

**REUNIÓN DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE MARRAJO DIENTUSO Y
DE EVALUACION DEL RIESGO ECOLÓGICO DE 2012**
(*Olhão, Portugal - 11 a 18 de junio de 2012*)

1 Apertura, adopción del orden del día y disposiciones para la reunión

El Dr. Paul de Bruyn, en nombre del Secretario Ejecutivo de ICCAT, inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes. La reunión fue presidida por el Dr. Andrés Domingo, relator del Grupo de especies de tiburones. El Dr. Domingo dio la bienvenida a los participantes en el Grupo de trabajo y revisó los términos de referencia de la reunión.

Tras la apertura de la reunión, se examinó el Orden del día (**Apéndice 1**) que fue adoptado sin cambios. La lista de participantes se adjunta como **Apéndice 2**. La lista de documentos presentados a la reunión se adjunta como **Apéndice 3**.

Los siguientes participantes actuaron como relatores de las diversas secciones del informe:

<i>Sección</i>	<i>Relatores</i>
1	P. de Bruyn
2	F. Lucena, Y. Semba-Murakami, K. Yokawa
3	E. Cortés, Y. Semba-Murakami, K. Yokawa
4	R. Coelho, M. Neves dos Santos, C. Palma, E. Cortés, P. de Bruyn
5	E. Babcock, E. Cortés
6	E. Babcock, E. Cortés
7	E. Babcock, E. Cortés
8	J. Santiago, A. Domingo
9	A. Domingo

2 Examen de información para la evaluación del riesgo ecológico (ERA)

En esta sección se presentaron los siguientes documentos: SCRS/2012/040, SCRS/2012/071 y SCRS/2012/079

El SCRS/2012/040 trata sobre el muestreo de las flotas de palangre costero artesanal de Venezuela que se dirigen a los túnidos y especies afines (por ejemplo, istiofóridos y tiburones). Este es un programa de seguimiento intensivo específico de cada especie para los buques <15m que resume los protocolos de muestreo en el mar y las actividades asociadas para estimar las capturas totales de túnidos y especies afines, especialmente de especies de tiburones. Este programa presenta y proporciona un enfoque eficaz para el muestreo en el mar de los buques pesqueros artesanales que se dirigen a las especies afines a los túnidos (tiburones e istiofóridos). El Grupo sugirió que se considerase este enfoque como una referencia útil para hacer un seguimiento de muchas de las flotas artesanales del Atlántico de ICCAT que se dirigen a las especies afines a los túnidos.

El documento SCRS/2012/071 presentaba información preliminar sobre la biología y los movimientos del marrajo sardinero a partir de estudios de marcado electrónico (14 tiburones y 2062 días de datos) llevados a cabo alrededor de las Islas Británicas. La mayor distancia confirmada registrada por un marrajo sardinero desde las Islas Británicas la realizó un tiburón que se desplazó al Atlántico central occidental tras haber sido marcado en Irlanda noroccidental durante el verano. En general, los tiburones presentaban un comportamiento de inmersión superficial frecuente y breve en los mares epicontinentales (<150 m) e inmersiones largas y más profundas en el talud continental (>200 m) que parecen corresponder al ciclo día/noche. Se presentó también la información procedente del programa de observadores de descartes, así como información biológica para los factores de conversión talla-peso; y se resumieron también datos sobre el hígado, las gónadas y el peso de las aletas como proporciones del peso total.

El documento SCRS/2012/079 presentaba un análisis de productividad y susceptibilidad (PSA) semicuantitativo de nivel 2 aplicado a 29 elasmobranquios de los mares epicontinentales septentrionales europeos basado en cuatro pesquerías mezcladas tanto en entornos demersales (red de arrastre y redes fijas) como pelágicos (palangre y arrastre). En el ecosistema demersal, se descubrió que la mielga era la especie más vulnerable, tanto

en las pesquerías de arrastre de fondo como en las de redes fijas. Otros seis elasmobranquios (cazón, raya boca de rosa, raya común, raya falsa-vela, raya cardadora y raya mosaica) y dos teleósteos (gallineta menor y bacalao, como los principales teleósteos objetivo) componían las 10 especies más vulnerables en las pesquerías demersales. En el ecosistema pelágico, el marrajo sardinero fue identificado como el más vulnerable, seguido de tres tiburones objeto de captura fortuita y comercialmente importantes (marrajo dientuso, tiburones zorro y tintorera) y a continuación el pez espada, un teleósteo objetivo. Durante la discusión, se solicitó información sobre cómo se tenían en cuenta las clasificaciones de riesgo relativo incluidas en el modelo.

Se hicieron comentarios acerca de la elección de parámetros de población adecuados cuando se dispone de varias estimaciones. Respecto a la puntuación de las características biológicas, se aclaró que el nivel de confianza se basaba en juicios expertos y en la discusión entre el personal que participa en la investigación. Se debatió la diferencia con los resultados de la ERA llevada a cabo en ICCAT anteriormente y se indicó que la diferencia podría ser el resultado del enfoque cuantitativo adoptado por ICCAT. Se formuló una pregunta sobre si este enfoque podría ampliarse en una ERA a todas las pesquerías que operan en una zona, y aunque no se hizo en este estudio, pueden asignarse ponderaciones relativas a cada pesquería examinada en la ERA. Se realizaron comentarios sobre si la futura aplicación de la ERA incluía el parámetro "naturaleza de concentración" para las evaluaciones de otras especies como los teleósteos pelágicos. Se comentaron los valores atípicos observados respecto al ejercicio de verificación sobre el terreno y se reiteró que una ERA solo puede proporcionar clasificaciones de riesgo en relación con las demás especies incluidas, y que sirve para identificar prioridades en cuanto a investigación, no está pensada para sustituir a una evaluación de stock cuantitativa.

3 Evaluación de Riesgo Ecológico (ERA): productividad y susceptibilidad

La evaluación del riesgo ecológico (ERA), también conocida como análisis de productividad y susceptibilidad (PSA), se ha convertido en una herramienta común para proporcionar información para los stocks de tiburones con limitaciones de datos. El SCRS fue pionero en la aplicación de la ERA para 11 tiburones pelágicos y 1 raya en 2008: el Informe detallado de tiburones de 2008 (Anon., 2008) proporciona información detallada sobre el análisis. Este informe fue posteriormente objeto de una revisión por pares y se publicó en Cortés *et al.* (2010). Este enfoque no sustituye a la evaluación de stock, pero puede utilizarse para ayudar a determinar acciones de ordenación y recomendaciones de investigación adecuadas. Este tipo de análisis evalúa normalmente el riesgo basándose en dos factores: productividad biológica y susceptibilidad a un tipo particular de pesquería. Aunque el análisis puede llevarse a cabo a diferentes niveles (desde puramente cualitativo a semicuantitativo o cuantitativo), se llevó a cabo una ERA cuantitativa de nivel 3. Se pudo finalizar la parte del análisis de productividad de la ERA para 16 especies (*Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus*, *Isurus paucus*, *Lamna nasus*, *Sphyrna zygaena*, *Sphyrna lewini*, *Alopias vulpinus*, *Alopias superciliosus*, *Carcharhinus longimanus*, *Carcharhinus falciformis*, *Carcharhinus signatus*, *Carcharhinus obscurus*, *Carcharhinus plumbeus*, *Galeocerdo cuvier*, *Pteroplatytrygon violacea*, *Sphyrna mokarran*) de elasmobranquios pelágicos que se capturaron en las pesquerías de palangre pelágico del Atlántico. Cinco de estas especies (*C. signatus*, *C. obscurus*, *C. plumbeus*, *G. cuvier*, y *S. mokarran*) no habían sido evaluadas en 2008. El componente de susceptibilidad se finalizará después de la reunión ya que no se dispuso de todos los datos a tiempo para el análisis. Además de Brasil, Namibia, UE-Portugal, Uruguay, Estados Unidos y Venezuela, que también facilitaron información para la evaluación de 2008, cinco países nuevos proporcionaron datos para esta ERA (Canadá, Japón, México, Sudáfrica y Taipei Chino).

La información biológica utilizada para llevar a cabo el análisis de productividad se incluye en la **Tabla 1**. El análisis incorporaba la incertidumbre en los conocimientos de los parámetros biológicos mediante la simulación Monte Carlo de las tablas de mortalidad y las matrices de Leslie. En resumen, la incertidumbre se incorporó extrayendo aleatoriamente valores de las funciones de densidad de probabilidad (pdfs) de la edad de madurez, la longevidad, la mortalidad natural específica de la edad y la fecundidad específica de la edad. Los resultados de los análisis de productividad se han incluido en la **Tabla 2**. La especie más productiva era la tintorera y la menos productiva el zorro ojón. Estos resultados se combinarán con los del análisis de susceptibilidad para proporcionar una clasificación global de vulnerabilidad para las especies/stocks incluidos. El factor susceptibilidad se calcula como el producto de cuatro probabilidades condicionales: disponibilidad del stock para la pesquería (es decir, el solapamiento horizontal entre las distribuciones de la flota y el stock), encontrabilidad del stock con el arte pesquero (es decir, el solapamiento vertical entre la distribución animal y la profundidad a la que pesca el arte), selectividad (es decir, la probabilidad de que el animal quede capturado si encuentra el arte) y la mortalidad posterior a la captura (es decir, la probabilidad de que el animal muera una vez que ha sido capturado). Se habían reunido ya datos para los componentes de disponibilidad y mortalidad posterior a la captura del factor susceptibilidad para las flotas de las CPC que facilitaron información de observadores (Brasil, Canadá, Japón,

México, Namibia, UE-Portugal, Sudáfrica, Uruguay, Estados Unidos y Venezuela). Durante la reunión se recibió información de Taipei Chino que se incorporará al análisis. Los datos para el componente encontrabilidad se reunirán basándose en descripciones cualitativas o cuantitativas de la profundidad a la que pesca el arte en cada flota y en los datos sobre la utilización del hábitat vertical de los tiburones pelágicos obtenidos mediante marcas archivo presentados en documentos publicados o puestos a disposición del Grupo de especies de tiburones específicamente para su uso en el análisis. Los datos para el componente selectividad se reunirán basándose en longitudes ya disponibles de animales consignadas en los programas de observadores que se compararán posteriormente con longitudes predichas obtenidas a partir de distribuciones por edad estables procedentes de análisis demográficos para calcular el solapamiento entre las dos.

Se presentan mapas de distribución de las especies (**Figuras 1 a 17**) y de esfuerzo para 1995-2009 por flota individual (**Figuras 18 a 28**). Los participantes acordaron que, respecto a la productividad y la susceptibilidad, la información y los comentarios para estos mapas deberán presentarse en las dos semanas posteriores al fin de la reunión. El análisis de la ERA se finalizará y presentará como documento SCRS en la reunión del Grupo de especies de septiembre.

4 Examen de los datos para la evaluación del marrajo dientuso

4.1 Datos biológicos, lo que incluye datos de marcado

El documento SCRS/2012/033 abordaba la composición por tallas del marrajo dientuso y la proporción de sexos espacial y temporal de la pesquería de palangre pelágico de Venezuela comunicada por observadores formados para el periodo 1994-2011 en el Caribe y en el Atlántico adyacente. Se capturó marrajo dientuso en un 3% (n=161) de los lances de palangre pelágico observados y la mayoría de los marrajos dientusos se capturó en el Caribe (79%). La información estacional reunida sobre tallas indicaba que la talla media para los machos oscilaba entre 158,5 y 187,5 cm FL y para las hembras oscilaba entre 163,9 y 189,5 cm FL. La proporción de sexos global estaba dominada por las hembras (56%) en el Caribe, y la segregación sexual estacional en el Caribe produjo un gradiente ascendente desde octubre-diciembre hasta julio-septiembre, cuando la proporción de hembras aumentaba progresivamente desde un nivel bajo de 0,30 hasta 0,70.

El documento SCRS/2012/073 presentaba una visión global de la captura por talla y la proporción de sexos del marrajo dientuso capturado por la pesquería de palangre pelágico portuguesa en el Atlántico. El análisis presentado se basaba en datos recopilados por los observadores pesqueros embarcados en buques comerciales y en los cuadernos de pesca de los patrones (programa de automuestreo). La serie de datos incluía información de captura por talla entre 1997 y 2011, y fue analizada en términos de tendencias entre años, temporadas y regiones. Las proporciones de sexos se compararon entre regiones y temporadas. En general se observó una tendencia descendente en las tallas capturadas para los años más recientes, especialmente para el Atlántico meridional. En términos de análisis regional, existían diferencias significativas en la captura por talla media entre regiones, con una tendencia de ejemplares de menor talla en las zonas septentrionales y ejemplares mayores en las regiones tropical y meridional. Respecto a las variaciones estacionales, la distribución de tallas a lo largo del año (analizada por mes) era relativamente similar para el Atlántico norte, mientras que en el Atlántico sur existían diferencias perceptibles, con ejemplares de menor talla capturados durante los meses de mayo y junio. En cuanto a las proporciones de sexos, se hallaron diferencias significativas entre las principales regiones de pesca, con mayor proporción de machos en las regiones noreste y sudoeste del Atlántico, y con mayor proporción de hembras en el Atlántico tropical oriental y sudoriental. En el Atlántico sur se encontraron diferencias estacionales en la proporción de sexos pero no en el Atlántico norte.

La Secretaría presentó un resumen de la información actual sobre marcado convencional disponible en la base de datos de ICCAT. Esta actualización incluye ya la integración de aproximadamente 130.000 nuevos eventos de marcado comunicados por Estados Unidos (programa de marcado APEX) durante el año. Respecto al marrajo dientuso (**Tabla 3** y **Figura 29**) se dispone ahora de más de 9200 colocaciones de marcas y 1200 recapturas, y aproximadamente un 60% de ellas se encuentran dentro de los dos años en libertad. Casi todas las liberaciones y recapturas se concentraban en la costa noreste de Estados Unidos. En el caso del marrajo sardinero, hay 1960 colocaciones de marcas y 340 recapturas (**Tabla 4** y **Figura 30**). El número total de colocaciones de marcas en tintorerías es de aproximadamente 136.000 colocaciones (con 8750 recapturas). La **Tabla 5** presenta un resumen de las colocaciones y recapturas de marcas y la **Figura 31** presenta un diagrama de densidad en cuadrículas de 5x5 grados.

4.2 Estimaciones de captura

La Secretaría presentó al Grupo de trabajo las estadísticas de captura nominal de Tarea I más recientes disponibles para el marrajo dientuso (SMA, *Isurus oxyrinchus*) y las demás especies de tiburones incluidas en la evaluación del riesgo ecológico (ERA). La **Tabla 6** presenta la tabla estándar del resumen ejecutivo de marrajo dientuso con los descartes y desembarques totales por stock, pabellón y artes principales. Las capturas totales de Tarea I de los 18 tiburones utilizadas en las ERA por año se presentan en la **Tabla 7**. A pesar de algunas importantes series de captura de Tarea I recuperadas en años recientes (UE-España: 1997-2010; UE-Portugal: 1990-2010; Uruguay: 1981-2010; Sudáfrica: 1998-2010), el Grupo considera que la captura total de marrajo dientuso declarada como Tarea I continúa estando subestimada, en particular antes de 2000 (la **Tabla 6** presenta las series incompletas). Las capturas agregadas, que se muestran en la **Figura 32** (captura acumulativa de Tarea I de marrajo dientuso por stock) y en las **Figuras 33 y 34** (respectivamente, capturas acumulativas de Tarea I de marrajo dientuso para los stocks septentrional y meridional por arte principal) diferencian claramente estos dos periodos: periodo histórico (1990 y antes) en los que la Tarea I declarada es incompleta y periodo reciente (finales de los 90 en adelante) en el que se comunicó un mayor número de series de captura de Tarea I. El Grupo de trabajo reafirmó la necesidad de recuperar las series de captura de marrajo dientuso faltantes (incompletas en algunos casos) del periodo histórico en el que se identificó a algunas flotas de palangre importantes (Belice, China, Taipei Chino, Corea, Panamá, Filipinas, México, Vanuatu, etc.) con potencial para capturar tiburones pelágicos. Durante la reunión de preparación de datos de tiburones de 2011 (Anon, 2012), el Grupo reconoció que, históricamente, un considerable número de las flotas antes mencionadas declaraba los tiburones de forma agregada (no desglosados por especies). Estas series de captura de tiburones "sin clasificar" (CVX: Carcharhiniformes; CXX: Tiburones costeros nei; DGX: escualidos; PXX: tiburones pelágicos nei; SHX: escualiformes; SKH: selacimorfos; SYX: esciliorrínidos), que representan aproximadamente el 20% de media (oscilando entre un 11% y un 32% entre 1994 y 2002) de las capturas totales de tiburones, se mantienen en las bases de datos de Tarea I. Por lo tanto, se formuló una recomendación explícita para separar estas capturas por especies. Desde entonces no se han producido mejoras.

Durante la reunión Japón presentó una nueva serie de captura de marrajo dientuso (SCRS/2012/075). En ella se comunicaban las estimaciones del número y peso del marrajo dientuso capturado por los buques atuneros de palangre japoneses en el Atlántico utilizando datos de cuadernos de pesca y la CPUE estandarizada desde 1994 hasta 2010. Los descartes de peces muertos y las liberaciones de peces vivos se estimaron basándose en la información sobre su estado vital, que fue recopilada durante el programa de observadores. Los números de captura se estimaron en 1.916-4.395 para el Norte (desde el ecuador hasta el Sur de 50 grados Norte) y en 665-6.720 para el Sur. Los pesos de la captura se estimaron en 72-227 t para el Norte y en 32-308 t para el Sur. Para el Atlántico norte, el número y peso de la captura descendía gradualmente desde 1995 hasta 1999 y posteriormente aumentaba gradualmente. Para el Atlántico sur, el número/peso de la captura descendía desde 1994 hasta 1996 y posteriormente era estable hasta 2000. Después de 2000, el número/peso de la captura mostraba fluctuaciones entre 2000 y 2006. Después de 2006, la captura estimada aumentaba gradualmente en número pero era relativamente estable en términos de peso. En el análisis actual no se ha indicado ninguna tendencia descendente para ninguna región. El Grupo observó las grandes diferencias disponibles entre estas estimaciones y la actual serie de captura oficial japonesa de Tarea I y reiteró la importancia de contar con las mejores estimaciones científicas del SCRS para la Tarea I.

Namibia comunicó también algunas correcciones menores pero no incluidas en la Tarea I, que debe enviar de forma adecuada a la Secretaría de ICCAT. No se hicieron cambios al informe de los descartes de marrajos dientusos muertos en los datos de Tarea I.

En el seguimiento de una solicitud del Grupo sobre comparar los datos de Tarea I de ICCAT con las estadísticas anuales de EUROSTAT, la Secretaría preparó un conjunto de datos consolidado que contenía tres fuentes de datos: a) Tarea I de ICCAT, b) estadísticas de EUROSTAT y c) estadísticas de la FAO. Este trabajo se presenta en el documento SCRS/2012/078. El Grupo reconoció la importancia de contar con toda esta información armonizada en una única base de datos y consideró que es necesario un considerable trabajo de minería de datos para explorar e interpretar las diferencias entre los conjuntos de datos (marrajo dientuso y otras casi 90 especies de tiburones). Esta debería ser una tarea a largo plazo y debería contar con la participación de científicos de las CPC de ICCAT.

Se sabe que los datos de captura de Tarea I son incompletos para el marrajo dientuso antes de 1996, cuando la Comisión solicitó que se enviaran datos de tiburones. Por tanto, el grupo de especies de tiburones estimó en 2008 las capturas para cada flota para los años sin datos. Para el modelo de evaluación, las capturas se estimaron calculando la ratio entre las capturas de marrajo dientuso y la captura total de túnidos más pez espada de cada

flota en años recientes, y multiplicando esta ratio por la captura de túnidos más pez espada en cada año histórico. En la evaluación actual, el Grupo utilizó las estimaciones de captura del grupo de 2008 por flota y año hasta 1996 y las estimaciones de captura de Tarea I por flota desde 1997 hasta 2010, con las siguientes excepciones: Para Japón se utilizaron los números presentados en el SCRS/2012/075 para 1994 hasta 2010. Para Taipei Chino, se usaron las estimaciones del Grupo de 2008 hasta 2002. Las estimaciones de 2008 se usaron también para rellenar ceros para Brasil en 1998 y para Sudáfrica en 2000 (**Tabla 8** y **Figura 35**). La **Tabla 9** presenta información sobre las características de la flota de Tarea I con las distribuciones actuales del número de palangreros comunicado por las CPC como indicador de la potencia pesquera del palangre en el Atlántico. No se hizo una actualización de la distribución del esfuerzo de palangre por pabellón, mes y cuadrículas de 5x5 grados (EffDIS, 1950 a 2009). Las estimaciones globales del número de anzuelos por pabellón y año asociadas al stock de marrajo dientuso del Norte y del Sur se presentan respectivamente en las **Tablas 10** y **11**.

4.3. Datos de Tarea II (captura-esfuerzo y muestras de talla)

La Secretaría presentó en la **Tabla 12** el catálogo estándar del marrajo dientuso, que compara la Tarea I con la existencia de Tarea II (tanto captura y esfuerzo como frecuencias de talla) por flota, arte y año. La escasa cobertura de Tarea II, tanto de los datos de captura y esfuerzo como de frecuencias de talla, sigue siendo un importante inconveniente respecto al marrajo dientuso y a la mayoría de las especies de tiburones. El Grupo considera que deben continuar los esfuerzos destinados a recuperar la información de Tarea II sobre los tiburones. Para la evaluación se dispuso de los conjuntos de datos correspondientes más actualizados de frecuencias de talla de Tarea II.

4.4 Estimaciones de índices de abundancia relativa

El documento SCRS/2012/046 presentaba información sobre las capturas estandarizadas por unidad de esfuerzo (en número y peso) obtenidas para el marrajo dientuso del Atlántico (*Isurus oxyrinchus*) utilizando procedimientos de modelación GLM basados en datos de mareas procedentes de la flota de palangre de superficie española que se dirigía al pez espada en el Atlántico norte y sur durante el periodo 1990-2010. En todos los casos el área se consideró el factor más relevante a la hora de explicar la variabilidad en la CPUE. El área, área* trimestre y ratio eran los factores más importantes en el Atlántico norte y el área, año y trimestre o área* trimestre en el Atlántico sur. Se identificaron también otros factores como importantes pero con un efecto menor en la variabilidad de la CPUE. Parte de la variabilidad de la CPUE se explicó por los criterios de estrategia de pesca o por la ratio entre las especies más dominantes en las capturas (pez espada y tintorera), especialmente en el caso del Atlántico norte. Los modelos significativos explicaron entre el 35% y el 44% de la variabilidad de la CPUE. La variabilidad media de la CPUE estandarizada predicha entre pares de años consecutivos se encontraba entre el 14% y el 16% o entre +2% y +4% cuando se consideraban sus incrementos absolutos o sus incrementos tanto positivos como negativos, respectivamente.

Se desarrollaron índices de abundancia actualizados para el marrajo dientuso (*Isurus spp.*) a partir de dos fuentes comerciales, el programa de cuadernos de pesca del palangre pelágico estadounidense (1986-2010) y el programa de observadores de palangre pelágico estadounidense (1992-2010) en el documento SCRS/2012/070. Los índices se calcularon utilizando un enfoque delta-lognormal de dos etapas que trata la proporción de lances positivos y la CPUE de las capturas positivas por separado. Se comunican los índices estandarizados con intervalos de confianza del 95%. Las series temporales de los observadores y de los cuadernos de pesca presentaban una forma cóncava, marcada por un descenso inicial hasta finales de los 90 y seguida por una tendencia ascendente hasta 2010.

El SCRS/2012/072 presentaba información sobre los palangreros portugueses que se dirigen al pez espada y operan en el océano Atlántico. Esta flota captura regularmente elasmobranquios como captura fortuita. De ellos, la tintorera (*Prionace glauca*) y el marrajo dientuso (*Isurus oxyrinchus*) constituyen las dos principales especies de tiburones capturadas. Este documento presenta las tendencias y estandarización de la CPUE del marrajo dientuso capturado por esta flota. Los datos fueron recopilados por observadores pesqueros y reunidos a partir de cuadernos de pesca de los patrones. Las CPUE (kg/1000 anzuelos) se estandarizaron con modelos lineales generalizados (GLM) utilizando el método delta y modelos tweedie. Los factores año, trimestre, localización y buque se utilizaron como variables explicativas y la validación del modelo se llevó a cabo con un análisis residual. Los resultados presentados son parte de un estudio en curso y proporcionan las primeras tendencias estandarizadas preliminares de las tasas de captura de marrajo dientuso procedentes de la pesquería de palangre portuguesa que opera en el océano Atlántico.

En el documento SCRS/2012/074, se estimó la CPUE estandarizada para el marrajo dientuso (*Isurus oxyrinchus*) capturado por la pesquería atunera de palangre japonés en el Atlántico utilizando los datos de cuadernos de pesca entre 1994 y 2010. Revisaba el método para extraer registros precisos de captura de marrajo dientuso de los datos de los cuadernos de pesca basándose en la información de los datos recopilados en el marco del programa de observadores. Para el Atlántico norte, la CPUE estandarizada oscilaba entre 0,07 y 0,1 entre 1994 y 2005, y posteriormente mostraba una tendencia ascendente continua. Para el Atlántico sur, la CPUE estandarizada era estable alrededor de 0,06 entre 1994 y 2006, y posteriormente mostraba una tendencia ascendente continua tal y como se observó en el Atlántico norte. Se eliminaron los datos de las mareas que se asumía que no eran fiables debido a errores en la identificación de especies basándose en el nuevo método de filtrado, que aplicaba la puntuación de los datos de los cuadernos de pesca basándose en el patrón de frecuencia de la tasa de comunicación de marrajo dientuso en cada marea. El análisis de sensibilidad mostraba que las tendencias de la CPUE estandarizada eran por lo general similares entre varios conjuntos de datos para diferentes umbrales de datos filtrados.

El documento SCRS/2012/076 presentaba una actualización de la tasa de captura estandarizada del marrajo dientuso, *Isurus oxyrinchus*, capturado por la flota atunera de palangre uruguayo basándose en información procedente de los cuadernos de pesca entre 1982-2010. Se analizaron en total 19.272 lances. De estos, 11.395 (59%) registros habían declarado capturas de marrajo dientuso. La CPUE se estandarizó mediante modelos lineales generalizados (GLM) utilizando un enfoque delta lognormal. Se observó una tendencia poco clara durante el periodo de estudio para la CPUE estándar del marrajo dientuso. Entre 2001 y 2008 se observó un descenso, sin embargo, se produjo un aumento en los dos últimos años (2009-2010).

El índice de abundancia estandarizado para el marrajo dientuso del *National Marine Fisheries Service Marine Recreational Fishery Statistics Survey* (MRFSS) se actualizó en el documento SCRS/2012/077 con datos desde 1981 hasta 2010. Los datos de captura por unidad de esfuerzo fueron estandarizados utilizando un modelo lineal mixto generalizado (GLMM) con año, temporada, modo de pesca (privado frente a fletado) y región como variables explicativas. Debido al gran número de observaciones cero, la CPUE se estandarizó utilizando un enfoque delta-lognormal. Tanto la parte de mareas con una observación positiva como el índice de abundancia delta-lognormal eran muy variables y mostraban un pico a mediados de los 90, seguido de un descenso y posteriormente una tendencia estable durante los últimos diez años.

En el documento SCRS/2012/080 se analizaban los datos de captura y esfuerzo de 88423 lances realizados por la flota atunera de palangre brasileño (nacional y fletada) en el Atlántico sudoccidental y ecuatorial entre 1978 y 2011 (34 años). La CPUE de los marrajos fue estandarizada mediante un GLM asumiendo una distribución binomial negativa de ceros aumentados (ZINB). Los factores usados en el modelo fueron trimestre, año, área y estrategia. La serie de CPUE estandarizada obtenida para los marrajos mediante la distribución binomial negativa de ceros aumentados no era muy diferente de la realizada en 2008. Los índices de abundancia mostraban una oscilación interanual moderada, con un aumento gradual en los valores de la CPUE hasta 2003, con una tendencia descendente desde ese año en adelante.

Las series de CPUE individuales se presentan en la **Tabla 13**. Se solicitó entonces a la Secretaría que aplicara la metodología de puntuación de la CPUE desarrollada durante la reunión de 2012 del Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock (Tabla 2) a la serie de CPUE presentada en esta reunión. El Grupo de trabajo sobre métodos propuso el método y solicitó que los grupos de trabajo que estaban probando el método le informaran y respaldaran (se encargó al coordinador de capturas fortuitas que proporcionara información sobre esta prueba al Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación). El ejercicio estaba destinado a demostrar al grupo cómo funcionaba el método más que a utilizarlo para seleccionar las CPUE para la evaluación del stock de tiburones. Se explicó que el ejercicio debería ser llevado a cabo por un panel de expertos, no por una persona, y el grupo se mostró de acuerdo en que esto sería útil para futuras reuniones. El grupo se mostró de acuerdo también en que esta evaluación debería realizarse en una reunión de preparación de datos o en que deberían realizarla expertos identificados antes de la reunión de evaluación de stock, ya que es un ejercicio que requiere mucho tiempo lo que retrasaría el proceso de evaluación durante las reuniones de evaluación. La **Tabla 14** muestra un ejemplo de la escala de puntuación para la CPUE de 1 (peor) a 5 (mejor).

Los índices de CPUE aparecen dibujados en las **Figuras 35 y 36** como diagramas dispersos, es decir, están dibujados uno contra el otro y por año, las líneas azules son regresiones lineales con intervalos de confianza del 95%. La comparación con la línea $Y=0$ permite identificar las correlaciones estadísticamente significativas y no significativas. Un supuesto fundamental de muchos métodos de evaluación es que los índices son aproximaciones para las tendencias de abundancia. La correlación no significativa y negativa entre los índices causará problemas en el ajuste ya que existirán señales contradictorias. La inspección de Hessian sería un

diagnóstico útil. La adecuación y coherencia de la serie de CPUE se trata más en profundidad en la sección de evaluación de stock. Puede observarse claramente que para diversas flotas existen las correlaciones no significativas y negativas tanto en la región septentrional como en la meridional.

5 Métodos y otros datos pertinentes para la evaluación de stock

El documento SCRS/2012/034 presentaba una simulación de población genérica basada en la teoría del ciclo vital. La adopción del enfoque precautorio requiere una consideración formal de la incertidumbre, por ejemplo en la calidad de los datos disponibles y en los conocimientos de las pesquerías y de los stocks. Un principio importante es que el nivel de precaución debería aumentar con la incertidumbre acerca del estado del stock, para que el nivel de riesgo sea aproximadamente constante entre los stocks. Por tanto, los stocks se clasifican a menudo como ricos en datos o pobres en datos, lo que implica que la incertidumbre es superior cuando no se dispone de datos de la pesquería. Sin embargo, incluso cuando los datos son limitados, estudios empíricos de los teleósteos han demostrado que existe una correlación significativa entre los parámetros del ciclo vital como la edad de primera reproducción, la mortalidad natural y la tasa de crecimiento. Esto podría significar que a partir de algo fácilmente observable como la talla máxima es posible inferir otros parámetros del ciclo vital, como la mortalidad natural. En este estudio se muestra cómo simular la dinámica del stock basándose en la teoría del ciclo vital en los casos en que los datos y los conocimientos son limitados.

El documento SCRS/2012/063 presentaba un análisis de elasticidad para el marrajo dientuso. A la hora de facilitar asesoramiento científico es importante incluir una declaración sobre la robustez de dicho asesoramiento ante la incertidumbre. A menudo se asume que se conocen sin error los procesos biológicos, y que éstos no varían en el tiempo. El impacto de los supuestos biológicos puede evaluarse realizando análisis de sensibilidad o mediante una evaluación de estrategias de ordenación. Sin embargo, ambos procedimientos pueden ser complejos en su aplicación y requieren un tiempo de procesamiento informático considerable. Por tanto, se utilizó una técnica más simple, un análisis de elasticidad que se utiliza a menudo en economía y gestión de la conservación, aunque hasta la fecha no ha sido muy utilizado en lo que concierne a la ordenación pesquera.

El documento SCRS/2012/064 presentaba un ejemplo de simulación de población genérica basado en la teoría del ciclo vital desarrollada en el documento SCRS/2012/034 aplicado a tres especies de tiburones: marrajo dientuso, tintorera y marrajo sardinero.

El Grupo convino en que este método era potencialmente muy útil y debería desarrollarse con el fin de contribuir a las técnicas de evaluación, incrementar la información biológica que complementa a los datos pesqueros y mejorar el asesoramiento de ordenación facilitando el desarrollo de escenarios de prueba.

En la evaluación realizada en 2012 se incluyó el Atlántico norte y sur, pero no el Mediterráneo.

5.1 BSP-Métodos del modelo de producción excedente bayesiano

Se volvió a utilizar en esta evaluación el programa del modelo de producción excedente bayesiano (BSP) que se utilizó en la evaluación de 2008 para la tintorera y los marrajos. Es el mismo programa que el modelo BSP del catálogo ICCAT, con la excepción de que fue modificado en 2008 para poder estimar las capturas a partir del esfuerzo para parte de la historia de la pesquería (Babcock y Cortés, 2009).

Para el Atlántico norte, los índices de CPUE del caso base fueron las series de los cuadernos de pesca del palangre estadounidense, del palangre japonés, del palangre portugués y del palangre español (**Tabla 13, Figura 37**). Los puntos de datos de CPUE fueron o bien ponderados igualmente o ponderados por la captura de las flotas correspondientes, o ponderados por las zonas espaciales cubiertas por las flotas correspondientes medidas a partir del número de cuadrículas de 5°x5° cubiertas por cada flota en cada año (**Tabla 15**). El año de inicio del caso base fue 1971 y se disponía de CPUE y datos de captura hasta 2010 inclusive. Para calcular la biomasa y la tasa de mortalidad por pesca en el año actual (2011), se asumió que la captura de 2011 era igual a la de 2010. La distribución previa para r era lognormal, con una media de 0,058 y una desviación estándar logarítmica de 0,12. La distribución previa para K fue uniforme en $\log(K)$ y la distribución previa para la ratio de biomasa inicial (B_0/K) fue uniforme entre 0,2 y 1,1.

Se desarrollaron varios análisis de sensibilidad y escenarios (**Tabla 16**) para evaluar el impacto de los datos de entrada y los supuestos del modelo en los resultados del modelo. ICCAT estableció su primera recomendación sobre recopilación de datos sobre tiburones en 1995 (Res. 95-02) y la mayoría de las principales pesquerías están

comunicando capturas de tiburones desde 1997. Dado que el Grupo consideró que las capturas no se habían estimado adecuadamente antes de 1997, se consideraron una serie de escenarios de captura alternativos. En el ensayo 3, el modelo comenzaba en 1997 y permitía estimar la ratio de biomasa inicial en 1997 con una distribución previa no informativa. En los ensayos 13 y 14 se asumió que la pesquería comenzaba en 1971, pero las capturas anteriores a 1997 se estimaron a partir del esfuerzo (ensayo 13) o como una constante libre (ensayo 14). Otros análisis de sensibilidad incluían variaciones en la distribución previa para r o la ratio de biomasa inicial, haciendo empezar la pesquería en 1956 y añadiendo y sustrayendo índices de CPUE (**Tabla 16**). El ensayo de continuidad, correspondiente al caso base en la evaluación de 2008, utilizaba la ponderación de zona, los índices de CPUE de Estados Unidos, Japón y España, una distribución previa uniforme para la ratio de biomasa inicial y una distribución previa algo más pesimista para r (lognormal con media 0,014 y log-sd 0,28).

Se utilizaron las mismas distribuciones previas y supuestos para el stock de marrajo dientuso del Atlántico sur (**Tabla 17**). Los índices de CPUE del caso base procedieron de las pesquerías de palangre de Uruguay, Japón, Brasil, Portugal y España. El caso de continuidad incluía todas estas series, excepto la de Portugal, porque ésta no estuvo disponible en la última evaluación.

Se utilizó el algoritmo Sampling Importance Resampling (SIR) para calcular las distribuciones posteriores, utilizando las distribuciones previas o una distribución t de múltiples variables como una función de importancia.

5.2 Métodos del modelo de producción estructurado por edad sin captura (CFASPM)

Al igual que en la evaluación de 2008, se aplicó el modelo sin capturas (descrito con detalle en en Porch *et al.* 2006) a los stocks de marrajo dientuso del Atlántico norte y sur. En general, el modelo sin capturas es un modelo de producción estructurado por edad que obtiene toda la información sobre pesquerías de las CPUE en vez de a partir de una combinación de las capturas y las CPUE. El modelo produce niveles de referencia de ordenación, pero no puede producir escenarios de captura o estimaciones de rendimiento. Durante la reunión se expuso una breve descripción de los principales rasgos del método.

5.3 Métodos basados en la talla

Los métodos simples basados en la talla son valiosos para comprobar los supuestos sobre selectividad que se plantean en modelos de evaluación más complejos así como para escoger los valores de inicio o para fijar valores. Este método se describe de forma detallada el documento en Kell y Kell (2012). En la **Figura 38** se muestran los datos de frecuencias de tallas para las principales flotas que se utilizaron en la evaluación sin capturas y en la **Figura 39** se muestran los gráficos Powell-Wetherall. Parece haber un punto de inflexión en la talla de aproximadamente 150 cm (longitud a horquilla). En la **Figura 40** se presentan series temporales sin estandarizar de talla media por zona y por flota. Estos datos podrían utilizarse como datos de entrada para una evaluación de stock basada en la ecuación de Beverton-Holt (Inoue *et al.* 2012). Parece haber una tendencia ligeramente descendente en la talla media en el Atlántico sur para las flotas portuguesa y namibia en el periodo reciente.

6 Resultados del estado del stock

6.1 Resultados BSP

Atlántico norte

Para el marrajo dientuso del Atlántico norte, los 16 ensayos del modelo BSP pudieron converger en una distribución posterior con un buen diagnóstico de convergencia, aunque varios modelos que utilizaron una distribución previa no informativa para la ratio de biomasa inicial estimaron que el valor de moda de la ratio de biomasa inicial se hallaba en su límite superior de 1,1 (**Tabla 18**). Los índices de CPUE fueron bastante coherentes en cuanto a que mostraban un descenso durante los noventa seguido de un incremento después del año 2000. Esta tendencia no coincide con las tendencias en las capturas, que fueron descendientes en los noventa y estables después del año 2000 (**Figura 37**). Debido a esta incoherencia entre los datos de captura y la CPUE, el modelo de producción no pudo ajustar adecuadamente la tendencia en los datos de la CPUE (**Figura 41**). Cuando se estimaron las capturas a partir del esfuerzo (**Figura 42**), el modelo estimó una tendencia bastante plana en las capturas hasta 1996, y una tendencia descendente en la abundancia (**Figura 41 d**). Dado el mediocre ajuste entre los índices de CPUE y la biomasa, las tendencias relativas en la biomasa con respecto a B_{RMS} y en la tasa de mortalidad por pesca con respecto a F_{RMS} eran muy inciertas, con intervalos de confianza del 80% muy amplios

(Figura 43). Las distribuciones posteriores de r fueron muy similares a las distribuciones previas, y la distribución posterior de K se estimó muy mediocrementemente, indicando que los datos no eran informativos (Figura 44).

Se inició un debate sobre la cuestión de por qué el modelo no podía ajustar la tendencia en forma de U en los índices de abundancia con incrementos después del año 2000. Para verificar si el ajuste mediocre estaba realmente causado por la discrepancia entre los índices de CPUE y los datos de captura, se ajustó otro modelo en el que se asumía que las capturas eran mucho más elevadas en los setenta y ochenta que los valores utilizados en el caso base (Figura 45). Estas capturas no se estimaron a partir de datos, su única finalidad era probar si el modelo podría ajustar una tendencia creciente en los índices de CPUE considerando una serie de capturas que fuera coherente con los datos de CPUE. Como se preveía, el modelo pudo ajustar la tendencia de la CPUE en forma de U con estos datos de captura. Es posible que la biomasa no se haya incrementado desde 2000, y que el incremento en las series de CPUE se haya debido a un incremento en la capturabilidad, en el tipo de estrategia de pesca o incluso en la comunicación de marrajo dientuso. Sin embargo, también es posible que la biomasa se haya incrementado realmente desde el año 2000. Si hubiera habido un importante volumen de capturas no comunicadas antes de 1990, es posible que los marrajos estuvieran mermados en el pasado y se hayan estado recuperando desde el año 2000.

Los resultados del modelo de producción dependen de los datos de captura y las estimaciones de captura fueron muy escasas antes de 1997. El Grupo debatió si existen otros datos adicionales sobre capturas para los primeros años de la pesquería, quizá procedentes de los registros de pesca deportiva o de antiguos estudios científicos. Se sabe que se ha pescado marrajo dientuso en el Atlántico norte en los sesenta y setenta, por lo que es posible que se hubieran producido capturas importantes en los primeros años de la pesquería.

Los 16 modelos proporcionaron resultados coherentes (Tabla 18, Figura 46). Todos hallaron que la mediana de la abundancia actual del stock se situaba por encima de B_{RMS} . Todos hallaron que la mediana de F se situaba por debajo de F_{RMS} , con la excepción del ensayo que utilizó capturas estimadas a partir del esfuerzo antes de 1997. En la Figura 46 también se indicaban intervalos de confianza del 80%. El ensayo de continuidad fue también más pesimista que la mayoría de los ensayos, presuntamente debido a la media inferior en la distribución previa para r .

Atlántico sur

Para el Atlántico sur, las capturas y la mayoría de los índices de CPUE se incrementaron entre los setenta y la actualidad (Figura 47). Al igual que en el Atlántico norte, los datos de captura y CPUE no eran coherentes entre sí. Los 13 ensayos produjeron buenos diagnósticos de convergencia, aunque varios de los ensayos estimaron que la ratio de biomasa inicial estaba cerca del límite inferior de 0,2 (Tabla 19). En general, los modelos estimaron una tendencia plana o creciente en la moda de la distribución posterior (Figura 48). Los intervalos de confianza de la tendencia B/B_{RMS} fueron relativamente estrechos, pero la F/F_{RMS} no se estimó adecuadamente (Figura 49). Las distribuciones posteriores para r fueron muy similares a las distribuciones previas, pero K tenía una distribución posterior muy plana, con una probabilidad no cero de valores tan elevados como el límite superior de K (Figura 50).

Para el stock del Atlántico sur, los índices de CPUE y las capturas parecen incrementarse desde los setenta hasta la actualidad. Varios ensayos del modelo se ajustan a esta tendencia asumiendo que la población se había mermado severamente en 1971 y se incrementó a lo largo de la serie temporal. Sin embargo, no hay pruebas de importantes pesquerías en el Atlántico sur antes los setenta. La tendencia podría explicarse parcialmente por el hecho de que se ha producido una mejora en la comunicación de las capturas de tiburones en el tiempo. Los incrementos en la capturabilidad podrían ser también un factor.

Todos los ensayos del modelo estimaron una mediana de biomasa por encima de B_{RMS} y una mediana de tasa de mortalidad por pesca inferior a F_{RMS} (Figura 51, Tabla 19). El ensayo de continuidad estimó una biomasa inferior que los ensayos del modelo actuales, supuestamente debido al valor medio inferior de la distribución previa para r .

Debido a la incertidumbre asociada con los datos de captura, el Grupo indicó que tanto para el stock del Atlántico norte como para el stock del Atlántico sur se deberían utilizar métodos alternativos para estimar el estado de la población, como métodos basados en la talla, en los datos de marcado y en los datos sobre el ciclo vital. Por ejemplo, los datos sobre el ciclo vital se han utilizado para estimar r ; y F_{RMS} puede calcularse a partir de r . Las tasas de mortalidad por pesca pueden estimarse utilizando datos de talla y a continuación éstas pueden utilizarse para calcular la mortalidad por pesca actual con respecto a F_{RMS} . También pueden utilizarse los datos de colocación y recuperación de marcas para estimar las tasas de mortalidad por pesca. Dichos métodos

requieren un número inferior de supuestos sobre las capturas históricas. Puede utilizarse la comprobación de la simulación para evaluar cualquier método propuesto. Además, se sugirió que se desarrolle un ejercicio de modelación jerárquico para evaluar los índices de CPUE para todas las especies y flotas juntas, con el fin de determinar si cualquier tendencia en los índices de CPUE puede explicarse por los cambios en los reglamentos o por los cambios en la metodología pesquera. Por ejemplo, en la pesquería de palangre de Uruguay, parece existir una correlación entre las capturas de pez espada y de marrajo dientuso (**Figura 52**), que podría indicar que el aumento de la estrategia de pesca dirigida al pez espada incrementa las capturas de marrajo.

6.2 Resultados CFASPM

Atlántico norte

Se exploraron varias sensibilidades y escenarios (**Tabla 20**). En la **Tabla 21** se establece una lista de los parámetros biológicos de entrada, tanto los que fueron fijados (no estimados) como los que fueron estimados (distribución previa). Las selectividades se estimaron al margen del modelo y se introdujeron como parámetros fijos. El procedimiento para derivar las selectividades se describe en el **Apéndice 4**. Se obtuvieron las frecuencias de edades a partir de las frecuencias de tallas mediante una retro-transformación de los datos de talla en bruto en edades utilizando la ecuación de von Bertalanffy y ajustando a continuación una ecuación logística tal y como se explica en el **Apéndice 1**. La mediana de selectividad de aproximadamente 150 cm FL (véase la sección 5.3) corresponde a tiburones de edad 4-5, lo que concuerda razonablemente bien con la distribución de frecuencias de edades obtenida directamente a partir de la retro-transformación de las tallas en edades mediante la función estacionalizada de von Bertalanffy (VBGF). En la **Tabla 22** se establece una lista de los parámetros de selectividad estimados para las diferentes flotas en el Atlántico norte y sur, y estos parámetros se representan gráficamente en la **Figura 23**. Se calculó la selectividad para España y para una flota combinada como la media de las selectividades de Japón, Portugal, Uruguay y Brasil, para poder utilizarla en la evaluación. En la **Tabla 23** se establece una lista de los puntos de referencia de ordenación y de los principales parámetros estimados.

En el ensayo 1 para el Atlántico norte se asumió una condición sin explotar en 1956 (al igual que en la evaluación de 2008), y el periodo moderno comenzaba en 1971; de tal modo que el periodo histórico abarcaba los años 1956-1970 y el periodo moderno los años 1971 a 2010. Se asumió que no había habido merma entre 1956 y 1971. Este ensayo incorporaba los índices de palangre de Estados Unidos, Japón, España y Portugal y utilizaba una ponderación igual. Se estimaron las capturabilidades para los índices y se asignaron selectividades a los índices (véase la **Tabla 22**). Se consideró una única flota y se asignó la misma selectividad para el periodo histórico y para el periodo moderno. Todos los ensayos del modelo estimaron una F constante para el periodo histórico y para el periodo moderno se estimó una F media con desviaciones anuales lognormales. En el ensayo del caso base se estimó una merma relativa del 71% de la condición sin explotar (**Figura 54**). Existe poca información en los datos para estimar valores de M y α (tasa máxima de reproducción a lo largo del ciclo vital) diferentes de las medias de las distribuciones previas especificadas. La mortalidad por pesca actual se estimó en el 41% de la requerida para que el stock alcance el RMS ($F/F_{RMS} = 0,41$) y la SSB actual se estimó en 2,04 veces la que produce el RMS ($SSB/SSB_{RMS} = 2,04$). Otros ensayos explorados incluyeron la ponderación por CV de los índices (ensayo 2); un supuesto de merma del 20% desde 1956 hasta 1971 (ensayo 3); un supuesto de la misma merma del 20% y una ponderación por CV de los índices (ensayo 4); la extracción del índice de palangre de Estados Unidos (ensayo 5); la extracción del índice de palangre de Japón (ensayo 6); la utilización de las series de palangre de Estados Unidos únicamente (ensayo 7); la utilización de las series de palangre de Japón únicamente (ensayo 8); la utilización de un índice jerárquico (ensayo 9, Conn 2010); y el supuesto de condición sin explotar en 1971, haciendo que el periodo moderno comience en 1986, con una merma gradual del 20% desde 1971 hasta 1986 (ensayo 10). Los dos ensayos que incluyen ponderación por CV (ensayos 2 y 4) fueron los menos optimistas, pero aún así estimaron que el stock no estaba sobrepescado y que no se estaba produciendo sobrepesca. El propósito del ensayo 9 (índice jerárquico) era utilizar un único índice de abundancia relativa que tuviera en cuenta el error de proceso (el grado en el que un índice mide elementos que se sitúan por encima o más allá de la abundancia relativa real). Se estimó una curva de selectividad para dicho índice a partir de las selectividades específicas por edad para Estados Unidos, Japón, España y Portugal ponderadas por la varianza y calculadas al ajustar el índice jerárquico. Se aproximó una forma funcional a dicha curva para introducirla en CFASPM (**Figura 53**). Sin embargo, este ensayo tuvo poco efecto en los resultados. En la **Figura 55** se muestra el ajuste y la merma de la SSB relativa para el ensayo 4, que fue menos optimista que los explorados y el único en el que se estimó con precisión la F histórica (**Tabla 23**). Las estimaciones de SSB/SSB_{RMS} en los diferentes escenarios explorados osciló entre 1,63 y 2,04 y las estimaciones de F/F_{RMS} oscilaron entre 0,16 y 0,62 (**Tabla 23; Figura 56**). La merma de la biomasa con respecto a la condición sin explotar osciló entre 0,55 (Ensayo 4) y 0,71 (ensayos 1 y 8). En todos los escenarios la biomasa relativa estimada

se ajustó mal a las series de CPUE, lo que sugiere que es necesario mejorar los conocimientos de los parámetros biológicos y de los factores que afectan a las series de CPUE.

Atlántico sur

Todas las entradas para el stock del Atlántico sur fueron las mismas que para el Atlántico norte, excepto para los índices, que incluyeron Uruguay, Japón, Brasil, España y Portugal. Sólo se exploraron dos ensayos: sin ponderación (ensayo 11) y con ponderación por CV. Las estimaciones del estado del stock fueron muy similares a las del Atlántico norte, con una estimación de merma relativa del 72% con respecto a la condición sin explotar (**Figura 57**). En este caso hubo algo más de información en los datos, ya que las estimaciones de M y α difirieron más de las medias de las distribuciones previas especificadas que en todos los casos para el Atlántico norte. Sin embargo, tuvo que fijarse F para los periodos histórico y moderno con el fin de que el modelo se ajustara a los índices. Se estimó que la mortalidad por pesca actual se situaba en el 38-40% del nivel requerido para que el stock alcance el RMS ($F/F_{RMS} = 0,38-0,40$) y que la SSB actual se hallaba en un nivel algo más de dos veces superior al que produce el RMS ($SSB/SSB_{RMS}=2,00-2,16$) (**Figura 58**). Al igual que en el Atlántico norte, el estado del stock indicaba que no estaba sobrepescado y que no se estaba produciendo sobrepesca, aunque una vez más, el ajuste de la biomasa relativa estimada a las series de CPUE no fue bueno.

6.3 Conclusiones generales

La evaluación del estado de los stocks del Atlántico norte y sur de marrajo dientuso se realizó con series temporales actualizadas de índices de abundancia relativa y capturas anuales, La cobertura de Tarea I y el número de series de CPUE se han incrementado desde la última evaluación de 2008, y se dispone de datos de Tarea I para la mayoría de las flotas de palangre importantes. Las series de CPUE disponibles mostraban tendencias crecientes o planas para los últimos años de cada serie (desde la última evaluación de stock), tanto para el stock del Norte como para el stock del Sur, por tanto han disminuido los indicios de sobrepesca potencial mostrados en la anterior evaluación de stock y el nivel actual de capturas podría considerarse sostenible.

Los resultados indican que en general los stocks del Norte y del Sur presentan un buen estado y que la probabilidad de sobrepesca es baja; sin embargo, también muestran incoherencias aparentes entre las trayectorias de biomasa estimadas y las tendencias de las entradas de CPUE, produciendo intervalos de confianza amplios en las trayectorias estimadas y en otros parámetros. Sobre todo en el Atlántico sur, la tendencia ascendente en los índices de abundancia desde los setenta no es coherente con el incremento de las capturas. Teniendo en cuenta los resultados de los enfoques de modelación utilizados en la evaluación, la incertidumbre asociada y la productividad relativamente baja del marrajo dientuso, el Grupo recomienda que, aplicando el enfoque precautorio, no se incremente la mortalidad por pesca del marrajo dientuso hasta que no se disponga de resultados de evaluación de stock más fiables tanto para el stock del Norte como para el stock del Sur. La elevada incertidumbre en las estimaciones de captura del pasado y la deficiencia de algunos parámetros biológicos importantes, sobre todo para el stock del Sur, siguen siendo obstáculos para obtener estimaciones fiables del estado actual de los stocks.

7 Proyecciones para diferentes escenarios de ordenación, incluidos los especificados en la Rec. 10-06 de ICCAT

No se realizaron proyecciones debido al elevado nivel de incertidumbre asociado con el estado actual del stock.

8 Recomendaciones

8.1 Recomendaciones de investigación

El Grupo recomienda la elaboración de un Programa de investigación especial para los tiburones que se centre en la reducción de las principales fuentes de incertidumbre en la formulación del asesoramiento científico. El programa se definirá durante 2013 y se enmarcará en el Plan estratégico de ciencia del SCRS previsto para el periodo 2014-2020. El Grupo considera que esta cuestión es prioritaria, ya que este programa de investigación podría resolver muchas de las cuestiones/problemas que se le han planteado al Grupo durante la sesión de evaluación. Este programa abordaría en profundidad muchas de las siguientes recomendaciones:

Debido a los pasados problemas de comunicación de especies de tiburones especialmente antes de 1997, el Grupo ha experimentado dificultades a la hora de obtener estimaciones fiables de capturas totales por especies. El Grupo, reconociendo que la cobertura de Tarea I y el número de series de CPUE se han incrementado desde la última evaluación de stock de 2008, considera que la comunicación apropiada de los datos de Tarea I específicos de las especies es clave, así como la realización de análisis encaminados a obtener estimaciones fiables de las capturas de tiburones por especies para la totalidad de la serie temporal.

El Grupo analizó nuevas series de captura alternativas, lo que incluye las facilitadas por EUROSTAT y FAO, y halló importantes discrepancias no explicadas. El Grupo recomienda que se investiguen las razones de estas discrepancias mediante un trabajo coordinado de expertos en bases de datos de cada organización (ICCAT/EuroStats/FAO). Este esfuerzo coordinado debería analizar la estructura, recopilación de datos y el control de calidad de datos en cada institución, y definir las limitaciones, cobertura y si los datos respectivos están completos. Los resultados de este análisis deberían comunicarse al Grupo.

Es necesario que las CPC determinen si sus datos de capturas de tiburones de Tarea I incluyen o no los descartes de ejemplares muertos. Por tanto, el Grupo recomienda que las CPC realicen un análisis de verificación cruzada con los datos observados para verificar esta información.

El Grupo recomienda que se proceda a la minería de datos para recuperar datos históricos junto con la exploración de análisis comparativos de la CPUE de marrajo dientuso con la CPUE de otras especies objetivo y no objetivo, en un marco de modelación, como un método potencial para estimar la captura histórica de marrajo dientuso.

Debido a la incertidumbre en las estimaciones del nivel absoluto de capturas históricas, el Grupo recomienda el desarrollo y evaluación de métodos alternativos para facilitar asesoramiento en materia de ordenación que dependa menos de los datos de captura absolutos; por ejemplo, métodos sin capturas, métodos basados en tendencias, métodos que utilizan información basada en la talla o en el marcado y modelos jerárquicos que pueden utilizar la información de múltiples flotas o stocks.

El Grupo insta a la continuación de los análisis de elasticidad para evaluar la importancia relativa de los supuestos planteados en la evaluación y ordenación de las especies de tiburones y en el establecimiento de una base objetiva para definir las prioridades en la investigación sobre aspectos biológicos y en la recuperación de estadísticas de pesca. El Grupo también recomienda la integración de métodos como el análisis de elasticidad con la aplicación ERA.

El Grupo recomienda que, durante la reunión del Grupo de especies de tiburones de septiembre de 2012, se defina una propuesta para las prioridades de muestreo biológico, basándose en los resultados del ERA (y potencialmente en el análisis de elasticidad). Además, debe fomentarse la coordinación en las actividades de muestreo futuras y en curso realizadas por las diferentes CPC. El Grupo resaltó una vez más la necesidad crítica de que se permita a los observadores recoger muestras biológicas de aquellas especies cuya retención está prohibida por las actuales reglamentaciones.

El Grupo reconoce la importancia de la Rec. 10-10 de ICCAT y considera que la información facilitada por programas de observadores científicos bien fundamentados y/o su enfoque alternativo de seguimiento científico es clave para cubrir las lagunas de conocimientos sobre las actividades pesqueras que tienen un impacto en las poblaciones de tiburones, y específicamente, el párrafo 2a, a saber, composición por especies de las capturas, Tarea I y Tarea II. Por consiguiente, el Grupo insta a las CPC a presentar la información obtenida de dichos programas lo antes posible.

Considerando la necesidad de mejorar las evaluaciones de stock de tiburones pelágicos afectados por las pesquerías de ICCAT, el Grupo recomienda que las CPC faciliten las estadísticas correspondientes de todas las pesquerías ICCAT y no ICCAT que capturan estas especies, lo que incluye las pesquerías artesanales y de recreo. El Grupo considera que una premisa básica para evaluar correctamente el estado de cualquier stock es contar con una base sólida para estimar las extracciones totales.

En el futuro, deberían identificarse las OROP pertinentes con las cuales puede colaborar en la investigación de especies de tiburones de interés común.

El Grupo recomienda que una de las principales prioridades del coordinador de captura fortuita sea la recopilación de los datos de observadores recogidos por las diferentes CPC para ponerlos a disposición de los

diferentes Grupos del SCRS, especialmente el Grupo de especies sobre tiburones y el Subcomité de ecosistemas. El Grupo insta a una colaboración más estrecha con el Subcomité de ecosistemas en lo que concierne a la optimización de los programas de observadores en general.

8.2 Recomendaciones de ordenación

El Grupo recomienda que, aplicando el enfoque precautorio, no se incremente la mortalidad por pesca de marrajo dientuso hasta que no se disponga de resultados de evaluación de stock más fiables para los stocks del Norte y del Sur.

9 Otros asuntos

El Grupo debatió la cuestión de las capturas de tiburones pelágicos realizadas por las pesquerías artesanales y de recreo en la zona del Convenio. Algunas CPC constataron que los tiburones pelágicos son capturados por pesquerías artesanales con redes de enmalle a la deriva en zonas en las que la plataforma es estrecha. Se indicó también que las CPC con pesquerías artesanales de redes de enmalle a la deriva que capturan un volumen importante de istiofóridos podrían también capturar un volumen desconocido de especies de tiburones. El Grupo consideró que es importante tener en cuenta en la evaluación todos los niveles de captura y esfuerzo asociados con los tiburones pelágicos específicos por especies, lo que incluye los de pesquerías que no se comunican a ICCAT de forma regular, como las pesquerías artesanales y de recreo.

El Grupo abordó la necesidad de mejorar los datos e información biológica requeridos para producir una evaluación mejor para las diferentes especies de tiburones que recaen bajo las competencias de ICCAT. Durante el debate se indicó que se requeriría un programa de investigación para incrementar la recopilación de datos e información biológica, lo que incluiría muestras biológicas y muy probablemente marcado. El Grupo convino en que un Programa de investigación sobre tiburones, auspiciado por ICCAT, sería el modo más apropiado de conseguir una mejora en la recopilación de datos sobre tiburones. Se constató que los objetivos y propósitos del Programa de investigación sobre tiburones sugerido se definirán y detallarán en las próximas reuniones de los Grupos de especies del SCRS.

10 Adopción del informe y clausura

El Grupo manifestó su agradecimiento por todas las disposiciones e instalaciones facilitadas por IPIMAR y sus científicos para el más que satisfactorio desarrollo de la reunión. Se indicó que la hospitalidad había sido extraordinaria y el Grupo agradeció profundamente la increíble atención prestada a los participantes por los científicos portugueses.

Referencias

- Anon. 2009, Report of the 2008 Shark Stock Assessment Meeting (*Madrid, Spain, September 1 to 5, 2008*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 64(5): 1343-1491.
- Anon. 2012, 2011 Sharks Data Preparatory Meeting to Apply Ecological Risk Assessment (*Madrid, Spain, June 20 to 24, 2011*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 68(5): 1818-1884
- Babcock, E.A. and Cortes, E. 2009, Updated Bayesian Surplus Production Model applied to blue and mako shark catch, CPUE and effort data. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT 64(5): 1568-1577.
- Conn, P.B. 2010, Hierarchical analysis of multiple noisy abundance indices. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* **67**:108-120.
- Cortés, E., Arocha, F., Beerkircher, L., Carvalho, F., Domingo, A., Heupel, M., Holtzhausen, H., Santos, M. N., Ribera, M. & Simpfendorfer, C. 2010, Ecological risk assessment of pelagic sharks caught in Atlantic pelagic longline fisheries. *Aquatic Living Resources* 23, 25-34.

Inoue, Y., Yokawa, K., Minami, H., Ochi, D., Sato, N. and Katsumata, N. 2012, Distribution of seabird by-catch using data collected by Japanese observers in 1997-2009 in the ICCAT area. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 68(5): 1738-1753.

Kell, L.T. and Kell, N. 2012, An assessment of Mediterranean albacore based on changes in mean size. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 68(2): 632-638.

Porch, C.E., Eklund, A.M., Scott, G.P. 2006, A catch-free stock assessment model with application to goliath grouper (*Epinephelus itajara*) off southern Florida. *Fish. Bull.* 104: 89-101.

TABLAS

Tabla 1. Valores de entrada biológicos en el análisis ERA.

Tabla 2. Valores de productividad para los stocks de especies en la ERA presentados en orden decreciente.

Tabla 3. Resumen de marcado - Marrajo dientuso (SMA, *Isurus oxyrinchus*).

Tabla 4. Resumen de marcado - marrajo sardinero (POR, *Lamna nasus*).

Tabla 5. Resumen de marcado - Tintorera (BSH, *Prionace glauca*).

Tabla 6. Capturas estimadas (t) de marrajo dientuso (SMA, *Isurus oxyrinchus*) por zona, arte y pabellón.

Tabla 7. Captura total (Tarea I, t) de 15 de las 18 especies de tiburones, utilizadas en los modelos ERA, entre 1970 y 2010. Actualmente, no existen datos de Tarea I para la raya látigo violeta (PLS), tiburón cocodrilo (PSK) y la manta gigante (RMB).

Tabla 8. Series temporales de capturas utilizadas para los ensayos del modelo BSP para los stocks de marrajo dientuso del Atlántico norte y sur.

Tabla 9. Distribución del total de buques palangreros en categorías de TBR por año (fuente: Tarea I - características de la flota).

Tabla 10. Número global de anzuelos de la flota de palangre por pabellón principal, entre 1950 y 2009, asociado con el stock septentrional de marrajo dientuso (fuente: LLEffDIS).

Tabla 11. Número global de anzuelos de la flota de palangre por pabellón principal, entre 1950 y 2009, asociado con el stock meridional de marrajo dientuso (fuente: LLEffDIS).

Tabla 12. Catálogo SMA de Tarea I (t1, en t) y Tarea II (t2 disponibilidad; donde "a"= t2ce solo; b = t2sz solo; "ab"= t2ce & t2sz) entre 1990 y 2010 (2011 es provisional).

Tabla 13. Tabla resumen de las series de CPUE presentadas durante la evaluación de stock de marrajo dientuso de 2012 y en la reunión de evaluación del riesgo ecológico.

Tabla 14. Tabla ejemplo para evaluar si las series de CPUE son suficientes, utilizando las series de CPUE presentadas durante la evaluación de stock de marrajo dientuso de 2012 y la reunión de evaluación del riesgo ecológico.

Tabla 15. Ponderación de índices para los ensayos del modelo BSP tanto en el Atlántico norte como en el Atlántico sur: a) ponderación por zona; b) ponderación por captura.

Tabla 16. Ensayos del modelo BSP para el Atlántico norte. Los índices del caso base fueron los índices de palangre de Estados Unidos (cuadernos de pesca), Japón, Portugal y España.

Tabla 17. Ensayos del modelos BSP para el Atlántico sur. Los índices del caso base fueron los índices de palangre de Uruguay, Japón, Brasil, Portugal y España.

Tabla 18. Medias de las distribuciones posteriores, con CV entre paréntesis, para los resultados del modelo BSP para el marrajo dientuso del Atlántico norte.

Tabla 19. Medias de las distribuciones posteriores, con CV entre paréntesis, para los resultados del modelo BSP para el marrajo dientuso del Atlántico sur.

Tabla 20. Escenarios explorados con CFASPM.

Tabla 21. Valores de entrada biológicos utilizados para el CFASPM para los stocks de marrajo dientuso del Norte y del Sur. Todos los parámetros se fijaron (no se estimaron), excepto M y alfa, que fueron estimados (distribución previa)

Tabla 22. Selectividades para los stocks de marrajo dientuso del Atlántico norte y del Atlántico sur utilizadas en el CFASPM por flota.

Tabla 23. Estimaciones de medias del CFASPM para el marrajo dientuso en el Atlántico norte. Los CV aparecen entre paréntesis.

FIGURAS

Figura 1. Distribución de especies para *Alopias vulpinus*.

Figura 2. Distribución de especies para *Prionace glauca*.

Figura 3. Distribución de especies para *Alopias superciliosus*.

Figura 4. Distribución de especies para *Carcharhinus plumbeus*.

Figura 5. Distribución de especies para *Carcharhinus signatus*.

Figura 6. Distribución de especies para *Carcharhinus obscurus*.

Figura 7. Distribución de especies para *Carcharhinus falciformis*.

Figura 8. Distribución de especies para *Isurus paucus*.

Figura 9. Distribución de especies para *Carcharhinus longimanus*.

Figura 10. Distribución de especies para *Pteroplatytrygon violacea*.

Figura 11. Distribución de especies para *Lamna nasus*.

Figura 12. Distribución de especies para *Manta birostris*

Figura 13. Distribución de especies para *Isurus oxyrinchus*.

Figura 14. Distribución de especies para *Sphyrna lewini*.

Figura 15. Distribución de especies para *Sphyrna zygaena*.

Figura 16. Distribución de especies para *Galeocerdo cuvier*

Figura 17. Distribución de especies para *Carcharodon carcharias*.

Figura 18. Distribución del esfuerzo para Brasil (con cobertura de observadores) para la ERA.

Figura 19. Distribución del esfuerzo para Taipei Chino (con cobertura de observadores) para la ERA.

Figura 20. Distribución del esfuerzo para Japón (con cobertura de observadores) para la ERA.

Figura 21. Distribución del esfuerzo para México (con cobertura de observadores) para la ERA.

Figura 22. Distribución del esfuerzo para Namibia (con cobertura de observadores) para la ERA.

Figura 23. Distribución del esfuerzo para Portugal (con cobertura de observadores) para la ERA.

Figura 24. Distribución del esfuerzo para Sudáfrica (con cobertura de observadores) para la ERA.

Figura 25. Distribución del esfuerzo para España (con cobertura de observadores) para la ERA.

Figura 26. Distribución del esfuerzo para Uruguay (con cobertura de observadores) para la ERA.

Figura 27. Distribución del esfuerzo para Estados Unidos (con cobertura de observadores) para la ERA.

Figura 28. Distribución del esfuerzo para Venezuela (con cobertura de observadores) para la ERA.

Figura 29. Distribuciones de la colocación y recuperación de marcas para el marrajo dientuso en el océano Atlántico (a = densidad de liberaciones; b = densidad de recuperaciones; c = desplazamiento recto entre los lugares de colocación y recuperación).

Figura 30. Distribuciones de la colocación y recuperación de marcas para el marrajo sardinero en el océano Atlántico (a = densidad de liberaciones; b = densidad de recuperaciones; c = desplazamiento recto entre los lugares de colocación y recuperación).

Figura 31. Distribuciones de la colocación y recuperación de marcas para la tintorera en el océano Atlántico (a = densidad de liberaciones; b = densidad de recuperaciones; c = desplazamiento recto entre los lugares de colocación y recuperación).

Figura 32. Captura acumulativa de Tarea I para el marrajo dientuso por stock.

Figura 33. Captura acumulativa de Tarea I para el marrajo dientuso para la región septentrional por artes de pesca principales.

Figura 34. Captura acumulativa de Tarea I para el marrajo dientuso para la región meridional por artes de pesca principales.

Figura 35. Gráfico de puntos de los índices de CPUE septentrionales; los índices se escalaron para que se mantuviesen entre 0 y 1 con el fin de facilitar la comparación. Las líneas azules representan regresiones lineales y las zonas sombreadas los intervalos de confianza del 95% de las regresiones.

Figura 36. Gráfico de puntos de los índices de CPUE meridionales; los índices se escalaron para que se mantuviesen entre 0 y 1 con el fin de facilitar la comparación. Las líneas azules representan regresiones lineales y las zonas sombreadas los intervalos de confianza del 95% de las regresiones.

Figura 37. Índices de abundancia para el marrajo dientuso del Atlántico norte, junto con los valores de entrada de las capturas totales en el modelo BSP.

Figura 38. Distribución de frecuencia de tallas por índices.

Figura 39. Diagramas de Powell-Wetherall por índice.

Figura 40. Serie temporal no estandarizada de talla media por stock (columna) y flota (fila).

Figura 41. Ajustes de los índices de CPUE a la tendencia de la biomasa en la moda de la distribución posterior para el marrajo dientuso del Atlántico norte en el modelo BSP, para los ensayos (a) 1:ponderación igual empezando en 1971, (b) 3:empezando en 1997, (c) 6:ponderación por área empezando en 1971 y (d) 13:captura estimada a partir del esfuerzo hasta 1996.

Figura 42. Captura predicha frente a captura introducida para el marrajo dientuso del Atlántico norte, para el ensayo 13 del BSP, en el que la captura se estimó a partir del esfuerzo en los años 1971 a 1996. La capturabilidad se estimó ajustando las capturas observadas a las capturas predichas a partir del esfuerzo desde 1997 a 2010.

Figura 43. Mediana de la biomasa actual relativa a Brms y F actual relativa a Frms, con intervalos de confianza del 80% para los ensayos de BSP (a, b) 1:ponderación igual empezando en 1971, (c, d) 3:empezando en 1997, (e, f) 6:ponderación por área empezando en 1971 y (g, h) 13:captura estimada a partir del esfuerzo hasta 1996.

Figura 44. Distribuciones posteriores de los parámetros del modelo para un ensayo típico del modelo BSP en el Atlántico norte (ensayo 6, ponderación por área) para (a) la distribución posterior conjunta de r y K, (b) r, (c) K, (d) biomasa inicial, (e) biomasa actual relativa a Brms y (f) tasa de mortalidad por pesca actual relativa a Frms.

Figura 45. Modelo BSP alternativo para el marrajo dientuso del Atlántico norte (ensayo 15) en el que se asumió que las capturas eran mucho más elevadas que las estimaciones de base (a) capturas, (b) ajuste a los datos de CPUE en la moda, (c) B/Brms con intervalos de confianza del 80% y (d) F/Frms con intervalos de confianza del 80%.

Figura 46. Para el marrajo dientuso del Atlántico norte, mediana de la biomasa relativa a Brms y mediana de la tasa de mortalidad por pesca relativa a Frms, con intervalos de confianza del 80% a partir del modelo BSP.

Figura 47. Capturas del Atlántico sur e índices introducidos en el modelo BSP.

Figura 48. Ajustes de los índices de CPUE a la tendencia de la biomasa en la moda de la distribución posterior para el marrajo dientuso del Atlántico sur en el modelo BSP, para los ensayos (a) 1:ponderación igual empezando en 1971, (b) 4: empezando en 1997, (c) 5:ponderación por área empezando en 1971 y (d) 6:captura estimada a partir del esfuerzo hasta 1996.

Figura 49. Tendencia en la biomasa relativa a Brms y F relativa a Frms con intervalos de confianza del 80%, para el marrajo dientuso del Atlántico sur en el modelo BSP, para los ensayos (a-b) 1:ponderación igual empezando en 1971, (c-d) 4: empezando en 1997, (e-f) 5:ponderación por área empezando en 1971 y (g-h) 6:captura estimada a partir del esfuerzo hasta 1996.

Figura 50. Distribuciones posteriores de los parámetros del modelo para un ensayo típico del modelo BSP en el Atlántico sur (ensayo 5, ponderación por área) para (a) la distribución posterior conjunta de r y K , (b) r , (c) K , (d) biomasa inicial, (e) biomasa actual relativa a $Brms$ y (f) tasa de mortalidad por pesca actual relativa a $Frms$.

Figura 51. Para el marrajo dientuso del Atlántico sur, mediana de la biomasa relativa a $Brms$ y tasa de mortalidad por pesca relativa a $Frms$, con intervalos de confianza del 80%.

Figura 52. CPUE estandarizadas de marrajo dientuso (SMA) y pez espada (SWO) de la flota de palangre uruguaya.

Figura 53. Selectividades usadas en el CFASPM para las diferentes flotas (arriba) y para el ensayo 9 (índice jerárquico).

Figura 54. Ajuste del modelo a los índices de abundancia relativa y al índice de merma histórica (a) y SSB relativa (b) para el marrajo dientuso del Atlántico norte (ensayo 1).

Figura 55. Ajuste del modelo a los índices de abundancia relativa y al índice de merma histórica (a) y SSB relativa (b) para el marrajo dientuso del Atlántico norte (ensayo 4).

Figura 56. Diagrama de fase de todos los ensayos explorados para el marrajo dientuso del Atlántico norte mostrando los valores actuales (para 2010) de SSB y F relativos a RMS. La etiquetas en la leyenda corresponden a los ensayos 1 a 10 (en este orden) descritos en el texto.

Figura 57. Ajuste del modelo a los índices de abundancia relativa y al índice de merma histórica (a) y SSB relativa (b) para el marrajo dientuso del Atlántico sur.

Figura 58. Diagrama de fase de todos los ensayo explorados para el marrajo dientuso del Atlántico norte mostrando los valores actuales (para 2010) de SSB y F relativos a RMS. Las etiquetas en la leyenda corresponden a los ensayos 11 y 12 (en este orden) descritos en el texto.

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden del día.

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos.

Apéndice 4. Algoritmo usado para estimar selectividades (implementado en MS Excel).