.L. Gabriel. 1999. Evolution, Scope, and Current Applications of the Precautionary Approach in Fisheries. *National Marine Fisheries Service, Northeast Fisheries Science Center, 166 Water Street, Woods Hole, MA 02543* págs 65-73.
- Neira S, Arancibia H, Barros M, Castro L, Cubillos L, Niklitschek E, Alarcón R. 2014. Rol ecosistémico de sardina austral e impacto de su explotación en la sustentabilidad de otras especies de interés comercial. Informe Final Proyecto FIP 2012-15
- NOAA 2006. Fisheries glossary. Disponible en: <<http://www.st.nmfs.noaa.gov/st4/documents/FishGlossary.pdf>>
- Overholtz W. J., Link, J. S., and Suslowicz, L. E. 2000. Consumption of important pelagic fish and squid by predatory fish in the northeastern USA shelf ecosystem with some fishery comparisons. - *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1147-1159
- Overholtz, W. J. , L.D. Jacobson and J.S. Link, 2008. An ecosystem approach for assessment advice and biological reference points for the Gulf of Maine-Georges Bank Atlantic herring complex. *North American Journal of Fisheries Management*, 28(1), 247-257.
- Patterson, K. (1992). Fisheries for small pelagic species: an empirical approach to management targets. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2(4), 321-338.
- Pikitch, E., Boersma, P.D., Boyd, I.L., Conover, D.O., Cury, P., Essington, T., Heppell, S.S., Houde, E.D., Mangel, M., Pauly, D., Plágyani, É., Sainsbury, K., and Steneck, R.S. 2012. Little Fish, Big Impact: Managing a Crucial Link in Ocean Food Webs. Lenfest Ocean Program. Washington, DC. 108 pp. Disponible en: <<http://www.oceanconservationscience.org/foragefish/index.html>>.

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

- Smith, A.D.M., Brown, C.J., Bulman, C.M., Fulton, E.A., Johnson, P., Kaplan, I.C., Lozano-Montes, H., Mackinson, S., Marzloff, M., Shannon, L.J., Shin, Y.J. y Tam, J. 2011. Impacts of fishing low-trophic level species on marine ecosystems. *Science*, 333(6046): 1147-1150.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. **Nº. 306.1 Rev. 2: 420 pp.**
- Stephenson, R. L. (1997). The Other F: Forage Considerations in Fisheries Management. In *Forage Fishes in Marine Ecosystems*. Alaska Sea Grant Report No. 97-01. (pp. 645-654). Fairbanks, AK: University of Alaska.
- Tyrrell M.C., J.S. Link and H. Moustahfid, 2011. The importance of including predation in fish population models: Implications for biological reference points. *FisheriesResearch*, 108(1), 1-8.
- Underhill L.G., R.J.M. Crawford, A.C. Wolfaardt , P.A. Whittington , B.M. Dyer , T.M. Leshoro , M. Ruthenberg , L. Upfold, J. Visagie, 2006. Regionally coherent trends in colonies of African penguins *Spheniscus demersus* in the Western Cape, South Africa, 1987-2005. *African Journal of Marine Science* Vol. 28, Iss. 3-4., 697-704

ANEXO 1: GLOSARIO

Rendimiento Máximo Sostenible (RMS): Es el rendimiento de equilibrio teórico más alto que se puede extraer continuamente (en promedio) de una población en condiciones ambientales existentes (promedio) sin afectar significativamente el proceso de reproducción. El RMS es generalmente mayor que el rendimiento óptimo sostenible, existiendo evidencia que demuestra que la pesca en el nivel del RMS a menudo no es sostenible (FAO 2005). Bajo el supuesto de crecimiento poblacional logístico, el RMS corresponde a la mitad de la capacidad de carga del stock, punto en el cual el crecimiento de la población se maximiza.

Punto Biológico de Referencia (PBR): Conforme al marco legal vigente se entiende por, valor o nivel estandarizado que tiene por objeto evaluar el desempeño de un recurso desde una perspectiva de la conservación biológica de un stock, pudiendo referirse en a) biomasa, b) mortalidad por pesca, o c) tasa de explotación. La determinación de estos puntos se deberá efectuar mediante decreto del Ministerio, según la determinación que efectúe el Comité Científico Técnico.

Especie de forraje: Peces que proveen la principal ruta para el flujo de energía desde niveles tróficos inferiores (plancton) hacia los niveles tróficos superiores (peces predadores, aves, mamíferos). Transfieren además, una gran proporción de la energía en el ecosistema y soportan o regulan una variedad de servicios del ecosistema. (Pikitch, E., Boersma, P.D., Boyd, I.L., Conover, D.O., Cury, P., Essington, T., Heppell, S.S., Houde, E.D., Mangel, M., Pauly, D., Plagányi, É., Sainsbury, K., and Steneck, R.S. 2012. Little Fish, Big Impact: Managing a Crucial Link in Ocean Food Webs. Lenfest Ocean Program. Washington, DC. 108 pp.).

Biomasa al Rendimiento Máximo Sostenible (B_{RMS}): Biomasa que en promedio produciría el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) en el largo plazo, si se pesca a una tasa de mortalidad por pesca constante equivalente al F_{RMS} .

Biomasa Desovantepor Recluta (BDPR): Es la contribución que se espera obtener durante el ciclo vital a la biomasa reproductora del stock para conocer el promedio de reclutamiento a la pesquería. En un esquema de explotación dado, la tasa de crecimiento, el esquema de madurez y la mortalidad natural se puede calcular para cualquier valor de F un valor en equilibrio de BDPR. BDPR disminuye monótonamente con una F en ascenso.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations): Corresponde a la sigla en inglés para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (<http://www.fao.org/home/es/>)

BD₀: Es la biomasa desovante de equilibrio sin explotación pesquera estimada de los modelos stock-recluta (Beverton-Holt y Ricker).

R₀: Es el reclutamiento que corresponde a una ausencia de explotación (generado por la biomasa desovante no explotada, BD₀)

R̄: Es el reclutamiento promedio del periodo de evaluación utilizado para estimar BD₀, cuando el modelo de evaluación no incorpora el ajuste de la relación stock-recluta. En este caso BD₀, no representaría la biomasa desovante virginal (sin pesca).

Steepness (h): Se relaciona con la pendiente de la curva stock/reclutas y se define como la proporción del reclutamiento no explotado producido cuando la biomasa desovante no explotada (virgen) es reducida a un nivel del 20% de su tamaño original (virginal) (Francis 1992).

Proxy: Corresponde a la selección de puntos de referencia que toman en cuenta la incertidumbre en el modelo de evaluación y el grado de resiliencia (o ausencia de la misma) de las especies.

Resiliencia: Es la capacidad de una población o sistema ecológico de regresar a su estado original luego de una perturbación. En el contexto pesquero, dichas perturbaciones se refieren a las variaciones en el tamaño poblacional producto de la explotación pesquera.

ANEXO 2: FUNDAMENTOS PBR OBJETIVO

El Comité Científico Técnico de Pesquerías de Pequeños Pelágicos (CCT-PP), atendiendo el requerimiento que establece la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), revisó los avances del proyecto ***“Revisión de los puntos biológicos de referencia (Rendimiento Máximo Sostenible) en las pesquerías nacionales”***, complementó además los indicadores analizados por el Panel de Expertos en el 2º y 3º taller para la definición de los PBRs objetivos e introdujo mejoras para facilitar su interpretación, las que a continuación se detallan:

- Consideró la metodología propuesta por el Panel de Expertos respecto a la estimación de la biomasa en el rendimiento máximo sostenible (B_{RMS}), quedando pendiente clarificar el paso 6, asociado a la estimación de la biomasa límite (B_{LIM}).
- Asimismo, revisó las propuestas realizadas por el panel de expertos y en cada caso, consideró su pertinencia.
- Revisó el rango posible de PBR objetivo propuesto por el Panel de Expertos [$F_{60\%} - F_{45\%}$] BDPR, que en términos generales incluye la historia de vida, nivel de clasificación de la pesquería respecto a la información utilizada en la evaluación de stock, la evolución del manejo pesquero y tasas de mortalidad por pesca históricas.
- Evaluó la pertinencia del PBR como objetivo, planteándose las siguientes preguntas (las primeras 5 tomadas del trabajo de Clark et al. (2014) y las restantes propuestas por este Comité):
 1. ¿Es consistente con el criterio PBR utilizado históricamente para manejar la pesquería?
 2. ¿Es menor que la mortalidad natural (M)?
 3. ¿Se encuentra en el rango propuesto inicialmente [$F_{45\%} - F_{60\%}$] BDPR por el Panel de Expertos?
 4. ¿Coincide con la propuesta final del Panel de Expertos?
 5. ¿Está en torno a la mediana histórica de la mortalidad por pesca (F_{mh})?
 6. ¿Es consistente con el Enfoque Precautorio (EP)?
 7. ¿Es consistente con el Enfoque Ecosistémico (ECO)?
 8. ¿Es sensible a la posición relativa de la curva de selectividad (patrón de explotación) y la ojiva de madurez sexual?

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

Como resultado de lo anterior, se presentan las siguientes tablas resumen por pesquería, seguido por una síntesis de los elementos subyacentes a cada una de las preguntas:

I. **Sardina común V-X Regiones**

El PBR recomendado por el CCT-PP, para Sardina común entre V - X Regiones	Respuesta $F_{MRS} (proxy) = F_{60\%BDPR}$	Fundamento (CCT-PP) $B_{MRS} (proxy) = F_{60\%BDPR}$	Observación $B_{LIM} (proxy) = 30\%BDPR$
¿Es consistente, con el criterio PBR utilizado históricamente para manejar la pesquería?	SI	En términos generales, la pesquería ha sido administrada en un rango de PBR entre $F_{60\%BDPR}$ y $F_{66\%BDPR}$	La pesquería no obstante está basada en la extracción de reclutas, ha sido sustentable en su historia
¿Es menor a M?	SI	$F_{60\%} < M$	El criterio propuesto es menor al criterio referente de M utilizado en la evaluación de stock
¿Se encuentra en el rango inicial [$F_{45\%} - F_{60\%}$] BDPR, propuesto por el panel de expertos internacionales?	SI	$F_{60\%} \in [F_{45\%} - F_{60\%}]$	El criterio propuesto se encuentra en el límite superior del intervalo propuesto por los expertos
¿Coincide con la propuesta final del panel de expertos?	SI		El criterio final propuesto por el panel de expertos fue de $F_{60\%BDPR}$
¿Está en torno a la mediana histórica de F (Fmh)?	SI	$F_{60\%} - F_{mh} (0,32)$	El criterio propuesto coincide con la mediana histórica (1990-2008) de mortalidad por pesca, señalada por el panel de expertos
¿Es consistente con el Enfoque Precautorio (EP)?	SI	El PBR es consistente con lo señalado en la LGPA (administración y conservación de los recursos)	Se debe aplicar EP porque: i) es una pesquería con una alta presencia de reclutas en los desembarques, ii) alta variabilidad e incerteza en los niveles de reclutamiento y, iii) importantes fluctuaciones en la productividad
¿Es consistente con el Enfoque Ecosistémico (ECO)?	NO	Los modelos de evaluación de stock y de estimación de los PBRs son monoespecíficos	Se debe aplicar ECO porque: i) es una pesquería mixta con Anchoveta, ii) es forraje de otras especies. Lo que refuerza la necesidad de ser precautorio.
¿Es sensible a la posición relativa de la curva de selectividad (patrón de explotación) y la ojiva de madurez sexual?	SI	Cautela posibles cambios en el patrón de explotación respecto de la ojiva madurez sexual	Posibles cambios en el patrón de explotación podrían generar incrementos en la estimación del <i>proxy</i> del F_{MRS}

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

II. Anchoveta V-X Regiones

El PBR recomendado por el CCT-PP, para Anchoveta entre V - X Regiones	Respuesta $F_{MRS} (proxy) = F_{60\%BDPR}$	Fundamento (CCT-PP) $B_{MRS} (proxy) = F_{60\%BDPR}$	Observación $B_{LIM} (proxy) = 30\%BDPR$
¿Es consistente, con el criterio PBR utilizado históricamente para manejar la pesquería?	SI (durante los años de buena abundancia)	La pesquería fue administrada hasta el 2010, en un rango de PBR entre $F_{60\%BDPR}$ y $F_{66\%BDPR}$	Durante los últimos años cuando la abundancia disminuyó, el PBR se incrementó para hacer viable la pesquería de sardina común
¿Es menor a M?	SI	$F_{60\%} < M$	El criterio propuesto es menor al criterio referente de M, utilizado en la evaluación de stock
¿Se encuentra en el rango $[F_{45\%} - F_{60\%}]$ BDPR, propuesto por el panel de expertos?	SI	$F_{60\%} \in [F_{45\%} - F_{60\%}]$	El criterio propuesto se encuentra en el límite superior del intervalo propuesto por los expertos
¿Coincide con la propuesta final del panel de expertos?	NO	El criterio final propuesto por el panel de expertos fue de 55%BDPR, valor tomado de los resultados de la Anchoveta III - IV Regiones, dado que el valor estimado para la Anchoveta V-X Regiones fue 35%BDPR, ubicándose fuera del rango recomendado (Tabla 2)	Estudio en desarrollo reporta que el $F_{55\%BDPR}$ sobrepasa el 20% del PREP (Predator Response Prediction) recomendado por el ECO
¿Está en torno a la Fmediano histórico (Fmh)?	NO	$F_{60\%} < F_{mh} (1,32)$	El criterio propuesto es menor a la F mediana histórica (1990-2008) señalada por el panel de expertos
¿Es consistente con el Enfoque Precautorio (EP)?	SI	El PBR es consistente con lo señalado en la LGPA (administración y conservación de los recursos).	Se debe aplicar EP porque: i) la condición más reciente de la pesquería (estado de agotamiento o colapso), ii) es una pesquería mixta con sardina común y, iii) por su rol ecosistémico
¿Es consistente con el Enfoque Ecosistémico (ECO)?	NO	Los modelos de evaluación y la estimación de los PBRs son monoespecíficos	Se debe aplicar ECO porque: i) es una pesquería mixta con sardina común y, ii) es forraje de otras especies. Lo que refuerza la necesidad de ser precautorio.
¿Es sensible a la posición relativa de la curva de selectividad (patrón de explotación) y la ojiva de madurez sexual?	SI	El PBR seleccionado es precautorio porque cautela posibles cambios en el patrón de explotación respecto de la ojiva madurez	Posibles cambios en el patrón de explotación podrían generar una disminución en el valor del <i>proxy</i> F_{MRS}

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

III. Sardina austral X Región

El PBR recomendado por el CCT-PP, para Sardina austral en la X Región	Respuesta $F_{MRS} (proxy) = F_{60\%BDPR}$	Fundamento (CCT-PP) $B_{MRS} (proxy) = F_{60\%BDPR}$	Observación $B_{LIM} (proxy) = 30\%BDPR$
¿Es consistente, con el criterio PBR utilizado históricamente para manejar la pesquería?	SI	La pesquería ha sido administrada en un rango de PBR entre $F_{60\%BDPR}$ y $F_{66\%BDPR}$ (inicio de la pesquería)	
¿Es menor a M?	SI	$F_{60\%} < M$	El criterio propuesto es menor al criterio referente de M utilizado en la evaluación de stock
¿Se encuentra en el rango [F45% - F60%] BDPR, propuesto por el panel de expertos?	SI	$F_{60\%} \in [F_{45\%} - F_{60\%}]$	El criterio propuesto se encuentra en el límite superior del intervalo propuesto por los expertos
¿Coincide con la propuesta final del panel de expertos?	SI		El criterio final propuesto por el panel de expertos fue de F60%
¿Está en torno a la Fmediano histórico (Fmh)?	SI	$F_{60\%} \sim F_{mh} (0.35)$	El criterio propuesto coincide con la F mediana histórica (2006-2013) señalada por el panel de expertos
¿Es consistente con el Enfoque Precautorio (EP)?	SI	El PBR es consistente con lo señalado en la LGPA (administración y conservación de los recursos)	Se debe aplicar EP porque: i) la historia pesquera es de 8 años, ii) el recurso desova a tallas medias mayores que los otros pelágicos pequeños, iii) posee un crecimiento más lento, iv) posee una menor fecundidad respecto a sardina común y Anchoeta y, v) la distribución del recurso está acotada a una zona específica, costera que le confieren mayor vulnerabilidad
¿Es consistente con el Enfoque Ecosistémico (ECO)?	NO	Los modelos de evaluación y la estimación de los PBRs son monoespecíficos	Se debe aplicar ECO porque: i) correspondería a una pesquería mixta y, ii) es forraje de otras especies. Lo que refuerza la necesidad de ser precautorio
¿Es sensible a la posición relativa de la curva de selectividad (patrón de explotación) y la ojiva de madurez sexual?	NO	No es sensible a los cambios del patrón de explotación respecto a la ojiva de madurez, debido a que la dinámica está modelada en tallas	La ojiva de madurez al estar estimada a partir de datos histológicos, posee alta certidumbre y, a su vez está muy cercano al patrón de explotación

IV. Anchoveta III- IV Regiones

El PBR recomendado por el CCT-PP, para Anchoveta entre III-IV Regiones	Respuesta F_{MRS} (proxy) = $F_{60\%BDPR}$	Fundamento (CCT-PP) B_{MRS} (proxy) = $F_{60\%BDPR}$	Observación B_{LIM} (proxy) = $30\%BDPR$
¿Es consistente, con el criterio PBR utilizado históricamente para manejar la pesquería?	SI	La pesquería ha sido administrada con un PBR = $F_{60\%BDPR}$	Éste ha demostrado ser eficaz, manteniendo el stock en torno al objetivo de manejo (B_{MRS})
¿Es menor a M?	SI	$F_{60\%} < M$	El criterio propuesto es menor al criterio referente de M utilizado en la evaluación de stock
¿Se encuentra en el rango [F45% - F60%] BDPR, propuesto por el panel de expertos?	SI	$F_{60\%} \in [F_{45\%} - F_{60\%}]$	El criterio propuesto se encuentra en el límite superior del intervalo propuesto por los expertos
¿Coincide con la propuesta final del panel de expertos?	NO	El criterio final propuesto por el panel de expertos fue de $F_{55\%BDPR}$, cercano a la mediana histórica del $F_{56\%BDPR}$	El CCT-PP recomienda ser más conservador atribuyendo: i) razones de baja productividad biológica, ii) baja disponibilidad del plancton en la zona de la pesquería, iii) se cuentan con pocas observaciones independientes de la pesquería (cruceos hidroacústicos) y, iv) no se dispone de estimaciones independientes de biomasa adulta
¿Está en torno a la Fmediano histórico (Fmh) ?	SI	$F_{60\%} \sim F_{mh} (0,56)$	El criterio propuesto es cercano a la F mediana histórica (2000-2013) señalada por el panel de expertos
¿Es consistente con el Enfoque Precautorio (EP)?	SI	El PBR es consistente con lo señalado en la LGPA (administración y conservación de los recursos)	Se debe aplicar EP porque: i) baja productividad biológica (baja disponibilidad del plancton en la zona de la pesquería), ii) el recurso se concentra principalmente en zonas de bahías lo que contribuye a una mayor vulnerabilidad de éste
¿Es consistente con el Enfoque Ecosistémico (ECO)?	NO	Los modelos de evaluación y la estimación de los PBRs son mono-específicos	Se debe aplicar ECO porque: i) es forraje de otras especies. Lo que refuerza la necesidad de ser precautorio.
¿Es sensible a la posición relativa de la curva de selectividad (patrón de explotación) y la ojiva de madurez sexual?	NO	No es sensible a los cambios del patrón de explotación respecto a la ojiva de madurez, debido a que la dinámica está modelada en tallas	La ojiva de madurez al estar estimada a partir de datos histológicos, posee alta certidumbre y, a su vez está muy cercano al patrón de explotación

V. Anchoveta XV- II Regiones

El PBR recomendado por el CCT-PP, para Anchoveta entre XV-II Regiones	Respuesta F_{MRS} (proxy) = $F_{55\%BDPR}$	Fundamento (CCT-PP) B_{MRS} (proxy) = $F_{55\%BDPR}$	Observación B_{LIM} (proxy) = $27,5\%BDPR$
¿Es consistente, con el criterio PBR utilizado históricamente para manejar la pesquería?	NO	No existe una base de comparación dado que los resultados de las evaluaciones de stock fueron utilizados de manera referencial para la decisión de las cuotas de captura	Para el año 2014 se utilizó transitoriamente, un $F_{40\%BDPR}$ para la propuesta de la cuota de captura
¿Es menor a M?	NO	$F_{55\%} > M$	El criterio (estimación $PBR_{F55\%}$) propuesto es mayor a M (utilizado en la evaluación de stock), pero más cercano a M, en comparación al PBR $F_{50\%}$
¿Se encuentra en el rango [F45% - F60%] BDPR, propuesto por el panel de expertos?	SI	$F_{55\%} \in [F_{45\%} - F_{60\%}]$	El criterio propuesto se encuentra en el rango del intervalo propuesto por los expertos
¿Coincide con la propuesta final del panel de expertos?	SI	El criterio se encuentra en el límite superior del intervalo propuesto por los expertos internacionales, específicamente para esta pesquería [F50% - F55%]	El CCT-PP consideró ser más precautorio debido a: i) el rango de PBR propuesto por el panel de expertos es mayor a M, y ii) existe alta incertidumbre en la asignación de los grupos de edad, crecimiento y mortalidad natural (Francis 2013)
¿Está en torno a la Fmediano histórico (Fmh)?	NO	$F_{55\%} < F_{mh}$ (0,62)	El criterio propuesto es menor a la F mediana histórica (1990-2008) señalada por el panel de expertos
¿Es consistente con el Enfoque Precautorio (EP)?	SI	El PBR es consistente con lo señalado en la LGPA (administración y conservación de los recursos).	Se debe aplicar EP porque: i) la condición más reciente de la pesquería (sobreeplotado), ii) por ser una pesquería mixta y, iii) rol ecosistémico de anchoveta.
¿Es consistente con el Enfoque Ecosistémico (ECO)?	NO	Los modelos de evaluación y la estimación de los PBRs son mono-específicos	Se debe aplicar ECO porque: i) es una pesquería mixta y, ii) es forraje de otras especies. Lo que refuerza la necesidad de ser precautorio.
¿Es sensible a la posición relativa de la curva de selectividad (patrón de explotación) y la ojiva de madurez sexual?	SI	El PBR seleccionado es precautorio porque cautela posibles cambios en el patrón de explotación respecto de la ojiva madurez	Posibles cambios en el patrón de explotación podrían generar una disminución en el valor del proxy de F_{MRS}

MORTALIDAD NATURAL: Implicancias en el Manejo de Especies de Forraje

En términos generales, la mortalidad natural en poblaciones de pequeños pelágicos es relativamente alta, producto de su rol crítico como fuente de alimento para una amplia variedad de predadores entre los que se incluyen mamíferos marinos, aves y otros peces de importancia económica (Crawford et al. 2006, Underhill et al. 2006; Overholtz et al. 2008; Pikitch et al. 2012; Neira et al. 2014). Antecedentes, sugieren que el conjunto de predadores en un ecosistema determinado pueden llegar a consumir especies de forraje (pequeños pelágicos) en cantidades similares o superiores a las capturadas por la actividad pesquera (caso de depredación sobre el arenque del Atlántico en el Golfo de Maine, Overholtz et al. 2008).

Por otro lado, se ha indicado que en estas especies, la tasa de mortalidad natural es altamente sensible (espacial y temporalmente) a cambios en las condiciones ambientales y tasas de depredación. Cuando la pesquería y predadores remueven una significativa cantidad de presas, se incrementa el riesgo de colapso de las poblaciones presas (Overholtz et al. 2000; Overholtz et al. 2008; Tyrrell et al. 2011).

La evidencia científica sugiere que en el caso particular de pesquerías sustentadas en especies de forraje, se deben considerar reglas de manejo que tiendan a reducir el riesgo de colapso de la actividad, entre las que se reconocen:

- La mortalidad por pesca sobre especies de forraje nunca debe ser mayor a la mortalidad natural, es decir: $F/M < 1$ (Beverton 1990; Thompson 1993).
- Al considerar la mortalidad total como: $Z = M + F$; las tasas de explotación (F/Z) siempre deben ser menor a 0,5 (Petterson 1992).
- La sustentabilidad de la actividad pesquera sobre especies forrajeras, deberá estar asociada a una razón mortalidad por pesca a mortalidad natural en torno a un valor de 0,67 ($F/M \pm 0,67$) (Petterson 1992).
- En pesquerías de pequeña escala, con limitada información, se recomienda optar por valores precautorios como *proxy* de PBR tales como: $F = 0,5 * F_{MRS}$ ó $F = 0,5 * M$ (Sparre and Venema, 1997)

El enfoque de manejo para pesquerías de especies de forraje implica reconocer la alta tasa de mortalidad natural y variabilidad espacio-temporal, debido a cambios ambientales y tasas de depredación, lo cual debe ser considerado al momento de estimar las tasas de explotación, la mortalidad por pesca y las biomasa del stock objetivo y límite (PBR) (Stephenson 1997; Overholtz et al. 2008; Tyrrell et al. 2011, Pikitch et al. 2012).

Este enfoque de manejo ha sido empleado para establecer los PBR para el arenque del Atlántico, los cuales en su estimación consideró la mortalidad por depredación; como resultado se obtuvo niveles de captura al RMS, significativamente diferentes a los estimados desde evaluaciones monoespecíficas en las cuales el efecto de la depredación no eran considerados explícitamente (Overholtz et al. 2008, Pikitch et al. 2012).

Asimismo, haciendo referencia a la pesquería de sardina en la Corriente de California, las recomendaciones de captura incluyen estimaciones explícitas espaciales y temporales de mortalidad natural y tasas de crecimiento. Por otro lado, la captura admisible en esta pesquería también considera una estimación del RMS modificado según la productividad esperada (temperatura dependiente), la cual es reducida en una cantidad de resguardo o seguridad (buffer) equivalente a 150.000 toneladas para equilibrar la incertidumbre de las estimaciones y las necesidades del ecosistema (Pikitch et al. 2012). Algunos autores, sin embargo, han indicado que las consideraciones anteriores implicarían una sostenibilidad exclusiva de la especie objetivo, no estando orientada a reducir los efectos de la pesca sobre el ecosistema (Collie and Gillason 2001).

PRINCIPIO PRECAUTORIO

Marco nacional

La Ley General de Pesca y Acuicultura en su artículo 1°C, establece que uno de los elementos a considerar *al momento de adoptar las medidas de conservación y administración, así como al interpretar y aplicar la ley*, es la aplicación del principio **precautorio**, entendiéndose por tal:

- i) Se deberá ser más cauteloso en la administración y conservación de los recursos cuando la información científica sea incierta, no confiable o incompleta, y
- ii) No se deberá utilizar la falta de información científica suficiente, no confiable o incompleta, como motivo para posponer o no adoptar medidas de conservación y administración.

Marco internacional

En términos generales la comunidad internacional, establece que es necesario aplicar el enfoque precautorio para la conservación, gestión y explotación de los recursos acuáticos vivos con el fin de protegerlos y preservar el medio ambiente acuático (FAO, 1995). Además se considera como base del

establecimiento del Enfoque Precautorio que “la ausencia de información científica adecuada no debe ser usado como una razón para posponer o no tomar medidas de conservación o de manejo” (FAO, 1995; Mace and Gabriel, 1999; CNUMAD, 1992), señalan que dicho enfoque requiere además considerar otros elementos, como los siguientes:

- a) Atención a las necesidades de las futuras generaciones y alejarse de los cambios que sean potencialmente irreversibles.
- b) Identificación previa de los resultados nocivos y de las medidas que los evitarán o corregirán de inmediato.
- c) Las medidas correctivas necesarias deben iniciarse sin demora y deben conseguir su objetivo en un plazo no superior a dos o tres décadas.
- d) Cuando no se conoce con certeza el efecto probable del aprovechamiento de los recursos, deberá concederse prioridad a la conservación de la capacidad productiva de los mismos.
- e) La capacidad de captura y elaboración debe ser proporcional a los niveles sostenibles estimados de los recursos, y el aumento de la capacidad deberá limitarse cuando la productividad de los recursos sea muy incierta.
- f) Todas las actividades de pesca deben someterse a la autorización previa, para comprobar su conformidad con los fines de la ordenación, y ser objeto de exámenes periódicos.
- g) Un marco jurídico e institucional sólido para la ordenación pesquera, dentro del cual se considere, para cada pesquería, planes de ordenamiento que pongan en práctica los puntos arriba mencionados.

La FAO (2010), establece en la misma línea que los manejadores pesqueros también deben hacer lo siguiente:

- Desarrollar planes de manejo, que señalen claramente cuáles son las medidas de manejo que deben ser aplicadas y las circunstancias bajo las cuales, éstas deben ser cambiadas, p. ej. “reglas de control de decisión” (FAO, 1996; Hindson et al., 2005).
- Tomar las medidas correctivas necesarias, sin demora, en los casos donde los recursos o el ambiente han sido impactados por actividades pesqueras, dando prioridad a la restauración de las poblaciones a niveles productivos.
- Poner en marcha mecanismos para adoptar medidas reguladoras a la luz de eventos inesperados.
- Establecer los marcos legales o de manejo social para las pesquerías.
- Definir los objetivos de la pesquería y poner metas mensurables de manera precautoria, p. ej. establecer la mortalidad por pesca más baja que el nivel requerido para el RMS de la población (FAO, 1996).

- Asegurar que la capacidad de pesca y procesamiento sea proporcional con los niveles sostenibles del recurso y, que dicha remoción total sea reportada efectivamente por los pescadores en sus actividades.

En consecuencia, podemos señalar que el criterio precautorio fue creado como una alternativa más flexible al incorporar consideraciones socio-económicas, junto con el requisito esencial de propender a la sostenibilidad de los recursos naturales.

Organizaciones que han incorporado el enfoque precautorio en establecimiento de Puntos Biológicos de Referencia y Reglas de control

Mace and Gabriel (1999) reportan que existen a lo menos tres organizaciones internacionales que han adoptado procedimientos de gestión "precautorio": la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA), la Comisión Internacional del halibut del Pacífico (IISP), y la Comisión Ballenera Internacional (CBI). Por otro lado, otras dos organizaciones internacionales han desarrollado nuevos PBR y reglas de control que incorporan el enfoque precautorio, como por ejemplo el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM) y la Organización de Pesquerías del Atlántico Noroeste (NAFO). Finalmente Mace and Gabriel (1999), también mencionan a la Organización de Conservación del Salmón del Atlántico Norte (NASCO) y a la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA) como organizaciones que han creado comités especiales para examinarlas implicancias del enfoque precautorio.

- **Convención para la Conservación de Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA).**

Esta organización entró en vigencia en 1982 y fue la primera convención internacional en incorporar el concepto de enfoque ecosistémico en la gestión pesquera, reconociendo a depredadores (por ejemplo, ballenas, focas y aves marinas) y las presas (por ejemplo, el krill antártico) como una base de forraje crítico. De acuerdo con la Convención, la captura y las actividades asociadas deben llevarse a cabo con el fin de: (1) prevenir las poblaciones explotadas de caer por debajo del nivel que asegure el mayor incremento anual neto, (2) mantenerlas relaciones ecológicas entre las poblaciones explotadas, dependientes y afines de los recursos vivos marinos antárticos y restaurar poblaciones agotadas, y (3) prevenir o minimizar el riesgo de cambios en el ecosistema marino que no sean potencialmente reversibles en el lapso de dos a tres décadas.

- **Comisión Internacional de Halibut del Pacífico (IISP).**

Esta comisión internacional de pesca, ha incorporado en su gestión varios elementos del enfoque precautorio, lo que ha logrado mantener una alta biomasa desovante por sobre la maximización de la productividad (McCaughran1996). Sorprendentemente, la IISP ha establecido cuotas conservadoras en un contexto de incertidumbre, no ha dejado que las presiones económicas de corto plazo influyan en las decisiones y no ha sido objeto de interferencia política (McCaughran1996).

- **Comisión Ballenera Internacional (CBI).**

El procedimiento de gestión revisado de la CBI, desarrollado durante la década de 1980 y principios de 1990, no consideró explícitamente un enfoque precautorio. Sin embargo, el procedimiento adoptado en última instancia, era precautorio en el diseño como en el rendimiento (Kirkwood y Smith1995). El primer paso fue la identificación y cuantificación de los objetivos de gestión de la CBI. A continuación, se realizaron pruebas de simulación de procedimientos de gestión, evaluándose el desempeño estadístico y el funcionamiento de los procedimientos en el cumplimiento de los objetivos de gestión. Las dos características principales del proceso adoptado por la CBI fue probar simultáneamente todos los elementos de la estrategia de gestión, examinándose a una gama mucho más amplia de incertidumbre habitualmente considerada (Kirkwood y Smith1995).

- **Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM o ICES).**

Recomienda establecer el PBR límite (F_{lim}) igual a una estimación conservadora de F_{crash} , la mortalidad por pesca correspondiente a la tangente por el origen de una relación stock-recluta (denominado F de extinción o F_{τ} por Mace y Sissenwine (1993), Mace (1994)), o una cantidad similar, sugiriéndose además utilizar un F_{pa} (F precautorio) en la gestión pesquera. El grupo de estudio CIEM también define B_{lim} como límite de la biomasa por debajo del cual la población se encuentra en peligro inminente. Al igual que con la tasa de mortalidad por pesca precautoria, se debe definir un nivel de biomasa precautoria en base a B_{lim} modificado con algún margen de seguridad.

- **Organización de Pesca del Atlántico Norte (NAFO).**

Acepta el F_{lim} como el F_{RMS} , define además un F_{buf} , como una tasa de mortalidad por pesca bajo el F_{lim} que actúa como amortiguador o buffer para asegurar que exista una alta probabilidad, de que F_{lim} no se alcance, mientras que se debe cumplir que $F_{target} \leq F_{lim}$. Obsérvese, que B_{lim} es el nivel bajo el cual no debe caer la biomasa desovante y, B_{buf} es un nivel de biomasa por sobre el B_{lim} que actúa como amortiguador.

ENFOQUE ECOSISTÉMICO

Marco Nacional

La Ley General de Pesca y Acuicultura en su Artículo 1C, establece que en el marco de la política pesquera nacional y para la consecución del objetivo establecido en el Artículo 1B (objetivo de la LGPA), se deberá tener en consideración al momento de adoptar las medidas de conservación y administración así como al interpretar y aplicar la Ley, lo consignado en la letra c) de dicho Artículo "...aplicar el enfoque ecosistémico para la conservación y administración de los recursos pesqueros y la protección de sus ecosistemas, entendiendo por tal un enfoque que considere la interrelación de las especies predominantes en un área determinada...".

Marco Internacional

Este concepto no es nuevo y tiene sus raíces en diversos instrumentos y acuerdos internacionales que se remontan a la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Declaración de Estocolmo, 1972) y la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982 (Artículos 61, 62 y 119 1a y b) (Naciones Unidas, 1984) donde se hizo referencia a "*los ecosistemas raros y frágiles, a las especies asociadas y dependientes, a la interdependencia de especies y a los estándares mínimos a todo nivel, donde el rendimiento máximo sostenible debe ser calificado de acuerdo con factores medioambientales*" y de esta manera se anticipa la necesidad del mejoramiento de las técnicas de evaluación y de los procesos de administración (UICN, 1995).

A partir de esta instancia, este concepto ha sido especificado, discutido y aplicado en muchas convenciones, acuerdos, tratados, etc., tales como: Conferencia Mundial de la FAO sobre Ordenación y Desarrollo Pesquero (Roma, 1984); Conferencia Internacional de Pesca Responsable (Cancún, 1992); Agenda 21 (Naciones Unidas, UICN, 1995). También aquellos relacionados con la Conservación y Manejo de las Poblaciones de Peces Transzonales y Poblaciones de Peces Altamente Migratorias (Nueva York, 1995); Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO, 2010); Conferencia sobre Pesca Responsable en el Ecosistema Marino (Reykjavik, 2001); entre muchos otros. La aplicación más reciente se hizo en la "Tercera Conferencia Global de los Grandes Ecosistemas Marinos", que tuvo entre sus principales temas, la aplicación del enfoque ecosistémico en el manejo pesquero (Namibia, octubre de 2014).

Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Pesquerías

En la actualidad el enfoque ecosistémico está siendo implementado por algunas entidades de regulación pesquera en el mundo, como por ejemplo, la Comisión para la Conservación de los Recursos Marinos Vivos de la Antártida (**CCRVMA**), tiene la responsabilidad de conservar el ecosistema marino antártico. La CCRVMA es considerada como una organización líder en el desarrollo de las mejores prácticas e implementación del enfoque ecosistémico. Su acción se basa en los siguientes principios de conservación:

- a) Prevención de la disminución del tamaño de la población de cualquier especie recolectada, a niveles inferiores a aquellos que aseguren su restablecimiento a niveles estables, si no mantenerla a niveles que aseguren el mayor incremento anual neto.
- b) Mantenimiento de las relaciones ecológicas entre poblaciones recolectadas, dependientes y afines de los recursos vivos marinos antárticos y reposición de poblaciones disminuidas por debajo de los niveles definidos por esta Comisión.
- c) Prevención de cambios o minimización del riesgo de cambios en el ecosistema marino que no sean potencialmente reversibles en el lapso de dos o tres decenios teniendo en cuenta el estado de los conocimientos existentes acerca de las repercusiones directas e indirectas de la recolección, el efecto de la introducción de especies exóticas, los efectos de actividades conexas sobre el ecosistema marino y los efectos de los cambios ambientales, a fin de permitir la conservación sostenida de los recursos vivos marinos antárticos.

Otras agencias, incluyen consideraciones específicas para especies relacionadas ecológicamente dentro de su planes de ordenamiento pesquero como son: la Comisión para la Conservación del Atún del Sur de Aleta Azul (CCSBT), la Comisión para la Conservación del Salmón del Atlántico Norte (NASCO). Otras han incorporado alguna forma de ordenamiento basado en ecosistemas dentro de su programa de trabajo como son, entre otras: la Comisión General de Pesca para el Mediterráneo (GFCM), la Comisión Interamericana del Atún Tropical (IATTC), la Comisión para el Atún del Océano Índico (IOTC), la Comisión Ballenera Internacional (IWC), y la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), entre otras.

Anchoveta, como eslabón estratégico en los ecosistemas:

Pikitch et al. (2012) reportan que la anchoveta del gran Ecosistema de la Corriente de Humboldt, además de constituir una especie objetivo de gran importancia económica, cumple un rol fundamental desde el punto de vista ecosistémico, al ejercer un control tipo “cintura de avispa” dentro del medio en que habita, esto quiere decir, que constituye el eslabón entre el plancton y los depredadores tope, canalizando la energía desde los niveles inferiores de las cadenas alimenticias, a los niveles superiores, donde se encuentran variados peces de interés comercial como jurel, caballa, bonito, tiburones, etc., además de aves y mamíferos marinos.

En este sentido la sustentabilidad de los stocks de pequeños pelágicos adquiere una alta importancia, siendo imprescindible su protección, ya que implica la sobrevivencia de estos stocks y de los que dependen de ellos para su sobrevivencia (Pikitch et al., 2012). La protección de los procesos que aseguran la renovación de los stocks de pelágicos pequeños (peces de forraje), implica un efecto no sólo en el stock pesquero de éstos, sino también a nivel del ecosistema. Cabe mencionar que, en el último informe de la FAO sobre el Estado de la Pesca Mundial y la Acuicultura, se menciona que *“hace decenios que se reconoce con preocupación las repercusiones de las estrategias de captura que no tienen en cuenta las relaciones tróficas en un determinado ecosistema, y existen abundantes estudios científicos sobre sus posibles efectos negativos en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos”* (Anon, 1999; Hollingworth, 2000; Dean, 2005; Gislason, 2003; Gaschee *et al.*, 2012; Smith *et al.*, 2011, (Pikitch *et al.*, 2012).

Enfoque Ecosistémico y PBRs

El enfoque ecosistémico en las pesquerías, si bien es un tema que se viene discutiendo desde hace años, es hacia donde se quieren apuntar los esfuerzos en las principales pesquerías del mundo, aún es insuficiente si nos referimos a la determinación de PBR con consideraciones ecosistémicas. Sin embargo, se han realizado esfuerzos en el último tiempo para su implementación y cada vez se hace más importante su consideración.

En este sentido, el código de buenas prácticas pesqueras de la *“Sustainable Fisheries Partnership”* indica que los PBRs objetivo, deben ser consistentes con la utilización de metas de largo plazo y mantener las propiedades ecológicas de las especies involucradas. Las especies con roles importantes

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

dentro de los ecosistemas deben ser identificadas para establecer PBRs con consideraciones ecosistémicas, tomando en cuenta las necesidades tróficas de los predadores que dependen de ellas.

La **Marine Stewardship Council** (MSC), por su parte, exige en sus requerimientos de certificación, tomar en cuenta la posición trófica de las especies objetivo, en particular las especies de pequeños pelágicos, con el fin de garantizar su rol en el ecosistema. La gestión de la MSC se basa en los siguientes principios y criterios de pesca sustentable y que deben ser cumplidos para obtener la certificación:

- Mantener y restablecer a niveles saludables las comunidades de las especies a ser capturadas.
- Mantener la integridad del ecosistema.
- Elaborar y mantener un sistema de manejo eficiente de las pesquerías, tomando en consideración aspectos biológicos, tecnológicos, socioeconómicos, ambientales y comerciales.
- Cumplir todas las leyes y normas nacionales y locales así como los acuerdos y tratados internacionales.

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
CCT-PP
INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

ANEXO 3: INDICADORES DE DESEMPEÑO SEGÚN PESQUERÍA

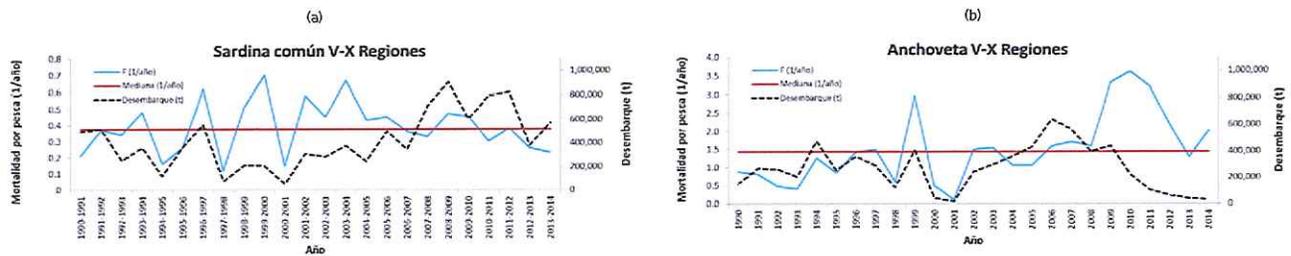


Figura 3. Trayectoria de la mortalidad por pesca y desembarques (toneladas). Pesquería de Zona Centro Sur (V-X Regiones): a) sardina común y, b) anchoveta.

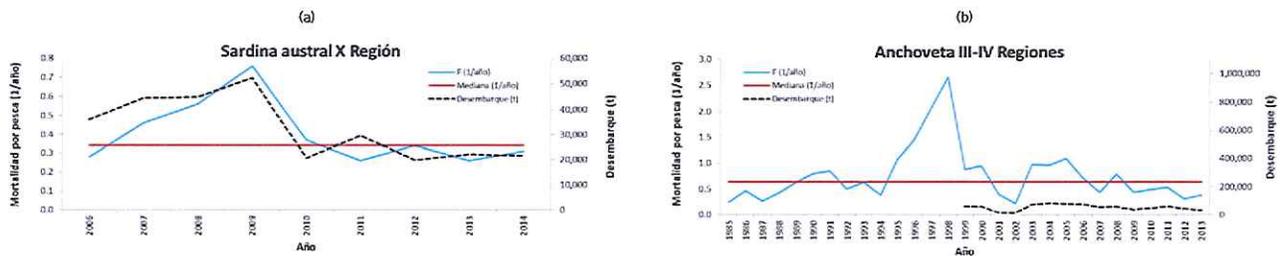


Figura 4. Trayectoria de la mortalidad por pesca y desembarques (toneladas): a) sardina austral X Región y, b) Anchoveta III-IV Regiones.

COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO-PESQUERÍAS DE PEQUEÑOS PELÁGICOS
 CCT-PP
 INFORME TÉCNICO CCT-PP N°01/2015

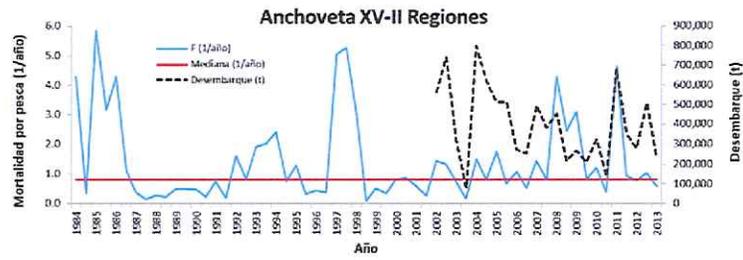


Figura 5. Trayectoria de la mortalidad por pesca y desembarques (toneladas), Anchoveta XV-II Regiones.

