

04-2012-00393-POOR

**Desarrollo de herramientas para la
evaluación y consejo de gestión de las
especies explotadas por los diferentes
segmentos de la flota de la CAPV para
las que existen pocos datos y
conocimientos biológicos**

Informe Final

para:

Eusko Jaurlaritza - Gobierno Vasco, Dpto. Agricultura, Pesca y
Alimentación , Viceconsejería de Desarrollo Agrario y Pesquero, Dirección
de Pesca y Acuicultura

*“El proyecto ha sido financiado mediante las ayudas relativas al Fondo
Europeo de la Pesca (FEP) reguladas para el período 2007-2013 mediante
el Reglamento (CE) 1198/2006, del Consejo, de 27 de julio de 2006”*

Pasaia, 15 de enero de 2014

Tipo documento	Informe Final
Título documento	Título del Informe
Fecha	15/01/2014
Proyecto	POOR: Desarrollo de herramientas para la evaluación y consejo de gestión de las especies explotadas por los diferentes segmentos de la flota de la CAPV para las que existen pocos datos y conocimientos biológicos
Código	IM12POOR
Cliente	Eusko Jaurlaritza - Gobierno Vasco, Dpto. de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, Viceconsejería de Pesca e Industrias Alimentarias
Equipo de proyecto	Sonia Sánchez Leire Ibaibarriaga Lucía Zarauz Marina Santurtun Andrés Uriarte
Responsable proyecto	Sonia Sánchez Maroño
Revisado por	Leire Ibaibarriaga
Fecha	14/01/2014
Aprobado por	
Fecha	

Si procede, este documento deberá ser citado del siguiente modo:

Sánchez, S., L. Ibaibarriaga, L. Zarauz, M. Santurtún and A. Uriarte, 2014. 04-2012-00393-POOR: Desarrollo de herramientas para la evaluación y consejo de gestión de las especies explotadas por los diferentes segmentos de la flota de la CAPV para las que existen pocos datos y conocimientos biológicos. Elaborado por AZTI-Tecnalia para Eusko Jaurlaritza - Gobierno Vasco, Dpto. Agricultura, Pesca y Alimentación, Viceconsejería de Desarrollo Agrario y Pesquero, Dirección de Pesca y Acuicultura.

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	6
2. OBJETIVOS	7
3. INTRODUCCIÓN.....	8
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
4.1 Objetivo 1	10
4.2 Objetivo 2	10
4.3 Objetivo 3	10
4.4 Objetivo 4	12
5. RESULTADOS	13
5.1 Objetivo 1	13
5.1.1 Revisión de los tipos de datos demandados por la DCF.....	13
5.1.2 Disponibilidad de datos para los stocks explotados por los diferentes segmentos de flota de la CAPV y su situación con respecto a su evaluación y gestión.....	18
5.1.3 Clasificación de los stocks según la disponibilidad de datos y sus características poblacionales e identificación de los casos de estudio.....	28
5.2 Objetivo 2	28
5.2.1 Revisión bibliográfica para conocer las herramientas disponibles actualmente para la evaluación y consejo de gestión de stocks con pocos datos.	28
5.3 Objetivo 3	29
5.3.1 Identificación y aplicación de las herramientas para la evaluación y consejo de gestión más adecuadas para cada caso de estudio.	30
5.4 Objetivo 4	32
5.4.1 Creación de una Interface Gráfica de Usuario (IGU) que complemente a las herramientas desarrolladas, sin necesidad de tener conocimiento de programación ni modelado estadístico.....	33
5.5 Objetivo 5	33
5.5.1 Aplicabilidad de las herramientas creadas a otros casos de estudio fuera de la CAPV.....	33

5.5.2 Participación en foros que traten sobre la evaluación y consejo de gestión de stocks con poca información.....	33
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	38
AGRADECIMIENTOS	42
ANEXO A – GLOSARIO	43
ANEXO B – DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS	45
ANEXO C – MATERIAL COMPLEMENTARIO	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resumen de los datos recogidos dentro de la DCF.....	17
Tabla 2.	Stocks de interés para la flota vasca, flota y arte mediante el que son capturadas, grupo de expertos que trata sobre las mismas y medidas de gestión en vigor.	19
Tabla 3.	Stocks de interés para la flota vasca, datos recopilados por AZTI-Tecnalia e información disponible en el grupo de trabajo correspondiente.	22
Tabla 4.	Stocks de interés para la flota vasca, categoría del consejo y el método de evaluación (si procede) de acuerdo al marco ICES actual (ICES, 2012a,b).	25

1. ANTECEDENTES

Hoy en día la mayor parte de los stocks explotados comercialmente carecen de evaluación científica y por lo tanto son explotados a pesar de que su abundancia, productividad, y sostenibilidad estén sin determinar o sean altamente inciertos. Por ejemplo, en el Noreste Atlántico un 61% de los stocks de interés comercial permanece sin evaluar analíticamente, y lo mismo ocurre con el 30% de los stocks en los EEUU, 78% en Nueva Zelanda, y el 48% en Australia (Beddington *et al.*, 2007).

2. OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto es el desarrollo de herramientas para la evaluación y consejo de gestión de las especies explotadas por los diferentes segmentos de flota de la CAPV, en el marco de la UE, para las que existen pocos datos pesqueros y conocimiento biológico.

Los objetivos específicos científico-tecnológicos se desglosan a continuación:

- 1.- Clasificar las especies explotadas por los diferentes segmentos de flota de la CAPV según la disponibilidad de datos y sus características poblacionales.
- 2.- Revisar la metodología utilizada en otros países.
- 3.- Identificar y aplicar las herramientas más adecuadas según cada caso.
- 4.- Implementar un software de fácil uso con las herramientas desarrolladas.
- 5.- Divulgación de resultados.

El producto final será aplicable fuera de la CAPV, en pesquerías europeas y de interés en diversos foros internacionales.

3. INTRODUCCIÓN

La regulación de la Data Collection Framework (DCF; Reg 2010/93/EU Annex) obliga a los países miembros de la Unión Europea (UE) a la recogida de datos simultánea por métier (es decir, de todas las especies desembarcadas por una pesquería), además de la obtención de la distribución de tallas y el volumen de descartes con resolución trimestral. Por lo tanto, en un período relativamente corto de tiempo, existirán bases de datos que permitirán comenzar a evaluar muchos de los stocks no evaluados en la actualidad. La necesidad de evaluar estos stocks viene de los requerimientos de gestión de ecosistemas y de los requerimientos de la Estrategia Marina Europea (MSFD: Marine Strategy Framework Directive). En países como EEUU y Australia es una obligación legal el realizar estudios de evaluación de todos los stocks explotados comercialmente. Y éste es ya el caso de la UE y por ello ICES está desarrollando las bases científicas acerca de cómo proponer un primer consejo de gestión bajo las directivas de sostenibilidad y buen estado de todos los recursos marinos.

Los actuales modelos de evaluación requieren la recolección de gran cantidad de datos y personal cualificado con conocimientos de modelado estadístico complejo, con la consecuente dificultad para que puedan ser comprendidos por algunos de los grupos de interés (e.g. pescadores o gestores). Por lo tanto existe una clara necesidad y un amplio mercado, entre las administraciones y los centros de investigación, de modelos de evaluación de stock simples que funcionen con una menor demanda de datos y que puedan ser implementados por una gama más amplia de expertos y entendidos por sus usuarios finales (el sector pesquero y las administraciones). AZTI-Tecnalia ha dado pasos en esta dirección desarrollando un modelo en base a datos pesqueros (y no biológicos), el modelo CatDyn (de Catch Dynamics), e implementando una versión básica del mismo en el lenguaje de programación R (www.r-project.org). Sin embargo, se considera necesario abordar el tema desde una perspectiva más amplia, ya que la utilidad de este modelo en pesquerías europeas es muy limitado por su todavía alta demanda de datos pesqueros de alta resolución temporal. Así, es necesario identificar las diferentes herramientas que mejor se

adecuen a las poblaciones explotadas por los diferentes segmentos de flota de la CAPV, y en general, de Europa.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

En el marco del presente trabajo, definiremos un stock como “data-limited” (limitado en datos) si para el mismo existen pocos datos pesqueros o de baja calidad y escaso conocimiento biológico, por lo que no sería posible llevar a cabo una evaluación convencional.

A continuación se detalla la metodología y los datos utilizados para la consecución de los diferentes objetivos del proyecto.

4.1 Objetivo 1

Con el objetivo de conocer los requerimientos para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero, se ha realizado una revisión de la legislación actual.

Para realizar la clasificación las especies explotadas por los diferentes segmentos de flota de la CAPV, se ha utilizado la base de datos de AZTI-Tecnalia que contiene toda la información de los barcos que descargan en los puertos del País Vasco y de las capturas de túnidos tropicales. En cuanto a la clasificación sobre el tipo de evaluación adecuada para cada stock se ha realizado tomando como referencia el presente marco de ICES (i.e. SISAM and Data Limited Stocks, DLS).

4.2 Objetivo 2

Durante la duración del proyecto se ha hecho seguimiento de las publicaciones científicas, técnicas y las diferentes iniciativas que buscan dar solución al problema de la evaluación de stocks con pocos datos disponibles.

4.3 Objetivo 3

Las herramientas y métodos testados se describen en los documentos siguientes:

- Evaluación mediante CatDyn: aplicación a los stocks explotados por la flota vasca (ver Anexo B-I)
- Estimating the abundance of squid (*Loligo vulgaris*) in the Bay of Biscay (ver Anexo B-II).

Inicialmente CatDyn tenía la potencialidad de ser aplicada para diferentes stocks, sin embargo, tras aplicarlo a diversos stocks y dadas sus limitaciones (ver Anexo B I), se decide seleccionar un único caso de estudio y dar una solución concreta al mismo. Es decir, buscar un método de evaluación que sea aplicable para los datos disponibles.

En el grupo de trabajo del ICES de cefalópodos (WGCEPH), se están haciendo esfuerzos por recopilar toda la información disponible sobre las especies estudiadas en el mismo. En febrero del 2013, se ha realizado un llamamiento de datos (en inglés, data-call) para poder conocer exactamente qué datos hay disponibles y se está preparando un documento CRR de ICES compilando toda esta información. A finales del 2013 se ha formado el grupo de trabajo ICES WKMCC para trabajar sobre la necesidad de gestionar los cefalópodos. Adicionalmente, para el 2014 se prevé la inclusión de una sesión en la conferencia anual del ICES dedicada a los cefalópodos denominada “Operational solutions for cephalopods fisheries and culture”.

Por ello, dado el interés que suscitan estas especies se decide seleccionar un cefalópodo. Finalmente se selecciona el calamar común por su importancia tanto para la flota artesanal, como para la flota de altura del País Vasco. Esta especie representa un 98% de las líneas de mano a cefalópodos y un 17% de las capturas de las bakas en la VIIIabd.

El objetivo es dar un paso adelante en la gestión del calamar del Golfo de Bizkaia, para ello se testan dos métodos alternativos: un método de producción y el marco ICES para stocks limitados en datos. La descripción detallada de estos métodos se encuentran en el documento “Estimating the abundance of squid (*Loligo vulgaris*) in the Bay of Biscay” (ver Anexo B-II).

4.4 Objetivo 4

Se descarta la idea inicial de desarrollar un software con las herramientas desarrolladas, dado que tras profundizar en la temática se llega a la conclusión de que no es posible implementar un modelo que dé respuesta general al problema de evaluación de stocks con pocos datos disponibles. Por ello, el equipo de trabajo ha decidido formarse para dar respuesta a cada caso según sus necesidades: bien usando herramientas que ya hayan sido desarrolladas, o implementando nuevas herramientas adaptadas al caso concreto al que se deba dar respuesta.

5. RESULTADOS

A continuación se detallan los resultados clasificados según los objetivos del proyecto.

5.1 Objetivo 1

Clasificar las especies explotadas por los diferentes segmentos de flota de la CAPV según la disponibilidad de datos y sus características poblacionales.

5.1.1 Revisión de los tipos de datos demandados por la DCF.

Las siglas DCF vienen del inglés “Data Collection Framework”¹. Se refieren al marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico en relación a la política pesquera común (Reglamento CE 665/2008). Esta regulación surge como continuación de la anterior normativa, la Data Collection Regulation (DCR, Reglamento CE 1639/2001).

Bajo el marco de la DCF, la Comisión Europea establece que los Estados Miembros (EM) deben recoger datos sobre aspectos biológicos y económicos de las pesquerías europeas y sectores asociados. El objetivo es el proporcionar una base sólida para el análisis científico de las actividades pesqueras y de esta forma hacer posible la formulación de dictámenes científicos fundamentados con miras a la aplicación de la Política Pesquera Común (PPC).

La recolección de datos se estructura a través de planes plurianuales. El primer plan se ha desarrollado durante los años 2009 y 2010 (Decisión de la Comisión 949/2008). El plan actualmente en vigor engloba el periodo 2011-2013 (Decisión de la Comisión 93/2010; UE, 2010).

La recogida de datos se divide por regiones: i) Mar Báltico; ii) Mar del Norte y Ártico Oriental; iii) Atlántico Norte, Mar Mediterráneo y Mar Negro y iv) regiones en las

¹ <https://datacollection.jrc.ec.europa.eu/>

que faenen buques comunitarios y que estén administradas por organizaciones regionales de pesca (ICCAT, IOTC, ...)

Los programas plurianuales se estructuran a través de los siguientes módulos, para cada región:

1. Módulo de evaluación del sector pesquero
 - a. Sección de recopilación de variables económicas
 - b. Sección de recopilación de variables biológicas
 - c. Sección de recopilación de variables transversales
 - d. Sección de campañas científicas de investigación en la mar
2. Módulo de evaluación de la situación económica de los sectores de la acuicultura y la industria de la transformación
3. Módulo de evaluación de los efectos del sector pesquero en el ecosistema marino
4. Módulo de gestión y uso de la información incluida en el marco de recopilación de datos

Es responsabilidad de los EM cumplir con lo que marca el marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero. En el Estado Español esta responsabilidad recae sobre la Secretaría General del Mar (SGM).

La Secretaría General del Mar (SGM) delega en el Instituto Español de Oceanografía (IEO) los módulos 1b, 1d, 3 y 4. A su vez, el IEO tiene un convenio con AZTI-Tecnalia según el cual este último se encarga del cumplimiento de estos módulos en lo referente al sector pesquero vasco. En concreto, AZTI-Tecnalia muestrea las variables biológicas de la pesca desembarcada en puertos de Euskadi, y realiza varias campañas oceanográficas.

Los planes plurianuales se elaboran sumando las contribuciones de AZTI-Tecnalia, IEO y SGM. La SGM es la última responsable y la que envía el programa final a la Comisión.

A continuación se listan los requerimientos de la DCF, la forma de obtenerlos, la periodicidad y las flotas y especies a las que aplican:

Recogida de datos

1) Variables biológicas relacionadas con metier²

a) Pesca profesional:

i) Distribución trimestral por tallas de las especies desembarcadas:

Se debe realizar 3 rankings con los principales metiers a nivel nacional, ordenándolos según la proporción: 1) respecto al peso total de los desembarcos comerciales; 2) respecto al valor de los desembarcos y 3) respecto al esfuerzo total en días de mar y se reportarán para cada caso únicamente los metiers hasta cubrir el 90% del total. Se seleccionarán para muestrear aquellos metiers contenidos en el ranking de alguna de las tres variables utilizadas. Estos metiers se someterán a un muestreo³ de tallas de intensidad proporcional al esfuerzo relativo y variabilidad del metier, no siendo en ningún caso inferior a una marea al mes durante la temporada de pesca.

ii) Volumen trimestral de descartes

Para el muestreo de descartes se utiliza el mismo sistema de clasificación y la misma intensidad que para los desembarques. En este caso, el muestreo no podrá ser inferior a dos mareas al trimestre durante la temporada de pesca. Se puede pedir una exención para muestrear descartes, presentando algún documento que certifique un nivel bajo de descartes.

iii) Estimación trimestral de las distribuciones de talla de los descartes:

Los descartes serán objeto de una estimación trimestral de las distribuciones de talla cuando anualmente representen bien más del 10 % de las capturas totales en peso, o más del 15 % de las capturas en número para las especies de los grupos 1 y 2. Además, cuando se efectúen descartes de categorías de talla de especies que no estén representadas en

² Se entiende metier como la conjunción de modalidad, especie objetivo y tamaño de malla, según el apéndice IV del plan plurianual.

³ La unidad de muestreo es la marea y el muestreo será simultáneo (todas las especies desembarcadas deben ser muestreadas).

los desembarques, deberá estimarse la edad según las reglas fijadas en el apéndice VII.

b) Pesca recreativa:

i) Peso trimestral de las capturas

Los EM deberán evaluar el peso trimestral de las capturas de pesca recreativa para ciertas especies que aparecen definidas en el apéndice IV. En el Atlántico Norte, estas especies son: salmón, lubina, tiburones y anguila. En caso necesario, se prevé la realización de estudios piloto para evaluar la importancia de la pesca recreativa

2) Variables biológicas relacionadas con el stock

a) Pesca profesional:

Las especies de las que se deben recoger datos biológicos se encuentran detalladas en el Apéndice VII, con algunas excepciones (especies cuyas cuotas < 10% TAC, o < 200 toneladas). Se deberán recoger datos sobre talla, peso, sexo y grado de madurez con una periodicidad trimestral. También se recogerán datos de edad.

b) Pesca recreativa:

No se recogen datos biológicos de la pesca recreativa

3) Variables transversales y económicas

Estas variables las recoge SGM en su totalidad. Las variables transversales incluyen datos sobre capacidad (número de buques, GT, KW, etc.), esfuerzo (días de mar, horas de pesca, etc.) y desembarques (valor total, peso vivo por especies, etc.). Las variables económicas incluyen datos sobre renta, costes de personal, gastos de energía, etc.

4) Campañas oceanográficas (e.g. BIOMAN y TRIENAL en el caso de AZTI)

a) Gestión y uso de datos

Esta parte está definida de forma bastante vaga en el reglamento. En cuanto a gestión, abarca el desarrollo de bases de datos, la incorporación de datos (almacenamiento), el control y la validación de la calidad de los datos, y la

transformación de los datos primarios en datos detallados o agregados. En cuanto a utilización, abarca la elaboración de conjuntos de datos y su uso para apoyar los análisis científicos como base para el asesoramiento con vistas a la gestión de la pesca. Incluye estimaciones de los parámetros biológicos (edad, peso, sexo, grado de madurez y fecundidad) respecto de las poblaciones enumeradas en el apéndice VII, la preparación de conjuntos de datos para la evaluación de poblaciones y la elaboración de modelos bio-económicos, y los correspondientes análisis científicos.

De todos los datos que deben ser recogidos (Tabla 1), AZTI se encarga de recoger todos los relativos a los desembarcos en la CAPV, salvo en el caso de las variables transversales y económicas que recoge la SGM.

Tabla 1. Resumen de los datos recogidos dentro de la DCF

Variables		
	Pesca profesional	Pesca recreativa
Variables biológicas relacionadas con metier	- Distribución trimestral de tallas de los desembarcos	Peso trimestral de las capturas
	- Volumen trimestral de descartes	
	- Distribución trimestral de tallas de los descartes	
	Pesca profesional	Pesca recreativa
Variables biológicas relacionadas con el stock	Talla, peso, sexo y grado de madurez (periodicidad trimestral)	
Variables transversales y económicas	Transversales:	
	- Capacidad (número de buques, GT, kW,...)	
	- Esfuerzo (días de mar, horas de pesca,...)	
	- Desembarques (valor total, peso vivo por especies,...)	
	Económicas:	
	- renta, costes de personal, gastos de energía,...	
Campañas oceanográficas		

5.1.2 Disponibilidad de datos para los stocks explotados por los diferentes segmentos de flota de la CAPV y su situación con respecto a su evaluación y gestión.

Las Tablas 2 a 4 muestran la información relativa a los stocks de interés para la flota vasca. En la Tabla 2, se identifica la flota y el arte mediante el que son capturadas, el grupo de expertos en el que se trata sobre la misma y se listan las medidas de gestión a las que son sometidos cada uno de los stocks. La Tabla 3 se centra en la información acerca de los datos, como qué tipos de datos recoge AZTI-Tecnalia, cuál de esta información es aportada a los grupos de trabajo y qué información se publica en estos grupos. Finalmente, la Tabla 4, reúne información sobre la categoría del consejo (Tabla C.1) de acuerdo al marco ICES actual (ICES, 2012a,b) y el tipo de evaluación (Tabla C.2) en el que se basa el consejo científico.

Tabla 2. Stocks de interés para la flota vasca, flota y arte mediante el que son capturadas, grupo de expertos que trata sobre las mismas y medidas de gestión en vigor.

Nombre común	Especie	Zona	Flota	arte de pesca	Grupo de expertos	Gestión
Listado Oriental	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Atlántico oriental	cerqueros congeladores	cerco	ICCAT	Veda espacio-temporal pesca con FADs, control de esfuerzo (nº barcos)
Atún blanco	<i>Thunnus alalunga</i>	Atlántico Norte	bajura	cebo vivo y curricán	ICCAT	TAC, control de esfuerzo (nro. barcos)
Rabil Atlántico	<i>Thunnus albacares</i>	Atlántico	cerqueros congeladores	cerco	ICCAT	TAC, veda espacio-temporal pesca con FADs, control de esfuerzo (nº barcos)
Patudo Atlántico	<i>Thunnus obesus</i>	Atlántico	cerqueros congeladores	cerco	ICCAT	TAC, veda espacio-temporal pesca con FADs, control de esfuerzo (nº barcos)
Atún rojo	<i>Thunnus thynnus</i>	Atlántico Este	bajura	cebo vivo	ICCAT	TAC, vedas temporales, talla mínima, control de esfuerzo
Bacalao del Ártico	<i>Gadus morhua</i>	Ártico Nordeste (Subáreas I y II)	bacaladera	arrastre de fondo	ICES AFWG	TAC
Eglefino del Ártico	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Ártico Nordeste (Subáreas I y II)	bacaladera	arrastre de fondo	ICES AFWG	TAC
Fletán negro del Ártico	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	Ártico Nordeste (Subáreas I y II)	bacaladera	arrastre de fondo	ICES AFWG	TAC multianual
Merluza Norte	<i>Merluccius merluccius</i>	Div. ICES IIIa, Subárea IV, VI y VII y Div. VIIIab	altura al fresco	arrastre, enmalle y palangre	ICES WGBIE	TAC
Merluza Sur	<i>Merluccius merluccius</i>	Div. ICES VIIIc y IXa	altura al fresco	arrastre, enmalle y palangre	ICES WGBIE	TAC
Lubina	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Div. ICES VIIIab	bajura, enmalle y altura al fresco	enmalle, palangre y arrastre de fondo	ICES WGBIE (former WGHMM)	
Lubina	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Div. ICES VIIIc y IXa	bajura, enmalle y altura al fresco	enmalle, palangre y arrastre de fondo	ICES WGBIE (former WGHMM)	
Gallo manchado	<i>Lepidorhombus boscii</i>	Div. ICES VIIIc y IXa	altura al fresco	arrastre de fondo	ICES WGBIE (former WGHMM)	TAC (combinado con gallo sin manchas) y TAE (control esfuerzo), malla mínima
Gallo sin manchas	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	Div. ICES VIIb-k y VIIIa,b,d	altura al fresco	arrastre de fondo	ICES WGBIE (former WGHMM)	TAC (combinado con gallo manchado), TAE (control esfuerzo) y malla mínima

Tabla 2 (cont.). Stocks de interés para la flota vasca, flota y arte mediante el que son capturadas, grupo de expertos que trata sobre las mismas y medidas de gestión en vigor.

Nombre común	Especie	Zona	Flota	arte de pesca	Grupo de expertos	Gestión
Gallo sin manchas	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	Div. ICES VIIIc y IXa	altura al fresco	arrastre de fondo	ICES WGBIE (former WGHMM)	TAC (combinado con gallo manchado), TAE (control esfuerzo) y malla mínima
Rape negro	<i>Lophius budegassa</i>	Div. ICES VIIb,k y VIIIa,b,d	bajura y altura al fresco	enmalle y arrastre de fondo	ICES WGBIE (former WGHMM)	TAC status quo (combinado con rape blanco)
Rape negro	<i>Lophius budegassa</i>	Div. ICES VIIIc y IXa	bajura y altura al fresco	enmalle y arrastre de fondo	ICES WGBIE (former WGHMM)	TAC status quo (combinado con rape blanco)
Rape blanco	<i>Lophius piscatorius</i>	Div. ICES VIIb,k y VIIIabd	bajura y altura al fresco	enmalle y arrastre de fondo	ICES WGBIE (former WGHMM)	TAC status quo (combinado con rape negro)
Rape blanco	<i>Lophius piscatorius</i>	Div. ICES VIIIc y IXa	bajura y altura al fresco	enmalle y arrastre de fondo	ICES WGBIE (former WGHMM)	TAC status quo (combinado con rape negro)
Salmonete de roca	<i>Mullus surmuletus</i>	ICES Subárea VI, VIII y div. VIIa-c, e-k y IXa	bajura, enmalle y altura al fresco	enmalle, arrastre de fondo	ICES WGBIE (former WGHMM)	
Lenguado	<i>Solea solea</i>	Golfo de Bizkaia (Div. ICES VIIIab)	bajura, enmalle y altura al fresco	enmalle, arrastre de fondo	ICES WGBIE (former WGHMM)	TAC (plan de gestión), talla mínima, malla mínima
Rape blanco	<i>Lophius piscatorius</i>	Div. ICES VI, IV y IIIa	bajura y altura al fresco	enmalle y arrastre de fondo	ICES WGCELTIC	TAC
Pulpo blanco	<i>Eledone cirrhosa</i>	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	bajura, enmalle y altura al fresco	enmalle, arrastre de fondo	ICES WGCEPH	
Potas y voladores	<i>Illex coindetii</i> , <i>Todaropsis eblanae</i> , <i>Todarodes sagittatus</i> , <i>Ommastrephes bartrami</i>	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	bajura, enmalle y altura al fresco	enmalle, arrastre de fondo	ICES WGCEPH	
Calamares	<i>Loligo vulgaris</i> , <i>Loligo forbesi</i> , <i>Alloteuthis subulata</i>	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	bajura, enmalle y altura al fresco	enmalle, arrastre de fondo	ICES WGCEPH	
Pulpo común	<i>Octopus vulgaris</i>	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	bajura, enmalle y altura al fresco	enmalle, arrastre de fondo	ICES WGCEPH	
Sepias y chocos	<i>Sepia officinalis</i> , <i>Sepia elegans</i>	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	bajura, enmalle y altura al fresco	enmalle, arrastre de fondo	ICES WGCEPH	
Brotola de fango	<i>Phycis blennoides</i>	Todas las regiones (subáreas ICES I-X, XII)	bajura y altura al fresco	arrastre de fondo	ICES WGDEEP	TAC (diferenciado para 4 áreas: I-IV; V-VII; VIII, IX; y X, XII)

Tabla 2 (cont.). Stocks de interés para la flota vasca, flota y arte mediante el que son capturadas, grupo de expertos que trata sobre las mismas y medidas de gestión en vigor.

Nombre común	Especie	Zona	Flota	arte de pesca	Grupo de expertos	Gestión
Raya santiaguesa	<i>Leucoraja naevus</i>	Golfo de Bizkaia y aguas Ibéricas del Atlántico (Div. ICES VIII y IX)	bajura y altura al fresco	arrastre de fondo	ICES WGEF	TAC (para Rajidade spp)
Raya de clavos	<i>Raja clavata</i>	Golfo de Bizkaia y aguas Ibéricas del Atlántico (Div. ICES VIII y IX)	bajura y altura al fresco	arrastre de fondo	ICES WGEF	TAC (para Rajidade spp)
Pintarroja	<i>Scyllorhinus canicula</i>	Golfo de Bizkaia (Div. ICES VIIa,b,d)	bajura y altura al fresco	arrastre de fondo	ICES WGEF	Sin TAC, incremento max capturas 20%
Anchoa	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Div. ICES VIII	bajura	cerco	ICES WGHANSA	TAC, talla mínima, acuerdos bilaterales SWW RAC (vedas espacio-temporales, control esfuerzo)
Sardina Ibérica	<i>Sardina pilchardus</i>	ICES VIIIc y Ixa	bajura	cerco	ICES WGHANSA	Talla mínima, control de esfuerzo (máximo capturas diarias, nº días), veda espacial
Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>	ICES Subárea VII y Div. VIIIabd	bajura	cerco	ICES WGHANSA	-
Lirio ó bacaladilla	<i>Micromesistius poutassou</i>	Atlántico Noreste (Subáreas I-IX, XII y XIV)	bajura y altura al fresco	arrastre de fondo	ICES WGWIDE	TAC
Verdel noreste atlántico	<i>Scomber scombrus</i>	Atlántico Noreste	bajura	cerco y líneas de mano	ICES WGWIDE	TAC (sin acuerdo internacional desde 2010), control de esfuerzo, veda espacio-temporal (todo el año div. IVb,c and IIIa; primera mitad del año div. IVa), control de esfuerzo
Chicharro negro del Oeste	<i>Trachurus trachurus</i>	Div. ICES IIa, IVa, Vb, VIa, VIIa–c,e–k, and VIIIa–e	bajura y altura al fresco	cerco, arrastre y palangre	ICES WGWIDE	TAC, talla mínima
Listado Índico	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Índico	cerqueros congeladores	cerco	IOTC	Veda espacio-temporal, control de esfuerzo (nº barcos)
Rabil Índico	<i>Thunnus albacares</i>	Índico	cerqueros congeladores	cerco	IOTC	Veda espacio-temporal, control de esfuerzo (nº barcos)
Patudo Índico	<i>Thunnus obesus</i>	Índico	cerqueros congeladores	cerco	IOTC	Veda espacio-temporal, control de esfuerzo (nº barcos)
Bacalao de Terranova	<i>Gadus morhua</i>	División 3M NAFO (Flemish Cap)	bacaladera	arrastre de fondo	NAFO	TAC
Bacalao Sur del Gran Banco	<i>Gadus morhua</i>	Divisiones 3N,O NAFO (sur del Gran Banco)	bacaladera	arrastre de fondo	NAFO	TAC

Tabla 3. Stocks de interés para la flota vasca, datos recopilados por AZTI-Tecnalia e información disponible en el grupo de trabajo correspondiente.

Nombre común	Zona	Datos para grupos de trabajo (AZTI)	Muestreo biológico (AZTI)	Grupo de expertos	Información grupo de trabajo		
					Capturas	Campaña científica	Parámetros edad/crecimiento
Listado Oriental	Atlántico oriental	Descargas, tallas, CPUE (descartes pero no se utilizan)	-	ICCAT	Sí	No	No
Atún blanco	Atlántico Norte	Descargas, tallas y CPUE	-	ICCAT	Sí	No	Sí
Rabil Atlántico	Atlántico	Descargas, tallas, CPUE (descartes pero no se utilizan)	-	ICCAT	Sí	No	No
Patudo Atlántico	Atlántico	Descargas, tallas, CPUE (descartes pero no se utilizan)	-	ICCAT	Sí	No	No
Atún rojo	Atlántico Este	Descargas, tallas y CPUE	-	ICCAT	Sí	No	Sí
Bacalao del Ártico	Ártico Nordeste (Subáreas I y II)	Descargas, tallas, edades, sexo, madurez	Edad, peso, sexo, madurez	ICES AFWG	Sí	Sí	Sí
Eglefino del Ártico	Ártico Nordeste (Subáreas I y II)	Descargas	-	ICES AFWG	Sí	Sí	Sí
Fletán negro del Ártico	Ártico Nordeste (Subáreas I y II)	Descargas	-	ICES AFWG	Sí	Sí	Sí
Merluza Norte	Div. ICES IIIa, Subárea IV, VI y VII y Div. VIIIab	Descargas, esfuerzo, tallas y edades (problemas lectura en ult años)	Edad, peso, sexo, madurez	ICES WGBIE	Sí	Sí	No
Merluza Sur	Div. ICES VIIIc y IXa	Descargas, esfuerzo, tallas y edades (problemas lectura en ult años)	Edad, peso, sexo, madurez	ICES WGBIE	Sí	Sí	No
Lubina	Div. ICES VIIIab	-	-	ICES WGBIE	Sí	No	No
Lubina	Div. ICES VIIIc y IXa	-	-	ICES WGBIE	Sí	No	No
Gallo manchado	Div. ICES VIIIc y IXa	Descargas, esfuerzo, tallas y edades	Edad, peso, sexo, madurez	ICES WGBIE	Sí	Sí	Sí
Gallo sin manchas	Div. ICES VIIb-k y VIIIa,b,d	Descargas, esfuerzo, tallas y edades	Edad, peso, sexo, madurez	ICES WGBIE	Sí	Sí	Sí

Tabla 3 (cont.) Stocks de interés para la flota vasca, datos recopilados por AZTI-Tecnalia e información disponible en el grupo de trabajo correspondiente.

Nombre común	Zona	Datos para grupos de trabajo (AZTI)	Muestreo biológico (AZTI)	Grupo de expertos	Información grupo de trabajo		
					Capturas	Campaña científica	Parámetros edad/crecimiento
Gallo sin manchas	Div. ICES VIIIc y IXa	Descargas, esfuerzo, tallas y edades	Edad, peso, sexo, madurez	ICES WGBIE	Sí	Sí	Sí
Rape negro	Div. ICES VIIb,k y VIIIa,b,d	Descargas, esfuerzo, tallas, sex ratio, estado madurez sexual	Edad (solo recogida pieza dura); sexo y madurez (en mareas de descartes)	ICES WGBIE	Sí	Sí	No
Rape negro	Div. ICES VIIIc y IXa	Descargas, esfuerzo, tallas, sex ratio, estado madurez sexual	Edad (solo recogida pieza dura); sexo y madurez (en mareas de descartes)	ICES WGBIE	Sí	Sí	No
Rape blanco	Div. ICES VIIb,k y VIIIabd	Descargas, esfuerzo, tallas, sex ratio, estado madurez sexual	Edad (solo recogida pieza dura); sexo y madurez (en mareas de descartes)	ICES WGBIE	Sí	Sí	No
Rape blanco	Div. ICES VIIIc y IXa		Edad	ICES WGBIE	Sí	Sí	No
Salmonete de roca	ICES Subárea VI, VIII y div. VIIa-c, e-k y IXa	-	-	ICES WGBIE	Sí	Sí	No
Lenguado	Golfo de Bizkaia (Div. ICES VIIIab)	-	-	ICES WGBIE	Sí	Sí	Sí
Rape blanco	Div. ICES VI, IV y IIIa	Descargas, esfuerzo, tallas, sex ratio, estado madurez sexual	Edad (solo recogida pieza dura); sexo y madurez (en mareas de descartes)	ICES WGCELTIC	Sí	Sí	No
Pulpo blanco	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	Descargas, descartes, esfuerzo	-	ICES WGCEPH	Sí	Sí	No
Potas y voladores	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	Descargas, descartes, esfuerzo	-	ICES WGCEPH	Sí	Sí	No
Calamares	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	Descargas, descartes, esfuerzo	-	ICES WGCEPH	Sí	Sí	No
Pulpo común	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	Descargas, descartes, esfuerzo	-	ICES WGCEPH	Sí	Sí	No
Sepias y chocos	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	Descargas, descartes, esfuerzo	-	ICES WGCEPH	Sí	Sí	No
Brotola de fango	Todas las regiones (subáreas ICES I-X, XII)	Descargas, esfuerzo, LPUE (comercial), descartes	-	ICES WGDEEP	Sí	Sí	No

Tabla 3 (cont.) Stocks de interés para la flota vasca, datos recopilados por AZTI-Tecnalia e información disponible en el grupo de trabajo correspondiente.

Nombre común	Zona	Datos para grupos de trabajo (AZTI)	Muestreo biológico (AZTI)	Grupo de expertos	Información grupo de trabajo		
					Capturas	Campaña científica	Parámetros edad/crecimiento
Raya santiaguesa	Golfo de Bizkaia y aguas Ibéricas del Atlántico (Div. ICES VIII y IX)	Descargas, esfuerzo, LPUE (comercial), descartes y tallas	-	ICES WGEF	Sí	Sí	No
Raya de clavos	Golfo de Bizkaia y aguas Ibéricas del Atlántico (Div. ICES VIII y IX)	Descargas, esfuerzo, LPUE (comercial), descartes y tallas	-	ICES WGEF	Sí	Sí	No
Pintarroja	Golfo de Bizkaia (Div. ICES VIIa,b,d)	Descargas, esfuerzo, LPUE (comercial), descartes y tallas	-	ICES WGEF	Sí	Sí	No
Anchoa	Div. ICES VIII	Descargas, tallas, edades	Edad, peso, sexo, madurez	ICES WGHANSA	Sí	Sí	Sí
Sardina Ibérica	ICES VIIIc y Ixa	Descargas, tallas, edades	Edad, peso, sexo, madurez	ICES WGHANSA	Sí	Sí	Sí
Sardina	ICES Subárea VII y Div. VIIIabd	Descargas, tallas, edades	Edad, peso, sexo, madurez	ICES WGHANSA	Sí	Sí	Sí
Lirio ó bacaladilla	Atlántico Noreste (Subáreas I-IX, XII y XIV)	Descargas, tallas, edades	Peso, sexo, madurez	ICES WGWIDE	Sí	Sí	Sí
Verdel noreste atlántico	Atlántico Noreste	Descargas, tallas, edades y esfuerzo	Edad, peso, sexo, madurez	ICES WGWIDE	Sí	Sí	Sí
Chicharro negro del Oeste	Div. ICES IIa, IVa, Vb, VIa, VIIa–c,e–k, and VIIIa–e	Descargas, tallas, edades	Edad, peso, sexo, madurez	ICES WGWIDE	Sí	Sí	Sí
Listado Índico	Índico	Descargas, tallas, CPUE (descartes pero no se utilizan)	Madurez (sólo 2 años - tesis)	IOTC	Sí	No	No
Rabil Índico	Índico	Descargas, tallas, CPUE (descartes pero no se utilizan)	Madurez (sólo 2 años - tesis)	IOTC	Sí	No	No
Patudo Índico	Índico	Descargas, tallas, CPUE (descartes pero no se utilizan)	-	IOTC	Sí	No	No
Bacalao de Terranova	División 3M NAFO (Flemish Cap)	Sin datos por falta de actividad	-	NAFO	Sí	Sí	Sí
Bacalao Sur del Gran Banco	Divisiones 3N,O NAFO (sur del Gran Banco)	Sin datos por falta de actividad	-	NAFO	Sí	Sí	Sí

Tabla 4. Stocks de interés para la flota vasca, categoría del consejo y el método de evaluación (si procede) de acuerdo al marco ICES actual (ICES, 2012a,b).

Nombre común	Zona	Categoría consejo ⁽¹⁾	Método de evaluación	Modelo de evaluación								
				Categoría modelo ⁽²⁾	Dinámica poblacional estructurada por edad	Dinámica poblacional	Dinámica de crecimiento individual	Datos de capturas por edad	Índices de abundancia	Múltiples flotas	Múltiples áreas	Características variables con el tiempo
Listado Oriental	Atlántico oriental	1 (2)		3	No	Sí	Sí	Sí	CPUE múltiples	Sí	No	No
Atún blanco	Atlántico Norte	1	MFCL	8	Sí (1-15+)	Sí	Sí	Sí	Múltiple	Sí	No	Sí
Rabil Atlántico	Atlántico	1	ASPIC - Adapt VPA	3-6	Sí (1-5+)	Sí	Sí	Sí	CPUE múltiples	Sí	No	No
Patudo Atlántico	Atlántico	1	ASPIC - VPAtoolbox	3-6	Sí (1-7+)	Sí	Sí	Sí	CPUE múltiples	Sí	No	No
Atún rojo	Atlántico Este	1	VPA	6	Sí (1-10+)	Sí	Sí	Sí	Múltiple	No	No	No
Bacalao del Ártico	Ártico Nordeste (Subáreas I y II)	1	XSA	6	Sí (3-13+)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	
Eglefino del Ártico	Ártico Nordeste (Subáreas I y II)	1	XSA	6	Sí (3-11+)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	No
Fletán negro del Ártico	Ártico Nordeste (Subáreas I y II)	1	XSA	6	Sí (5-15+)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	No
Merluza Norte	Div. ICES IIIa, Subárea IV, VI y VII y Div. VIIIab	1	SS3	8*	No	Sí*	Sí	No**	Sí, campañas científicas	Sí	No	Ogiva de descarte
Merluza Sur	Div. ICES VIIIc y IXa	1	Gadget	8*	No	Sí*	Sí	No**	Sí, campañas científicas y CPUEs estand.	Sí	No	Madurez
Lubina	Div. ICES VIIIab	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lubina	Div. ICES VIIIc y IXa	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gallo manchado	Div. ICES VIIIc y IXa	1	XSA	6	Sí (0-7+)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	No
Gallo sin manchas	Div. ICES VIIb-k y VIIIa,b,d	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) De acuerdo al marco ICES para stocks limitados en datos (DLS)

(2) De acuerdo a la disponibilidad de los datos, ICES SISAM (ICES,)

* Estructurado por talla

** Lectura de edades mediante otolitos no validada

*** Análisis de sensibilidad

Tabla 4 (cont.) Stocks de interés para la flota vasca, categoría del consejo y el método de evaluación (si procede) de acuerdo al marco ICES actual (ICES, 2012a,b).

Nombre común	Zona	Categoría consejo ⁽¹⁾	Método de evaluación	Modelo de evaluación									Características variables con el tiempo
				Categoría modelo ⁽²⁾	Dinámica poblacional estructurada por edad	Dinámica poblacional	Dinámica de crecimiento individual	Datos de capturas por edad	Índices de abundancia	Múltiples flotas	Múltiples áreas		
Gallo sin manchas	Div. ICES VIIIc y IXa	1	XSA	6	Sí (1-7+)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	No	
Rape negro	Div. ICES VIIb,k y VIIIa,b,d	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rape negro	Div. ICES VIIIc y IXa	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rape blanco	Div. ICES VIIbk y VIIIabd	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rape blanco	Div. ICES VIIIc y IXa	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Salmonete de roca	ICES Subárea VI, VIII y div. VIIa-c, e-k y IXa	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lenguado	Golfo de Bizkaia (Div. ICES VIIIab)	1	XSA	6	Sí (2-8+)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	No	
Rape blanco	Div. ICES VI, IV y IIIa	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pulpo blanco	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Potas y voladores	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Calamares	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pulpo común	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sepias y chocos	Subárea II, IV, V, VI, VII, VIIIabd, VIIIc and IXa	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Brotola de fango	Todas las regiones (subáreas ICES I-X, XII)	3, 2	-	2	-	-	-	-	Sí, campañas científicas	-	-	-	

(1) De acuerdo al marco ICES para stocks limitados en datos (DLS)

(2) De acuerdo a la disponibilidad de los datos, ICES SISAM (ICES,)

Tabla 4 (cont.) Stocks de interés para la flota vasca, categoría del consejo y el método de evaluación (si procede) de acuerdo al marco ICES actual (ICES, 2012a,b).

Nombre común	Zona	Categoría consejo ⁽¹⁾	Método de evaluación	Modelo de evaluación									Características variables con el tiempo
				Categoría modelo ⁽²⁾	Dinámica poblacional estructurada por edad	Dinámica poblacional	Dinámica de crecimiento individual	Datos de capturas por edad	Índices de abundancia	Múltiples flotas	Múltiples áreas		
Raya santiaguesa	Golfo de Bizkaia y aguas Ibéricas del Atlántico (Div. ICES VIII y IX)	3, 5	-	2	-	-	-	-	Sí, campañas científicas y CPUEs comerciales	-	-	-	
Raya de clavos	Golfo de Bizkaia y aguas Ibéricas del Atlántico (Div. ICES VIII y IX)	3, 5	-	2	-	-	-	-	Sí, campañas científicas y CPUEs comerciales	-	-	-	
Pintarroja	Golfo de Bizkaia (Div. ICES VIIIa,b,d)	5	-	2	-	-	-	-	Sí, CPUEs comerciales	-	-	-	
Anchoa	Div. ICES VIII	1	CBBM	4	Sí (1 y 2+)	Sí	Sí	Sí	Múltiple	Sí	No	No	
Sardina Ibérica	ICES VIIIc y Ixa	1	SS3	8	Sí (0-6+)	Sí	Sí	Sí	Múltiple (acústica, MPDH)	No	No	Sí	
Sardina	ICES Subárea VII y Div. VIIIab	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lirio ó bacaladilla	Atlántico Noreste (Subáreas I-IX, XII y XIV)	1	SAM model (Nielsen, 2009) - comparison SMS and XSA	7	Sí (1-10)	Sí	Sí	Sí	Sí (IBWSSS)	No		Pesos medios	
Verdel noreste atlántico	Atlántico Noreste	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Chicharro negro del Oeste	Div. ICES IIa, IVa, Vb, VIa, VIIa–c,e–k, and VIIIa–e	1	SAD model (Linked Separable Adapt VPA)	6	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí (trienal de huevos)	No	No	F (periodo separable)	
Listado Índico	Índico	1 (2)	SS3	8	Sí (1-8+)	Sí	Sí	Sí	CPUE Máldivas, UE PS y marcado	Sí	Sí***	No	
Rabil Índico	Índico	1	MFCL (ASPIC)	8 (3)	Sí (1-7+)	Sí	Sí	Sí	CPUE (Japón, Taiwan) y marcado	Sí	Sí	No	
Patudo Índico	Índico	1	SS3 (ASPM)	8 (5)	Sí (1-15+)	Sí	Sí	Sí	CPUE Japón y marcado	Sí	Sí***	No	
Bacalao de Terranova	División 3M NAFO (Flemish Cap)	1	Modelo bayesiano	4	Sí (1-8+)	Sí	Sí	Sí	Sí, campañas científicas	No	No	No	
Bacalao Sur del Gran Banco	Divisiones 3N,O NAFO (sur del Gran Banco)	1	ADAPT	6	Sí (2-12+)	Sí	Sí	Sí	Sí, campañas científicas	No	No	No	

(1) De acuerdo al marco ICES para stocks limitados en datos (DLS)

(2) De acuerdo a la disponibilidad de los datos, ICES SISAM (ICES,)

* Estructurado por talla

** Lectura de edades mediante otolitos no validada

*** Análisis de sensibilidad

5.1.3 Clasificación de los stocks según la disponibilidad de datos y sus características poblacionales e identificación de los casos de estudio.

Los datos disponibles se refieren únicamente a aquellos recogidos por AZTI-Tecnalia y no los de todo el stock. Para muchas de las especies vemos que bien no hay datos, o cuando los hay son de mala calidad.

Por tanto, la necesidad no reside únicamente en la obtención de los datos. Por ello, antes de plantearse comenzar a trabajar en la búsqueda de una evaluación adecuada, se debería trabajar en cómo mejorar la calidad de los datos. Ya que estos serán la base principal a la hora de realizar una evaluación. Y los resultados de la misma estarán condicionados a la calidad de los datos de entrada.

Finalmente se ha decidido seleccionar un único caso de estudio por la complejidad que tiene llegar a una solución y por la falta de datos a nivel internacional.

5.2 Objetivo 2

Revisar la metodología utilizada en otros países.

5.2.1 Revisión bibliográfica para conocer las herramientas disponibles actualmente para la evaluación y consejo de gestión de stocks con pocos datos.

Con el objetivo de resumir toda la información recopilada en la revisión bibliográfica, se ha elaborado el documento “Literature review of assessment and management methods for data-poor fish stocks” (ver Anexo B-III).

A lo largo de la vida del proyecto, se ha procedido al seguimiento del trabajo realizado en varios grupos del Consejo Internacional de Explotación de la Mar (ICES/CIEM) relacionados con la evaluación y gestión de especies, que tratan la problemática de los stocks para los que información disponible es limitada. A continuación se detallan los principales grupos de trabajo a destacar:

- WKLIFE (ICES, 2012d. Report of the Workshop on the Development of Assessments based on LIFE history traits and Exploitation Characteristics (WKLIFE). Lisbon, Portugal, 13-17 February 2012. ICES CM 2012/ACOM:36). El objetivo de este grupo de trabajo del CIEM es el desarrollo de métodos de evaluación basados en el ciclo de vida de los stocks y el tipo de explotación a la que éstos son sometidos.
- WKFRAME (ICES, 2010. Report of the Workshop on Implementing the ICES FMSY Framework. Copenhagen, Denmark, 22–26 March 2010. ICES CM 2010/ACOM:54. ICES, 2011. Report of the Workshop on Implementing the ICES FMSY Framework (WKFRAME-2) . ICES, Denmark, 10–14 January 2011. ICES CM 2011/ACOM:33. ICES, 2012c. Report of the Workshop 3 on Implementing the ICES FMSY Framework. ICES, Denmark, 9–13 January 2012. ICES CM 2012/ACOM:39.). El fin de esta serie de grupos de trabajo del CIEM es poder dar consejo de gestión para todas las especies.)
- WKG MSE (ICES, 2013b. Report of the Workshop on Guidelines for Management Strategy Evaluations (WKG MSE), 21 - 23 January 2013, ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2013/ACOM 39. 122 pp). En este taller del CIEM, se definieron las directrices para las evaluaciones de las estrategias de gestión de poblaciones de peces.
- WCSAM (ICES, 2013c. World Conference on Stock Assessment Methods (WCSAM) (contribution to the Strategic Initiative on Stock Assessment Methods), 15–19 July 2013, Boston, USA. ICES CM 2013/ACOM/SCICOM:02. 87 pp). En esta conferencia mundial, una de las sesiones se dedicó a la evaluación y consejo de gestión de stocks pobres en datos.

5.3 Objetivo 3

Identificar y aplicar las herramientas más adecuadas según cada caso.

5.3.1 Identificación y aplicación de las herramientas para la evaluación y consejo de gestión más adecuadas para cada caso de estudio.

Aplicabilidad de CatDyn (ver Anexo B-I)

Los resultados detallados del análisis de la aplicabilidad de CatDyn se pueden encontrar en el Anexo B II.

Inicialmente se comienza a testar el modelo CatDyn con datos de distintos tipos de especies. El hecho de cubrir casos completamente diferentes permite valorar su potencialidad de uso para especies con pocos datos biológicos, ya que este modelo requiere datos de esfuerzo y capturas con resolución diaria o semanal. Se aplica el modelo para la anchoa del Golfo de Bizkaia, la sardina del Golfo de Bizkaia y la lubina (stock pobre en datos)

La abundancia estimada para la anchoa del Golfo de Bizkaia por el modelo CatDyn para el año 2001 es de 51 355 t, que sería la mitad del último valor estimado por el modelo actualmente utilizado (Ibaibarriaga et al, 2008) para evaluar el stock. Esta diferencia se debe a que los datos utilizados por el modelo de dinámica de capturas implementado en CatDyn se ha ajustado utilizando únicamente las descargas realizadas en los puertos vascos. Mientras que la estima oficial incluye todas las descargas. Para realmente poder comparar ambas estimas, este análisis se debería extender a las descargas de todas las flotas que explotan esta población para lo que habría que recabar información sobre las capturas y el esfuerzo diario realizado, tanto por las flotas españolas como por la francesa, que actualmente no están disponibles en el formato y resolución temporal necesaria.

La abundancia estimada para la sardina de la VIIIabd por el modelo CatDyn para el año 2001 es de 95 325 t, que sería aproximadamente el 60% del valor obtenido en la evaluación exploratoria realizada. Los datos que estamos manejando representan únicamente las descargas realizadas en los puertos vascos, por lo que para poder comparar realmente los resultados deberíamos extender el análisis en caso de poder recabar información sobre las capturas y el esfuerzo diario realizado, tanto por las flotas españolas como por la francesa.

En el caso de la lubina, a pesar de que disponemos de información de capturas de esta especie realizadas por las flotas vascas desde los años 90, no ha sido hasta el año 2009 cuando se ha comenzado a realizar algunos muestreos de tallas de las mismas, por lo que podría clasificarse como un stock pobre en datos. La información sobre el esfuerzo se obtiene de los logbooks rellenos por los armadores de la flota vasca, mientras que los datos de captura provienen de las hojas de venta o de los datos recabados por las cofradías de pescadores. Cabe señalar que el muestreo biológico es escaso y se concentra principalmente en las capturas realizadas por los arrastreros vascos. De todos modos, se exploró la posibilidad de modelar la dinámica de capturas de la lubina para el año 2010 usando la librería CatDyn.

Los resultados obtenidos son considerados como muy preliminares debido a la escasa información biológica para obtener los pesos medios con la resolución temporal necesaria y a los problemas de convergencia. Por ello, se considera necesario un análisis más detallado de la calidad de los datos utilizados y la exploración de nuevos algoritmos de optimización con el fin de mejorar la convergencia de los resultados.

Caso de estudio: calamar del Golfo de Bizkaia (ver Anexo B-II)

Debido a que la aplicación de CatDyn es limitada, porque su uso requiere información de capturas y esfuerzo con alta resolución (diaria o semanal) y es necesario disponer de modelos que demanden menor cantidad de información. Tras analizar la bibliografía y las aplicaciones disponibles sobre evaluación de recursos con pocos datos, se llega a la conclusión de que no es posible crear un modelo que cubra todas las situaciones, por lo que cada caso se debería afrontar por separado. Por tanto, se descarta la idea inicial de desarrollar un modelo común para todos los casos y se decide mejorar el conocimiento de las herramientas desarrolladas hasta el momento. De este modo, se podrá dar respuesta a las necesidades que surjan, usando herramientas actualmente implementadas por terceros o desarrollando nuevas herramientas que se adapten a las características del stock en particular que queramos evaluar.

Ante la imposibilidad de dar una respuesta general, se selecciona un caso de estudio de interés para la flota del País Vasco. El stock escogido es el calamar común (*Loligo vulgaris*). Esta especie en el pasado era captura accesorio de las pesquerías demersales operadas por la flota vasca, dirigidas a merluza, rape, gallo y otras especies (más de 30). Sin embargo, en los últimos años debido a la escasez de sus recursos principales (e.g. merluza), se ha convertido en una especie objetivo para las pesquerías mixtas (principalmente para las “bakas” – arrastre de puertas).

El calamar es una especie de vida corta (alrededor de 15 meses), caracterizada por su alta mortalidad natural. Habitualmente desova a lo largo de todo el año. Para este stock se dispone de un índice de abundancia (tanto en número como en biomasa) independiente de la actividad pesquera procedente de la campaña científica francesa EVHOE (ICES, 2013a). También hay datos de los desembarcos por países y área ICES (ICES, 2013a; base de datos de AZTI). De entre los tipos de modelos de poblaciones, el tipo de datos disponibles permiten ajustar un modelo de producción. Aplicaciones tipo DCAC (MacCall, 2009), basadas únicamente en información de capturas, se consideran inadecuados para esta población por su alta mortalidad natural. Para otras especies similares se han aplicado modelos dinámica en biomasa “two-stage” (Roel and Butterworth, 2000; Gras et al., 2013), pero la falta de datos desagregados por edad no ha permitido su aplicación en este caso. Así pues, se ha decidido ajustar un modelo de producción y probar diferentes aproximaciones. Adicionalmente se ha aplicado la metodología ICES para stocks con datos limitados para estimar cuál sería la captura aconsejada para el próximo año. Los avances de la iniciativa A4A no son aplicables a este caso de estudio, ya que no hay información desagregada por edad para este stock.

5.4 Objetivo 4

Implementar un software de fácil uso con las herramientas desarrolladas.

5.4.1 Creación de una Interface Gráfica de Usuario (IGU) que complemente a las herramientas desarrolladas, sin necesidad de tener conocimiento de programación ni modelado estadístico.

No hay resultados al respecto. Ver sección 4.4.

5.5 Objetivo 5

Divulgación de resultados.

5.5.1 Aplicabilidad de las herramientas creadas a otros casos de estudio fuera de la CAPV

La aplicabilidad de una herramienta a un caso de estudio concreto debería ser analizada caso por caso, ya que la aplicabilidad de las herramientas no sólo depende de la disponibilidad de datos, sino también de las características biológicas de las especie.

5.5.2 Participación en foros que traten sobre la evaluación y consejo de gestión de stocks con poca información.

A lo largo de la duración del proyecto se ha participado en distintos foros que trataban la problemática de gestionar stocks con pocos datos.

Se ha participado en la reunión de lanzamiento de la iniciativa A4A (Assessment for All) del Joint Research Center (JRC) que pretende desarrollar una herramienta de Evaluación de Estrategias de Gestión (MSE – Management Strategy Evaluation) que permita dar consejo de gestión para casos de stocks con un nivel moderado de datos. Actualmente se realiza el seguimiento de los avances realizados por este grupo de trabajo. En la actualidad ya se puede encontrar un modelo disponible, pero más que para poder evaluar stocks con pocos datos, este modelo permite evaluar de manera “fácil” aquellos stocks para los que comienza a haber mayor información disponible debido a los requerimientos de recogida de datos dentro de la Unión Europea.

En Enero de 2013 se asistió a la reunión ICES Workshop on Guidelines for Management Strategy Evaluations (WKMSE) en Copenhague. En esta reunión se revisaron los planes de gestión actualmente en vigor, para analizar su consistencia. Además, se hizo una propuesta para la definición de criterio de precaución con respecto a los riesgos. Y finalmente, se desarrollaron una serie de criterios para estandarizar las evaluaciones de estrategias de gestión (MSE) para elaborar un documento con estas guías que será documento de referencia para el MSE en ICES y que será actualizado según las necesidades que vayan surgiendo. En la definición de las reglas generales para simulación, se mencionan los stocks con escasa información y se indica que dado que no es un grupo homogéneo, no se pueden dar reglas precisas. Por ello, se muestra únicamente un ejemplo.

Se ha realizado el seguimiento online de parte de la reunión del grupo de métodos SISAM (Strategic Initiative on Stock Assessment Methods), esta iniciativa pretende asegurar que los métodos usados por los científicos del Consejo Internacional de Explotación de la Mar (ICES/CIEM) para proporcionar consejo de gestión son los más adecuados. Esta actividad está implementada en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), Organizaciones Regionales para la Gestión de Pesquerías (RFMOs), Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA), agencias pesqueras y el ámbito académico.

En los últimos años ICES está promoviendo una iniciativa estratégica sobre métodos de evaluación con el fin de aplicar la metodología más adecuada en la que basar el consejo de gestión. Dentro de esta iniciativa, en Boston entre el 17 y 19 de julio del 2013, se celebró la Conferencia Mundial sobre Métodos de Evaluación (World Conference on Stock Assessment Methods - WCSAM). Una de las cuatro sesiones principales estuvo dedicada a la evaluación y consejo de gestión de poblaciones pobres en datos y en ella hubo 19 presentaciones orales y 8 posters. La conferencia fue precedida de un taller de trabajo de dos días (15 y 16 julio) en el que se compararon diferentes métodos de evaluación para varias poblaciones. AZTI asistió a la conferencia, con un especial interés en la sesión de especies pobres en datos, y colaboró en el taller de trabajo poniendo a disponibilidad del resto de participantes

los datos de la evaluación de la anchoa del Golfo de Bizkaia. A raíz del taller de trabajo, también se ha participado en una publicación (Deroba *et al.*, aceptada en la revista ICES Journal of Marine Science) que resume el trabajo realizado y las conclusiones principales del mismo.

Finalmente, a lo largo del año 2014 se prevé la divulgación de los resultados del informe “Estimating the abundance of squid (*Loligo vulgaris*) in the Bay of Biscay” (Anexo B-II) en el ICES Working Group on Cephalopod Fisheries and Life History (WGCEPH) y el Working Group for the Bay of Biscay and the Iberic waters Ecoregion (WGBIE), previamente ICES Working Group on the Assessment of Southern Shelf Stocks of Hake, Monk and Megrin (WGHMM).

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La Comisión Europea obliga a los estados miembros de la UE a la recogida de datos acerca de las pesquerías. Mediante normativa establece el tipo de datos que deben ser recogidos y su periodicidad. Al igual que en países como EEUU y Australia el objetivo de la UE es evaluar todos los stocks explotados comercialmente. Los actuales modelos de evaluación requieren de gran cantidad de datos que actualmente bien no están disponibles, o bien son de mala calidad (i.e. poco fiables). Por ello, en los últimos años se ha trabajado en maneras más eficientes para evaluar y gestionar los stocks (Honey et al., 2010; Smith et al., 2009), especialmente aquellos pobres en datos. Estas nuevas herramientas deben ser simples, fáciles de usar y aplicables en caso de disponer de pocos datos. En particular ICES está desarrollando un nuevo marco que permita dar consejo de gestión para los stocks con datos limitados para los que el marco MSY no es aplicable. Este marco consiste en clasificar los stocks en función de la disponibilidad de datos y proponer métodos alternativos para cada una de las categorías. A lo largo del proyecto se han revisado los métodos tanto del marco data-limited, como los publicados en los últimos años referentes a la evaluación y gestión de stocks con pocos datos.

Uno de los requerimientos adicionales para los métodos de evaluación y gestión de stocks con pocos datos es que no supongan un coste elevado. Por ello, para realizar un uso más eficiente de los recursos se deberá realizar una evaluación coste-beneficio que permita priorizar entre los siguientes objetivos: mantener la evaluación y el consejo de gestión actual o invertir mayores recursos para mejorarla. De esta manera podríamos valorar si sería suficiente con disponer únicamente de la información de descargas, con la que podríamos tener una indicación relativa del estado del stock y sus tendencias, o si por el contrario sería conveniente la recopilación de una mayor cantidad de información.

En cuanto a la aplicación del modelo CatDyn, la información de la que disponemos no se considera suficiente para dar estimaciones del estado actual del recurso y dar recomendaciones sobre la gestión del stock. El presente trabajo nos ha permitido

testar el modelo desarrollado, detectando posibles mejoras. Actualmente el modelo realiza la evaluación del stock año a año, de manera independiente, por lo que no se busca una consistencia entre las estimas de años sucesivos. Por tanto el modelo debería ser completado para poder relacionar las estimas entre años. Una posibilidad que se baraja es añadir un modelo de producción para ligar la biomasa de escape de un año con la abundancia inicial del siguiente.

A pesar de que el modelo CatDyn, se ha seguido desarrollando, dado que este modelo requiere información con bastante resolución (capturas y esfuerzo diarios o semanales) el proyecto se ha enfocado a analizar otros modelos de evaluación de stocks pobres en datos. Inicialmente, se trabajó con la idea de desarrollar un nuevo modelo que permitiese también evaluar stocks con menor cantidad de información disponible, aunque finalmente se descartó por su alta dificultad y dependencia del caso de estudio. Así pues, el proyecto finalmente ha permitido mejorar el conocimiento de las herramientas disponibles en el mercado. De este modo, se podrá dar respuesta a las necesidades, usando herramientas actualmente implementadas por terceros o desarrollar nuevas que se adapten a las características del stock en particular que queramos evaluar.

A la hora de enfrentarnos al caso particular del calamar común, vemos que en los últimos años se han realizado esfuerzos para mejorar el conocimiento sobre la biología y las pesquerías de cefalópodos. Sin embargo, todavía hay muchas cuestiones de los datos pendientes de resolver tales como la identificación de las especies. Con respecto a la primera aproximación para evaluar el stock del Golfo de Bizkaia surgen problemas para ajustar el modelo de producción, por lo que el hecho de disponer de información biológica adicional nos permitiría incorporarla en el modelo a través de la distribución a priori y esto podría permitirnos identificar la solución. Si tomásemos el enfoque ICES para stocks con datos limitados se recomendaría un incremento de las capturas debido al pronunciado aumento de la población sugerido por la campaña EVHOE. Las altas fluctuaciones que se observan habitualmente en las especies de vida corta podrían requerir el desarrollo de enfoques específicos para especies con datos disponibles limitados que sean menos sensibles a cambios interanuales drásticos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agnew, D.J., N.L. Gutiérrez and D.S. Butterworth, 2013. Fish catch data: less than what meets the eye. *Marine Policy* 42: 268-269.
- Beddington, J.R., D.J. Agnew, and C.W. Clark, 2007. Current Problems in the Management of Marine Fisheries. *Science* 316: 1713-1716.
- Cope, J.M., 2013. Implementing a statistical catch-at-age model (Stock Synthesis) as a tool for deriving overfishing limits in data-limited situations. *Fisheries Research* 142: 3-14.
- Deroba, J.J., Butterworth, D.S., Methot, R.D. Jr., De Oliveira, J., Fernandez, C., Nielsen, A., Cadrin, S.X., Dickey-Collas, M., Legault, C.M., Ianelli, J., Valero, J.L., Needle, C., O'Malley, J.M., Chang, Y-J., Thompson, G.G., Canales, C., Swain, D.P., Miller, D.C.M., Hintzen, N.T., Bertignac, M., Ibaibarriaga, L., Silva, A., Murta, A., Kell, L., de Moor, C.L., Parma, A., Dichmont, C.M., Restrepo, V., Ye, Y., Jardim, E., Blaylock, J., Mood, M., accepted. Simulation testing the robustness of stock assessment models to error: some results from the ICES Strategic Initiative on Stock Assessment Methods. *ICES Journal of Marine Science*.
- Dichmont, C.M., S. Pascoe, E. Jebreen, R. Pears, K. Brooks and P. Perez, 2013. Choosing a fishery's governance structure using data poor methods. *Marine Policy* 37: 123-131.
- Edwards, C.T.T., R.M. Hillary, P. Levontin, J.L. Blanchard and K. Lorenzen, 2012. Fisheries Assessment and Management: A Synthesis of Common Approaches with Special Reference to Deepwater and Data-Poor Stocks. *Reviews in Fisheries Science* 20 (3): 136-153.
- Gras, M., B. Roel, F. Coppin, E. Foucher and J.P. Robin, 2013. A two stage biomass model to assess the English Channel cuttlefish (*Sepia officinalis*) stock. WD 1

in the Report of the Working Group on Cephalopod Fisheries and Life History (WGCEPH). See ICES, 2013a (p. 168-170).

Honey, K.T., J.H. Moxley and R.M. Fujita, 2010. From Rags to Fishes: Data-Poor Methods for Fishery Managers. *Managing Data-Poor Fisheries: Case Studies, Models & Solutions* 1: 159-184.

Ibaibarriaga, L., C. Fernández, A. Uriarte and B.A. Roel, 2008. A two-stage biomass dynamic model for Bay of Biscay anchovy: a Bayesian approach. *ICES Journal of Marine Science* 65: 191-205.

ICES 2010. Report of the Workshop on Implementing the ICES FMSY Framework, 22–26 March 2010, Copenhagen, Denmark. *ICES CM* 2010/ACOM:54. 79 pp.

ICES, 2011. Report of the Workshop on Implementing the ICES FMSY Framework (WKFRAME-2). ICES, Denmark, 10–14 January 2011. *ICES CM* 2011/ACOM:33.

ICES 2012a. ICES Implementation of Advice for Data-limited Stocks in 2012 in its 2012 Advice. *ICES CM* 2012/ACOM 68. 42 pp.

ICES, 2012b. Report of the Classification of Stock Assessment Methods developed by SISAM. *ICES CM* 2012/ACOM/SCICOM:01. 11 pp.

ICES, 2012c. Report of the Workshop 3 on Implementing the ICES FMSY Framework. ICES, Denmark, 9–13 January 2012. *ICES CM* 2012/ACOM:39.

ICES, 2012d. Report of the Workshop on the Development of Assessments based on LIFE history traits and Exploitation Characteristics (WKLIFE). Lisbon, Portugal, 13-17 February 2012. *ICES CM* 2012/ACOM:36.

ICES, 2013a. Report of the Working Group on Cephalopod Fisheries and Life History (WGCEPH), 11-14 June 2013, Caen, France. *ICES CM* 2013/SSGEF:13. 223 pp.

- ICES, 2013b. Report of the Workshop on Guidelines for Management Strategy Evaluations (WKG MSE), 21 - 23 January 2013, ICES HQ, Copenhagen, Denmark. *ICES CM* 2013/ACOM 39. 122 pp.
- ICES, 2013c. World Conference on Stock Assessment Methods (WCSAM) (contribution to the Strategic Initiative on Stock Assessment Methods), 15–19 July 2013, Boston, USA. *ICES CM* 2013/ ACOM/SCICOM:02. 87 pp.
- MacCall, A.D., 2009. Depletion-corrected average catch: a simple formula for estimating sustainable yields in data-poor situations. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 66: 2267-2271.
- NMFS and SWFSC, 2011. Assessment Methods for Data-Poor Stocks - Report of the Review Panel Meeting. *Briefing Book*. P.F.M. Council. Santa Cruz, California. Agenda Item E.2.a, Attachment 6.
- Pazhayamadam, D.G., C.J. Kelly, E. Rogan and E.A. Codling, 2013. Self-starting CUSUM approach for monitoring data poor fisheries. *Fisheries Research* 145: 114-127.
- Punt, A.E., D.C. Smith and A.D.M Smith, 2011. Among-stock comparisons for improving stock assessments of data-poor stocks: the "Robin Hood" approach. *ICES Journal of Marine Science* 68 (5): 972-981.
- Roa-Ureta, R.H., 2012. Modelling in-season pulses of recruitment and hyperstability-hyperdepletion in the *Loligo gahi* fishery around the Falkland Islands with generalized depletion models. *ICES Journal of Marine Science* 69 (8): 1403-1415.
- Roel, B. and D.S. Butterworth, 2000. Assessment of the South African chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii*. Is disturbance of aggregations by the recent jig fishery having a negative impact on recruitment? *Fisheries Research* 48: 213-228.

- Sakamoto, Y., M. Ishiguro and G. Kitagawa, 1999. *Akaike Information Criterion Statistics*, Springer, Tokyo.
- Smith, D., A. Punt, N. Dowling, A. Smith, G., Tuck and I. Knuckey, 2009. Reconciling Approaches to the Assessment and Management of Data-Poor Species and Fisheries with Australia's Harvest Strategy Policy. *Marine and Coastal Fisheries*, 1: 244-254.
- UE, 2010. Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2009 por la que se adopta un programa comunitario plurianual de recopilación, gestión y uso de datos del sector pesquero para el período 2011-2013. *Diario Oficial de la Unión Europea* L 41/8: (2010/93/UE).
- Wetzel, C.R. and A.E. Punt, 2011. Model performance for the determination of appropriate harvest levels in the case of data-poor stocks. *Fisheries Research* 110 (2): 342-355.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Haritz Arrizabalaga, Guzmán Diez, Dorleta García, Ane Iriondo, Hilario Murua e Iñaki Quincoces (compañeros de AZTI-Tecnalia) para reunir la información acerca de los diferentes stocks y a Jean-Paul Robin (IFREMER) por habernos suministrado los datos de la campaña EVHOE. Este proyecto ha sido financiado por el Fondo Europeo de Pesca y por el departamento de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno Vasco.

ANEXO A – Glosario

CAPV	Comunidad Autónoma del País Vasco
CRR	Informe de Investigación Cooperativa (por sus siglas en inglés, Cooperative Research Report). Se trata de una serie de informes preparadas por los Grupos de Trabajo, Grupos de Expertos y grupos ad hoc del ICES
DCF	Marco para la recolección de datos (por sus siglas en inglés, Data Collection Framework)
DCR	Regulación para la recolección de datos (por sus siglas en inglés, Data Collection Regulation)
EM	Estado Miembro
ICCAT	Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (por sus siglas en inglés, International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas)
ICES	Consejo Internacional de Exploración de la Mar (por sus siglas en inglés, International Council for the Exploration of the Sea)
IEO	Instituto Español de Oceanografía
IOTC	Comisión de Túnidos del Océano Índico (por sus siglas en inglés, Indian Ocean Tuna Commission)
MSFD	Estrategia Marina Europea (por sus siglas en inglés, Marine Strategy Framework Directive)

PPC	Política Pesquera Común
SGM	Secretaría General del Mar
UE	Unión Europea
WCSAM	Conferencia mundial del ICES sobre los métodos de evaluación de stocks
WGBIE	Grupo de trabajo ICES para la eco-región del Golfo de Bizkaia y las aguas Ibéricas
WGCEPH	Grupo de trabajo ICES sobre pesquerías y ciclo de vida de los cefalópodos
WGHANSA	Grupo de trabajo ICES sobre jurel del sur, anchoa y sardina
WGHMM	Grupo de trabajo ICES sobre la evaluación de los stocks de merluza, rape y gallo de la plataforma Sur
WKG MSE	Taller ICES sobre las directrices para las evaluaciones de estrategias de gestión
WKLIFE	Taller ICES sobre el desarrollo de evaluaciones basadas en las características del ciclo de vida y la explotación
WKMCC	Taller ICES sobre la necesidad de evaluar los crustáceos decápodos y los cefalópodos (Working group on the need on Management of Crangon and Cephalopods)

ANEXO B – DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

- I.** Evaluación mediante CatDyn: aplicación a los stocks explotados por la flota vasca
- II.** Estimating the abundance of squid (*Loligo vulgaris*) in the Bay of Biscay.
- III.** Literature review of assessment and management methods for data-poor fish stocks

Evaluación mediante CatDyn: aplicación a los stocks explotados por la flota vasca

Sonia Sánchez, Leire Ibaibarriaga y Rubén Roa

ÍNDICE

- 1. INTRODUCCIÓN3
- 2. MATERIAL Y MÉTODOS5
 - 2.1 Datos.....5
 - 2.2 Modelo de evaluación CatDyn.....6
 - 2.3 Casos de estudio6
 - 2.3.1 Stocks con abundante información7**
 - 2.3.2 Stocks pobres en datos7**
- 3. RESULTADOS.....9
 - 3.1 Anchoa del Golfo de Bizkaia9
 - 3.2 Sardina del Golfo de Bizkaia.....10
 - 3.3 Lubina12
- 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES13
- 5. REFERENCIAS14
- TABLAS Y FIGURAS15

1. INTRODUCCIÓN

CatDyn es un software científico de código abierto y uso libre, que se está desarrollado en AZTI-Tecnalia. Se encuentra disponible en <http://cran.r-rproject.org> (CatDyn 1.0-3). A partir de los datos de capturas y esfuerzo de pesca de alta resolución (diaria o semanal), CatDyn genera estimaciones de abundancia y otros parámetros de la operatividad pesquera. Este software es especialmente útil cuando se dispone de información sobre la explotación de un recurso, pero la información biológica sobre el mismo es escasa o nula. Recientemente se ha publicado su uso para evaluar la población del calamar (*Loligo gahi*) de las islas Malvinas (Roa-Ureta, 2012).

Entre los stocks de peces demersales y pelágicos más importantes para las flotas comerciales vascas los de mayor importancia tanto histórica como en volumen y relevancia social son las merluzas del norte, los rapes, los gallos, las anchoas, las sardinas, los chicharros y los verdeles. Estos stocks presentan un grado de avance muy diverso en cuanto a su conocimiento científico. Sin duda, la merluza y la anchoa han recibido mayor atención y cuentan con metodologías científicas avanzadas para la evaluación de su estado. Los verdeles son evaluados en su conjunto para el Noreste Atlántico, mientras que los chicharros, las sardinas, los rapes y los gallos, no cuentan con metodologías aceptadas de evaluación por parte de la comunidad científica.

Como se ha mencionado anteriormente, en la CAPV se explotan stocks de peces e invertebrados costeros en casi total desconocimiento de sus niveles de abundancia y productividad (e.g. lubina, faneca, salmonete y calamar). Recientemente se han iniciado campañas de investigación a bordo de barcos comerciales (campañas CapBreton) que cubren fondos someros (Quincoces et al., 2011). Sin embargo, esta información es todavía de muy limitado alcance temporal (2010 - 2012), lo que no permite determinar la evolución del estado de los stocks costeros durante sus periodos de explotación.

AZTI-Tecnalia ha registrado una gran cantidad de información acerca de los resultados operacionales de pesca de los diferentes segmentos de flota de la CAPV (altura, bajura, costera). Los datos desagregados de capturas/desembarcos y de esfuerzos de todos los stocks explotados por los diferentes segmentos de flota de la CAPV es útil para modelar la dinámica de capturas y generar estimas de abundancia total al inicio o en cualquier paso de tiempo de una temporada de pesca, mediante modelos de dinámica de capturas.

Los modelos de dinámicas de capturas, como CatDyn, son especialmente útiles para stocks pesqueros pobres en datos, pues utilizan poca cantidad de información biológica, basándose principalmente en los resultados operacionales de la pesca.

En el presente trabajo se tratará de evaluar la abundancia y productividad de stocks de peces costeros, pelágicos, y demersales de importancia comercial en la CAPV por medio de modelos de dinámica de capturas. Se han seleccionado tres casos de estudio que nos permiten contemplar casuísticas completamente diferentes. Primeramente, la anchoa del Golfo de Bizkaia, stock que dispone de estimas de abundancia (ICES, 2012; Ibaibarriga *et al.*, 2008) que podremos comparar con los resultados obtenidos en este estudio. A continuación, la sardina del Golfo de Bizkaia para la que se han realizado diversos análisis exploratorios, pero que por el momento no dispone de una evaluación aceptada. Y finalmente la lubina, que se trata de un stock pobre en datos biológicos, pero para el que disponemos de información de las capturas descargadas en el País Vasco con alta resolución.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Datos

Se han definido tres flotas de importancia para la pesca en el País Vasco:

- Flota de Altura Fresco, flota de arrastre y de palangre.
- Flota de bajura, flota de cerco, espinel de mano, etc.
- Flota costera, flota de artes especiales.

Las características principales de las tres bases de datos se indican en la Tabla 1. El caso de la flota de altura presenta la mayor cantidad de información.

En la flota de altura tenemos dos bases de datos, la de las Hojas UE (logbooks) y la de las hojas de venta. La base de hojas UE son completadas por los patrones de los barcos. Estas bases de datos contienen información de capturas declaradas en kg de numerosas especies, de esfuerzo pesquero, de localización de la pesca, y de características de cada barco, por día de pesca. La segunda es la base de datos de hojas de ventas que es completada por las cofradías y que contiene las capturas vendidas de numerosas especies y las características de cada barco, por marea. Los registros que permiten ligar a ambas bases de datos son el nombre del barco y la fecha de venta, que conjuntamente definen a la marea como un registro único.

Las características básicas de estas dos bases de datos unificadas se muestran en la 0. La gran ventaja de haber unificado estas dos bases de datos es que la base de datos de hojas UE contiene los datos de esfuerzo de pesca en unidades de número de lances y de horas de arrastre, mientras que la base de datos de las hojas de ventas contienen cantidades de captura por marea que son fiables por venir del producto de una venta. Al unificarlas por medio de los registros comunes, nombre del barco y fecha de venta, hemos logrado construir una base de datos de la flota de altura vasca de una década que contiene tanto datos de esfuerzo como de capturas de buena calidad, además de la identificación del barco y sus características técnicas, y la fecha de las mareas.

En el caso de la flota de bajura disponemos de una única base de datos, la de las hojas de venta, ya que los logbooks son únicamente obligatorios para barcos de eslora superior a 10 metros. Las características básicas de esta base de datos unificadas se muestran en la Tabla 3. En este caso, la unidad de esfuerzo sería el número de barcos que operan, ya que no disponemos de información sobre los lances de pesca.

2.2 Modelo de evaluación CatDyn

Se ha usado la versión de la librería CatDyn 1.0-4, se trata de una mejora del modelo y la actualización de compatibilidad con nuevas versiones de R. Esta nueva versión está disponible en el portal de R (<http://cran.r-project.org/>). La descripción del modelo se encuentra en la publicación de Roa-Ureta (2012).

De las bases de datos de AZTI-Tecnalia obtendremos la información de entrada para alimentar el modelo de dinámica de capturas (software CatDyn). Por lo tanto vamos a evaluar los stocks seleccionados únicamente con los datos de las flotas vascas. De ser posible, vamos a agregar los datos de todas las flotas que explotan estos recursos.

2.3 Casos de estudio

Tomaremos tres casos de estudio con las siguientes características: i) una especie para la que actualmente hay evaluación disponible; ii) una especie que no dispone de evaluación aprobada a pesar de tener abundantes datos; y iii) una especie para la que hay poca o nula información biológica y que como consecuencia no dispone de evaluación.

La idea central aquí es para el primer caso, poder comparar las estimaciones de abundancia generadas por CatDyn con las estimaciones de abundancia obtenidas por modelos más complejos de dinámica poblacional. Y en el caso de los stocks que actualmente no son evaluados el objetivo es generar las primeras estimaciones de abundancia al menos de la fracción de cada stock que está disponible para la flota vasca.

2.3.1 Stocks con abundante información

Se han seleccionado la anchoa (*Engraulis encrasicolus*) y la sardina (*Sardina pilchardus*) del Golfo de Bizkaia, para cubrir dos casos completamente diferentes. La anchoa del Golfo de Bizkaia se evalúa anualmente por ICES y se dispone de estimas de su abundancia desde los años ochenta. Mientras que la sardina del Golfo de Bizkaia, (divisiones ICES VIIIabd) no dispone de una evaluación formal adoptada por ICES, a pesar de que se han realizado diversos análisis exploratorios en los últimos años.

Para ambos stocks se ha tomado la información de la operativa de pesca del año 2001. Se han ajustado distintos modelos de dinámica de capturas utilizando el software CatDyn, variando el número de perturbaciones (0-4) y la distribución de probabilidad considerada para la variable capturas (normal/lognormal). Entre los modelos de probabilidad, la selección del mejor modelo se ha realizado utilizando el Criterio de Información de Akaike (AIC, Sakamoto et al., 1999), el cual es considerado concluyente si la diferencia entre el mejor y el segundo mejor modelo es ≥ 3 (Roa-Ureta, 2012). Sin embargo, cuando las diferencias no son concluyentes, se han inspeccionado los parámetros de diagnóstico de la optimización. El modelo final se ha seleccionado de entre el mejor modelo de cada una de las dos distribuciones, mediante los parámetros de diagnóstico.

2.3.2 Stocks pobres en datos

Se ha tomado como caso de estudio para el stock pobre en datos la lubina (*Dicentrarchus labrax*). La lubina es considerada como capturas accesorias de las flotas vascas de arrastre y artesanal, cuya especie objetivo son una variedad de stocks demersales. Sin embargo, tiene una gran importancia para la flota vasca por los altos precios que alcanzan en el mercado. Por tanto, sería de gran interés su evaluación para poder conocer el estado actual del recurso y gestionarlo de manera adecuada garantizando su sostenibilidad y su explotación futura.

A pesar de que disponemos de información de capturas de esta especie realizadas por las flotas vascas desde los años 90, no ha sido hasta el año 2009 cuando se ha comenzado a realizar algunos muestreos de tallas de las mismas, por lo que podría

clasificarse como stock pobre en datos. La información sobre el esfuerzo se obtiene de los logbooks cumplimentados por los armadores de la flota vasca, mientras que los datos de captura provienen de las hojas de venta o de los datos recabados por las cofradías de pescadores. Cabe señalar que el muestreo biológico es escaso y se concentra principalmente en las capturas realizadas por los arrastreros vascos. A pesar de ello se exploró la posibilidad de modelar la dinámica de capturas de la lubina para el año 2010 usando la librería CatDyn.

3. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados para cada uno de los casos de estudio.

3.1 Anchoa del Golfo de Bizkaia

La 0 muestra los valores AIC utilizados para identificar el mejor modelo de perturbaciones para cada una de las dos distribuciones. Esta tabla también presenta el mejor modelo cuando comparamos el mejor modelo normal seleccionado entre diferentes perturbaciones y el mejor lognormal seleccionado entre diferentes perturbaciones utilizando el diagnostico de salida de la optimización. En este caso y para ambas distribuciones el AIC fue concluyente. Los resultados de cada evaluación se pueden visualizar mediante el gráfico estándar generado por el paquete de R CatDyn, que nos permite seleccionar los parámetros iniciales más adecuados.

Se han fijado las perturbaciones en los días 127, 134, 169 y 183, para tratar de compensar los picos observados en la serie de capturas. Aunque se probó con modelos con menor número de perturbaciones, para ambas distribuciones el AIC fue concluyente y muestra claramente que el mejor modelo es el de 4 perturbaciones en ambos casos (normal y lognormal). El modelo 4P-lognormal se prefiere al 4P-normal porque el primero muestra mejores valores en el diagnóstico de optimización, principalmente menores gradientes y menores correlaciones entre los parámetros.

En la Figura 1 podemos ver los resultados de la evaluación seleccionada. El mejor modelo para el 2001 es un modelo con 4-perturbaciones (4P) combinado con un modelo de distribución lognormal (0). Todas las perturbaciones fijadas permiten explicar completamente los picos en las capturas. El día 173, cuatro días después de una de las perturbaciones introducidas, las capturas fueron mucho menores que la predicción, creando un residuo negativo grande, que se considera como un valor extremo ya que el modelo no permite añadir perturbaciones negativas. La distribución de los residuos no es totalmente simétrica y muestra algunas desviaciones con respecto a la distribución que asumimos, principalmente porque el modelo no es capaz de enfrentarse a valores extremadamente bajos.

La Tabla 5 muestra las estimas máximo verosímiles de los parámetros de abundancia: mortalidad natural (M), abundancia inicial (N_0) y los parámetros de la operativa de pesca: escalado (k), respuesta del esfuerzo (α) y respuesta de la abundancia (β). Todos los parámetros se han estimado con alta precisión (los errores estándar son bajos).

La abundancia estimada para la anchoa del Golfo de Bizkaia por el modelo CatDyn para el año 2001 es de 51 355 t, que sería la mitad del último valor estimado por el modelo actualmente utilizado (Ibaibarriaga et al., 2008) para evaluar el stock (ver Tabla 6). Esta diferencia se debe a que los datos utilizados por el modelo de dinámica de capturas implementado en CatDyn se ha ajustado utilizando únicamente las descargas realizadas en los puertos vascos. Mientras que la estima oficial incluye todas las descargas. Para realmente poder comparar ambas estimas, este análisis se debería extender a las descargas de todas las flotas que explotan esta población para lo que habría que recabar información sobre las capturas y el esfuerzo diario realizado, tanto por las flotas españolas como por la francesa, que actualmente no están disponibles en el formato y resolución temporal necesaria.

3.2 Sardina del Golfo de Bizkaia

La Tabla 7 muestra los valores AIC utilizados para identificar el mejor modelo de perturbaciones para cada una de las dos distribuciones. Esta tabla también presenta el mejor modelo cuando comparamos el mejor modelo normal y el mejor lognormal utilizando el diagnostico de salida de la optimización. Los resultados de la evaluación se pueden analizar mediante el gráfico estándar generado por el paquete de R CatDyn, que nos permitirá seleccionar los parámetros iniciales más adecuados y visualizar los resultados de la estimación del modelo. En este caso el AIC fue concluyente únicamente para el modelo con distribución lognormal. Los mejores modelos candidatos para distribución normal fueron descartados debido a que algunas de las estimas eran en gradiente mayores que 1.

Se han fijado las perturbaciones en los días 75, 79, 94 y 159, para tratar de compensar los picos observados en la serie de capturas. Aunque se probó con modelos con diferente número de perturbaciones, el seleccionado como mejor modelo

es el de 0 perturbaciones y distribución lognormal. El modelo 0P-lognormal se prefiere al resto porque muestra mejores valores en el diagnóstico de optimización, principalmente menores gradientes y menores correlaciones entre los parámetros.

En la Figura 2 podemos ver los resultados de la evaluación por medio del gráfico estándar generado por el paquete de R CatDyn. El mejor modelo para el 2001 es un modelo con 0-perturbaciones (0P) combinado con un modelo de distribución lognormal (Tabla 7). El hecho de añadir las perturbaciones fijadas no mejora el ajuste a las capturas observadas. Sin embargo, se observan picos entre los días 78, 148 y 150 en el gráfico de dispersión de los residuos. El AIC del modelo normal mostraba que un modelo de 2 ó 3 perturbaciones sería el mejor, sin embargo el AIC del modelo lognormal no apoyaba este modelo y señalaba como mejor modelo el de 0 perturbaciones. Al analizar tanto el modelo normal de 2 perturbaciones y el de 3 perturbaciones, ambos fueron descartados dado que el gradiente de las estimas era mayor que 1 para alguno de los parámetros, por lo que finalmente se seleccionó el modelo lognormal de 0 perturbaciones.

La Tabla 8 muestra las estimas máximo verosímiles de los parámetros de abundancia: mortalidad natural (M), abundancia inicial (N_0) y los parámetros de la operativa de pesca: escalado (k), respuesta del esfuerzo (α) y respuesta de la abundancia (β). Todos los parámetros se han estimado con alta precisión, excepto el parámetro de respuesta de la abundancia.

La abundancia estimada para la sardina de la VIIIabd por el modelo CatDyn para el año 2001 es de 95 325 t, que sería aproximadamente el 60% del valor obtenido en la evaluación exploratoria realizada (ver Figura 3). Los datos que estamos manejando representan únicamente las descargas realizadas en los puertos vascos, por lo que para poder comparar realmente los resultados deberíamos extender el análisis en caso de poder recabar información sobre las capturas y el esfuerzo diario realizado, tanto por las flotas españolas como por la francesa.

3.3 Lubina

La Tabla 9 muestra los valores AIC utilizados para identificar el mejor modelo de perturbaciones para cada una de las dos distribuciones. Esta tabla también presenta el mejor modelo cuando comparamos el mejor modelo normal y el mejor lognormal utilizando el diagnostico de salida de la optimización. En este caso para la distribución normal persisten los problemas de convergencia y para la distribución lognormal el AIC no es concluyente para la selección del modelo.

Se han fijado las perturbaciones en los días 55, 56, 57 y 89, para tratar de compensar los picos observados en la serie de capturas. Aunque se probó con modelos con mayor número de perturbaciones, mediante los estadísticos de diagnóstico del ajuste, vemos que el mejor modelo es el de 0 perturbaciones. El modelo 0P-lognormal fue finalmente seleccionado por mostrar mejores valores en el diagnóstico de optimización, principalmente menores gradientes y menores correlaciones entre los parámetros.

En la Figura 4 podemos ver los resultados de la evaluación en la figura estándar generada en la librería CatDyn. El mejor modelo para el 2010 es un modelo con 0-perturbaciones (0P) combinado con un modelo de distribución lognormal (Tabla 9). Por tanto, las perturbaciones fijadas no permiten explicar los picos en las capturas. La distribución de los residuos no es totalmente simétrica y muestra algunas desviaciones con respecto a la distribución asumida.

Los resultados obtenidos son considerados como muy preliminares debido a la escasa información biológica para obtener los pesos medios con la resolución temporal necesaria y a los problemas de convergencia. Por ello, se considera necesario un análisis más detallado de la calidad de los datos utilizados y la exploración de nuevos algoritmos de optimización con el fin de mejorar la convergencia de los resultados.

La información de la que disponemos no se considera suficiente para dar estimaciones del estado actual del recurso y dar recomendaciones sobre la gestión del stock.

4. Discusión y conclusiones

El modelo del algoritmo CatDyn está basado en la dinámica de la operación pesquera, resolviendo la abundancia a partir de cambios en capturas y esfuerzo. Se diferencia de los modelos tradicionales en que no se basa en la dinámica de la población explotada sino en la de la flota y las capturas, en los resultados operacionales de la pesca. Presenta la ventaja de no necesitar información biológica sobre la especie explotada y por tanto poderse aplicar a casos en los que se conoce muy poco sobre la biología de la misma. Sin embargo, un problema que presenta este modelo es que a pesar de que la única información biológica que requiere es el peso medio de los individuos en las capturas, en realidad el modelo requiere una información muy detallada sobre la operativa de pesca (i.e. datos de capturas y esfuerzo con resolución como mínimo semanal). Sin embargo, hoy en día se gestionan los stocks de forma global, mediante acuerdos entre los distintos estados costeros que participan en la pesquería del stock a gestionar, por lo que el hecho de estimar la abundancia disponible para la flota de la que tenemos la información, carece de demasiado sentido a nivel de gestión de la especie. Aunque sí que puede darnos una idea de las tendencias, en caso de que la importancia relativa de la flota y su operativa de pesca se mantenga a lo largo de los años.

Actualmente el modelo realiza la evaluación del stock año a año, de manera independiente, por lo que no se busca una consistencia entre las estimas de años sucesivos. Una aproximación inicial al problema, sería considerar varios años como una temporada de pesca, e introducir las perturbaciones entre cada par de años para simular los pulsos de reclutamiento. Sin embargo, esto se podría realizar únicamente para una serie de 5 años, ya que el número máximo de perturbaciones que permite el modelo se limita a 4. Por tanto, el modelo necesitaría ser mejorado incorporando la relación de las estimas entre años. Una posible solución, sería añadir un modelo de producción para ligar la biomasa de escape de un año con la abundancia inicial del siguiente.

5. Referencias

- Ibaibarriaga, L., Fernández, C., Uriarte, A., and Roel, B. A. 2008. A two-stage biomass dynamic model for Bay of Biscay anchovy: a Bayesian approach. ICES Journal of Marine Science, 65: 191-205.
- ICES, 2012. Report of the Working Group on Southern Horse Mackerel, Anchovy and Sardine (WGHANSA), 23 - 28 June 2012, Azores (Horta), Portugal. ICES CM 2012/ACOM:16. 544 pp.
- Quincoces, I., Arregi, L., Basterretxea, M., Galparsoro, I., Garmendia, J. M., Martínez, J., Rodríguez, J. G., et al. 2011. Ecosistema bento-demersal de la plataforma costera vasca, información para su aplicación en la Directiva Marco de la Estrategia Marina europea. Revista de Investigación Marina, 18: 45-75.
- Roa-Ureta, R. H. 2012. Modelling in-season pulses of recruitment and hyperstability-hyperdepletion in the *Loligo gahi* fishery around the Falkland Islands with generalized depletion models. ICES Journal of Marine Science, 69: 1403-1415.
- Sakamoto, Y., Ishiguro, M., and Kitagawa, G. 1999. Akaike Information Criterion Statistics, Springer, Tokyo.

Tablas y figuras

Tabla 1. Principales características de las bases de datos disponibles.

	Flota de Altura	Flota de Bajura	Flota Costera
Rango de años	2001-2010	2001-2010	2009-2010
Reporte de captura	Hojas de ventas Hojas EU (Logbooks)	Hojas de venta	Hojas de venta
Grado de completitud	Total	Total	Parcial

Tabla 2. Información contenida en las bases de datos AZTI-Tecnalia por día de pesca de la flota de arrastre vasca.

Registros	Valores
Mareas	65922
Nº de Barcos	148
Nº de Especies (peces, invertebrados)	58
Rango de Fechas	3/Enero/2001-29/Diciembre/2010
Rango de Esloras	8,36 – 37,95 m
Rango de Tonelaje Bruto	5,23 – 287,50
Zonas ICES de Operación	VIII

Tabla 3. Información contenida en las bases de datos AZTI-Tecnalia por día de descarga de la flota vasca de bajura.

Registros	Valores
Mareas	46056
Nº de Barcos	66
Nº de Especies (peces, invertebrados)	260
Rango de Fechas	2/Enero/2001-30/Diciembre/2010
Rango de Esloras	24,36 – 42,50 m
Rango de Tonelaje Bruto	128,4 – 310,8
Zonas ICES de Operación	VI-VII-VIII
Nº de Lances	171895
Horas de Arrastre	777869,9

Tabla 4. AIC de todos los modelos ajustados para la temporada de pesca de la anchoa del Golfo de Bizkaia, decisión de la comparación del AIC y modelo seleccionado.

	Normal	Lognormal
0P	-534.9	325.3
1P	-567.2	322.3
2P	-575.5	324.3
3P	-583.3	310.6
4P	-597.9	305.1
Concluyente	Si	Si
Mejor modelo	Lognormal 4P	

En negrita AIC de los mejores modelos

Tabla 5. Estimación de los parámetros del modelo elegido para la anchoa del Golfo de Bizkaia, sus errores estándar (entre paréntesis) y el momento del evento en días Julianos (número entero de la derecha).

		Estima		
Año		1991		
Modelo		4P		
Distribución		Lognormal		
Abundancia	$10^{-5}M$ (day⁻¹)	0.299	(0.000)	
	N₀ (billones)	2.140	(0.015)	106
	P1 (billones)	0.329	(0.009)	127
	P2 (billones)	0.152	(0.008)	134
	P3 (billones)	0.171	(0.005)	183
	P4 (billones)	0.194	(0.007)	169
	B_{esc} (t)	51355		
Operativa de pesca	$10^{-7}k$ (1/nro de barcos)	0.000	(0.000)	
	Respuesta del esfuerzo (α)	1.329	(0.007)	
	Respuesta de la abundancia (β)	8.153	(0.069)	

Besc: biomasa al final del periodo; M: tasa de mortalidad natural; 0P, 1P,...: número de perturbaciones en el modelo; P1, P2,...: magnitud de las perturbaciones positivas, si las hay.

Tabla 6. Resultados de la última evaluación de la anchoa del Golfo de Bizkaia (ICES, 2012); mediana e intervalo de probabilidad al 95% para el reclutamiento, la biomasa de puesta (SSB), las tasas de explotación (Capturas/SSB) y el ratio de la SSB con respecto a la SSB de 1989 resultante del Modelo Bayesiano en Biomasa.

Year	R(tonnas)			SSB (tonnas)			Harvest rate			SSB/SSB ₁₉₈₉		
	2.50%	Median	97.50%	2.50%	Median	97.50%	2.50%	Median	97.50%	2.50%	Median	97.50%
1987	14300	17523	21900	16400	21660	28300	0.520	0.680	0.603	0.937	1.259	1.692
1988	38250	41385	61020	31430	35700	44590	0.333	0.415	0.471	1.754	2.086	2.327
1989	9495	11730	16200	13860	17280	24630	0.338	0.481	0.600	1.000	1.000	1.000
1990	79710	86570	105000	57840	64825	79100	0.432	0.527	0.590	2.759	3.752	4.782
1991	20510	26250	35670	23210	30230	43670	0.421	0.608	0.787	1.190	1.742	2.458
1992	79879	106200	231600	54710	109600	183300	0.207	0.371	0.603	2.905	6.810	10.459
1993	42180	94080	133300	86990	98410	119500	0.331	0.402	0.481	3.851	6.700	7.621
1994	40740	50050	63470	50620	61060	82050	0.412	0.653	0.667	2.344	3.504	6.097
1995	36100	60415	103000	27720	52580	93361	0.296	0.558	1.063	1.505	2.982	5.749
1996	38289	64740	88783	51710	59480	74262	0.446	0.588	0.640	2.480	3.423	4.547
1997	40880	52900	71361	38100	50880	69920	0.298	0.402	0.524	1.328	2.918	4.258
1998	54380	83040	131200	47880	75130	118700	0.264	0.420	0.698	2.540	4.304	6.961
1999	37089	77960	120000	60759	73540	106400	0.251	0.360	0.520	2.024	4.281	6.689
2000	106800	131600	164900	102300	120600	134300	0.275	0.308	0.361	4.517	6.951	8.894
2001	74120	93635	99501	91620	100400	111900	0.359	0.400	0.439	4.031	6.028	7.303
2002	10440	12780	17160	32200	37170	44880	0.391	0.471	0.543	1.487	2.154	2.808
2003	24370	31130	37700	26580	34910	42340	0.248	0.300	0.367	1.328	2.021	2.657
2004	36510	45000	57090	34000	43680	55150	0.295	0.373	0.479	1.583	2.517	3.410
2005	3841	6523	8038	13180	19680	27010	0.043	0.059	0.088	0.050	1.131	1.647
2006	20120	28960	38911	21910	31468	41900	0.042	0.066	0.090	1.020	1.008	2.093
2007	26040	34925	47841	32400	42390	56680	0.002	0.003	0.004	1.552	2.440	3.444
2008	8821	12440	17510	24180	31010	41201	0.000	0.000	0.000	1.153	1.783	2.515
2009	9484	12580	17210	20220	25475	33420	0.000	0.000	0.000	0.988	1.471	2.049
2010	44300	57370	78021	42340	54180	70170	0.144	0.186	0.238	2.087	3.110	4.331
2011	81670	113900	161200	74890	104200	146200	0.089	0.136	0.193	3.843	6.918	9.900
2012	19010	29280	45400	46310	68180	99841	NA	NA	NA	2.475	3.865	6.041

Tabla 7. AIC de todos los modelos ajustados para la temporada de pesca de la sardina de la VIIIabd, decisión de la comparación del AIC y modelo seleccionado.

	Normal	Lognormal
0P	-2239.2	929.2
1P	-2237.3	934.6
2P	-2372.5	988.5
3P	-2373.4	937.3
4P	-2309.6	939.3
Concluyente	No	Si
Mejor modelo	Lognormal 0P	
En negrita AIC de los mejores modelos		

Tabla 8. Estimación de los parámetros del modelo elegido para la sardina del Golfo de Bizkaia, sus errores estándar (entre paréntesis) y el momento del evento en días Julianos (número entero de la derecha).

		Estima		
Abundancia	Año	1991		
	Modelo	OP		
	Distribución	Lognormal		
	10 ⁻⁵ M (day ⁻¹)	23.10	(0.000)	
	N ₀ (billones)	1.030	(0.014)	1
	P1 (billones)	-		
	P2 (billones)	-		
	P3 (billones)	-		
	P4 (billones)	-		
	B _{esc} (t)	0.938		
Operativa de pesca	10 ⁻⁷ k (1/nro de barcos)	0.00	(0.000)	
	Respuesta del esfuerzo (α)	1.61	(0.005)	
	Respuesta de la abundancia (β)	19.70	(0.835)	

Besc: biomasa al final del periodo; M: tasa de mortalidad natural; OP, 1P,...: número de perturbaciones en el modelo; P1, P2,...: magnitud de las perturbaciones positivas, si las hay.

Tabla 9. AIC de todos los modelos ajustados para la temporada de pesca de la lubina del Golfo de Bizkaia, decisión de la comparación del AIC y modelo seleccionado.

	Normal	Lognormal
OP	FC	547.9
1P	FC	524.9
2P	FC	526.9
3P	FC	524.6
4P	FC	522.9
Concluyente	No	Si
Mejor modelo	Lognormal OP	

En negrita AIC de los mejores modelos
FC: fallo de convergencia

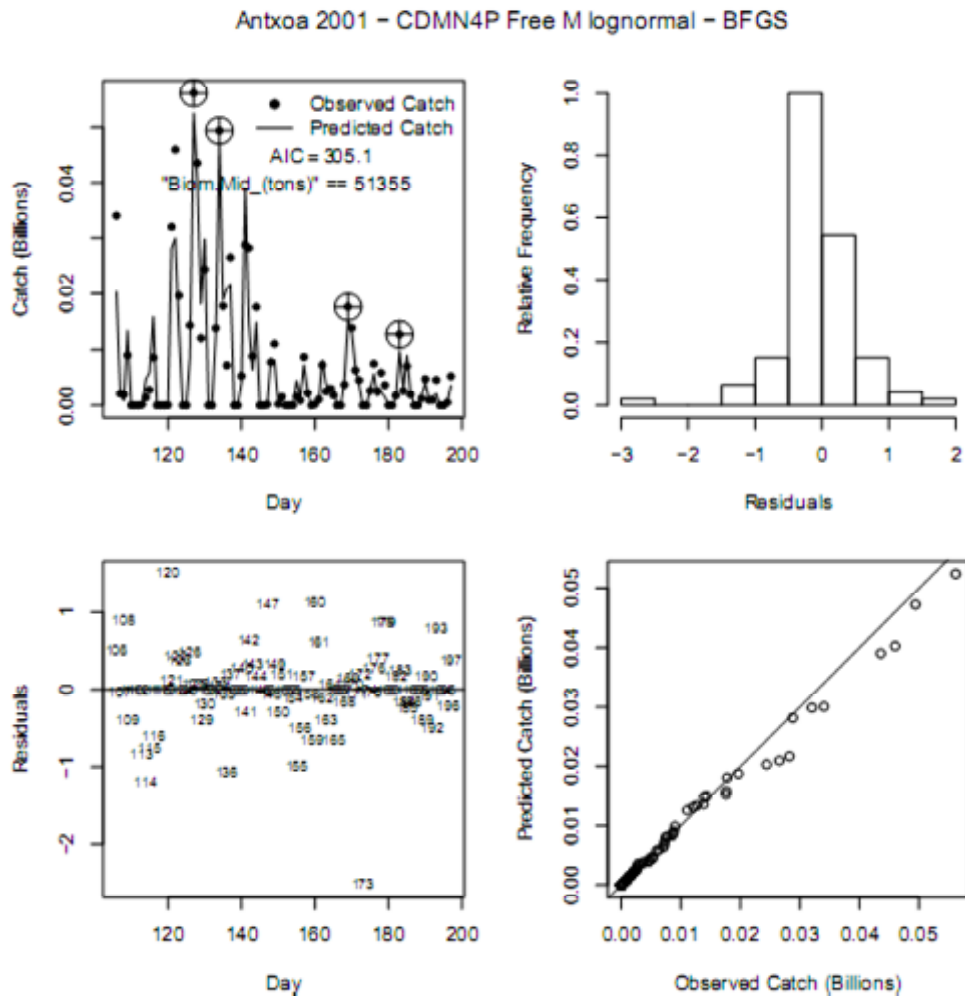


Figura 1. Resultados de la operativa de pesca y ajuste del modelo para la temporada de pesca 2001 de la anchoa del Golfo de Bizkaia. Panel superior izquierdo: capturas estimadas y observadas y momentos de las perturbaciones (símbolos de diana). Panel superior derecho: distribución de los residuos. Panel inferior izquierdo: gráfico de dispersión de los residuos. Panel inferior derecho: gráfico cuantil-cuantil.

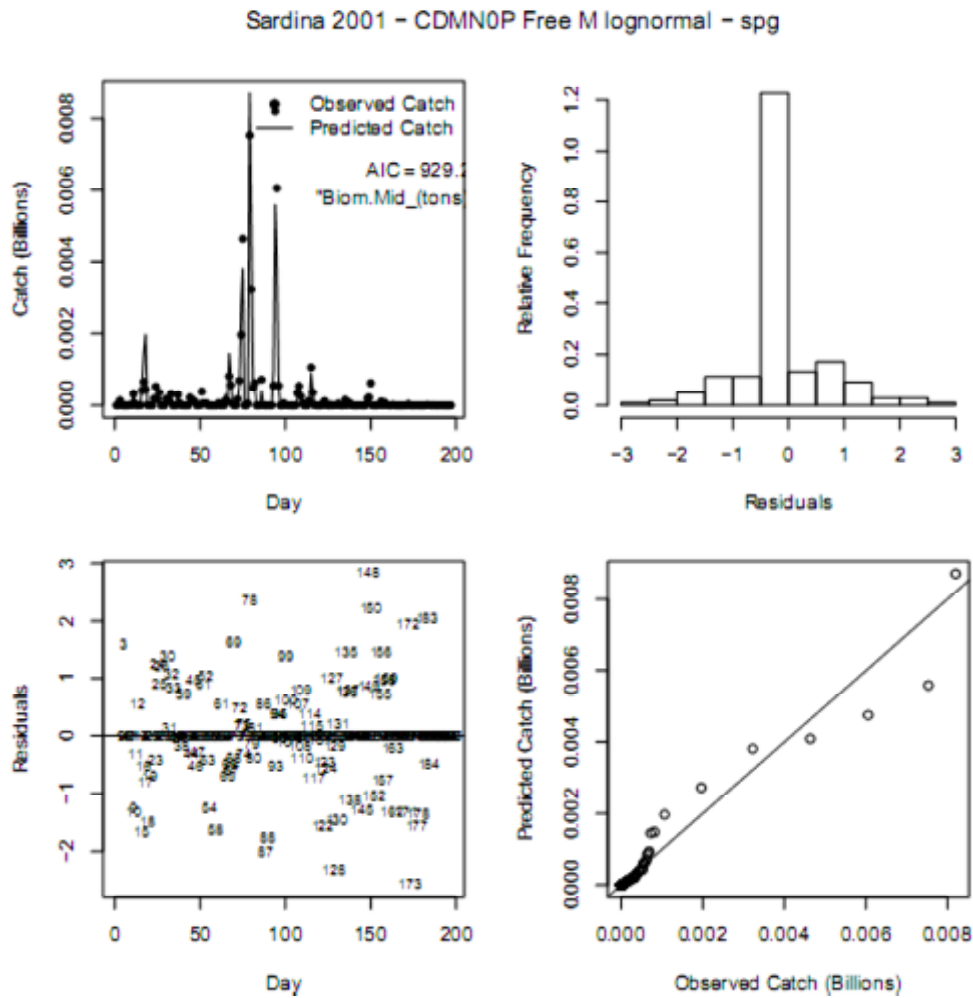


Figura 2. Resultados de la operativa de pesca y ajuste del modelo para la temporada de pesca 2001 de la sardina de la VIIIabd. Panel superior izquierdo: capturas estimadas y observadas y momentos de las perturbaciones (símbolos de diana). Panel superior derecho: distribución de los residuos. Panel inferior izquierdo: gráfico de dispersión de los residuos. Panel inferior derecho: gráfico cuantil-cuantil.

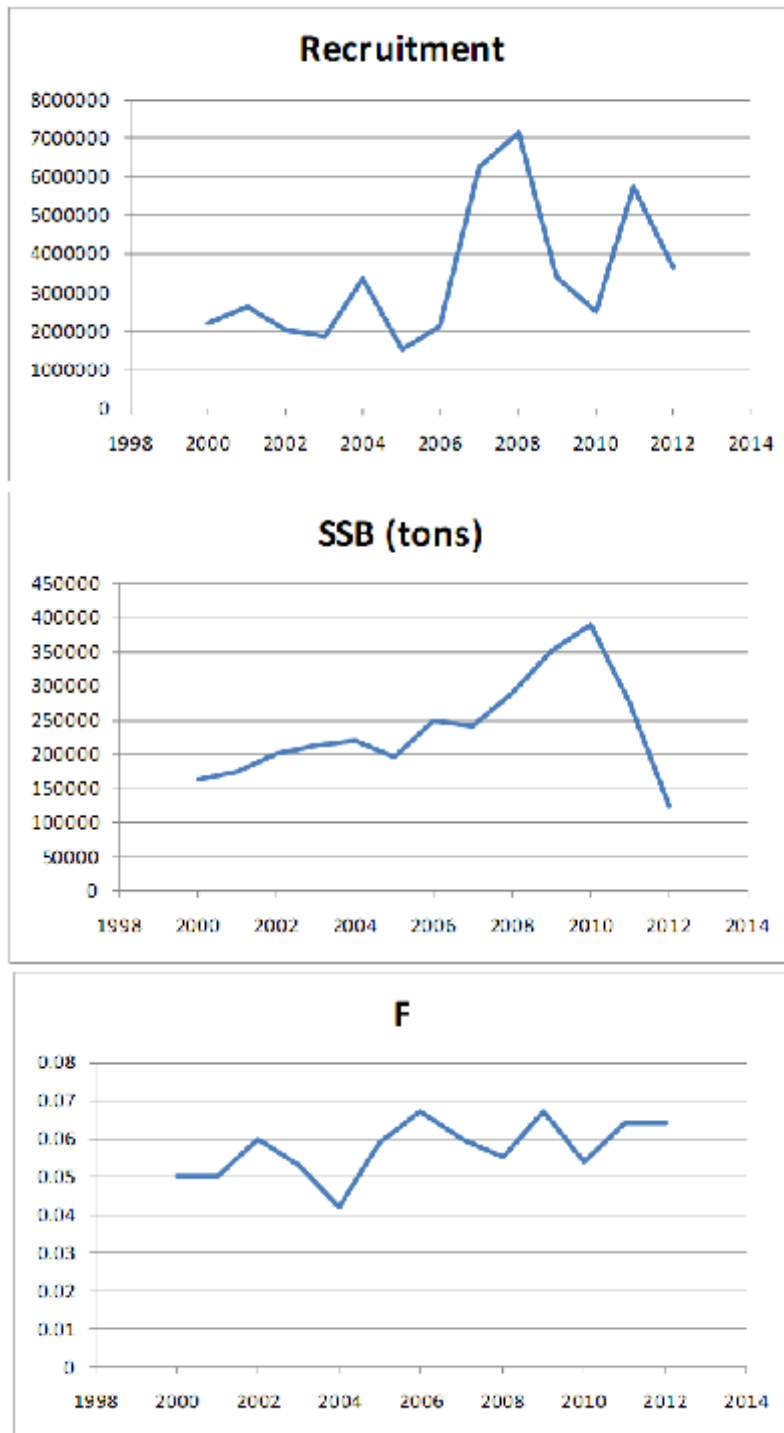


Figura 3. Resultados de la evaluación exploratoria realizada para la sardina de las divisiones ICES VIIabd (ICES, 2012). Serie temporal del reclutamiento, biomasa de puesta y mortalidad por pesca promedio para las edades 2-6 resultante del modelo TASACS.

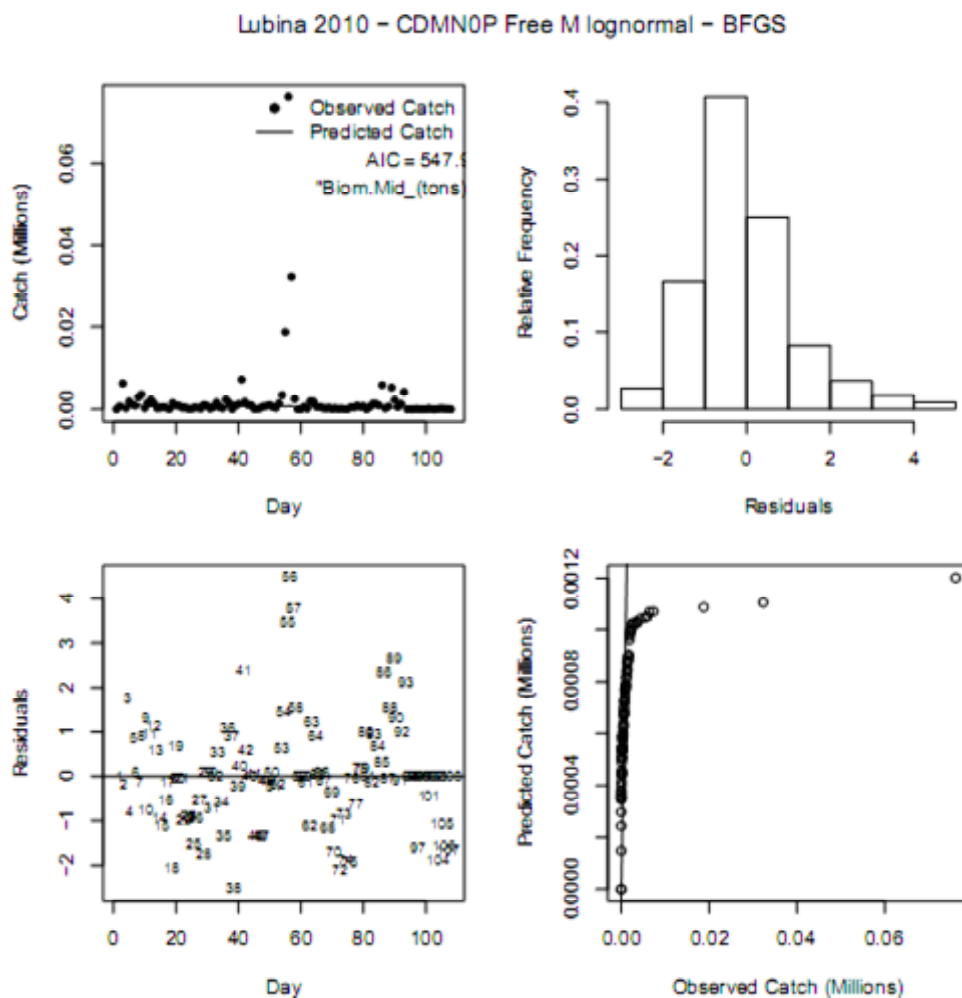


Figura 4. Resultados de la operativa de pesca y ajuste del modelo para la temporada de pesca 2010 de la lubina del Golfo de Bizkaia. Panel superior izquierdo: capturas estimadas y observadas y momentos de las perturbaciones (símbolos de diana). Panel superior derecho: distribución de los residuos. Panel inferior izquierdo: gráfico de dispersión de los residuos. Panel inferior derecho: gráfico cuantil-cuantil.

Estimating the abundance of squid (*Loligo vulgaris*) in the Bay of Biscay

Sonia Sánchez, Leire Ibaibarriaga and Marina Santurtún.

INDEX

1. INTRODUCTION	3
2. CASE STUDY: SQUID IN THE BAY OF BISCAY	4
3. METHODS	5
3.1 Surplus production models.....	6
3.1.1 Maximum likelihood version	7
3.1.2 Bayesian state-space version	8
3.2 ICES advice for data limited stocks	10
4. RESULTS	11
4.1 Surplus production models.....	12
4.2 ICES advice for data limited stocks	13
5. DISCUSSION AND CONCLUSIONS	14
6. ACKNOWLEDGEMENTS	14
7. REFERENCES.....	14
TABLES AND FIGURES	17
APPENDIX A.....	27

1. INTRODUCTION

Nowadays the majority of the commercially exploited stocks lack a scientific assessment and therefore they are exploited while their abundance, productivity and sustainability are undetermined or highly uncertain. Such is the case of the cephalopods in the ICES area, which support large- and small-scale fisheries. However, they remain essentially outside the scope of the European Community's Common Fisheries Policy and understanding of their stock dynamics, particularly in European coastal waters, remains variable (ICES, 2013b).

ICES provides advice on policies and management issues related to the sustainable use of living resources and the impact of human activities on marine living resources to the competent authorities (ICES, 2013a). Regarding the sustainable use of living resources, ICES advises on the most suitable level of exploitation for a given stock for its long term yield of the stock and the preservation of healthy ecosystems, in agreement with the international guidelines. The advice is based on the ICES approach to fisheries advice, which integrates a precautionary approach, maximum sustainable yield, and an ecosystem approach into one advisory framework. Aiming at being able to give advice on all the exploited stocks, independently to their data availability, ICES is currently working on the development of guidelines for providing advice for data limited stocks.

In the last years there has been an increasing effort to compile all the information available (regarding biology, landings ...) on cephalopods in the North East Atlantic that would allow ICES to provide management advice. ICES launched in February 2013 a data call on cephalopods, getting positive responses from Spain, Portugal, France, Germany, The Netherlands, Ireland, Sweden, UK and Scotland. In addition, an ICES Cooperative Research Report summarizing the biology and fisheries of 17 cephalopod species in European waters is currently in press. All these data and progress have been revised in the annual cephalopod working group in ICES (WGCEPH). Besides this meeting a specific workshop on the necessity for crangon (brown shrimp) and cephalopod management (WKCCM) took place in October 2013. All these efforts will be continued in 2014 and will be culminated in a theme session

of the ICES Annual Science Conference (ASC) devoted to the cephalopod fisheries under the title “Operational solutions for cephalopod fisheries and culture”.

Squid (*Loligo vulgaris*) in the Bay of Biscay (ICES areas VIIIabd) has become in the last years a species of increased interest for the Basque fleet. Cephalopod catches were in the past by-catches of other demersal fisheries that target hake, anglerfish or megrim among others. However, in the last years cephalopods in general and squid in particular obtained in mixed fisheries (mainly “Baka” otter trawls) are becoming more important in relation to the species composition of the catch and are even the target species for some trips. The fact that this stock has no TAC (total allowable catch) and the good price they get make it an appealing alternative for the Basque fleet.

The objective of this work is to go a step forward in the assessment of squid in the Bay of Biscay. First, the case study is presented and available data are summarised. Then, two alternative methods for providing management advice are tested: a surplus production model and the ICES approach for data limited stocks. Finally, the advantages and disadvantages of each of them are discussed.

2. CASE STUDY: SQUID IN THE BAY OF BISCAY

The squid (*Loligo vulgaris*) is a short lived species (living a maximum of 15 months), characterized by its high natural mortality. It is distributed from ICES Subarea III to Division IXa, Mediterranean waters and North African coast. Currently there is no study that could help on the definition of the stock, but ICES considers all the information in VIIIabd as a unit (Figure 1). Other available biological information like growth rate, spawning or fecundity is summarized by ICES (2013b).

For this stock a fishery-independent abundance index is available from the French groundfish survey called EVHOE (ICES, 2013b). The index is available either in numbers or in mass from 1992 to 2012, except 1993 and 1996, and it is obtained following the North-Eastern Atlantic IBTS surveys protocols. This index, however, is not exclusive of common squid in the Bay of Biscay. It is a combined abundance

index (value, standard deviation and coefficient of variation) for all *Loligo species* (*L. vulgaris* and *L. forbesi*). The information on catches by species in the individual hauls permit to disaggregate the indices by species assuming that the percentages are the same as in the survey hauls (in numbers or in mass). Such percentage is calculated as the fraction between the total yearly abundances of *L. vulgaris* and the total yearly abundance of *Loligo spp* in the hauls. The final index for common squid (index value and standard deviation) corresponds to the combined index value, multiplied by the previously estimated percentage. The coefficient of variation is maintained the same as the one for the combined index.

Currently Bay of Biscay common squid is not assessed and there is not a TAC constraint for the stock. Loliginidae are usually exploited in a multi-specific and mix-fisheries trawlers (ICES, 2013b). Catches are usually composed by *Loligo vulgaris*, *Loligo forbesii*, *Alloteuthis subulata* and *Alloteuthis media*. Information on landings by country and ICES area is available yearly (ICES, 2013b; AZTI-Tecnalia database). No species identification has been provided for all countries and areas for commercial catches. Although most of the species in the catch are expected to be *Loligo spp*. in order to make available a value for the catches of *L. vulgaris*, the same percentages by species as in the survey fishing hauls has been assumed.

3. METHODS

The available information (an abundance index and total landings) and the population biology (short lived species with high and variable natural mortality) restrict the variety of methods that can be applied to assess the state of squid in the Bay of Biscay (Pierce and Boyle, 2003). For example, depletion methods of stock assessment, as DCAC (MacCall, 2009), based solely on catches information, are considered inadequate for this population due to its high natural mortality. Similarly, two-stage biomass dynamic models applied to similar species (Roel and Butterworth, 2000; Gras et al., 2013) cannot be applied due to the lack of data disaggregated by age. In this section two alternative methods are presented. On the

one hand, a first attempt to fit a surplus production model is presented. On the other hand, the ICES approach to data limited stock is applied.

3.1 Surplus production models

Production or biomass dynamic models are the simplest models used for stock assessment (Hilborn and Walters, 1992). They describe the population dynamics in terms of biomass and combine the main biological processes (recruitment, growth and natural mortality) in a single biomass function called surplus production function. It only requires an abundance index (fishery independent index or catch per unit effort from commercial fisheries) and total harvest.

The deterministic state equation of a production model is given by

$$B_{t+1} = B_t + g(B_t) - C_t ,$$

where B_t is the biomass at the start of the year t , C_t is the catch during year t and $g(B_t)$ is the surplus production function that determines the overall change in biomass due to growth, recruitment and natural mortality.

A particular case is the Pella-Tomlinson model (Pella and Tomlinson, 1969) in which the surplus production function is given by

$$g(B_t) = \frac{r}{p} \cdot B_t \left(1 - \left(\frac{B_t}{k} \right)^p \right) ,$$

being r the intrinsic growth rate parameter, k the carrying capacity and p the asymmetry parameter. In biological terms the intrinsic growth rate (r) is determined by combining the effect of pre-maturation survival, adult fecundity, and age (or size) at maturity (Myers and Mertz, 1998). Carrying capacity (k) is related to environmental conditions, such as habitat and food resources. The parameter p allows the surplus production function being asymmetric with respect to the biomass and determines the maximum level of productivity $\left(B_{MAX} = \frac{k}{(p+1)^{1/p}} \right)$. When the

asymmetry parameter (p) is equal to 1 the model reduces to the Schaeffer model (Schaeffer, 1954).

In both models if fishing begins in the first year, it is common to assume that the virgin biomass is equal to the carrying capacity ($B_1 = k$).

The deterministic observation equation is

$$I_t = qB_t ,$$

where I_t is the relative biomass index in year t and q is the catchability coefficient. This index can be either a CPUE (catch per unit effort) index calculated from commercial fishing data or an abundance index from a research survey.

The model defined by these two equations can be fitted allowing random errors only in one or in both equations (see for instance Polacheck *et al.*, 1993). In this document, first random errors are introduced in the observation equation and the corresponding likelihood function is analysed. Then, these results are used to construct the prior distributions of a Bayesian state-space version of the model including both observation and process errors (Millar and Meyer, 2000).

3.1.1 Maximum likelihood version

Multiplicative log-normal errors are assumed in the observation equation as follows:

$$\log(\hat{I}_t) \sim \text{Normal}(\log(q) + \log(B_t), \sigma_I^2) ,$$

where $\hat{I}_t$ is the observed relative biomass index in year t and σ_I^2 is the variance (in log-scale) of the observation equation for the abundance index. This means that the coefficient of variation (in natural scale) of the abundance index is $cv(I_t) =$

$$\sqrt{\exp(\sigma_I^2) - 1}.$$

The corresponding likelihood function of the observations is

$$L = \prod_{t=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_I^2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma_I^2} (\log(I_t) - \log(q) - \log(B_t))^2 \right\} ,$$

and the logarithm of the likelihood is

$$l = \log(L) = -\frac{n}{2} \log(2\pi\sigma_I^2) - \frac{1}{2\sigma_I^2} \sum_{t=1}^n (\log(I_t) - \log(q) - \log(B_t))^2 .$$

By maximum likelihood it is necessary to find the values of the parameters B_1 , r , k , q , p and σ_I^2 that maximise the likelihood function. By looking at the partial derivatives of the likelihood the following closed-form estimates of q and σ_I^2 are obtained:

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (\log(\hat{I}_t) - \log(B_t)) \right\}$$

and

$$\sigma_I^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (\log(\hat{I}_t) - \log(q) - \log(B_t))^2 .$$

So that the problem reduces to find the values of B_1 , r , k , and p that maximise the likelihood function. This was implemented in R (<http://www.r-project.org>) and applied to the squid in the Bay of Biscay.

3.1.2 Bayesian state-space version

If both observation and process errors are included a Bayesian state-space model version of the production model can be constructed (Millar and Meyer, 2000). The Bayesian paradigm allows including preliminary knowledge on the stock via the prior distributions. In addition, uncertainty can be fully represented and the results provide full statistical distributions that help decision making (Punt and Hilborn 1997).

If including log-normal errors in both the observation and the state equation and re-parameterizing the population states in terms of $P_t = B_t/k$ instead of B_t , the model can be fully described by the following equations:

$$\log(\hat{I}_t) \sim \text{Normal}(\log(q) + \log(k) + \log(P_t), \sigma_I^2),$$

$$\log(P_1) \sim \text{Normal}(\log(P_0), \sigma_P^2) \quad \text{and}$$

$$\log(P_{t+1}) \sim \text{Normal}\left(\log\left(P_t + \frac{r}{p}P_t(1 - P_t^p) - \frac{C_t}{k}\right), \sigma_P^2\right).$$

The unknowns are $r, k, q, p, P_0, \sigma_I^2, \sigma_P^2$ and all the states $P_1, \dots, P_n$. From Bayes' theorem, the joint posterior probability density function (pdf) of the unknowns (parameters and states) in a state-space model is proportional to the product of the pdf's of observations, states and priors:

$$p(\text{param}, \text{states} | \text{obs}) \propto p(\text{obs} | \text{param}, \text{states}) p(\text{states} | \text{param}) p(\text{param})$$

In particular,

$$p(r, k, q, p, P_0, \sigma_I^2, \sigma_P^2, P_1, \dots, P_n | \hat{I}_1, \dots, \hat{I}_n) \propto p(\hat{I}_1, \dots, \hat{I}_n | r, k, q, p, P_0, \sigma_I^2, \sigma_P^2, P_1, \dots, P_n)$$

$$p(P_1, \dots, P_n | r, k, q, p, P_0, \sigma_I^2, \sigma_P^2) p(r, k, q, p, P_0, \sigma_I^2, \sigma_P^2)$$

Assuming that all parameters are independent a priori, the joint prior distribution is the product of the individual prior distributions, which are chosen to be:

$$\log(r) \sim \text{Normal}(\mu_{\log(r)}, 1/\psi_{\log(r)})$$

$$\log(k) \sim \text{Normal}(\mu_{\log(k)}, 1/\psi_{\log(k)})$$

$$\log(p) \sim \text{Normal}(\mu_{\log(p)}, 1/\psi_{\log(p)})$$

$$\log(q) \sim \text{Normal}(\mu_{\log(q)}, 1/\psi_{\log(q)})$$

$$\log(P_1) \sim \text{Normal}(\mu_{\log(P_1)}, 1/\psi_{\log(P_1)})$$

$$\psi_I \sim \text{Gamma}(a_{\psi_I}, b_{\psi_I})$$

$$\psi_P \sim \text{Gamma}(a_{\psi_P}, b_{\psi_P})$$

The model was implemented in WinBUGS which uses a MCMC (Markov chain Monte Carlo) algorithm to sample from the posterior distribution.

3.2 ICES advice for data limited stocks

The characteristics of the stocks and the availability of data from them are different, therefore ICES differentiates six categories, previously defined in RGLIFE (ICES, 2012b), based on the biological characteristics and the information available.

- Category 1 – Stocks with quantitative assessments;
- Category 2 – Stocks with analytical assessments and forecasts that are only treated qualitatively;
- Category 3 – Stocks for which survey-based assessments indicate trends;
- Category 4 – Stocks for which only reliable catch data are available;
- Category 5 – Landings only stocks;
- Category 6 – Negligible landings stocks and stocks caught in minor amounts as bycatch.

A specific framework for advice is defined to each of the categories. Additionally, as categories 2-6 do not include the precautionary approach, following considerations has to be applied sequentially:

- Maximum $\pm 20\%$ change in the advice (known as uncertainty cap), because the used methodologies are expected to be more susceptible to noise than the methods used for data-rich stocks.
- An increasing precautionary margin with decreasing knowledge about the stock status. Selecting more precautionary reference points or including an additional precautionary margin of -20% (known as precautionary buffer) when the stock status relative to reference points is unknown. However,

exceptions to this rule has been made when expert judgement determines that the stock is not reproductively impaired and where there is evidence that the stock size is increasing or the exploitation has reduced considerably.

Currently ICES does not provide advice for squid in the Bay of Biscay. However, taking into account the information available for this stock, it could be classified as category 3, because one survey index is available (abundance index in numbers or mass from EVHOE scientific survey). Following ICES guidelines (ICES, 2012a), the methodology used corresponds to the one defined for stocks with survey data on abundance, but there is no survey-based proxy for MSY $B_{trigger}$ and F values or proxies are not known (see Figure 2). Firstly, the initial catch advice depends on the last years catches multiplied by a correction factor depending on the ratio between the index trend in the most recent years and in the previous ones. Secondly, we check that the change catch advice is less or equal to 20%. And finally a precautionary buffer (20% on catch advice reduction) is applied if necessary.

4. RESULTS

The data call launched by ICES in 2013 has allowed compiling the total landings for Loliginidae in the Bay of Biscay (ICES division VIIIabd) by different countries (Table 1). The total landings for these species have increased in the last three years reaching to a maximum of 4 305 t in 2012. The main countries fishing this stock are France (between 45 and 90% of the total catches) and Spain (around 21%). French landings follow an increasing trend reaching a maximum of 3 400t in 2012. Spanish catches are mostly fluctuating and reached to 1 273t in 2012.

The squid landings in the Bay of Biscay show fluctuations in the time series with a sharp increase since 2010 (Figure 2). Similar inter-annual changes and the last three years rise is also observed in the biomass index from the EVHOE surveys (Figure 2).

4.1 Surplus production models

The Schaeffer production model ($p=1$) was considered for squid in the Bay of Biscay using data from 1997 to 2012. Given that there was exploitation before 1997 the initial biomass was considered different from the carrying capacity (i.e. $P_0 \neq 1$).

First, assuming only observation errors the logarithm of the likelihood function was evaluated depending on the value of the intrinsic growth rate r , the carrying capacity k and the initial state (P_0). As a result of the restrictions imposed by the catches (the biomass has to be large enough to support the level of observed catches), not all the combinations of parameters are suitable (Figure 3). The zones close to that border are numerically unstable and in some cases there seem to be local optimums, making difficult the optimization of this function. However, this grid search method allows defining areas of suitable values where approximately the maximum will be located. The largest likelihood values are obtained when the initial state P_0 is at 0.3. For that value, the intrinsic growth rate r can be small (below 0.5) or high (between 2 and 3) with a corresponding wide set of plausible values for the carrying capacity k . However short-lived species like squid with high fecundity are expected to have large intrinsic growth rates ($r>1$) favouring the later area.

The Bayesian state-space version of the Schaeffer model that incorporated both observation and process error was applied to squid in the Bay of Biscay. Two sets of prior distributions were used (Table 2). The first one was constructed without any information and the second one incorporated prior knowledge based on the maximum likelihood analysis. In both cases the prior distribution of the process error was very tight in order to ensure that the process error had a low coefficient of variation (around 0.01). Various chains with random starting values sampled from the prior distributions were run for each set of prior distributions. Chain behaviour was examined by visually inspecting traces, cumulative plots, and autocorrelation functions. Mixing of the chains was slow because of high correlation between the parameters. For both set of priors (but especially with the less informative first set of priors) the MCMC draws showed convergence problems. As observed in the maximum likelihood analysis there seemed to be different plausible regions (Figure 4). Therefore chain length (50,000,000 iterations), burn-in period (first 100,000 iterations discarded), and thinning interval (1 out of 1000 iterations kept) were very

high to estimate the posterior median and 90% probability intervals with the reported accuracy. When the second set of priors was used, the chain convergence improved (not shown here). The comparison between the prior and posterior distribution for the second set of priors is shown in Figure 5. The posterior median and corresponding 90% probability intervals are given in Table 3. The modelled index was within the range of values of the observed index but was not able to reproduce the large fluctuations observed in the last three years (Figure 6).

4.2 ICES advice for data limited stocks

In order to give advice for the Bay of Biscay squid, based on the ICES advice for data limited stocks, the methodology described in Figure 7 has been applied.

As recommended by ICES, the biomass index has been used instead of the abundance one and the advice is based on the index-adjusted status-quo catch (i.e. comparison of the two most recent index values with the three preceding ones, combined with recent catch or landings data):

$$C_{y+1} = C_{y-1} \cdot \left(\frac{\sum_{i=y-2}^{y-1} \frac{I_i}{2}}{\sum_{i=y-5}^{y-2-1} \frac{I_i}{3}} \right),$$

where I is the survey index and C_{y-1} the last three years mean catches.

The initially advised catches by the method (survey adjusted status quo catch) are 8 854 t, but after applying the 20% uncertainty cap the advised catches should be 4 600 t. In that case the precautionary buffer does has not been applied, because there is evidence that the stock size is increasing (the ratio between the mean of two most recent index values with the mean of the three preceding ones is 3.3).

By the moment, within ICES no fishing opportunities have been calculated for short-lived data-limited stocks, where biomass and recruitment estimates for the current year are unknown. It was defined as future work by ICES in 2012 (ICES, 2012a) and in case of future development of the framework considering those cases would be taken into account.

5. Discussion and conclusions

- In the last years there have been efforts to improve the knowledge on cephalopod biology and fisheries. However, there are many data issues not fully resolved yet like species identification.
- The surplus production model fit has convergence problems. Having additional biological information incorporated through the prior distribution could help to identify the solution.
- The ICES data limited approach would advise an increase in the catches due to the sharp population increase suggested by the survey. High fluctuations of short-lived species might require development of data limited approaches that are less sensible to drastic inter-annual changes.

6. Acknowledgements

Thanks are due to Jean-Paul Robin (IFREMER) for providing the EVHOE survey data.

7. References

- Gras, M., B. Roel, F. Coppin, E. Foucher and J.P. Robin, 2013. A two stage biomass model to assess the English Channel cuttlefish (*Sepia officinalis*) stock. WD 1 in the Report of the Working Group on Cephalopod Fisheries and Life History (WGCEPH). See ICES, 2013b (p. 168-170).
- Hilborn, R., and C. J. Walters, 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty.

ICES 2012a. ICES Implementation of Advice for Data-limited Stocks in 2012 in its 2012 Advice. ICES CM 2012/ACOM 68. 42 pp.

ICES 2012b. ICES' Implementation of RGLIFE advice on Data Limited Stocks (DLS) - Draft 19 June 2012, Draft - 19 June 2012. ICES, ICES CM 2012/ACOM:68. 26 pp.

ICES 2013a. ICES Advice 2013. Book I.

ICES, 2013b. Report of the Working Group on Cephalopod Fisheries and Life History (WGCEPH), 11-14 June 2013, Caen, France. ICES CM 2013/SSGEF:13. 223 pp.

MacCall, A. D, 2009. Depletion-corrected average catch: a simple formula for estimating sustainable yields in data-poor situations. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 66: 2267-2271.

Millar, R. B. and R. Meyer, 2000. Non-linear state space modelling of fisheries biomass dynamics by using Metropolis-Hastings within Gibbs sampling. Applied Statistics 49 (3): 327-342.

Myers, R. A., and G. Mertz, 1998. Reducing uncertainty in the biological basis of fisheries management by meta-analysis of data from many populations: a synthesis. Fisheries Research, 37: 51-60.

Pierce, G. J., and P. R. Boyle, 2003. Empirical modelling of interannual trends in abundance of squid (*Loligo forbesi*) in Scottish waters. Fisheries Research, 59: 305-326.

Pella, J. J., and P. K. Tomlinson, 1969. A generalized stock production model. Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission, 13: 419-496.

- Polacheck, T., R. Hilborn and A. E. Punt, 1993. Fitting surplus production models: comparing methods and measuring uncertainty. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50: 2597-2607.
- Punt, A.E., and R. Hilborn, 1997. Fisheries stock assessment and decision analysis: the Bayesian approach. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 7: 35-63.
- Roel, B. and D.S. Butterworth, 2000. Assessment of the South African chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii*. Is disturbance of aggregations by the recent jig fishery having a negative impact on recruitment? *Fisheries Research* 48: 213-228.
- Schaefer, M. B., 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *IATTC Bulletin*, 1: 25–56.

Tables and figures

Table 1: Historical landings in tons of *Loliginidae* (*Loligo vulgaris*, *Loligo forbesii* and *Alloteuthis subulata*) in the Bay of Biscay. Source: data provided by WGCEPH members.

	Belgium	France	Netherlands	Spain	TOTAL
1996	46	1,419	0	415	1,880
1997	14	1,489	0	217	1,720
1998	49	829	0	99	977
1999	3	1,352	0	211	1,566
2000	48	670	0	129	847
2001	0	856	8	201	1,065
2002	2	814	44	172	1,032
2003	1	834	0	185	1,020
2004	1	1,076	0	190	1,267
2005	1	913	0	230	1,144
2006	0	1,609	0	79	1,688
2007	2	1,362	0	214	1,578
2008	1	1,300*	0	360	1,661
2009	0	1,172	2	180	1,354
2010	0	2,103	0	373	2,476
2011	0	2,207	0	516	2,723
2012	0	3,410	0	895	4,305

*Estimated value (mean 2007-2009).

Table 2: Hyper-parameters of the two sets of prior distributions

	Priors 1	Priors 2
r	$\mu_{\log(r)} = 0 \quad \psi_{\log(r)} = 1$	$\mu_{\log(r)} = \log(2.5) \quad \psi_{\log(r)} = 50$
k	$\mu_{\log(k)} = \log(5000) \quad \psi_{\log(k)} = 1$	$\mu_{\log(k)} = \log(5000) \quad \psi_{\log(k)} = 5$
q	$\mu_{\log(q)} = \log(0.5) \quad \psi_{\log(q)} = 1$	$\mu_{\log(q)} = \log(0.5) \quad \psi_{\log(q)} = 5$
P_0	$\mu_{\log(P_0)} = 0 \quad \psi_{\log(P_0)} = 1$	$\mu_{\log(P_0)} = \log(0.5) \quad \psi_{\log(P_0)} = 1$
ψ_{surv}	$a_{\psi_{\text{sl}}} = 1 \quad b_{\psi_I} = 0.04$	$a_{\psi_{\text{sl}}} = 1 \quad b_{\psi_I} = 0.04$
ψ_{surv}	$a_{\psi_P} = 10000 \quad b_{\psi_P} = 1$	$a_{\psi_P} = 10000 \quad b_{\psi_P} = 1$

Table 3: Posterior 5, 50 and 95th percentiles of the parameters of the Schaeffer production model for squid in the Bay of Biscay when the second set of priors is used.

	INITIAL STATE ESTIMATED		
	5	50	95
r	2.061	2.476	2.794
k	3810	5632	9131
q	0.275	0.463	0.745
P0	0.229	0.394	1.098
psi.logl	0.820	1.586	2.745
psi.logP	9834	10000	10170

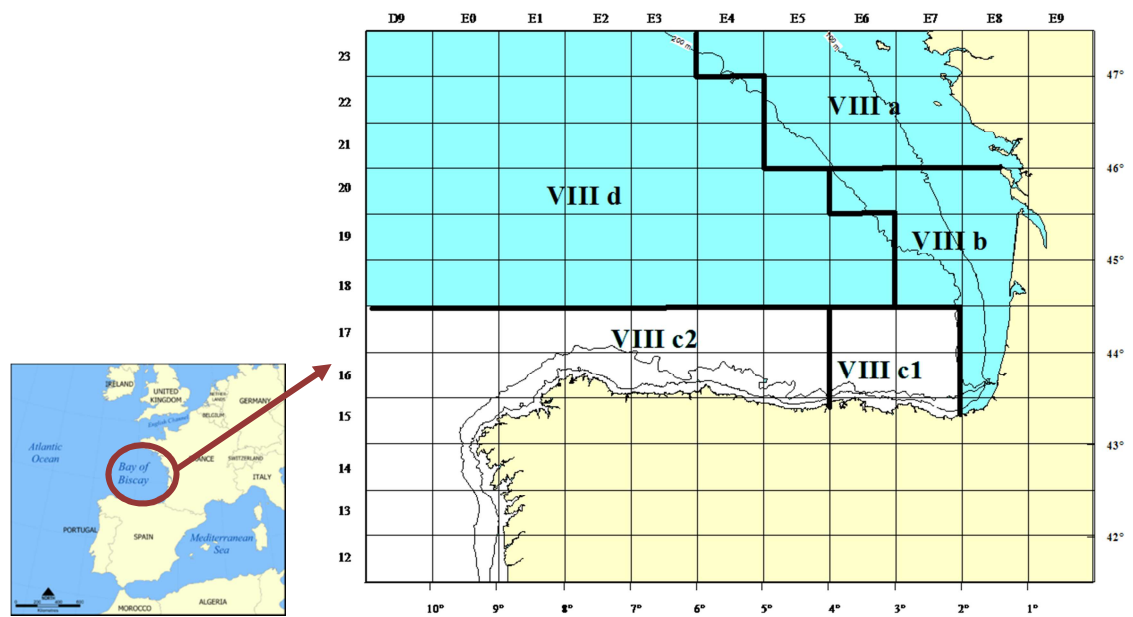


Figure 1: Location map of the Bay of Biscay. In blue the distribution area of the squid stock assessed (ICES Areas VIIIabdc).

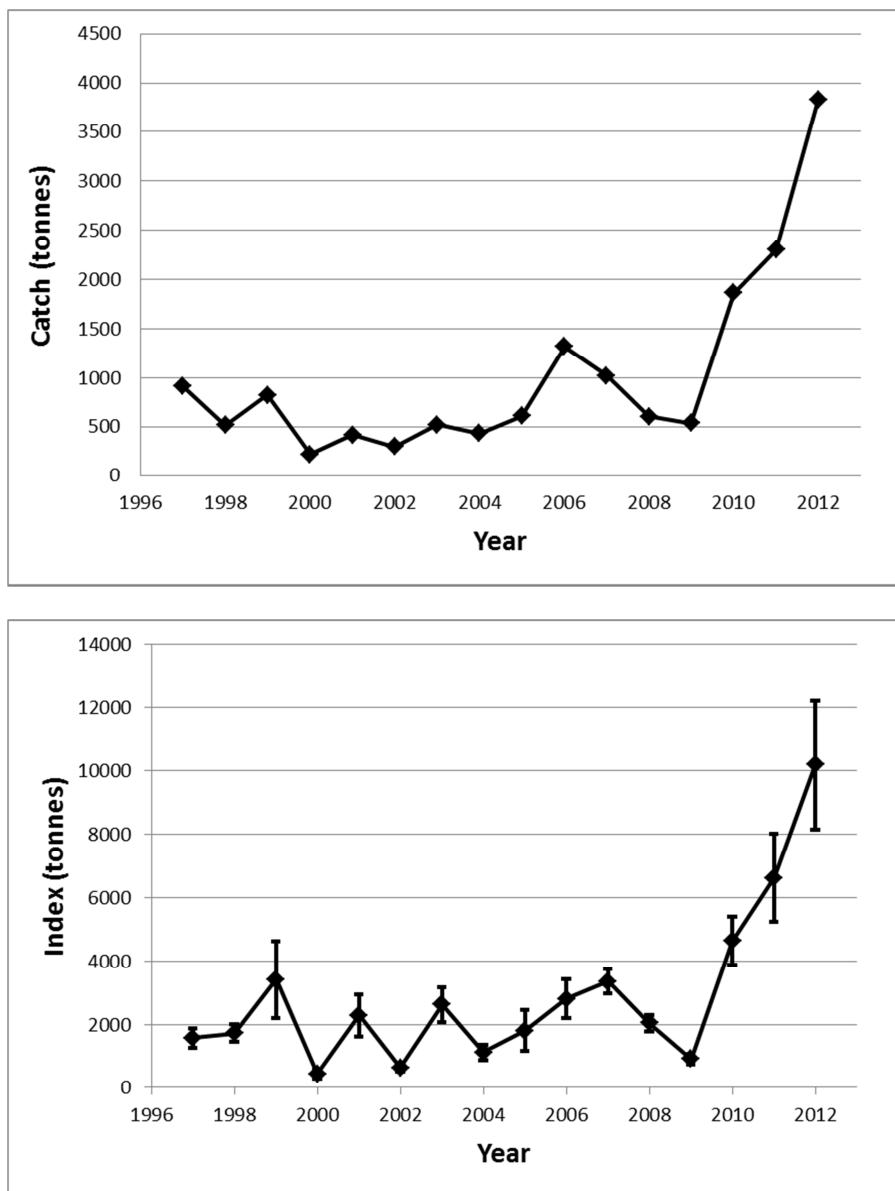


Figure 2: Squid data from 1997 to 2012 used for the Schaeffer surplus production model. Total catch of squid (in tonnes) in the top and biomass index from the EVHOE survey in the bottom. The error bars in the bottom represent +/- the standard error of the survey index.

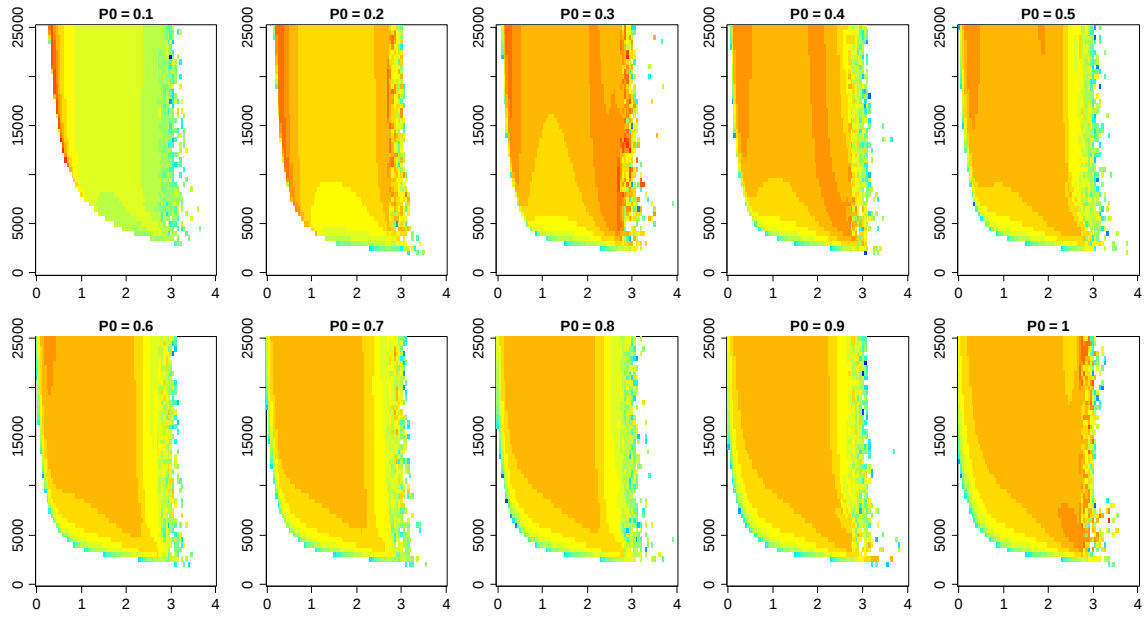


Figure 3: Log-likelihood values (blue being lowest and red highest) depending on the parameters r in the x-axis and k in the y-axis. The white colour represent combinations of values that do not fulfilled the restrictions imposed by the catches (i.e biomass is smaller than the reported catches). Each panel corresponds to a value of the P_0 parameter.

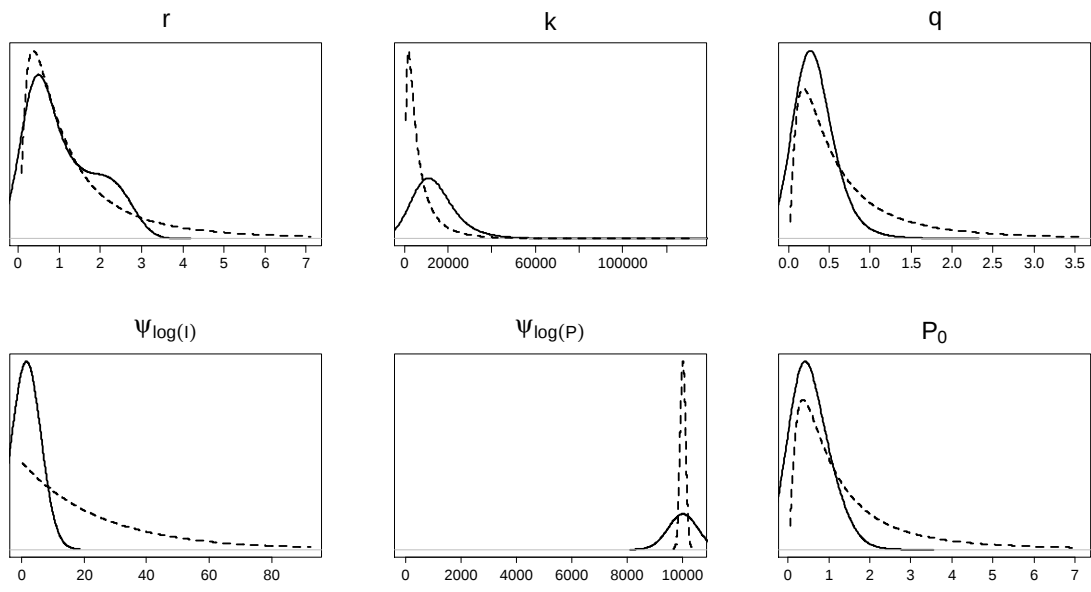


Figure 4: Prior (dashed line) and posterior (solid line) distribution of the parameters estimated in the Schaeffer production model when the first set of prior distributions are used.

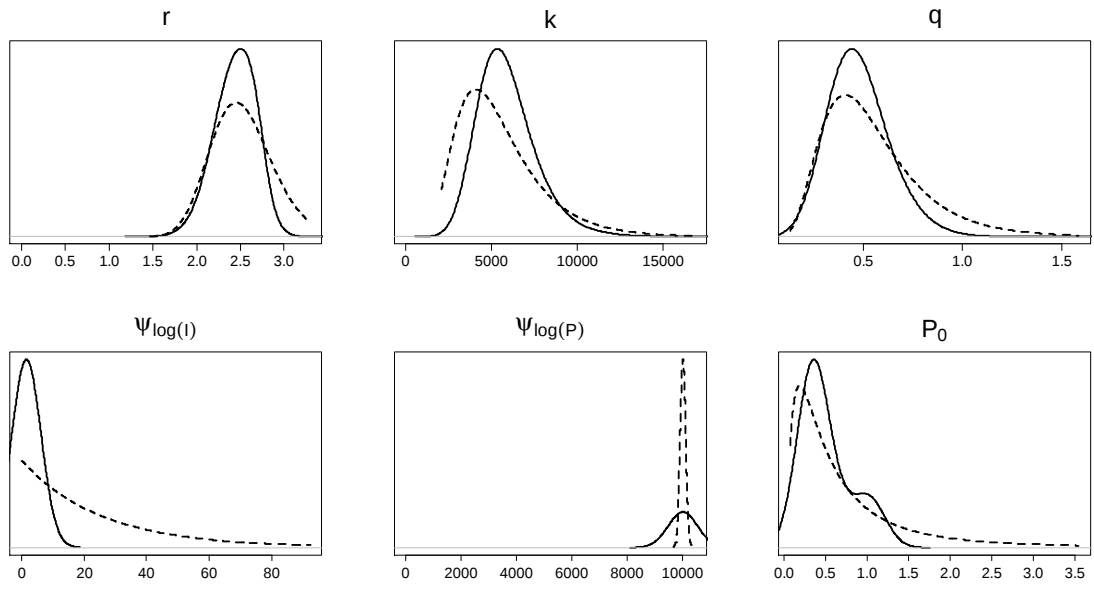


Figure 5: Prior (dashed line) and posterior (solid line) distribution of the parameters estimated in the Schaeffer production model when the second set of prior distributions is used.

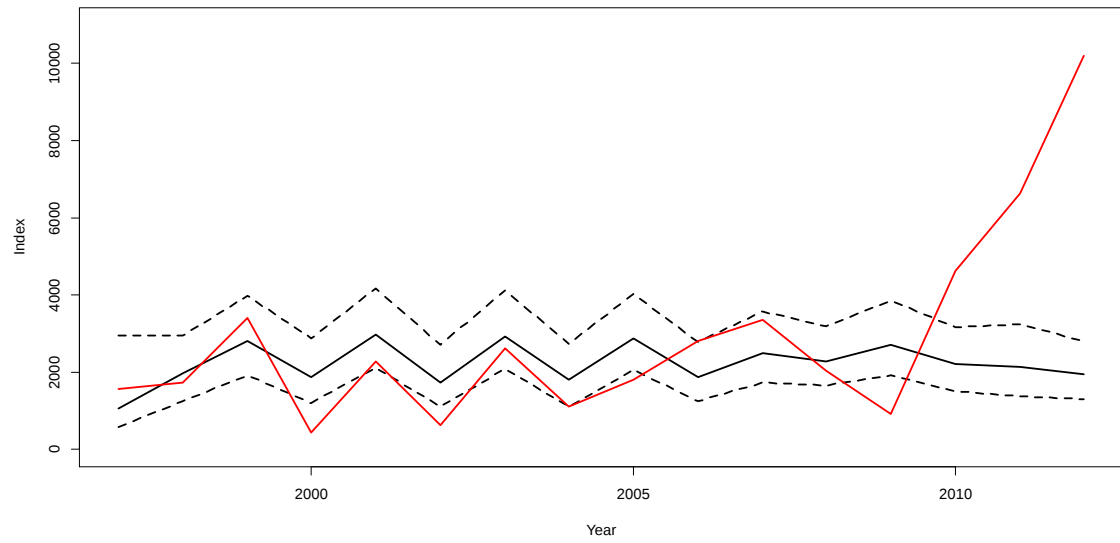


Figure 6: Observed (in red) and estimated (in black) time series of the EVHOE biomass index for squid in the Bay of Biscay. The solid line is the median and the dashed lines are the 95% probability intervals obtained in the Schaeffer model when the second set of prior distributions is used.

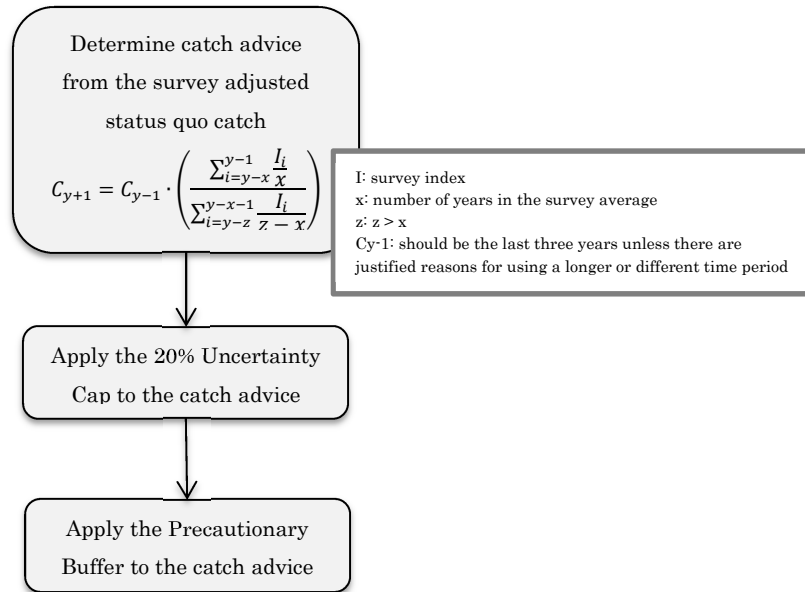


Figure 7: Flowchart of the methodology to be applied to give advice in the case of the Bay of Biscay squid, based on the ICES methodology (see Method 3.2 in ICES, 2012a).

Appendix A

By looking at the partial derivatives of the log likelihood with respect to q and σ_I^2 we get closed-form estimates of these two parameters.

$$\frac{\partial l}{\partial q} = -\frac{1}{2\sigma_I^2} \sum_{t=1}^n 2(\log(I_t) - \log(q) - \log(B_t)) \left(-\frac{1}{q}\right) = 0$$

$$\sum_{t=1}^n (\log(I_t) - \log(q) - \log(B_t)) = 0$$

$$-n \log(q) + \sum_{t=1}^n (\log(I_t) - \log(B_t)) = 0$$

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (\log(I_t) - \log(B_t)) \right\}$$

And

$$\frac{\partial l}{\partial \sigma_I^2} = -\frac{n}{2} \frac{2\pi}{2\pi\sigma_I^2} + \frac{1}{2(\sigma_I^2)^2} \sum_{t=1}^n (\log(I_t) - \log(q) - \log(B_t))^2 = 0$$

$$-n\sigma_I^2 + \sum_{t=1}^n (\log(I_t) - \log(q) - \log(B_t))^2 = 0$$

$$\sigma_I^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (\log(I_t) - \log(q) - \log(B_t))^2$$

Literature review of assessment and management methods for data-poor fish stocks

Leire Ibaibarriaga and Sonia Sánchez

INDEX

1. INTRODUCTION	3
2. DEFINITION OF DATA-POOR	4
3. PROCESS.....	4
4. CLASSIFICATION OF METHODS	5
5. REFERENCES.....	6

1. INTRODUCTION

More than 80% of global catch lacks a formal assessment (Costello *et al.*, 2012). At present, stock assessment and management usually rely on complex population models that demand high amount and good quality data. However, very often data are insufficient, unreliable or uncertain. In addition, this system is expensive (Kelly and Codling, 2006) and demands a large amount of stock assessment scientists (Berkson *et al.*, 2009) as it was already identified by Johannes (1998).

The precautionary approach as described in the UN Fish Stocks Agreement (UN, 1995) states that “The absence of adequate scientific information shall not be used as a reason for postponing or failing to take conservation and management measures.” Nor the trade-off between the cost of data collection and the value of a fishery shouldn’t be an impediment. New fisheries policies worldwide are being directed towards managing all the target species within an ecosystem perspective. In the United States there are legal mandates requiring the establishment of annual catch limits for all targeted stocks. Australia has also introduced a harvest strategy policy for all federal fisheries and in Europe there are new requirements to collect data for all landed fish.

As a consequence, in the last years there are increasing efforts to develop new, more efficient ways to assess and manage fish stocks all around the world (Honey *et al.*, 2010; Smith *et al.*, 2009). These tools should be simple and easy to use, with low data requirements. Furthermore, having the same tool for many different cases could facilitate the work and aid the reviewing process and the dissemination of results (Punt and Maunder, 2013).

This document contributes to the current knowledge (Edwards *et al.*, 2012; Honey *et al.*, 2010; Pilling *et al.*, 2008; Prince, 2010; Smith *et al.*, 2009) by reviewing the existing literature on data-poor stocks. First, the term “data-poor” is defined. Then, various approaches to establish a general process to assess data-poor stocks are summarised. Finally, the most up to-date methods published in the literature are classified.

2. DEFINITION OF DATA-POOR

There are various definitions in the literature for “data-poor” fisheries.

In Honey *et al.* (2010) refers to a *condition to describe a fishery that lacks sufficient information to conduct a conventional stock assessment; this includes fisheries with few available data, as well as fisheries with copious amounts of data but limited understanding of stock status due to poor data quality or lack of data analysis.*

In Pilling *et al.* (2008) a fishery is considered as data-poor when *the “best scientific information available is simply inadequate for determining meaningful reference points and (or) current stock status with respect to such reference points” (Richards and Maguire, 1998).* They further state that *this situation can arise in a number of ways, including: (i) small-scale developing fisheries with usually several target species of otherwise mixed fisheries; (ii) large-scale, but recently developed, fisheries where fisheries research and fisheries management have lagged behind exploitation; and (iii) large-scale fisheries, where the quality of data is poor or variable and difficult to assure.* Thus, it is clear that data-poor fisheries are different from small scale fisheries. Although many small scale fisheries might be data-poor.

In Punt *et al.* (2011) data-poor stocks are defined as *stocks with catch estimates but little or no information on relative abundance and few or no samples of age and length from the fishery.*

In general, all these definitions refer to the lack of sufficient or adequate information. So in some cases other terms, like “data-limited” (ICES, 2012a) or “low-information” (Bentley and Stokes, 2009a) are preferred.

3. PROCESS

The amount and variety of available data-poor methods is large. In an attempt to help managers and stakeholders to choose appropriate analytical methods and alternative management approaches Honey *et al.* (2010) proposed a framework based on available data (type, quantity, and quality) and feasibility constraints (scale, value, and implementation costs) with the following steps:

- (a) Identify and qualitatively evaluate all information sources available.
- (b) Analyse the options for available data. Methods can be overlapping or complementary.
- (c) Apply fishery evaluation method.

Other organizations have also worked to develop their own framework for data-poor stocks. For instance, ICES is developing a framework for stocks to which the MSY framework cannot be applied. The starting point is a categorization of the stocks according to the information available (ICES, 2012d), covering from data-rich stocks that have a full analytical assessment to stocks with negligible landings compared with discards and stocks caught mainly as by-catch. Then for each category, and in the context of the precautionary approach, ICES proposes several methods (ICES, 2011, 2012) that provide quantitative advice for the stocks given the information available (ICES, 2012a). Additionally, ICES has classified assessment methods in 8 groups (catch only, time series, biomass dynamics models, delayed difference models, age-structured production models, VPA based approaches, statistical catch-at-age models and integrated analysis models, length or age based) to organise available approaches as a guide to scientist attending working groups to make them easier selecting the most appropriate assessment (ICES, 2012b).

4. CLASSIFICATION OF METHODS

The data-poor methods described in the literature reviewed are grouped according to the type of approach:

- Life history characteristics: Life-history parameters are important for building assessment models, but they can also provide a first indication of the state of the stock. These type of methods have been crucial for many data-poor stocks.
- Assessment: These methods aim at estimating the status of the stock and make decisions according to the state of the stock in relation to management objectives (Bentley and Stokes, 2009).

- Management: In contrast to the methods in the previous group, these methods try to get the management objectives by finding an appropriate management procedure (Bentley and Stokes, 2009). A comparison between both the assessment and the management paradigms can be found in (Bentley and Stokes, 2009).
- Reference points: Reference points are related to management, but for data-poor stocks new methods have been proposed. These are grouped here separately.
- Marine protected areas: references where marine spatial planning is analysed for data-limited approaches are classified in this group.
- Ecosystem approach: This group contains references on data-poor stocks within an ecosystem approach.
- Data collection: Sometimes the debate for data-poor stocks is whether they should be converted into data-rich stocks. Therefore, data collection is essential. In this group the references discussing data collection for data-poor stocks are classified.

All the references reviewed are classified according to the above classification. In addition, the case studies (if any) in each article are enumerated.

5. REFERENCES

- Andrews, K. I., and Mangel, M. 2012. Asymptotic size and natural mortality of long-lived fish for data poor stock assessments. *Fisheries Research*, 127-128: 45-48.
- Ban, N. C., Hansen, G. J. A., Jones, M., and Vincent, A. C. J. 2009. Systematic marine conservation planning in data-poor regions: Socioeconomic data is essential. *Marine Policy*, 33: 794-800.

- Bentley, N., and Stokes, K. 2009a. Contrasting Paradigms for Fisheries Management Decision Making: How Well Do They Serve Data-Poor Fisheries? *Marine and Coastal Fisheries*, 1: 391-401.
- Bentley, N., and Stokes, K. 2009. Moving Fisheries from Data-Poor to Data-Sufficient: Evaluating the Costs of Management versus the Benefits of Management. *Marine and Coastal Fisheries*, 1: 378-390.
- Berkson, J., Hunt, K. M., Whitehead, J. C., Murie, D. J., Kwak, T. J., and Boreman, J. 2009. Is there a shortage of fisheries stock assessment scientists. *Fisheries*, 34: 217-219.
- Brooks, E. N., Powers, J. E., and Cortés, E. 2010. Analytical reference points for age-structured models: application to data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 67: 165-175.
- Butterworth, D. S., Johnston, S. J., and Brandão, A. 2010. Pretesting the Likely Efficacy of Suggested Management Approaches to Data-Poor Fisheries. *Marine and Coastal Fisheries*, 2: 131-145.
- Carruthers, T. R., Walters, C. J., and McAllister, M. K. 2012. Evaluating methods that classify fisheries stock status using only fisheries catch data. *Fisheries Research*, 119-120: 66-79.
- Chen, Y., Chen, L., and Stergiou, K. I. 2003. Impacts of data quantity on fisheries stock assesment. *Aquatic Sciences*, 65: 92-98.
- Cope, J. M. 2013. Implementing a statistical catch-at-age model (Stock Synthesis) as a tool for deriving overfishing limits in data-limited situations. *Fisheries Research*, 142: 3-14.
- Cope, J. M., and Punt, A. E. 2009. Length-Based Reference Points for Data-Limited Situations: Applications and Restrictions. *Marine and Coastal Fisheries*, 1: 169-186.

- Costello, C., Ovando, D., Hilborn, R., Gaines, S. D., Deschenes, O., and Lester, S. E. 2012. Status and solutions for the world's unassessed fisheries. *Science*, 338: 517-520.
- Dichmont, C. M., and Brown, I. W. 2010. A Case Study in Successful Management of a Data-Poor Fishery Using Simple Decision Rules: The Queensland Spanner Crab Fishery. *Marine and Coastal Fisheries*, 2: 1-13.
- Dichmont, C. M., Pascoe, S., Jebreen, E., Pears, R., Brooks, K., and Perez, P. 2013. Choosing a fishery's governance structure using data poor methods. *Marine Policy*, 37: 123-131.
- Dowling, N. A., Smith, D. C., Knuckey, I., Smith, A. D. M., Domaschenz, P., Patterson, H. M., and Whitelaw, W. 2008. Developing harvest strategies for low-value and data-poor fisheries: Case studies from three Australian fisheries. *Fisheries Research*, 94: 380-390.
- Edwards, C. T. T., Hillary, R. M., Levontin, P., Blanchard, J. L., and Lorenzen, K. 2012. Fisheries Assessment and Management: A Synthesis of Common Approaches with Special Reference to Deepwater and Data-Poor Stocks. *Reviews in Fisheries Science*, 20: 136-153.
- Hilborn, R. 2001. Calculation of biomass trend, exploitation rate, and surplus production from survey and catch data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 579-584.
- Hillary, R. M., Levontin, P., Kuikka, S., Manteniemi, S., Mosqueira, I., and Kell, L. 2012. Multi-level stock-recruit analysis: Beyond steepness and into model uncertainty. *Ecological Modelling*, 242: 69-80.
- Honey, K. T., Moxley, J. H., and Fujita, R. M. 2010. From Rags to Fishes: Data-Poor Methods for Fishery Managers. *Managing Data-Poor Fisheries: Case Studies, Models & Solutions*, 1: 159-184.

- ICES. 2011. Report of the Workshop on Implementing the ICES FMSY Framework (WKFRAME-2).
- ICES. 2012a. ICES Implementation of Advice for Data-limited Stocks in 2012 in its 2012 Advice. 42 pp.
- ICES. 2012b. Report of the Classification of Stock Assessment Methods developed by SISAM. 11 pp.
- ICES. 2012c. Report of the Workshop 3 on Implementing the ICES FMSY Framework. 29 pp.
- ICES. 2012d. Report of the Workshop on the Development of Assessments based on LIFE history traits and Exploitation Characteristics (WKLIFE). 116 pp.
- Jiao, Y., Cortés, E., Andrews, K., and Guo, F. 2011. Poor-data and data-poor species stock assessment using a Bayesian hierarchical approach. *Ecological Applications*, 21: 2691-2708.
- Johannes, R. E. 1998. The case for data-less marine resource management: examples from tropical nearshore finfisheries. *Trends in Ecology and Evolution*, 13: 243-246.
- Karnauskas, M., McClellan, D. B., Wiener, J. W., Miller, M. W., and Babcock, E. A. 2011. Inferring trends in a small-scale, data-limited tropical fishery based on fishery-independent data. *Fisheries Research*, 111: 40-52.
- Kaufman, L., Heneman, B., Barnes, J. T., and Fujita, R. 2004. Transition from low to high data richness: an experiment in ecosystem-based fishery management from California. *Bulletin of Marine Science*, 74: 693-708.
- Kelly, C. J., and Codling, E. A. 2006. 'Cheap and dirty' fisheries science and management in the North Atlantic. *Fisheries Research*, 79: 233-238.

- Livingston, P. A., Kruse, G. H., and Richards, L. J. 2011. Progress toward ecosystem-based approaches for the assessment of fisheries under data-limited situations. *Fisheries Research*, 112: 105-107.
- MacCall, A. D. 2009. Depletion-corrected average catch: a simple formula for estimating sustainable yields in data-poor situations. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 66: 2267-2271.
- Magnusson, A., and Hilborn, R. 2007. What makes fisheries data informative? *Fish and Fisheries*, 8: 337-358.
- Pazhayamadam, D. G., Kelly, C. J., Rogan, E., and Codling, E. A. 2013. Self-starting CUSUM approach for monitoring data poor fisheries. *Fisheries Research*, 145: 114-127.
- Pilling, G. M., Apostolaki, P., Failler, P., Floros, C., Large, P. A., Morales-Nin, B., Reglero, P., et al. 2008. Assessment and management of data-poor fisheries. In *Advances in fisheries science: 50 years on from Beverton and Holt*, pp. 280-305. Ed. by A. Payne, J. R. Cotter, and T. Potter.
- Prince, J. 2010. Managing data-poor fisheries: solutions from around the world. *Managing data-poor fisheries: Case studies, models and solutions*, 1: 3-20.
- Punt, A.E. and Maunder, M.N. 2013. Stock Synthesis: advancing stock assessment application and research through the use of a general stock assessment computer program. *Fisheries Research* 142: 1– 2.
- Punt, A. E., Smith, D. C., and Smith, A. D. M. 2011. Among-stock comparisons for improving stock assessments of data-poor stocks: the "Robin Hood" approach. *ICES Journal of Marine Science*, 68: 972-981.
- Richards, L. J., and Maguire, J.-J. 1998. Recent international agreements and the precautionary approach: new directions for fisheries management science. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 1545-1552.

- Schroeter, S. C., Gutiérrez, N. L., Robinson, M., Hilborn, R., and Halmai, P. 2009. Moving from Data Poor to Data Rich: A Case Study of Community-Based Data Collection for the San Diego Red Sea Urchin Fishery. *Marine and Coastal Fisheries*, 1: 230-243.
- Smith, D., Punt, A., Dowling, N., Smith, A., Tuck, G., and Knuckey, I. 2009. Reconciling Approaches to the Assessment and Management of Data-Poor Species and Fisheries with Australia's Harvest Strategy Policy. *Marine and Coastal Fisheries*, 1: 244-254.
- Starr, P. 2010. Fisher-Collected Sampling Data: Lessons from the New Zealand Experience. *Marine and Coastal Fisheries*, 2: 47-59.
- Teh, L. C. L., Teh, L. S. L., and Pitcher, T. J. 2012. A tool for site prioritisation of marine protected areas under data poor conditions. *Marine Policy*, 36: 1290-1300.
- Traver, M. L., Alade, L., and Sosebee, K. A. 2012. Population biology of a data poor species, offshore hake (*Merluccius albidus*) in the northwest Atlantic, United States. *Fisheries Research*, 114: 42-51.
- Wayte, S. E., and Klaer, N. L. 2010. An effective harvest strategy using improved catch-curves. *Fisheries Research*, 106: 310-320.
- Wetzel, C. R., and Punt, A. E. 2011. Model performance for the determination of appropriate harvest levels in the case of data-poor stocks. *Fisheries Research*, 110: 342-355.
- Wilson, J. R., Prince, J. D., and Lenihan, H. S. 2010. A Management Strategy for Sedentary Nearshore Species that Uses Marine Protected Areas as a Reference. *Marine and Coastal Fisheries*, 2: 14-27.

Zhou, S., Smith, A. D. M., and Fuller, M. 2011. Quantitative ecological risk assessment for fishing effects on diverse data-poor non-target species in a multi-sector and multi-gear fishery. *Fisheries Research*, 112: 168-178.

Table 1: Classification of recent references on data-poor methods according to the methodology.

Type of method	Reference	Case study
Life history methods	Andrews and Mangel, 2012	California sheephead (<i>Semicossyphus pulcher</i>)
	Karnauskas et al. 2011	Haitian fishery at Navassa Island
	Traver et al. 2012	Offshore hake (<i>Merluccius albidus</i>) in the northwest Atlantic, United States
Assessment methods	Carruthers et al. 2012	
	Chen et al. 2003	New Zealand abalone (<i>Haliotis iris</i>)
	Cope 2013	45 species of the Pacific Groundfish Fishery
	Costello et al. 2012	Almost 2000 fisheries around the world
	Hilborn 2001	Monkfish (<i>Lophius americanus</i>) in the eastern United States.
	Hillary et al. 2012	6 European herring stocks
	Jiao et al. 2011	Hammerhead shark complex (<i>Sphyrna spp.</i>) along the Atlantic and Gulf of Mexico coasts of the United States
	MacCall 2009	Widow rockfish (<i>Sebastes entomelas</i>) off the west coast of the United States and Redfish (<i>Sebastes fasciatus</i>) in the Gulf of Maine and Georges Bank
	Magnusson and Hilborn 2007	Simulated data sets
	Pazhayamadom et al. 2013	Simulated data sets
	Punt et al. 2011	Nine stocks in Australia's southern and eastern scalefish and shark fisher
	Wetzel and Punt 2011	Simulated data sets
Management methods	Bentley and Stokes 2009	Tarakihi (<i>Nemadactylus macropterus</i>) along the east

		coast of the South Island of New Zealand
	Butterworth et al. 2010	Patagonian toothfish (<i>Dissotichus eleginoides</i>) off the sub-Antarctic Prince Edward Islands
	Dichmont et al. 2010	Queensland spanner crab <i>Ranina ranina</i>
	Dichmont et al. 2013	Queensland trawl fishery
	Dowling et al. 2008	3 case studies from the Australian fisheries
	Kelly and Codling 2006	
	Wayte and Klaer 2010	Tiger flathead and school whiting
Reference points	Brooks et al. 2010	Dusky shark (<i>Carcharhinus obscurus</i>) in the Northwest Atlantic
	Cope and Punt, 2009	Simulations based on U.S. West Coast groundfish fishery
	Zhou et al. 2011	500 fish species caught in the Southern and Eastern Scalefish and shark fishery in Australia
Marine conservation planning (marine protected areas, etc)	Ban et al. 2009	Reef system in the central Philippines
	Teh et al. 2012	Sabah, Malaysia
	Wilson et al. 2010	Grass rockfish (<i>Sebastes rastrelliger</i>) in California
Ecosystem-based management	Kaufman et al. 2004	California near-shore finfish fishery
	Livingston et al. 2011	
Data collection programs	Schroeter et al. 2009	Red sea urchins (<i>Strongylocentrotus franciscanus</i>) in California near-shore fishery
	Starr 2010	New Zealand fisheries

ANEXO C – MATERIAL COMPLEMENTARIO

Tabla C.1. ICES stock categorisation according to ICES approach for Data Limited Stocks (DLS).

ICES Stock Category	Notes
Data rich Full analytic assessment and forecast used for advice	1 This category includes stocks with full analytical assessments and forecasts; e.g. North Sea cod, and stocks with quantitative assessments based on production models (e.g. anglerfish in Iberian waters).
Qualitative assessments and forecasts Quantitative assessment and forecast are available but they are considered indicative of trends only	2 This category includes stocks with quantitative assessments and forecasts which for a variety of reasons are merely indicative of trends in fishing mortality, recruitment and biomass; e.g. Eastern Channel plaice.
Survey-based assessments indicate trends Surveys are reliable indicators of trends, but no quantitative assessment is available	3 This category includes stocks for which survey indices (or other indicators of stock size such as reliable fishery-dependant indices [CPUE and mean length in the catch]) are available that provide reliable indications of trends in total mortality, recruitment and biomass; e.g. Irish Sea haddock.
Catch data available over a short time series	4 This category includes stocks for which a time series of catch can be used to approximate MSY.
Data poor Only landings data available	5 This category includes stocks for which only landings data are available; e.g. pollack in subareas VI and VII.
By-catch or negligible landings Stocks with landings that are negligible in comparison to discards or part of stock complexes and caught primarily as by-catch in targeted fisheries	6 This category includes stocks where landings are negligible in comparison to discards; e.g. Irish Sea whiting. It also includes stocks that are part of stock complexes and are primarily caught as by-catch species in other targeted fisheries; e.g. North Sea brill in the targeted North Sea plaice and sole fishery. The development of indicators may be most appropriate for such stocks.

Tabla C.2. Assessment model classification according to the data availability (Source: ICES, 2012. Report of the Classification of Stock Assessment Methods developed by SISAM. ICES CM 2012/ACOM/SCICOM:01).

Model type	Population dynamics structure	Minimum data requirements	Typical data used when fitting the model	Examples of models or software in that category	Management advice that can be provided	Limitations
1 Catch only	often none assumed, but some use basic biomass dynamics	catch	catch, some expert opinion on natural mortality and stock depletion or sustainability of the recent catch	Depletion Corrected Average Catch (DCAC; MacCall, 2009)	advice on whether recent average catch is sustainable or not	on the whole, they provide only a placeholder for management advice until direct information on stock status and/or trends can be obtained
2 Time series models	none or minimal assumptions, just examining catch and/or index as time series. Formal time series methods may be used to examine the predictability of the time series	catch or abundance index time series	catch and abundance index	AIM (NOAA Fisheries Toolbox) empirical management procedures	at one end of the range, restricted to qualitative advice about whether the stock is trending up, down, or is stable, and on whether the stock is approaching a possible trigger for management action (e.g. the lowest point in the abundance index time series); at the other end may (perhaps given further assumptions) provide RY, or even catch limits related to an abundance target objective	cannot provide advice on the absolute level of the fish stock or the direct effect of fishing on the stock as models in the following categories are able to do
3 Biomass dynamics models (Production models)	aggregate biomass dynamics controlled by a low number of parameters: typically just K (carrying capacity), r (intrinsic growth rate), initial population biomass and a catchability coefficient related to fishing mortality	catch and one relative abundance index	catch and one or several abundance indices	Dynamic Schaefer or Pella-Tomlinson model ASPIC (Prager, 1994)	with sufficient contrast in the time series, these methods can provide estimates of MSY, current biomass relative to BMSY, current F relative to FMSY and are able to estimate the current catch that would correspond to FMSY	require good contrast in the time series, preferably by having observations above and below BMSY, as well as periods where the abundance index increases over time; they cannot incorporate any biological information regarding individual body growth, maturity or natural mortality rate.
4 Delay-difference models	similar to biomass dynamics but with at least two life stages, one typically for fish before recruitment and another one for the fishable pool of the stock; often some somatic growth relationship and natural mortality included in the population dynamics	catch, abundance index, inputs for body growth function and natural mortality	min data with the abundance index consisting of a recruitment index and a recruited (adult) index	Deriso (1980) Catch-Survey Analysis (Collie and Sissenwine, 1983) various others involve approaches to dealing with process error and/or state-space formulations	generally similar to that provided by biomass dynamics models; depending on complexity, age-related reference points such as Fmed may be possible	generally similar to biomass dynamics models, although they have more flexibility and nominally some more biological realism than the biomass dynamics models.

5	Age-structured production models	full age structure, uses a spawner-recruitment relationship (the estimable parameters of which play the role of the r and K of the biomass dynamics models) and may or may not include estimation of stochastic annual deviations in recruitment; information on natural mortality, body-weight-at-age, maturity-at-age and fishery selection-at-age must be specified by the user; each fleet included in the model, and each abundance index used in the model fitting, can have its unique age-selection, so essentially this is a superset of the capabilities of the delay-difference, two stage models. The population dynamics in an age-structured production model are carried forward into statistical catch-at-age and age-structured integrated analysis models	catch, abundance index with specified selection pattern at age, natural mortality, body weight-at-age and maturity/fecundity-at-age.	min data plus additional abundance indices. No age or size composition data from which selectivity might be estimated	Age-Structured Production Model (ASPM); stochastic versions include Walters, Martell and Korman (2006)	generally similar to biomass dynamics models, but can more closely match the actual age-selection characteristics of the fisheries and abundance indices, thus reducing potential biases	when using a deterministic stock-recruitment relationship (as in “standard” ASPM), biases will arise if fluctuations in recruitment are a prominent feature of the stock’s dynamics.
					Depletion-Based Stock Reduction Analysis (Dick and MacCall, 2011).		
6	VPA-based approaches	population abundance at age directly calculated from catch-at-age (treated as known and without error in every time step) and natural mortality, starting from the latest year and oldest true age for each cohort (excluding the plus group); treatment of the plus group varies among software packages; often incorporate fits to age-specific abundance indices; minimal assumptions concerning selection-at-age patterns	complete, high quality catch-at-age and weight-at-age for every time step and one abundance index for calibration (typically termed “tuning” in a VPA context)	min data and several age-specific abundance indices	XSA	advice is generally limited to estimates of time series	needs complete, high precision catch-at-age data, which is not met for many stocks; highly structured fishing mortality calculations allows less flexibility in distributing the goodness of fit than can be obtained with Integrated Analysis and statistical catch-at-age models; often packages use ad hoc approaches in estimating (“tuning”) parameter values, so that the absence of a complete likelihood framework renders confidence interval estimation problematic. Works best when fishing mortality rates exceed natural mortality rates, so that measured cumulative removals by the fishery dominate the mortality process.
					ADAPT	of B and F ; if a spawner-recruitment function is fitted to model outputs, complete advice on status determination and forecasts of limit and target catch levels can be provided	
					VPA2BOX		

7	Statistical catch-at-age (SCAA) models	age-structured, incorporating natural mortality, recruitment deviations (but many of the models implemented do not employ internal spawner-recruitment relationships and treat recruitments as free parameters), and fishing mortality (the fishery selection-at-age may be constant or change over time according to some constraints); some implementations have a specialized approach to deal with discarded catch separately from landings; SCAA models, the stochastic versions of Age Structured Production Models and Integrated Analysis models share many characteristics, and differ mostly in the particular features enabled in various software packages or custom model implementations; if reasonably complete age data are available, SCAA models are simpler to apply than the more general integrated analysis models	catch, statistical sample of catch age composition, abundance index; some missing catch-at-age data are allowed (in contrast to VPA); some implementations allow the catch data to be separated into landings and discards	catch, abundance index, statistical sample of age composition of catch and abundance index	ASAP	generally complete advice on status determinations and forecasts of limit and target catch levels are attainable if spawner-recruitment dynamics are embedded. Otherwise, advice is limited to estimates of B and F time series	no generic limitations; flexibility of software package to include additional factors is highly diverse and not easily categorized; because the spawner-recruitment dynamics are not typically embedded in the model, a separate analysis is usually needed to derive MSY based quantities.
					AMAK		
					SAM		
					many custom ADMB coded applications		
8	Integrated Analysis (IA) models with length-structured population dynamics	length-structured, with a length-based transition matrix to update the stock's length composition between consecutive time steps; can incorporate natural mortality, growth, recruitment (which may or not be based on a stock-	catch, abundance index, length composition data (some missing data allowed)	catch, abundance index, length composition data; some implementations allow the catch data to be separated into landings and discards	CASAL	generally complete advice on status determinations and forecasts of limit and target catch levels are attainable if spawner-recruitment dynamics are embedded. Otherwise, advice is limited to estimates of B and F	Less precision on recruitment estimation than can be obtained when age data are available; less accurate information on mortality of older animals than can be obtained from age data

	recruitment relationship, with or without deviations), and fishing mortality at length; the inclusion of size composition data allows for the estimation of (possibly time-varying) fishery and abundance indices selection patterns, and the time sequence of recruitments; some implementations allow separate treatment of landings and discards			CASA (Sullivan <i>et al.</i> , 1990)		
				Chen (2005) lobster model		
	basically same population dynamics structure as for all age-structured models. Typically models recruitment as deviations from spawner-recruitment function; may allow for multiple areas and multiple growth patterns; time-varying population and observational processes with possible environmental covariates; internal estimation of natural mortality; internal estimation of growth using age-at-length data; can account for ageing imprecision. These models strive for dealing with data in as unprocessed a form as feasible, thus are distinct from the SCAA models that tend to expect a relatively complete matrix of catch-at-age data. With high age data quality and allowing for a high degree of time-varying selectivity, IA models can approach a VPA configuration; in weak data situations, use of fixed parameters or priors mimics a simple stochastic age-structured production model. Thus, these provide a complete modelling framework. By including more processes in the model, these models strive to reduce	catch and an abundance index (some missing data allowed); some implementations allow the catch data to be separated into landings and discards	catch, multiple abundance indices, age and/or length composition data; may also include age-at-length data to assist in estimation of growth; may also include tag-recapture data to assist estimate fishing mortality, natural mortality and its age dependence and movement, and also stock structure (including genetics) data to estimate proportions of different stocks present in an area	Stock Synthesis		
with age-structured population dynamics				CASAL	generally complete advice on status determinations and forecasts of limit and target catch levels are attainable, as spawner-recruitment dynamics are usually embedded. Otherwise, advice is limited to estimates of B and F	the diversity of types of data that can be included can be daunting; model complexity is high and their use requires highly trained experts; given the flexibility intrinsically allowed by the framework, there is a danger of overparameterizing the model and overfitting the data (as with SCAA models).
				Multifan-CL		

bias caused by the simpler
assumptions used in other
models

IWC minke whale multi-
stock models

