

INFORME DE LA REUNIÓN ICCAT DE 2015 DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE TINTORERA

(Lisboa, Portugal, 27 al 31 de julio de 2015)

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

La reunión se celebró en el Oceanário de Lisboa, en Lisboa, Portugal, del 27 al 31 de julio de 2015. El Dr. Enric Cortés (Estados Unidos), Presidente de la reunión, inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes ("el Grupo"). El Coordinador científico de la Secretaría dio la bienvenida a los participantes y dio las gracias al Oceanário y al IPMA por acoger la reunión y facilitar las disposiciones para la reunión. El Sr. Miguel Oliveira dio también la bienvenida a los participantes y resaltó la importancia de acoger la reunión, debido al objetivo general del Oceanário de Lisboa de fomentar la conservación global del medio ambiente marino y de los recursos pesqueros. El Presidente procedió a examinar el orden del día, que fue adoptado sin cambios (**Apéndice 1**).

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:

Punto 1	Miguel Neves dos Santos
Punto 2.1	Paul de Bruyn/Agostino Leon
Punto 2.2	Paul de Bruyn/Guillermo Diaz/Andres Domingo
Punto 2.3	Paul de Bruyn/Kwang-Ming Liu
Punto 2.4	Paul de Bruyn/Enric Cortés
Punto 2.5	Paul de Bruyn
Punto 3.1 y 3.2	Paul de Bruyn/Elizabeth Babcock/Felipe Carvalho
Punto 3.3	Paul de Bruyn
Punto 4.1	Laurence Kell/Elizabeth Babcock/Felipe Carvalho
Punto 4.2	Laurence Kell/Dean Courtney
Punto 4.3	L. Kell
Punto 4.4	Laurence Kell/Elizabeth Babcock/Dean Courtney
Punto 5	Laurence Kell
Punto 6.1 y 6.2	Enric Cortes/David Die/ Miguel Neves Santos
Punto 7 y 8	Miguel Neves dos Santos

2 Resumen de los datos disponibles para la evaluación

2.1 Identidad del stock

La SCRS/P/2015/031 informaba sobre un nuevo proyecto de la UE (MedBlueSGen) que, basándose en la Tecnología de secuenciación de siguiente generación, busca desarrollar una nueva genotipificación del ADN asociado con sitios de restricción para mejorar los conocimientos actuales sobre la tintorera (*Prionace glauca*), creando una base de datos robustos que describan la estratificación genética de la especie en el Mediterráneo. El proyecto tratará aspectos relacionados con la estructura de la población y la conexión con poblaciones que no son del Mediterráneo. y ayudará a diseñar programas de ordenación con el fin de mejorar los esfuerzos en materia de conservación para la tintorera. Los objetivos clave son: i) examinar el supuesto existente de que la tintorera del Mediterráneo es una única población (stock) y ii) predecir si podría depender de refuerzos externos del Atlántico debido al gran impacto de la captura fortuita de tintorera en las pesquerías del Mediterráneo. Teniendo en cuenta la extrema movilidad de la especie, se analizará a los juveniles, más vinculados al entorno costero que los adultos. La disponibilidad de muestras de aproximadamente una generación dentro del Consorcio MedBlueSGen ofrecerá una oportunidad única de evaluar la estabilidad de los rasgos genéticos en relación con el alto nivel de vulnerabilidad de la tintorera del Mediterráneo.

El Grupo dio las gracias al ponente por este interesante estudio y por la presentación del proyecto. El Grupo solicitó al ponente que se asegurara de que las muestras de fuera del Mediterráneo que se van a utilizar en el proyecto son representativas para determinar qué parte de la población del Atlántico (si la hay) está relacionada con las poblaciones del Mediterráneo. Esto último requerirá una distribución más amplia de muestras que no

sean del Mediterráneo que la que esta considerando actualmente el proyecto. Si es necesario, los científicos nacionales podrían ayudar a recopilar dichas muestras.

2.2 Capturas

El documento de Da Silva *et al.* (2015) describía cómo los condriictios (tiburones, rayas y quimeras) se capturan en muchas pesquerías marinas. Los esfuerzos en cuanto a ordenación e investigación de la pesca de condriictios a menudo se ven desatendidos a causa del escaso valor del producto, de la incertidumbre taxonómica, de las bajas tasas de captura y de la captura por parte de múltiples pesquerías. En los diversos sectores de la pesquería de Sudáfrica, que incluyen las pesquerías tanto artesanales como altamente industrializadas, 99 (49%) de las 204 especies de condriictios presentes en África meridional, son especie objetivo de forma regular o se capturan como captura fortuita. La captura total declarada en peso canal para 2010, 2011 y 2012 se estimó en 3.375 t, 3.241 t y 2.527 t, respectivamente. Dos tercios de la captura declarada correspondían a captura fortuita. Actualmente existen reglamentaciones para limitar las capturas de condriictios, junto con condiciones de los permisos específicas de cada especie, en las siguientes pesquerías: palangre demersal dirigido a los tiburones, palangre pelágico, línea recreativa, chinchorros y redes de enmalle. Actualmente existen en vigor medidas de ordenación limitadas para los condriictios capturados en otras pesquerías sudafricanas. Existen series de datos de captura y esfuerzo adecuadas para las evaluaciones de stock para menos de 10 especies. Se ha intentado realizar evaluaciones de stock de cinco especies de tiburones: cazón (*Galeorhinus galeus*), la musola (*Mustelus mustelus*), el jaquetón blanco (*Carcharodon carcharias*), el toro bacota (*Carcharias taurus*) y el tollo dentado (*Triakis megalopterus*). Existen prospecciones independientes de la pesquería y datos de los observadores pesqueros, que pueden utilizarse como medida de la abundancia relativa, para 67 especies. En comparación con la mayoría de los países en desarrollo, la pesca de tiburones en Sudáfrica está relativamente bien controlada y gestionada. Como en otras partes, la captura incidental y la captura fortuita continúan suponiendo un reto para la ordenación adecuada de los tiburones. En 2013, se publicó el Plan de acción nacional de Sudáfrica para la conservación y ordenación de los tiburones (PAN-tiburones). La implementación del PAN-tiburones debería ayudar a mejorar la ordenación de los condriictios en el futuro cercano.

El Grupo indicó que la ratio de captura entre el marrajo dientuso y la tintorera descrita en el documento es muy elevada. Se explicó que esto se debe probablemente a que la información facilitada son desembarques solo en peso canal, y por lo tanto no incluye a las tintoreras descartadas. Se sugirió que en ciertas zonas y durante ciertos momentos del año, el descarte de tintorera es muy elevado, lo que sesgaría esta ratio.

2.3 Índices de abundancia

El documento SCRS/2015/137 presentaba los resultados actualizados (a partir de 2008) de la pesquería de recreo dirigida a la tintorera de Irlanda que abarca el periodo 2007-2013 con miras a la evaluación de stock de 2015 de ICCAT. El programa de marcado comenzó en 1970 y continúa actualmente. Hasta 2013, se marcaron en total 18.278 tintoreras y se declararon 895 recapturas. Se presenta el análisis de los datos de 2007-2013, de los datos de CPUE disponibles de la pesquería total y de un subconjunto de patrones de buques de alquiler con caña que operan constantemente en la pesquería. Los datos incluyen 1.431 nuevos eventos de marcado y 83 recapturas desde el último informe a ICCAT, de 2008. Las tasas de recaptura eran superiores a las comunicadas anteriormente, aunque el número de peces marcados se ha reducido mucho respecto a los niveles observados en los 90. La CPUE para la pesquería global permaneció baja y era coherente con los valores menores observados inicialmente desde 2000 en adelante. Esto se observó también en el subconjunto de los patrones. El esfuerzo se ha reducido sustancialmente a causa de los menores niveles de barcos de pesca con caña y también en respuesta a las bajas tasas de captura. Los datos sugieren que la abundancia de tintorera se ha estabilizado en los niveles reducidos que se observaron a mediados de los años 2000.

El Grupo discutió si estos datos serían importantes para evaluaciones futuras, especialmente en lo que se refiere a la inclusión de los datos de marcado de este estudio y de otros programas de marcado en ambos lados del Atlántico (por ejemplo, Estados Unidos y UE-España) en los modelos de evaluación integrados.

En el documento SCRS/2015/132 se analizan los datos de captura y esfuerzo de tintorera procedentes de los registros de observadores embarcados en grandes palangreros de Taipei Chino que operaron en el Atlántico entre 2004 y 2013. Basándose en la tasa de captura fortuita de tiburones, se establecieron cinco áreas, a saber, A (al norte de 20°N), B (5°N-20°N), C (5°N-15°S), D (15°S-50°S, al oeste de 20°W) y E (15°S-50°S, 20°W-20°E). Para tratar el gran porcentaje de captura cero de tiburones, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la tintorera, el número de ejemplares capturados por 1000 anzuelos, fue estandarizado 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 de bootstrapp del 95%. La CPUE estandarizada de la tintorera alcanzó un máximo en 2006, descendió posteriormente y aumentó después de 2011 en el Atlántico sur. Respecto a la tintorera del Atlántico norte, alcanzó un máximo en 2005, descendió al mínimo en 2008 y aumentó a continuación. Los resultados obtenidos en este estudio pueden mejorarse si se dispone de series temporales de datos de observadores más largas.

Se indicó que las tendencias en la serie de CPUE podrían explicarse, en parte, por cambios en la especie objetivo. En el Atlántico norte, el gran aumento en la CPUE en 2005 podría no ser realista sino un resultado del método de estandarización. Se indicó que, en dicho año, se observaron muy pocas capturas cero (debido a la elevada cobertura de observadores en el norte en ese año). El modelo de estandarización incluía un factor de especie objetivo y los buques identificados como dirigidos a los tiburones fueron excluidos para reducir el efecto. Además, se discutió sobre el hecho de que en 2006 todo buque dirigido al patudo llevaba un observador, lo que tuvo como resultado un mayor número de observaciones. En otros años, el muestreo era menos completo, lo que también influiría en el modelo, y refleja diferentes patrones de pesca en diferentes años. Se cuestionó también la diferencia entre 2006 y 2012 en términos del número de anzuelos por lance. Se explicó que el número de anzuelos por lance aumentó en 2006 a causa de que la cuota de patudo descendió enormemente ese año y por ello los pescadores trataron de capturar otras especies para compensar. Para ciertos periodos, parece que los buques se dirigían a los tiburones y por ello las capturas cero en esos periodos son bajas. Se sugirió que podría ser interesante contar en el futuro con un mapa anual de distribución de la CPUE y/o de la ratio de capturas cero de la tintorera para observar los cambios en las tendencias de captura a lo largo del tiempo. Se señaló que podría ser necesario subponderar estos datos en la evaluación y/o iniciar la serie de CPUE en 2005 para evitar esta escasa tasa de cobertura debido a que el programa de observadores se inició en 2004.

Como se discutió en la reunión de preparación de datos de 2015, respecto a los índices de CPUE en general, el efecto de la especie objetivo requiere una mayor consideración en el futuro, ya que no está claro si actualmente dicho factor se está tratando adecuadamente durante el proceso de estandarización.

El documento SCRS/2015/133 describía cómo se utilizó la información sobre captura y esfuerzo de la flota atunera de palangre brasileña (nacional y fletada) que operaba en el Atlántico ecuatorial y sudoccidental entre 1978 y 2012 para generar un índice de CPUE estandarizado para la tintorera del Atlántico sur. Se analizaron en total 92.766 lances. Se estandarizó la CPUE mediante un modelo mixto lineal generalizado (GLMM) utilizando un enfoque delta lognormal. Los factores utilizados en el modelo fueron trimestre, año, área y estrategia de pesca. La serie de CPUE estandarizada muestra una oscilación importante en el tiempo, con una tendencia ascendente general después de 1996.

Se observó que, a finales de los 90, se introdujeron los bastones de luz y las pesquerías comenzaron a dirigirse al pez espada y a ampliarse a diferentes zonas de pesca. En años más recientes y como resultado de una creciente demanda de tintorera del mercado, a partir de 2001 la serie de CPUE aumenta rápidamente. Estos cambios son difíciles de reflejar, pero se está intentando solucionar este tema dentro del modelo. Se indicó que esta serie probablemente no refleja la abundancia del stock y, por tanto, podría no ser adecuado usarla en esta etapa. Se sugirió desarrollar dos series para tener en cuenta el cambio en la especie objetivo. La discusión sobre este documento se aplazó a las discusiones de la evaluación con el fin de identificar los efectos que esta serie podría tener en los modelos de evaluación de stock.

El documento SCRS/2015/141 presentaba la forma en que se habían combinado los índices de abundancia relativa (CPUE) disponibles para las evaluaciones de la tintorera en el Atlántico norte y el Atlántico sur utilizando diferentes métodos. Tras el trabajo realizado para la evaluación del stock de tintorera del SCRS de 2008, se combinaron los índices mediante un GLM con dos opciones de ponderación: por la captura del pabellón representado por cada índice y por el área del pabellón representado por cada índice. Además, se desarrolló también un índice de abundancia jerárquico que combina todos los índices disponibles en una serie única. Los tres índices obtenidos para el Atlántico norte y sur seguían en general tendencias muy similares, con una tendencia plana en el Atlántico norte y una tendencia ascendente en el Atlántico sur en los años recientes de la serie temporal. Estos índices pueden ser potencialmente utilizados en análisis de sensibilidad en las evaluaciones de stock.

Se indicó que, en varias reuniones recientes del SCRS, se desaconsejó el proceso de combinar los índices de CPUE ya que tienden a enmascarar las tendencias individuales de las series y las razones subyacentes de por qué las series son diferentes. Además, ciertos modelos pueden hacer uso estocásticamente de las distintas series

sin necesidad de combinar los índices. Por ello, los índices combinados podrían no ser adecuados para usarlos en modelos de evaluación. Podría ser más útil agrupar las CPUE que presentan tendencias similares e incluirlas como escenarios separados, tal y como se discutió durante la evaluación de patudo de 2015 (SCRS/2015/015).

Por último, se comentó que se habían realizado los cambios en la serie de CPUE uruguaya solicitados durante la reunión de preparación de datos de tintorera de 2015. La estandarización se había vuelto a hacer, omitiendo los dos años finales de la serie.

2.4 Biología

El documento SCRS/2015/142 describía el cálculo de las tasas de crecimiento máximo de la población (r_{max}) y los valores de la inclinación (h) de la relación stock reclutamiento de Beverton-Holt para los stocks del Atlántico norte y sur de tintorera basándose en la última información biológica disponible reunida en la reunión de preparación de datos de tintorera de 2015. Para incluir un rango plausible de valores, se incorporó la incertidumbre en las estimaciones de los valores de entrada del ciclo vital (edad reproductiva, ciclo de vida, parámetros de crecimiento de von Bertalanffy y mortalidad natural) mediante una simulación Monte Carlo asignando distribuciones estadísticas a estas características biológicas en un enfoque de matriz de Leslie. La productividad estimada era elevada ($r_{max}=0,31-0,44 \text{ yr}^{-1}$ para el stock del Atlántico norte; $r_{max}=0,22-0,34 \text{ yr}^{-1}$ para el stock del Atlántico sur), como ya se había hallado para estas y otras poblaciones de esta especie. Por consiguiente, los valores de la inclinación analíticamente derivados eran también elevados ($h=0,73-0,93$ para el stock del Atlántico norte; $h=0,55-0,84$ para el stock del Atlántico sur). Estas estimaciones pueden utilizarse como valores de entrada tanto en los modelos de producción excedente (r_{max}) como en los modelos de evaluación de stock estructurados por edad (h).

El Grupo indicó que existen grandes diferencias entre los parámetros estimados para la población septentrional y los estimados para la población meridional, lo que era inesperado. Se comentó que en el sur existen más estudios y por esa razón las estimaciones podrían ser más realistas biológicamente. Entre las principales razones que podrían explicar las diferencias en la productividad y la inclinación entre los stocks del Atlántico norte y sur, se encuentran los parámetros de la curva de crecimiento de von Bertalanffy, que dan lugar a estimaciones sustancialmente diferentes de M a través de los métodos de estimación indirectos basados en parámetros poblacionales utilizados, y a la disponibilidad de una ojiva de maternidad para el Atlántico sur. Se sugirió que, para futuros análisis, debería investigarse la cobertura espacial de los estudios individuales incluida en las estimaciones, tanto para el Atlántico norte como para el sur. El autor sugirió que los valores para los escenarios 1 y 2, que utilizaban la tasa media de supervivencia anual obtenida a partir de siete métodos basados en parámetros poblacionales invariables, y la fecundidad constante y creciente, respectivamente, están más en línea con los estudios previos, y que los valores para los escenarios 3 y 4, que utilizaban la supervivencia anual máxima y la fecundidad constante y creciente, respectivamente, parecían irrazonablemente elevados, incluso para una especie de tiburón tan productiva como la tintorera. Se observó que, en el futuro, debería llevarse a cabo más trabajo en colaboración para aumentar la cantidad de información disponible para estos tipos de análisis y mejorar estos valores estimados.

2.5 Otros datos pertinentes

La presentación SCRS/P/2015/030 detallaba un enfoque de un marco de modelación estadística, proporcionado por un prestatario externo, para estimar el esfuerzo pesquero de todo el Atlántico sobre las especies de túnidos y especies afines que se está desarrollando utilizando los datos de captura nominal de "Tarea I" y de captura y esfuerzo de "Tarea II" de la base de datos EFFDIS. El principal problema surge porque los datos de Tarea I, que se pensaba que eran exhaustivos, están disponibles solo como totales anuales para cada combinación de especie, pabellón y arte. Los datos de Tarea II, por otra parte, son más detallados y se dispone de información sobre ubicación y estacionalidad pero a menudo es incompleta. El desafío entonces es combinar ambas fuentes de información para producir las mejores estimaciones de esfuerzo pesquero. El método que se está desarrollando actualmente depende de un conjunto de modelos aditivos generales (GAM) que se está ajustando a los datos de Tarea II. Los GAM se seleccionaron porque son muy flexibles, pueden tratar distribuciones asimétricas y elevadas prevalencias de ceros, rasgos ambos de los datos de EFFDIS. Los modelos toman las variables pertinentes (por ejemplo, número de anzuelos calados) y los modelan como funciones lisas de varias combinaciones de covariables de ubicación (por ejemplo, latitud, longitud, profundidad) y de tiempo (por ejemplo, mes y tendencia a largo plazo). Las formulaciones específicas del modelo pueden tratar también interacciones entre los términos, permitiendo así que las formas de las distribuciones espaciales cambien con el tiempo, lo que es importante. Una vez ajustados y probados, los modelos pueden usarse entonces para "predecir"

valores de captura por unidad de esfuerzo como funciones de cualquier combinación de las covariables pertinentes junto con el error o la varianza. El esfuerzo total se estimó "extrapolando" con los totales de Tarea I, de acuerdo con la fórmula: $\text{Esfuerzo (Tarea 1)} = \text{Captura (Tarea 1)} / \text{CPUE (Tarea 2)}$. Los hallazgos iniciales son prometedores pero los problemas de confusión (muestreo no aleatorio tanto en el espacio como en el tiempo) son importantes y difíciles de ignorar. El propósito de la presentación era describir los modelos, los resultados y las estimaciones del esfuerzo pesquero realizados para el Atlántico hasta ahora.

La impresión del Grupo fue positiva y se aprobó el marco/estrategia global de modelación. Algunos miembros del Grupo, sin embargo, manifestaron su preocupación por el tratamiento de la "flota" o "pabellón". Agrupar los datos por variables temporales y de ubicación podría ser una excesiva simplificación. Algunas flotas, por ejemplo, calan palangres de superficie, otras los calan en aguas profundas o medias. También varían, y han variado mucho a lo largo del tiempo, el tamaño de los anzuelos, los cebos y las estrategias relacionadas con la especie objetivo. Teniendo en cuenta que los datos son especialmente irregulares antes de los 60, se sugirió que el marco de modelación podría concentrarse únicamente en los años más recientes. Esto reduciría sustancialmente el trabajo de cálculo. Además, se solicitó al prestatario que incluyera los datos sobre pesquerías artesanales y que considerara alguna forma de incluir la información sobre combinaciones flota/pabellón que comunican solo datos de Tarea I. Los catálogos de datos, preparados por la Secretaría, están disponibles con este fin.

El método que se está desarrollando es modular, por lo que podría alterarse fácilmente para incluir información de la flota o el pabellón. Podrían establecerse polígonos alrededor de los datos para cada flota y el mismo modelo de regresión (es decir, captura ajustada a las covariables de ubicación y tiempo) ajustado a los datos dentro de cada flota. Podrían posteriormente elaborarse "superficies" estimadas para cada flota utilizando los modelos, y el esfuerzo estimarse de la misma forma que se describe más arriba. El prestatario se mostró de acuerdo en que la agregación de los datos solo estaba probablemente "ocultando" la variabilidad subyacente debida al efecto flota y acordó experimentar con esto, pero señaló que surgirían problemas a causa de: (i) muestreo no aleatorio en el espacio y en el tiempo, (ii) el hecho de que algunas flotas no comunican ningún dato de Tarea II y (iii) la abrumadora dificultad para comprender los diferentes métodos/actividades de pesca.

Se instó al prestatario a recordar el propósito original del trabajo. El principal interés de estas estimaciones del esfuerzo espacio-temporales es la necesidad de identificar la distribución del esfuerzo por áreas y momento del año. Esta información es necesaria para estimar el impacto de la pesca sobre las especies objetivo y las especies de captura fortuita. El Grupo debatió sobre el hecho de que, a causa de que las estrategias de pesca son diferentes entre las flotas, el enfoque preferible es la estimación de EffDIS por flota. Se sugirió también que los datos de Tarea II, por sí mismos, serían suficientes para esto y que podría ser innecesaria, como paso intermedio, la "extrapolación" a la Tarea I. Se solicitó también al prestatario que considerara la inclusión de las pesquerías artesanales, que son importantes, pero seguía sin estar claro de dónde procederían los datos para ello y cómo sería su calidad.

En resumen, el prestatario se mostró de acuerdo en explorar el efecto flota/pabellón en más detalle y explicó que haría un esfuerzo para entender mejor las necesidades de los usuarios potenciales de estos datos. Se indicó que el prestatario está ampliando el análisis demasiado hacia el sur y la Secretaría de ICCAT se mostró de acuerdo en facilitar límites más realistas entre los que tendrá lugar la interpolación.

3 Métodos y otros datos pertinentes para la evaluación

El Grupo indicó en la sección 2 que casi todos los datos de entrada disponibles para los modelos están exhaustivamente descritos y presentados en el Informe de la reunión de preparación de datos de tintorera de 2015 (SCRS/2015/012). Los nuevos conjuntos de datos disponibles para los modelos de evaluación eran las series de CPUE proporcionadas antes de la reunión de evaluación del stock de tintorera de 2015. Las **Tablas 1 y 2** facilitan todas las series de CPUE (incluidas las nuevas series) y los CV relacionados, que están disponibles para su uso en los modelos de evaluación.

3.1 Modelos de producción

Modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio

El SCRS/2015/153 presentaba los resultados iniciales de la evaluación de stock de la tintorera del Atlántico sur. La evaluación consistió en ajustar un modelo de producción excedente bayesiano de estado-espacio a los datos de CPUE para la tintorera del Atlántico sur. La serie temporal de captura se ha derivado del informe de la reunión de preparación de datos de tintorera de 2015, los índices de abundancia relativa para la tintorera consistieron en la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) estandarizada para las pesquerías de palangre de Japón, Brasil, Uruguay, UE-España, y Taipei Chino. Se desarrolló un ensayo que incluía todos los índices de CPUE de entrada y los valores medios previos como caso base. Se desarrollaron dos modelos alternativos para evaluar la sensibilidad del modelo a los diferentes supuestos sobre la merma inicial del stock y los cambios en los datos de entrada.

Las especificaciones completas de los modelos iniciales se detallan en el documento SCRS. Basándose en las discusiones del grupo, se solicitaron ensayos adicionales para solucionar las incertidumbres y los temas identificados en los ensayos iniciales del modelo. Estos nuevos ensayos son todas variaciones sobre el modelo inicial. En la **Tabla 3** se resumen los detalles de estos nuevos ensayos. En el modelo inicial se utilizaron datos de captura de 1971-2013 (tal y como se describe en el Informe de la reunión de preparación de datos de tintorera de 2015). En el modelo se utilizó la CPUE estandarizada de Japón, Brasil, Uruguay, UE-España y Taipei Chino. Se estimaron las capturabilidades por bloque temporal para las series de CPUE de Japón (punto de cambio en 1994) y Brasil (punto de cambio en 2001), tal y como se describe en el documento SCRS. El método de alisado de loess recomendado por Francis (2011) se utilizó para ponderar los datos. Este método implica ajustar un índice de CPUE transformado logarítmicamente utilizando alisadores loess y calculando el CV de los valores residuales del ajuste del alisador a los datos.

Se asumieron una distribución previa informativa para r y una distribución previa moderadamente informativa para K . Para r se utilizó una distribución lognormal con una media de 0,21 y una desviación estándar de 0,07, tal y como sugirió el Grupo. Siguiendo el enfoque de Meyer y Millar (1999), que sugirieron tomar los percentiles 10 y 90 de una distribución lognormal, se utilizaron, respectivamente, valores de 100 y 850 t (en miles) para expresar un intervalo de una probabilidad (moderadamente) elevada de la distribución previa para K . Los percentiles corresponden a una variable aleatoria lognormal con media y desviación estándar de 291 t (en miles) y 0,835, respectivamente y se asumió un CV del 100%. Se utilizó una distribución previa gamma inversa no informativa para el parámetro de capturabilidad (0,001, 0,001). El error de proceso (sigma) se fijó en 0,05 (véase Ono *et al.* 2012 para más detalles). Para el caso base del modelo, se asumió que la biomasa en el primer año era igual a K (i.e. $P_1 = \psi = 1$), lo que significa que en 1970 la población no estaba explotada.

Durante la reunión se llevaron a cabo ensayos adicionales, solicitados por el Grupo, del modelo de producción excedente bayesiano de estado-espacio (**Tabla 3**). Los ensayos de sensibilidad incluidos asumían una distribución previa para K menos informativa y añadían una constante de 0,2 y 0,1 al CV de los diferentes índices de CPUE. Dado que el CV estimado para la serie temporal de CPUE de UE-España en el caso base del modelo era muy pequeño (0,03), se realizó un ensayo del modelo añadiendo una constante de 0,1 a los CV solo para este índice. Para evaluar el impacto de incluir el error de proceso en el modelo de evaluación de stock, se incluyeron ensayos de sensibilidad eliminando el error de proceso del modelo, además de asumiendo diferentes valores (es decir, 0,01). Además, en los modelos sin error de proceso se asumieron también diferentes niveles de CV para la serie temporal de CPUE.

Modelo de producción excedente bayesiano

El documento SCRS/2015/150 presentaba ensayos del software del modelo bayesiano de producción excedente (BSP) utilizado para las evaluaciones de 2004 y 2008 utilizando los nuevos datos disponibles de captura y de CPUE para la tintorera del Atlántico norte y sur. La distribución previa informativa para la tasa de aumento de la población (r) se actualizó para reflejar la nueva información biológica. Siguiendo las recomendaciones formuladas en la reunión de preparación de datos de tintorera de 2015, los índices utilizados para el norte fueron los siguientes: observadores de palangre de Estados Unidos, palangre japonés, cruceros de Estados Unidos, palangre portugués, palangre venezolano, palangre español y palangre de Taipei Chino, y para el sur: palangre de Uruguay, palangre de Brasil, palangre japonés, palangre de Taipei Chino y palangre español. Los puntos de datos del índice se ponderaron por la captura, por el esfuerzo o igualmente. Los datos de captura son incompletos para la mayor parte de la historia de la pesquería. Por lo tanto, varios ensayos utilizaron una versión

del modelo BSP que puede ajustarse a una serie de datos de esfuerzo de palangre en lugar de a la captura en la primera parte de la serie temporal. Se utilizó el análisis bayesiano de decisión para examinar la sostenibilidad de los diversos niveles de captura futura en el mercado de cada escenario de captura o de esfuerzo. Se presentaron también diagramas de Kobe.

Las especificaciones completas del modelo inicial se detallan en el documento SCRS/2015/150. Se asumió que el primer año de la pesquería era 1957 en el norte y 1971 en el sur, en coherencia con la evaluación de 2008. Los datos de captura calculados en la reunión de preparación de datos incluían las capturas declaradas de Tarea I, las capturas deducidas a partir de las ratios entre la captura de tintorera y la captura de tónidos y las capturas estimadas en base a las tasas de captura y esfuerzo y estaban disponibles desde 1971 en ambas regiones. Para la población del Atlántico norte, las capturas se estimaron a partir del esfuerzo para los años 1957 a 1970. Para ambas regiones, en un ensayo del modelo alternativo, las capturas se estimaron a partir del esfuerzo hasta 1996 inclusive, basándose en el supuesto de que las capturas desde 1997 hasta 2013 son las más fiables. Los puntos de datos de la CPUE se ponderaron bien por la captura relativa en cada flota o bien por el esfuerzo relativo en cada flota o todos los puntos de datos se ponderaron igualmente. En otro ensayo del modelo, se utilizó un índice combinado calculado ponderando la captura en lugar de ajustar cada serie de manera independiente.

Las distribuciones previas se establecieron de la siguiente manera. La ratio de biomasa inicial (B_0/K) era lognormal con una media de 1,0 y un CV de 0,2 limitado entre 0,2 y 1,1. La distribución previa para K del caso base era uniforme en $\log(K)$ y el valor máximo de K se aumentó hasta que ya no influía en la distribución posterior (5,0E7 en el norte y 1,0E8 en el sur). Las distribuciones previas para r eran lognormales, para el norte con una mediana de 0,324 y una desviación estándar de 0,043 (varianza logarítmica=0,0173) y, para el sur, con una mediana de 0,218 y una desviación estándar de 0,0719 (varianza logarítmica=0,106) (basado en el SCRS/2015/142). En ambas regiones, r se limitó entre 0,001 y 2. Si se estimaba la desviación estándar residual, se le aplicó una distribución previa uniforme no informativa de entre 1,0E-5 y 100. Si se utilizaba el esfuerzo para deducir las capturas, la capturabilidad q_c recibía una distribución previa uniforme de entre 1,0E-9 y 0,1. B_{RMS}/K se estableció en 0,5 para todos los ensayos.

En la reunión se llevaron a cabo, a petición del Grupo, ensayos adicionales del modelo BSP, todos ellos variaciones del modelo inicial (**Tabla 4**). Para el norte, incluían un ensayo que empezaba en 1971 en lugar de en 1957 para no usar datos de esfuerzo, y un ensayo con un error de proceso con una desviación estándar (sigma) de 0,05. Los modelos con error de proceso se ejecutaron utilizando el software BSP2, que es una versión alternativa del software de BSP (SCRS/2013/100). Además, el modelo sin error de proceso se aplicó a cada índice de forma independiente. Para el sur (**Tabla 4**), los ensayos adicionales del modelo incluían uno sin el índice de CPUE brasileño, uno con el índice brasileño separado en el año 2002, dos con error de proceso y ensayos para cada índice por separado. Para evaluar por qué el modelo de producción de estado-espacio en JAGS y el modelo BSP estaban produciendo resultados diferentes, a pesar de usar las mismas ecuaciones para la dinámica de la población, distribuciones previas y verosimilitudes, se llevaron a cabo ensayos pre-datos post-modelo (PMPD). Los ensayos PMPD utilizaban datos de CPUE no informativos (un punto único en cada serie) para evaluar las implicaciones de la estructura del modelo, las distribuciones previas y la serie temporal de captura para las distribuciones posteriores de cada parámetro. En la **Tabla 4**, el ensayo S-PMPD1 utilizaba el software BSP2, con un CV de la distribución previa para $B[1]/K$ de 0,01 y una distribución previa para r revisada (media=0,38 y log-sd=0,326, véase el **Apéndice 5**). El ensayo S-PMPD2 utilizaba JAGS, con la distribución previa para r del caso base a partir del modelo de estado-espacio (media = 0,21, log-sd=0,07), con un CV de la distribución previa para $B[1]/K$ de 0,001, y un valor mínimo permisible de B/K igual a 0,01. El ensayo S-PMPD3 utilizaba JAGS con una distribución previa para r revisada, un CV de la distribución previa de $B[1]/K$ de 0,2 y el B/K mínimo igual a 0,001.

3.2 Modelos estructurados por edad basados en la talla: Stock Synthesis

El documento SCRS/2015/151 presentaba los ensayos preliminares del modelo Stock Synthesis (SS3) para la tintorera del Atlántico norte basados en los datos de la captura disponible, la CPUE, la composición por tallas, y el ciclo vital recopilados por el Grupo de especies de tiburones. Se implementó un modelo de sexos combinados para reducir la complejidad del modelo. Se asumió una relación stock reclutamiento de Beverton-Holt. La inclinación de la relación stock reclutamiento y la mortalidad natural por edad se fijaron en valores estimados independientemente. Sin embargo, varios de los ensayos preliminares del modelo tuvieron como resultado un diagnóstico de convergencia irrazonable, y los resultados del modelo parecían ser sensibles a las ponderaciones asignadas en la verosimilitud del modelo a los datos de composición por tallas (tamaño de la muestra) relativos a los datos de la CPUE (ponderación por el inverso del CV). Dos ensayos preliminares del modelo que

utilizaban factores de multiplicación para reducir el tamaño de la muestra de entrada asignado a los datos de composición por tallas en la verosimilitud del modelo, tuvieron como resultado diagnóstico de convergencia razonables. Los ajustes de los modelos a los datos de composición por tallas y de CPUE fueron similares para ambos. Ambos modelos tuvieron como resultado un tamaño del stock reproductor y tasas de mortalidad por pesca sostenibles respecto al rendimiento máximo sostenible. El modelo con un tamaño de la muestra relativamente menor asignado a los datos de composición por tallas tuvo como resultado un tamaño del stock relativamente más mermado.

El Grupo reconoció el exhaustivo trabajo llevado a cabo para preparar el modelo stock Synthesis para esta especie por primera vez en el Atlántico norte, y señaló la importancia de esta etapa inicial con futuros fines de evaluación. Basándose en las series temporales de datos de captura disponibles, el año de inicio del modelo era 1971, y el año final, 2013. Se obtuvo la captura en toneladas métricas por pabellón principal para la tintorera del Atlántico norte a partir de los datos recopilados durante la reunión de preparación de datos de tintorera de 2015 y se asignó a las "flotas" F1-F9. La captura en equilibrio (Captura eq.=17.077 t) al inicio de la pesquería (1970) se obtuvo a partir de una media de los diez años posteriores (1971 a 1980) para las flotas F1 (UE-España+Portugal) + F2 (Japón) + F3 (Taipei Chino). Se obtuvieron también los índices de abundancia para la tintorera del Atlántico norte y sus correspondientes coeficientes de variación (CV) a partir de los datos recopilados durante la reunión de preparación de datos de tintorera de 2015 (**Tablas 1 y 2**), excepto para las series actualizadas de la pesquería de recreo de Irlanda y la de Taipei Chino, que fueron presentadas por separado. Los índices de abundancia disponibles y sus CV asociados se asignaron a las "encuestas" S1-S10.

Los datos de composición por tallas para la tintorera del Atlántico norte (35-390 cm FL, en intervalos de 5 cm FL) se obtuvieron a partir de los datos recopilados durante la reunión de preparación de datos de 2015 de tintorera, tal y como especifica el documento SCRS/2015/039 (Coelho *et al.* 2015), para la UE (UE-España+UE-Portugal, 1993-2013), JPN (Japón, 1997-2013), TAI (Taipei Chino, 2004-2013), Estados Unidos (1992-2013), VEN (Venezuela, 1994-2013) y se asignaron a las "flotas" F1-F9 y las "prospecciones" S1-S10. El intervalo se aumentó hasta 10 cm FL porque un patrón irregular en las composiciones de tallas de algunas fuentes de datos (TAI y VEN) indicaba que las tallas podrían no haberse medido en una resolución de 5 cm FL. Las distribuciones de tallas finales utilizadas en el modelo SS3 se presentan en la **Figura 1**. Los datos de composición por tallas para machos y hembras se combinaron posteriormente para usarlos en los ensayos preliminares del modelo SS3 con el fin de reducir la complejidad del modelo preliminar.

Los datos de entrada del ciclo vital se obtuvieron a partir de los datos reunidos en la Reunión intersesiones del Grupo de especies sobre tiburones de 2014 (Anon. 2015) y a partir de la información adicional presentada durante la reunión de preparación de datos de tintorera de 2015, tal y como explica el documento SCRS/2015/042. La edad máxima se fijó en 16. Se asumió que el crecimiento en la talla por edad seguía una relación de crecimiento tipo von Bertalanffy (VBG). Se definieron en total 71 intervalos de talla de la población (35 – 385+ cm FL, intervalos de 5 cm FL). Se implementó un modelo de sexos combinados calculando la talla media específica del sexo de VBG en la edad 0 (L_{Amin} combinada, 62,3 cm FL), la L_{inf} media específica del sexo de VBG (L_{inf} combinada = 296,0) y el coeficiente de crecimiento medio específico del sexo de VBG (k combinado = 0,16). La distribución de la talla media en cada edad se modeló como una distribución normal, y el CV en la talla por edad media se modeló como una función lineal de la talla. Los CV en la talla por edad se fijaron en 0,15 para L_{Amin} y en 0,12 para L_{inf} , y se interpolaron linealmente entre L_{Amin} y L_{inf} . Se utilizó una relación talla-peso de sexos combinados para convertir la talla del cuerpo (cm FL) al peso del cuerpo (kg).

La inclinación de la relación stock-reclutamiento (h) y la mortalidad natural por edad (M_a) se obtuvieron a partir de los resultados preliminares basados en métodos de estimación basados en parámetros poblacionales invariables descritos aparte en el documento SCRS/2015/142. Se asumió una relación stock reclutamiento de Beverton-Holt. El parámetro de inclinación, h , se fijó en la media de la distribución de los valores de inclinación obtenidos a partir de métodos de estimación basados en parámetros poblacionales invariables ($h = 0,73$). De forma similar, se calculó la supervivencia específica de cada sexo en cada edad como la media de la distribución en la supervivencia por edad, S_a , obtenida a partir del documento SCRS/2015/142. La mortalidad natural por edad específica de cada sexo se obtuvo posteriormente como $-\ln(S_a)$. La mortalidad natural de sexos combinados se calculó posteriormente como la mortalidad media de los machos y las hembras en cada edad.

En total, se llevaron a cabo 6 ensayos preliminares del modelo para explorar la sensibilidad del modelo a la ponderación del componente de verosimilitud (**Tabla 5**). Para el ensayo preliminar 1, los tamaños de muestra observados (el número de tiburones medidos) obtenidos a partir de las composiciones por tallas disponibles (flotas F1-F5) se utilizaron directamente en los cálculos de la varianza de la verosimilitud del modelo para

"ponderar" los datos de composición por tallas. Los CV observados obtenidos a partir de los índices de abundancia disponibles (prospecciones S1-S10) se utilizaron en la verosimilitud del modelo como "ponderaciones" por el inverso del CV para los índices de abundancia (SCRS/2015/151). El ensayo preliminar 2 era el mismo que el ensayo preliminar 1 excepto en que se aplicó un CV constante del 20% como ponderación por el inverso del CV al índice de abundancia obtenido mediante la prospección S9 (ESP-LL-N). El ensayo preliminar 3 era el mismo que el ensayo preliminar 2 excepto en que el tamaño de la muestra de la composición por tallas de entrada se fijó en un máximo de 200. El ensayo preliminar 4 era el mismo que el ensayo preliminar 2 excepto en que los tamaños de la muestra para los datos de composición por tallas de entrada para las flotas F1-F5 se ajustaron con factores de multiplicación del ajuste de la varianza (0,01, 0,01, 0,1, 0,1, 0,1, respectivamente) para que los tamaños de muestra efectivos de las flotas F1-F5 fueran aproximadamente iguales a 50-200. El ensayo preliminar 5 era el mismo que el ensayo preliminar 2 excepto en que los tamaños de la muestra para los datos de composición por tallas de entrada para las flotas F1-F5 se ajustaron con factores de multiplicación del ajuste de la varianza (0,0184, 0,0478, 0,0261, 0,1373, 0,2236, respectivamente) para que los tamaños de muestra efectivos de las flotas F1-F5 fueran aproximadamente iguales al tamaño de muestra efectivo obtenido a partir de los resultados de Stock Synthesis (SCRS/2015/151). El ensayo preliminar 6 era el mismo que el ensayo preliminar 2 excepto en que los tamaños de la muestra para los datos de composición por tallas de entrada para las flotas F1-F5 se ajustaron con factores de multiplicación del ajuste de la varianza (0,0019, 0,0047, 0,0046, 0,0573, 0,0403, respectivamente) para que los tamaños de muestra efectivos de las flotas F1-F5 fueran aproximadamente iguales al tamaño de muestra efectivo obtenido a partir del programa r4ss (SCRS/2015/151).

El Grupo discutió algunos aspectos de los datos de distribución por tallas que parecían influir en los resultados del modelo. Un aspecto eran las distribuciones bimodales de algunas composiciones de tallas (especialmente UE-PRT+UE-ESP y JPN) dentro del Atlántico norte (norte de 30°N). Las tintoreras de menor tamaño parecen predominar al norte de 30°N, mientras que las de más tamaño predominan al sur de 30°N. Separar los datos de datos de talla al norte y al sur de 30°N eliminaba gran parte de la distribución bimodal de estas flotas (**Figura 2**).

Al comparar los ensayos preliminares del modelo SS3, el Grupo indicó que la ponderación asignada a los datos de talla de la UE en el modelo tenía una gran influencia en los resultados del modelo (Ensayo 4 y Ensayo 6). Esto parece estar sucediendo a causa de la distribución bimodal de los datos (especialmente UE-PRT+UE-ESP, pero también Japón) y al hecho de que con el Ensayo 4, el modelo predecía más captura de juveniles mientras que con el modelo 6 predecía más captura de adultos. Dado que la flota de la UE es responsable de ~82% de la captura, y que la composición por tallas bimodal de UE-PRT+UE-ESP no está bien ajustada en ninguno de los modelos actuales, el ajuste a los datos de talla en el modelo podría mejorarse en evaluaciones futuras separando las capturas de tintorera del Atlántico norte (especialmente UE-PRT+UE-ESP pero también JPN) en regiones geográficas que tengan composiciones por tallas similares (por ejemplo, al norte y al sur de 30°N).

En general, el Grupo discutió la importancia relativa de los índices de CPUE frente a los datos de composición por tallas en el modelo. Por una parte, la inclusión de los datos de talla en el modelo SS3 representa un paso adelante en términos de modelación del stock. Por otra parte, de acuerdo con el método propuesto por Francis (2011), por lo general, no se recomienda dejar que los datos de composición por tallas ejerzan una mayor influencia en la estimación de las cantidades globales (R_0) en el modelo que los índices de CPUE. Existe el peligro de que el modelo, en un intento de mejorar el ajuste a los datos de composición por tallas, pueda producir ajustes pobres en relación con los índices de CPUE, por lo que es necesaria una ponderación adecuada. En términos simples, las diferencias aparentes entre los ensayos preliminares 4 y 6 está relacionadas con la forma en que el modelo SS3 está intentando equilibrar el ajuste entre las composiciones por talla (que relativamente tienen más influencia en el ensayo 4) y los índices de CPUE (que relativamente son más influyentes en el ensayo 6).

Se indicó que, en el futuro, es importante considerar diversos escenarios, como un modelo específico del sexo, disgregado espacialmente. El Grupo debatió si explorar las distribuciones de frecuencias de tallas para aportar información a la separación de las capturas por área en el modelo (por ejemplo usando un análisis de árbol de regresión). Esto puede utilizarse para investigar cómo están relacionadas las diferentes flotas basándose en zonas geográficas con datos disponibles de composición por tallas similares. El Grupo indicó también que aparte de la estructura espacial de las tallas, algunas de las diferencias observadas entre las flotas de Japón y la Unión Europea se deben también a los distintos tipos y tamaños de anzuelos utilizados, así como a la profundidad a la que se cala el arte pesquero.

El Grupo sugirió también que, teniendo en cuenta estos nuevos conocimientos sobre la distribución espacial de tallas de la tintorera y las consiguientes dificultades a la hora de ajustar los modelos de producción a esta especie, este tipo de modelos integrados que pueden utilizar los datos de distribución de tallas se exploren en el futuro para el Atlántico sur. Se confirmó que la cobertura de los datos de talla en el Atlántico sur es también buena, y que dichos datos de talla pueden prepararse e integrarse en el modelo SS3 en el futuro.

Se desarrolló el ensayo de sensibilidad 1 para evaluar la influencia de los diferentes componentes de datos en la estimación de verosimilitud máxima del reclutamiento en equilibrio (R_0) para el ensayo preliminar 6. Se calculó el perfil de la verosimilitud de R_0 para el ensayo preliminar 6 en valores fijos del reclutamiento en equilibrio (R_0) en ambos lados de la estimación de verosimilitud máxima (8,8) para los componentes de datos de la composición por tallas y del índice de abundancia. Un examen del diagrama del perfil de la verosimilitud de R_0 para el ensayo preliminar 6 del Grupo indicaba que los datos de composición por tallas de la flota F1 (UE-Portugal y UE-España) y el índice de abundancia S10 (CTP-LL-N) tenían gran influencia, relativamente, en la verosimilitud del modelo. Para el ensayo de sensibilidad 1, se modificó el ensayo del modelo utilizado para el ensayo preliminar 6 fijando la selectividad de la flota F1 en su valor estimado y haciendo desaparecer los ajustes a los datos de composición por tallas de F1 y a los datos del índice de abundancia S10 en el modelo.

El ensayo de sensibilidad 2 utilizaba un diagnóstico del modelo de producción estructurado por edad para evaluar la influencia de las desviaciones del reclutamiento y los datos de composición por tallas en los ajustes del modelo a los índices de abundancia. A partir del ensayo preliminar 6 se desarrolló un modelo de producción estructurado por edad de la siguiente manera. Se ejecutó el modelo plenamente integrado (ensayo preliminar 6) para obtener las estimaciones de verosimilitud máxima (MLE) de todos los parámetros. Se volvió a ejecutar el modelo (ensayo de sensibilidad 2) con los parámetros de la curva de selectividad fijados en los estimados a partir del modelo plenamente integrado. Las desviaciones del reclutamiento anual no se estimaron y se fijaron en cero, y los datos de composición por tallas no se utilizaron.

3.3 Otros métodos

Se utilizó un análisis de conglomerados jerárquico (Murtagh y Legendre, 2014) para agrupar los índices de CPUE utilizados en el modelo de dinámica de biomasa de las evaluaciones del Atlántico norte y sur. No es raro que los índices contengan información contradictoria y por lo tanto a menudo el ajuste implica ponderar tendencias contradictorias que generalmente producen estimaciones de parámetros intermedias respecto a las obtenidas individualmente a partir de los conjuntos de datos. Por tanto, los perfiles de verosimilitud se calcularon por componentes de datos (es decir, series de CPUE) para evaluar la información por serie.

4 Resultados de la situación del stock

En el Atlántico norte, las capturas alcanzan un máximo en 1987, descienden hasta los 2000 y posteriormente aumentan. Los índices muestran una tendencia relativamente plana a lo largo de toda la serie, con una elevada varianza. En el Atlántico sur, las capturas aumentan gradualmente hasta alcanzar un máximo en 2010. El índice de palangre japonés desciende en los 70 y los 80, pero todos los demás índices bien son planos o aumentan a lo largo de la serie temporal. La pesquería brasileña de palangre, en particular, aumenta enormemente durante los años recientes en los que la captura también aumenta. Las tendencias de los índices de CPUE y de captura para el Atlántico norte y sur se presentan en la **Figura 3**.

4.1 Modelos de producción

Modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio

Los índices de CPUE predichos para cada modelo se compararon con la CPUE observada para determinar el ajuste del modelo. En general, los ajustes de la CPUE para todos los modelos eran relativamente planos, lo que indica una falta de ajuste, tal y como se presenta aquí utilizando los resultados del modelo M4 (**Figura 4**) (véase el **Apéndice 4**). El diagrama de la función de autocorrelación indicaba un intervalo de raleo de 100, que era lo suficientemente amplio para solucionar la correlación potencial en los ensayos de MCMC. La inspección visual de los diagramas de los principales parámetros presentaba una buena mezcla de las tres cadenas (es decir, moviéndose alrededor del parámetro espacio), indicativa también de la convergencia de las cadenas de MCMC. Las únicas inquietudes eran la evidencia de una fuerte autocorrelación y de una mezcla bastante escasa en las distribuciones posteriores del psi de la merma estimada de la biomasa inicial en los modelos M1 y M2.

Los diagramas de las densidades posteriores de los parámetros del modelo se presentan en el **Apéndice 4**, junto con sus respectivas densidades previas. En la **Tabla 6** se presentan resúmenes de los cuantiles posteriores de los parámetros y de las cantidades del interés para la ordenación de cada modelo. La trayectoria estimada de los diagramas de B/B_{RMS} y H/H_{RMS} mostraba que la situación del stock de tintorera del Atlántico sur a lo largo del plazo del modelo (1971-2013) es muy sensible a cambios en los valores utilizados para corregir el error de proceso, así como al CV atribuido a la serie temporal de CPUE (**Figura 5**).

Modelo de producción excedente bayesiano

Para el Atlántico norte, los modelos estimaban de forma coherente una distribución posterior para r que era similar a la distribución previa, y una distribución posterior para K que tenía una larga cola a la derecha con una media y un CV altos (**Tabla 7**). La trayectoria estimada de la biomasa permanecía cercana a K para la mayoría de los ensayos, y la tasa de captura estimada era baja (**Figura 6**). La inclusión del error de proceso (ensayo N8) no mejoraba los resultados. Cuando se ajustaba cada índice por separado (**Tabla 8** y **Figura 7**), la media de la distribución posterior de K variaba, pero los CV eran grandes, lo que implica que ninguno de los índices era particularmente informativo acerca del valor de K . Véase el **Apéndice 5** para más detalles sobre todos los ensayos del modelo BSP.

Para el Atlántico sur, debido al hecho de que los índices aumentaban mientras las capturas eran elevadas y ascendentes, el modelo no pudo estimar valores plausibles de K (**Tabla 9**). Sin error de proceso, las medias de las distribuciones posteriores de K oscilaban entre 20 y 50 millones. Con error de proceso (ensayos S9 y S10), las medias de las distribuciones posteriores eran de menor magnitud. Todos los ensayos hallaron que la población ha permanecido cerca de K con bajas tasas de captura (**Tabla 9** y **Figura 8**). Dejar fuera o separar el índice de Brasil (ensayos S7 y S8) no mejoraba los resultados. Cuando todos los índices se ejecutaban por separado, los resultados eran similares a los resultados con todos los índices juntos (**Tabla 10** y **Figura 9**).

Los modelos BSP produjeron de forma coherente medias y CV de K mucho mayores que el modelo de producción excedente bayesiano estado-espacio implementado en JAGS (véase la sección anterior). Los ensayos pre-datos post-modelo, tanto en JAGS como en BSP, demostraron que diferencias muy pequeños en los supuestos del modelo provocan grandes diferencias en los resultados del modelo a falta de datos informativos (**Tabla 11** y **Apéndice 5**). Debido a la correlación entre la ratio de la biomasa inicial ($B[1]/K$), K y r , utilizar una distribución previa muy informativa para la ratio de biomasa inicial, favorece valores menores de K (S-PMPD2 frente a S-PMPD3). Cambios ligeros en la distribución previa de r influyen también en la distribución posterior de K a falta de datos. Además, los modelos JAGS establecen una B/K igual al valor mínimo (por ejemplo, 0,01 o 0,001) si se considera que los valores de los parámetros son la causa del colapso de la población, mientras que los BSP producen valores de parámetros que causan el colapso de la población. Estas pequeñas diferencias en los supuestos del modelo no supondrían una diferencia si los datos fueran informativos, sin embargo, con datos no informativos e incoherentes, los supuestos del modelo influyen en los resultados.

4.2 Stock Synthesis (SS)

Varios de los ensayos preliminares del modelo tuvieron como resultado un diagnóstico de convergencia irrazonable, y los resultados del modelo parecían ser sensibles a las ponderaciones asignadas en la verosimilitud del modelo a los datos de composición por tallas (tamaño de la muestra) respecto a los datos de la CPUE (ponderación por el inverso del CV). Dos ensayos preliminares del modelo que utilizaban factores de multiplicación para reducir el tamaño de la muestra de entrada asignado a los datos de composición por tallas en la verosimilitud del modelo (ensayos preliminares 4 y 6), tuvieron como resultado diagnóstico de convergencia razonables, que se describen a continuación. Los ajustes del modelo a los datos de CPUE y de composición por tallas eran similares para ambos modelos y ambos modelos tuvieron como resultado un tamaño del stock reproductor y tasas de mortalidad por pesca sostenibles respecto al rendimiento máximo sostenible. El modelo con un tamaño de la muestra relativamente menor asignado a los datos de composición por tallas tuvo como resultado un tamaño del stock relativamente más mermado. Sin embargo, los ajustes del modelo a la composición por tallas eran insuficientes para los datos de la composición por tallas anual, para los que había un fuerte patrón bimodal. Esto está relacionado con la segregación espacial de la población. Se sugirió que se debería trabajar más para mejorar los ajustes a los datos de composición por tallas antes de utilizar el modelo para desarrollar el asesoramiento de ordenación.

Diagnósticos de convergencia

Los ensayos preliminares 1-3 y 5 tenían diagnósticos pobres de convergencia del modelo, que fueron interpretados como un diagnóstico de posibles problemas con los datos o con la estructura asumida del modelo. Por consiguiente, no se presentaron los resultados para los ensayos preliminares 1-3 y 5. Los ensayos preliminares 4 y 6 tenían diagnósticos de convergencia razonables, pero el ensayo 6 tenía los mejores diagnósticos de convergencia. Por consiguiente, solo se presentaron los resultados para los ensayos preliminares 4 y 6. La principal diferencia entre los ensayos preliminares 4 y 6 era que en el ensayo preliminar 6 los datos de composición por tallas tenían relativamente menos peso en la verosimilitud del modelo.

Ajustes del modelo

Los ajustes del modelo a las series temporales de abundancia y de composición por tallas eran similares para los ensayos preliminares 4 y 6. El modelo ajusta bien las tendencias de abundancia y se encontraba dentro de la mayoría de los intervalos de confianza del 95% anuales para muchos índices de abundancia, incluido S3 (JPLL-N-e), S4 (JPLL-N-l), S6 (US-Obs-cru), S7 (POR-LL) y S9 (ESP-LL-N) (**Figuras 10 y 11**). El modelo se ajusta razonablemente bien a las tendencias observadas para el índice de abundancia S2 (US-Obs) pero se encontraba a menudo fuera de los intervalos de confianza anuales del 95%. La abundancia predicha era plana para los índices de abundancia S8 (VEN-LL) y S10 (CTP-LL-N), probablemente a causa de grandes intervalos de confianza del 95% para S8 y de elevadas fluctuaciones interanuales en los primeros años para S10. Los índices S1 (US-Log) y S5 (IRL-Rec) solo se incluyeron en el modelo con fines de exploración, no se ajustaron en la verosimilitud del modelo ($\lambda = 0$) y no tuvieron influencia en los resultados del modelo o en los valores predichos. Los ajustes del modelo a la composición por tallas fueron razonables para los datos agregados (**Figura 12**).

Reclutamiento, mortalidad por pesca y tamaño del stock reproductor

El reclutamiento previsto a partir de la relación stock reclutamiento difería sustancialmente entre el ensayo preliminar 4 y el ensayo preliminar 6. Sin embargo, basándose en los diagnósticos del modelo había muy poca información en los datos para estimar el reclutamiento. La mortalidad por pesca prevista y el tamaño del stock reproductor previsto diferían también sustancialmente entre el ensayo preliminar 4 y el ensayo preliminar 6. La biomasa prevista del stock reproductor era sustancialmente más grande para el ensayo preliminar 4 que para el ensayo preliminar 6. Las tasas previstas de explotación eran superiores para el ensayo preliminar 6 que para el ensayo preliminar 4.

Estado del stock

Tanto el ensayo preliminar 4 como el ensayo preliminar 6 tuvieron como resultado un tamaño del stock reproductor y tasas de mortalidad por pesca sostenibles respecto al rendimiento máximo sostenible (**Figuras 13 a 15**). Sin embargo, el ensayo preliminar 6 (el ensayo del modelo en el que los datos de composición por tallas tenían relativamente menos peso en la verosimilitud del modelo) tuvo como resultado un tamaño del stock relativamente más mermado en comparación con el ensayo preliminar 4 (**Figuras 13 a 15**).

Ensayos de sensibilidad

Los perfiles de la verosimilitud de R_0 del ensayo de sensibilidad 1 se compararon con los obtenidos para el ensayo preliminar 6. Los datos de composición por tallas tenían relativamente más influencia en la estimación de la verosimilitud máxima que los datos del índice de abundancia en el ensayo preliminar 6. Por el contrario, los datos de composición por tallas tenían aproximadamente la misma influencia en la estimación de la verosimilitud máxima que los datos del índice de abundancia en el ensayo preliminar 1 (**Figura 16**). Se obtuvieron resultados similares para los componentes de tallas individuales y los de datos del índice de abundancia (**Figura 17**). Sin embargo, la localización de los valores mínimos del perfil de la verosimilitud de R_0 difería entre los componentes de datos de composición por tallas y del índice de abundancia total y entre los componentes de datos del índice de abundancia individual (**Figura 18**).

Los diagramas del perfil de la verosimilitud de R_0 se consideraron un diagnóstico útil para evaluar la influencia de los diferentes componentes de datos sobre la estimación de la verosimilitud máxima del reclutamiento en equilibrio, R_0 , un parámetro importante que determina el tamaño absoluto de la población (escala) en el modelo integrado. De forma ideal, los datos de composición por tallas no deberían prevalecer sobre los datos del índice de abundancia en la verosimilitud del modelo (es decir, el enfoque de Francis).

Los ajustes del ensayo de sensibilidad 2 a cada índice de abundancia se compararon con los obtenidos para el ensayo preliminar 6. Las series temporales predichas de la abundancia relativa obtenida para el ensayo de sensibilidad 2 eran planas y diferían significativamente de las obtenidas para el ensayo preliminar 6. Se presenta un ejemplo para el índice de abundancia para S7 (POR-LL, **Figura 19**). Los ajustes relativamente más pobres a los índices de abundancia observados para el ensayo de sensibilidad 2 indicaban que la inclusión de los datos de talla y la estimación en las desviaciones del reclutamiento eran necesarias para ajustar las tendencias de abundancia relativa de forma precisa. En teoría, el modelo de producción estructurado por edad (ensayo de sensibilidad 2) debería poder seguir las tendencias en la abundancia relativa. Por consiguiente, los resultados de este análisis de sensibilidad podrían indicar que los índices de CPUE no aportaban información suficientemente.

4.3 Otros modelos

Los índices de CPUE utilizados en los modelos de evaluación de dinámica de biomasa (es decir, producción) para el Atlántico norte y sur se presentan en las **Figuras 20 y 21**. No es raro que los índices contengan información contradictoria, en cuyo caso, ajustar múltiples índices implica ponderar tendencias contradictorias, que generalmente producen estimaciones de parámetros intermedias respecto a las que se obtendrían si los conjuntos de datos se ajustaran individualmente. Se utilizó un análisis de conglomerados jerárquico (Murtagh y Legendre, 2014) para agrupar la serie de CPUE (**Figuras 22 y 23**). Posteriormente, se calcularon los perfiles de la verosimilitud para cada serie de CPUE (componente de datos) basándose en un ajuste a todos los índices (SCRS/2015/073). La **Figura 24** muestra los perfiles de r para el norte y la **Figura 25** muestra los perfiles de r para el sur. En el caso del Atlántico norte, solo un índice presenta un máximo, para el Atlántico sur, ningún perfil presenta un máximo, es decir, r es bien mayor o bien menor que la estimación obtenida ajustando todos los índices simultáneamente. Se llevó a cabo un ensayo adicional eliminando la serie de CPUE de Taipei Chino y Venezuela (**Figura 26**).

Cuando los índices de CPUE son contradictorios, incluirlos en una única evaluación (explícitamente o después de combinarlos en un solo índice) tiende a producir estimaciones de parámetros intermedias respecto a las que se obtendrían individualmente a partir de los conjuntos de datos. Schnute y Hilborn (1993) demostraron que los valores de parámetros más probables no son generalmente intermedios, sino que se producen en uno de los extremos aparentes. Incluir índices contradictorios en un escenario de evaluación de stock podría tener también como resultado valores residuales que no estén distribuidos idéntica e independientemente (IID) y por ello procedimientos como el bootstrap no pueden usarse para estimar la incertidumbre en los parámetros. Una alternativa es asumir que los índices reflejan hipótesis acerca de estados de naturaleza y ejecutar escenarios para índices únicos o conjuntos de los mismos que representan una hipótesis común.

Se llevó a cabo un procedimiento jackknife para el Atlántico norte con el fin de evaluar la importancia de las observaciones individuales, es decir, eliminando por turnos puntos individuales de cada serie. Las estimaciones de los parámetros se muestran en las **Figuras 27 y 28**, los paneles presentan las estimaciones cuando se ha eliminado el punto de esa serie y el color corresponde a bloques de cinco años. Eliminar los puntos de algunos índices tiene un efecto importante (por ejemplo, ESP LL) y en algunos casos (por ejemplo, JP LL) la influencia de eliminar puntos depende del periodo en la serie temporal.

4.4 Síntesis de los resultados de la evaluación

Se hicieron progresos considerables en la integración de nuevas fuentes de datos (en particular de datos de talla) y en los enfoques de modelación (en particular la estructura del modelo). Se exploró la incertidumbre en los datos de entrada y en la configuración del modelo mediante análisis de sensibilidad, que revelaron que los resultados eran sensibles a supuestos estructurales de los modelos. Los modelos de producción tenían dificultades a la hora de ajustar las tendencias planas o ascendentes en las series de CPUE combinadas con capturas crecientes. En general, los resultados de la evaluación son inciertos (por ejemplo, el nivel de abundancia absoluta variaba en magnitud entre modelos con estructuras diferentes) y debería interpretarse con cautela.

Para el stock del Atlántico norte, los escenarios del BSP estimaban que el stock no estaba sobrepescado ($B_{2013}/B_{RMS}=1,50$ a $1,96$) y que no se estaba produciendo sobrepesca ($F_{2013}/F_{RMS}=0,04$ a $0,50$). Las estimaciones obtenidas con SS3 variaban más, pero aún así indicaban que el stock no estaba sobrepescado ($SSF_{2013}/SSF_{RMS}=1,35$ a $3,45$) y que no se estaba produciendo sobrepesca ($F_{2013}/F_{RMS}=0,15$ a $0,75$). La comparación de los resultados obtenidos en la evaluación realizada en 2008 con los obtenidos en esta evaluación revela que, a pesar de diferencias significativas entre los valores de entrada y los modelos utilizados, los

resultados del estado del stock no cambian drásticamente ($B_{2007}/B_{RMS}=1,87-2,74$ y $F_{2007}/F_{RMS}=0,13-0,17$ para los ensayos del caso base de 2008 utilizando el BSP y un modelo de producción estructurado por edad sin captura).

Para el stock del Atlántico sur, los escenarios del BSP estimaban que el stock no estaba sobrepescado ($B_{2013}/B_{RMS}=1,96$ a $2,03$) y que no se estaba produciendo sobrepesca ($F_{2013}/F_{RMS}=0,01$ a $0,11$). La comparación de los resultados obtenidos en 2008 y los de esta evaluación indicaba que eran muy similares para el BSP ($B_{2007}/B_{RMS}=1,95$ y $F_{2007}/F_{RMS}=0,04$ para los ensayos del caso base de 2008). Las estimaciones obtenidas con el BSP de estado-espacio eran generalmente menos optimistas, especialmente cuando no se incluía el error de proceso, indicando que el stock podría estar sobrepescado ($B_{2013}/B_{RMS}=0,78$ a $1,29$) y que podría estarse produciendo sobrepesca ($F_{2013}/F_{RMS}=0,54$ a $1,19$).

5 Proyecciones

Debido a la dificultad de determinar la situación actual del stock, en particular la abundancia absoluta de la población, el Grupo consideró que no era adecuado realizar proyecciones cuantitativas de la condición futura del stock basándose en los escenarios (ensayos) considerados en la reunión.

6 Recomendaciones

6.1 Investigación y estadísticas

- Los científicos nacionales deberían considerar utilizar los datos disponibles de marcado-recaptura y de lecturas de edad para mejorar las estimaciones de crecimiento para el Atlántico norte.
- Implementaciones futuras del modelo Stock Synthesis para la tintorera deberían investigar la incorporación de datos de marcado-recaptura para el Atlántico norte. Estos datos son especialmente valiosos porque cubren la parte tanto oriental como occidental del océano y, por tanto, podrían representar una gran parte del stock del Atlántico norte. Los datos podrían ser informativos en cuanto a mortalidad.
- El Grupo solicitó que, cuando sea posible, la estimación de la nueva EFFDIS se haga a nivel de flotas para tener en cuenta las características específicas de la flota.
- La identificación de qué índices de CPUE son adecuados para las evaluaciones de stock debería realizarla el Grupo antes de la evaluación, idealmente antes del fin de la reunión de preparación de datos, si la hay. Esto debería realizarse utilizando las directrices elaboradas por el WGSAM en el contexto de los modelos de evaluación a utilizar. De forma ideal, para ayudar a elegir hipótesis alternativas acerca de los índices de CPUE, los diagnósticos que se muestran en el SCRS/2015/073 deberían ejecutarse y estar disponibles durante la reunión de preparación de datos.
- Es mejor no combinar series de CPUE estandarizadas en índices combinados. Una mejor práctica sería considerar que los índices identificados como fiables para las evaluaciones de stock se consideran hipótesis alternativas y plausibles sobre la evolución de la abundancia. Sin embargo, los conjuntos de índices individuales indicativos de tendencias similares en la abundancia podrían usarse en los modelos de evaluación.
- Las implementaciones futuras de Stock Synthesis deberían considerar la estructura espacial en las flotas del stock septentrional con el fin de poder tener en cuenta las diferencias en la composición por tallas de los peces en las diferentes zonas. Esto permitiría también la estimación de diferencias en la selectividad para cada flota/área. Esto requerirá estimar índices de CPUE, la captura y las distribuciones de tallas específicos de zonas y flotas. De forma ideal, el modelo podría también separarse por sexos.
- Debería implementarse también Stock Synthesis para el stock del Atlántico sur. Esto requerirá un trabajo de preparación similar para desarrollar conjuntos de datos de entrada, al igual que se hizo para el stock septentrional.
- El SCRS debería considerar aportar más orientaciones sobre la relativa fiabilidad y coherencia de los distintos conjuntos de datos respecto a otros, teniendo en cuenta la biología de las especies y las pesquerías.

- El WGSAM debería elaborar unas directrices sobre cómo deberían implementar hipótesis alternativas con Stock Synthesis los Grupos de especies del SCRS. De manera más específica, el WGSAM debería considerar orientar a los Grupos sobre cómo asignar factores de ajuste de la varianza y ponderaciones relativas (lambdas) a los diferentes datos de entrada de Stock Synthesis (distribuciones de datos de talla específicos de la flota, índices de abundancia relativa, etc.). El WGSAM debería elaborar también unas directrices sobre diagnósticos adecuados para Stock Synthesis (por ejemplo, perfiles de verosimilitud para R_0 para cada componente de datos, criterios de convergencia, sensibilidad al esquema de ajuste de la varianza, etc.).
- El WGSAM debería también elaborar unas directrices y unos criterios para evaluar la plausibilidad de los escenarios de los modelos, lo que incluye los diagnósticos del modelo que podrían conducir a aceptar o rechazar los resultados del modelo.
- Los desajustes entre la captura, los índices de CPUE y los parámetros biológicos para el stock meridional deberían investigarse más en el marco del SRDCP.
- El WGSAM debería evaluar las ventajas de incorporar el error de proceso en los modelos de dinámica de biomasa.
- El Grupo recomendó la evaluación de los métodos con escasez de datos y el uso de indicadores empíricos de las pesquerías como una alternativa a la evaluación de stock convencional. Dichos métodos deberían probarse utilizando la MSE.
- El Grupo recuerda la necesidad de seguir las directrices elaboradas por el WGSAM y adoptadas por el SCRS para desarrollar y presentar series de CPUE estandarizadas, en particular la información sobre los cambios en las prácticas pesqueras.
- Los científicos del SCRS deberían considerar su participación en el próximo Taller de ponderación de datos de CAPAM (19-23 de octubre de 2015, La Jolla, California, Estados Unidos).

6.2 Ordenación

- Teniendo en cuenta la incertidumbre en los resultados sobre la situación del stock del Atlántico sur, no es posible descartar que en años recientes el stock pueda haber estado en un nivel cercano a B_{RMS} y que la mortalidad por pesca se haya aproximado a F_{RMS} . Esto implica que futuros aumentos en la mortalidad por pesca podrían hacer que el stock esté tanto sobrepescado como experimentando sobrepesca. El Grupo recomienda, por tanto, que hasta que esta incertidumbre se haya resuelto, los niveles de captura no deberían aumentar respecto a los de años recientes.
- Basándose en los escenarios y modelos explorados, es poco probable que la situación del stock del Atlántico norte sea de sobrepescado ni de experimentando sobrepesca. Sin embargo, debido al nivel de incertidumbre, el Grupo no logró llegar a un consenso sobre una recomendación de ordenación específica. Algunos participantes manifestaron su opinión de que la mortalidad por pesca no debería aumentar, mientras que otros consideraban que esto no era necesario.

La incertidumbre en los resultados pone de relieve la necesidad de continuar haciendo un seguimiento de las pesquerías mediante observadores y programas de muestreo en puerto.

7 Otros asuntos

El Grupo recordó que, en 2014, se preparó una propuesta para la implementación del Programa de investigación y recopilación de datos sobre tiburones (SRDCP) y que posteriormente se obtuvo financiación para el primer año. La fase inicial de este programa se centra en aspectos biológicos pertinentes para la evaluación del stock de marrajo dientuso. El Grupo fue informado, tal y como se solicitó durante la reunión de preparación de datos de tintorera de 2015, de que las propuestas relacionadas con los componentes acordados del proyecto se habían enviado a la Secretaría. Estos componentes clave están relacionados con estudios genéticos, con análisis de edad y crecimiento y con el marcado. Estas propuestas han sido revisadas por el Presidente del Grupo, el Presidente del SCRS y la Secretaría y se ha aprobado su financiación. El Grupo manifestó la continuación de su apoyo a este Programa y su satisfacción por que se haya iniciado el trabajo propuesto.

8 Adopción del informe y clausura

El informe fue adoptado durante la reunión. El Dr. Cortés dio las gracias a los participantes y a la Secretaría por el duro trabajo realizado, así como al experto externo por sus importantes contribuciones a las discusiones del Grupo. La reunión fue clausurada.

Referencias

- Anon. 2015. 2014 Intersessional Meeting of the Sharks Species Group (*Piriapolis, Uruguay, 10-1 March 2014*). Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 71 (6): 2458-2550.
- da Silva C., Booth A.J., Dudley S.F.J., Kerwath S.E., Lamberth S.J., Leslie R.W., McCord M.E., Sauer W.H.H., Zweig T. 2015. The current status and management of South Africa's chondrichthyan fisheries. *African Journal of Marine Science*, 37 (2): 233-248 DOI: 10.2989/1814232X.2015.1044471
- Francis R.I.C.C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68: 1124–1138.
- Meyer R., Millar C.P. 1999. BUGS in Bayesian stock assessments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56: 1078–1086.
- Murtagh F., Legendre P. 2014. Wards hierarchical agglomerative clustering method: Which algorithms implement wards criterion? *Journal of Classification*, 31(3): 274–295.
- Schnute J.T., Hilborn R. 1993. Analysis of contradictory data sources in fish stock assessment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50 (9): 1916-1923.

TABLAS

Tabla 1. Índices de abundancia para los stocks de tintorera del Atlántico norte y sur.

Tabla 2. Coeficientes de variación (CV) para los stocks de tintorera del Atlántico norte y sur.

Tabla 3. Ensayos del modelo presentados al Grupo durante la reunión de evaluación, para el modelo de producción de estado-espacio en JAGS.

Tabla 4. Ensayos del modelo utilizando el software del modelo bayesiano de producción excedente (BSP), BSP2, y una formulación alternativa de JAGS usada para probar el modelo. Los índices del caso base eran, en el norte: US-Obs, JPLL-N-e, JPLL-N-l, US-Obs-cru, POR-LL, VEN-LL, ESP-LL-N, y CH-TA-LLN, y en el sur: UR LL, BR LL, JPLL-S-e, JPLL-S-l, ESP-LL-S, y CH-TA-LLS.

Tabla 5. En total, se llevaron a cabo 6 ensayos preliminares del modelo SS3 para explorar la sensibilidad del modelo a la ponderación del componente de verosimilitud.

Tabla 6. Resumen de los cuantiles de parámetros posteriores para los modelos M1 a M12 a partir del modelo de producción de estado-espacio. Los valores relacionados con la biomasa están en miles de toneladas.

Tabla 7. Medias y CV de los resultados del modelo a partir del modelo BSP. Resultados del BSP para el Atlántico norte. Los valores relacionados con la biomasa están en miles de toneladas.

Tabla 8. Resultados del BSP para cada flota ajustada por separado para el Atlántico norte. Los valores relacionados con la biomasa están en miles de toneladas.

Tabla 9. Resultados del BSP para el Atlántico sur. Los valores relacionados con la biomasa están en miles de toneladas.

Tabla 10. Resultados del BSP para cada flota ajustada por separado para el Atlántico sur. Los valores relacionados con la biomasa están en miles de toneladas.

Tabla 11. Resultados de los ensayos de diagnóstico post-modelo pre-datos para el Atlántico sur, utilizando BSP y JAGS.

FIGURAS

Figura 1. Distribuciones de talla (clases de talla de 10 cm FL) para UE (UE-Portugal+UE-España), Japón, Taipei Chino, Estados Unidos y Venezuela, utilizados para el modelo SS3 en el Atlántico norte.

Figura 2. Distribuciones de talla de UE-Portugal+UE-España y Japón separados en 30°N dentro del Atlántico norte (al norte de 5°N).

Figura 3. Índices de abundancia y capturas para los stocks de tintorera del Atlántico norte y sur.

Figura 4. Serie temporal de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) observada (círculo) y predicha (línea continua) de la tintorera en el Atlántico sur para M4. La zona sombreada en gris indica un C.I del 95%.

Figura 5. Diagrama de Kobe que muestra las trayectorias estimadas (1971-2013) de B/B_{RMS} y H/H_{RMS} para los modelos M1 a M6.

Figura 5 (cont.) Diagrama de Kobe que muestra las trayectorias estimadas (1971-2013) de B/B_{RMS} y H/H_{RMS} para los modelos M7 a M12.

Figura 6. Biomasa estimada relativa a B_{RMS} (en rojo) y tasa de captura relativa al nivel de RMS (azul) para los ensayos de BSP para el Atlántico norte.

Figura 7. Ajustes de cada serie de CPUE por separado, para el modelo BSP en el Atlántico norte.

Figura 8. Biomasa estimada relativa a B_{RMS} (en rojo) y tasa de captura relativa al nivel de RMS (azul) para los ensayos de BSP para el Atlántico sur.

Figura 9. Ajustes de cada serie de CPUE por separado, para el modelo BSP en el Atlántico sur.

Figura 10. CPUE observada del Ensayo preliminar 4 (círculos abiertos-intervalos de confianza de $\pm 95\%$ asumiendo un error lognormal) y CPUE predicha por el modelo (línea azul) para el ajuste de los índices de abundancia en la verosimilitud del modelo. S2 (US-Obs, arriba izquierda), S3 (JPLL-N-e, arriba derecha), S4

(JPLL-N-I, medio izquierda), S6 (US-Obs-cru, medio derecha), S7 (POR-LL, medio izquierda), S8 (VEN-LL, medio derecha), S9 (ESP-LL-N, abajo izquierda), y S10 (CTP-LL-N, abajo derecha).

Figura 11. CPUE observada del Ensayo preliminar 6 (círculos abiertos-intervalos de confianza de $\pm 95\%$ asumiendo un error lognormal) y CPUE predicha por el modelo (línea azul) para el ajuste de los índices de abundancia en la verosimilitud del modelo. S2 (US-Obs, arriba izquierda), S3 (JPLL-N-e, arriba derecha), S4 (JPLL-N-I, medio izquierda), S6 (US-Obs-cru, medio derecha), S7 (POR-LL, medio izquierda), S8 (VEN-LL, medio derecha), S9 (ESP-LL-N, abajo izquierda), y S10 (CTP-LL-N, abajo derecha).

Figura 12. Composiciones por talla anuales agregadas (hembras + machos) predichas por el modelo (línea) y observadas (sombreado) para el ensayo preliminar 4 (panel superior) y el ensayo preliminar 6 (panel inferior).

Figura 13. Tasa de explotación total anual estimada en números (mortalidad por pesca total para todas las flotas combinadas) relativa a la mortalidad por pesca en RMS (F/F_{RMS}), obtenida a partir del resultado de Stock Synthesis para el ensayo preliminar 4 (panel superior) y el ensayo preliminar 6 (panel inferior).

Figura 14. Tamaño del stock reproductor estimado (fecundidad del stock reproductor, SSF) junto con los errores estándar asintóticos del 95% aproximados ($\pm 2 \cdot s.e.$) relativo al tamaño del stock en RMS (SSF_{RMS}) para el ensayo preliminar 4 (panel superior) y el ensayo preliminar 6 (panel inferior).

Figura 15. Diagramas de fase de Kobe para el ensayo preliminar 4 (panel superior) y el ensayo preliminar 6 (panel inferior). El círculo indica la posición del año inicial del modelo (1971) y el cuadrado representa el año final del modelo (2013). La línea horizontal (discontinua) identifica la mortalidad por pesca de referencia en el rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}). La línea vertical (discontinua) identifica la fecundidad del stock reproductor de referencia en el rendimiento máximo sostenible (SSF_{RMS}).

Figura 16. Se comparó el perfil de verosimilitud de R_0 para diferentes componentes de datos (Length_comp, Survey, y Total) en valores fijos de R_0 en cada lado de la estimación de verosimilitud máxima (8,8) obtenida para el ensayo preliminar 6 (panel superior) y el ensayo de sensibilidad 1 (panel inferior). El eje X representa el reclutamiento en equilibrio (R_0) en la escala logarítmica. El eje Y representa las unidades de verosimilitud.

Figura 17. Se comparó el perfil de verosimilitud de R_0 para componentes de datos de composición por tallas individuales (F1-EU, F2-JPN, F3-CTP, F4-USA, F5-VEN) en valores fijos de R_0 en cada lado de la estimación de verosimilitud máxima (8,8) obtenida para el ensayo preliminar 6 (panel superior) y el ensayo de sensibilidad 1 (panel inferior). El eje X representa el reclutamiento en equilibrio (R_0) en la escala logarítmica. El eje Y representa las unidades de verosimilitud.

Figura 18. Se comparó el perfil de verosimilitud de R_0 para componentes de datos de índices de abundancia individuales (S1- US-Log, S2- US-Obs, S3- JPLL-N-e, S4- JPLL-N-I, S5- IRL-Rec, S6- US-Obs-cru, S7- POR-LL, S8- VEN-LL, S9- ESP-LL-N, S10- CTP-LL-N) en valores fijos de R_0 en cada lado de la estimación de verosimilitud máxima (8,8) obtenida para el ensayo preliminar 6 (panel superior) y el ensayo de sensibilidad 1 (panel inferior). El eje X representa el reclutamiento en equilibrio (R_0) en la escala logarítmica. El eje Y representa las unidades de verosimilitud.

Figura 19. Ajustes de S7 (POR-LL) para el ensayo preliminar 6 (panel superior) y el ensayo de sensibilidad 1 (panel inferior).

Figura 20. Serie de CPUE para el Atlántico norte, los puntos son los valores estandarizados, las líneas son los alisadores lowess por índice.

Figura 21. Serie de CPUE para el Atlántico norte, los puntos son los valores estandarizados, las líneas son los alisadores lowess por índice.

Figura 22. Matriz de correlación del Atlántico norte para los índices acordados, el azul indica correlaciones positivas y el rojo negativas, el orden de los índices y los rectángulos se escogió basándose en el análisis jerárquico de conglomerados utilizando un conjunto de diferencias.

Figura 23. Matriz de correlación del Atlántico sur para los índices acordados, el azul indica correlaciones positivas y el rojo negativas, el orden de los índices y los rectángulos se escogió basándose en el análisis jerárquico de conglomerados utilizando un conjunto de diferencias.

Figura 24. Perfiles de verosimilitud para r por serie de CPUE para el Atlántico norte.

Figura 25. Perfiles de verosimilitud para r por serie de CPUE para el Atlántico sur.

Figura 26. Perfiles de verosimilitud para r por serie de CPUE para el Atlántico norte eliminando Taipei Chino y Venezuela.

Figura 27. Estimaciones de jackknife de r para el Atlántico norte, los colores corresponden a periodos de 5 años y los paneles a los índices.

Figura 28. Estimaciones de jackknife de K para el Atlántico norte, los colores corresponden a periodos de 5 años y los paneles a los índices.

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden del día

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos.

Apéndice 4. Detalles de los ensayos de modelo de producción excedente bayesiano de estado-espacio.

Apéndice 5. Detalles de los ensayos del modelo BSP.