

**INFORME DE LA REUNIÓN DE ACTUALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN
DEL STOCK DE MARRAJO DIENTUSO DE 2019 DE ICCAT**
(Madrid, España, 20-24 de mayo de 2019)

Los resultados, conclusiones y recomendaciones incluidos en este informe reflejan solo el punto de vista del Grupo de especies de tiburones. Por tanto, se deberían considerar preliminares hasta que sean adoptados por el SCRS en su sesión plenaria anual y sean revisados por la Comisión en su reunión anual.

Por consiguiente, ICCAT se reserva el derecho a emitir comentarios, objetar o aprobar este informe, hasta su adopción final por parte de la Comisión.

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

La reunión se celebró en la Secretaría de ICCAT en Madrid, del 20 al 24 de mayo de 2019. El Dr. Enric Cortés (Estados Unidos), relator del Grupo de especies de tiburones ("el Grupo") y presidente de la reunión, inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes. El Sr. Camille Jean Pierre Manel (Secretario ejecutivo de ICCAT) dio la bienvenida a los participantes y resaltó la importancia de los trabajos que iba a realizar el Grupo para la evaluación de stock y el asesoramiento en materia de ordenación a la Comisión. En particular, resaltó la importancia de la reunión dada la propuesta de incluir el marrajo dientuso en el Apéndice 2 de CITES. El Secretario ejecutivo adjunto (Dr. Miguel Neves dos Santos) revisó la logística de la reunión. El presidente procedió a examinar el orden del día, que fue adoptado con algunos 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 resúmenes de todos los documentos y presentaciones SCRS presentados a la reunión se adjuntan en el **Apéndice 4**. Los siguientes participantes actuaron como relatores:

<i>Sección</i>	<i>Relatores</i>
Sección 1	N. Taylor
Sección 2	C. Santos, F. Mas, M. Neves dos Santos
Secciones 3.1-3.3	C. Palma, M. Ortiz,
Sección 3.4	M. Serghini
Sección 3.5	E. Cortes
Sección 4	R. Coelho, E. Cortes
Sección 5	H. Winker, D. Courtney, J.J. Maguire
Sección 6	B. Babcock, D. Courtney
Sección 7	D. Courtney, M. Kai, B. Babcock
Sección 8	D. Rosa
Sección 9	S. Biton Porsmoguer, M. Neves Dos Santos
Sección 10	G. Díaz, M. Neves dos Santos, E. Cortés

2. Revisión de las actividades y progresos del SRDCP

2.1 Uso del hábitat basado en el mercado electrónico

En el documento SCRS/2019/090 se presentaba una actualización del estudio sobre el uso del hábitat y las migraciones del marrajo dientuso, desarrollado en el marco del Programa de investigación y recopilación de datos sobre tiburones (SRDCP) de ICCAT, basada en las nuevas marcas colocadas durante 2018-2019. Hasta la fecha se han desplegado 43 marcas (14 sPAT y 29 miniPAT) desde buques brasileños, portugueses, españoles, uruguayos y estadounidenses en las zonas templadas del Atlántico nororiental y noroccidental, ecuatorial y suroccidental. Se dispone de datos de 41 de las 43 marcas, con un total de 1.656 días de seguimiento registrados.

Los autores destacaron que el comportamiento del marrajo dientuso parece diferir entre regiones, ya que los ejemplares marcados en el Atlántico sudoeste tienden a permanecer en la misma área general y los tiburones marcados en la región ecuatorial se desplazan distancias considerables por todo el Atlántico. Los autores también señalaron que aunque los rangos generales de profundidad y temperatura eran grandes,

los tiburones marcados pasaban la mayor parte de su tiempo a profundidades superiores a 90 m y preferían una gama de temperaturas del agua de 18 a 22°C, tanto durante el día como durante la noche.

El Grupo discutió problemas relacionados con el desprendimiento precoz de las marcas y el fallo en las marcas. Los autores aclararon que las marcas pop-up por satélite adolecen aún de ciertas limitaciones, especialmente relacionadas con fallos mecánicos de los componentes de las marcas y con el comportamiento de las especies.

Dado que la mayoría de los despliegues de marcas duraron dos meses o menos, el Grupo debatió la posibilidad de programar futuras marcas para que permanezcan adheridas durante períodos de tiempo más largos en un esfuerzo por identificar posibles movimientos estacionales del marrajo dientuso.

2.2 Mortalidad tras la liberación

El Documento SCRS/2019/096 presentaba una actualización de los resultados del estudio de mortalidad posterior a la liberación del marrajo dientuso del SRDCP basado en las nuevas marcas desplegadas durante 2018-2019. Hasta la fecha se han desplegado 43 marcas (14 sPats y 29 miniPATs) desde buques brasileños, portugueses, españoles, uruguayos y estadounidenses en las zonas templadas del Atlántico nororiental y noroccidental, ecuatorial y sudoccidental. Debido a los fallos de las marcas (2) y a su liberación prematura con destino desconocido (6), sólo 35 de las 43 marcas originales proporcionaron información fiable sobre el destino individual, lo que dio lugar a 27 casos de supervivencia y 8 de mortalidad (22,8% de mortalidad tras la liberación).

Aunque el tamaño de la muestra era pequeño, el Grupo observó el efecto de la talla (longitud a la horquilla) sobre la mortalidad posterior a la liberación, constatando que los tiburones más grandes parecen tener tasas de mortalidad posterior a la liberación más bajas, y cómo esto sigue la misma tendencia observada para la mortalidad por enganche en el anzuelo.

El Grupo debatió la cuestión de la subjetividad del observador al clasificar la condición del tiburón (perfecta, moderada, grave) debería ser considerada cuidadosamente ya que podría sesgar potencialmente las interpretaciones de las tasas de mortalidad posteriores a la liberación.

También se discutió la correlación entre el tiempo de calado y la mortalidad posterior a la liberación. El Grupo destacó la importancia de utilizar temporizadores de anzuelo para calcular el tiempo de enganche en el anzuelo, ya que esto representaría un mejor indicador del estrés de los tiburones que el tiempo de calado.

El Grupo también comentó las tasas de fallo de las marcas de diferentes fabricantes y componentes de las marcas.

En combinación con otras iniciativas de marcado del Atlántico, la mortalidad posterior a la liberación del marrajo dientuso fue del 25%. El Grupo destacó el hecho de que esta tasa coincide con la tasa publicada para la especie en un reciente metanálisis de Musyl & Gilman (2019).

El Grupo reconoció el trabajo substancial y colaborativo que se lleva a cabo en el marco de este Programa de investigación de ICCAT, y alentó a su apoyo y su continuación en el futuro.

La Secretaría informó al Grupo de que entre 2018 y 2019 se adquirieron un total de 37 marcas en el marco del SRDCP. Además, algunas marcas de las fases anteriores del proyecto todavía estaban disponibles y se han colocado durante 2018-2019. En total, entre enero de 2018 y mayo de 2019, un total de 23 tiburones han sido marcados en el marco del SRDCP, lo que incluye: 14 marrajos dientusos, 4 tiburones jaquetones, 3 tiburones oceánicos, 1 marrajo sardinero y 1 cornuda común. Actualmente, e incluyendo las marcas de las fases anteriores del proyecto, un total de 39 miniPAT (22 de las fases anteriores + 17 de 2019) están disponibles para su despliegue. Con esta información, el Grupo recomendó que las nuevas 17 miniPAT de 2019 se desplegaran de forma prioritaria en especies de tiburones de no retención de ICCAT, incluidos el tiburón jaquetón, el tiburón oceánico y los peces martillo.

2.3 *Análisis genético del marrajo dientuso en el océano Atlántico*

En cuanto a la estructura poblacional del marrajo dientuso del Atlántico, toda la secuenciación del genoma mitocondrial (mitogenoma) se realizó utilizando la tecnología de secuenciación de próxima generación (NGS) con el presupuesto de 2018. Inicialmente se planificó una secuenciación completa del mitogenoma con la técnica de PCR larga (Cheng et al., 1994, Miya et al., 2003), y se diseñaron dos conjuntos de cebadores de PCR larga (set1; S-LA16S-H Iso y L12321Leu, set2; S-LA16S-L Iso y H12293Leu; localizados en el gen tRNA^{Leu} y 16S rRNA de la región de ADN mitocondrial) para el marrajo dientuso basados en la secuencia de nucleótidos depositada en la base de datos de ADN (Nº acceso KF361861). Aunque se probaron varias condiciones para la reacción de PCR larga, la amplificación de la PCR larga no fue concluyente para muchos ejemplares. Se sugirió que la razón principal de este problema era el estado del ADN molde (es decir, la fragmentación del ADN genómico total). Debido al nivel variable de preservación de las muestras de tejidos, será necesario desarrollar protocolos para obtener mitogenomas a partir de extractos de ADN de baja calidad y/o cantidad. Como alternativa a la secuenciación del mitogenoma con el método de PCR larga, se está probando el método propuesto por Tilak et al. (2015).

Además, las muestras de Uruguay produjeron resultados diferentes según los dos estudios anteriores (Taguchi et al., 2016; Nohara et al., 2017) y el estudio debe ser revisado. Recientemente, Uruguay proporcionó muestras de 35 ejemplares recogidas en 2018, que serán analizadas como parte del proyecto en 2019.

2.4 *Movimientos, líneas divisorias del stock y utilización del hábitat del tiburón jaquetón y otras especies en el océano Atlántico*

De las ocho marcas miniPAT adquiridas a finales de 2018 asignadas al tiburón jaquetón para Estados Unidos y UE-Portugal, se han colocado cinco marcas y tres están a la espera de ser colocadas. En 2019 se adquirieron 17 marcas, de las cuales ocho se desplegarán más adelante durante el año en ejemplares de tiburón jaquetón. Las otras nueve marcas se colocarán en ejemplares de tiburón jaquetón y de otras especies (p.e., tiburón oceánico, tiburón zorro y pez martillo).

2.5 *Movimientos y utilización del hábitat del marrajo sardinero en el océano Atlántico*

De las marcas miniPAT adquiridas a finales de 2018 para el marrajo sardinero, tres fueron asignadas a UE-Portugal (dos ya colocadas), cuatro a UE-Noruega (aún no colocadas), y cuatro a UE-Francia (aún no colocadas).

2.6 *Plan de trabajo para 2020*

Las siguientes actividades fueron enumeradas como prioridades para el plan de trabajo del SRDCP en 2020. Estas serán revisadas durante la reunión del Grupo de especies de tiburones en septiembre de 2019:

- Edad y crecimiento del marrajo dientuso en el Atlántico sur: incluir muestras de Japón y Namibia y realizar análisis finales;
- Genética - análisis del genoma nuclear;
- Biología reproductiva del marrajo sardinero: actualizar los parámetros reproductivos del marrajo sardinero comparando el tamaño y el estado de los órganos reproductores a partir de muestras históricas existentes y de muestras recogidas recientemente;
- Proporcionar los resultados finales del uso del hábitat y la mortalidad posterior a la liberación del marrajo dientuso;
- Movimientos y uso del hábitat del marrajo sardinero: proporcionar resultados finales;
- Movimientos, límites del stock, y uso del hábitat del tiburón jaquetón y de otras especies: proporcionar resultados para el tiburón jaquetón y continuar con el marcado de otras especies (sin retención);
- Nuevo proyecto: marcado de ciertas fases de la vida de la tintorera en el Atlántico sur para responder a preguntas específicas (por ejemplo, agregaciones reproductivas de hembras).

- Consideración de la viabilidad de un estudio de marcado y recaptura close-kin para el stock de marrajo dientuso del Atlántico norte.

3. Examen de los datos actualizados de la Secretaría y de los nuevos datos presentados por los científicos nacionales, con un énfasis especial en el marrajo dientuso y marrajo sardinero

El Grupo revisó la información más actualizada disponible en el sistema de bases de datos de ICCAT (ICCAT-DB) para las tres especies principales de tiburones (BSH: *Prionace glauca*; SMA: *Isurus oxyrinchus*; POR: *Lamna nasus*), a saber, los datos estadísticos de la pesquería (T1NC: captura nominal de Tarea I; T2CE: captura-esfuerzo de Tarea II; T2SZ: frecuencias de tallas de las muestras de Tarea II) y datos de marcado convencional)

Los catálogos del SCRS sobre la disponibilidad de datos de Tarea I/II de las tres especies (BSH, SMA, POR) para los stocks/regiones del Atlántico norte y sur y para el periodo 1988 a 2017 se presentan en las seis **Tablas 1 a 6**, respectivamente. En la **Figura 1** se muestra la ficha de puntuación de ICCAT de los seis principales stocks de tiburones correspondientes.

3.1 Tarea I (capturas nominales)

La Secretaría informó al Grupo de que, desde la última reunión anual del SCRS, no se han producido cambios importantes en los conjuntos de datos de T1NC de las tres especies principales de tiburones. Además, las capturas de tiburones comunicadas por las CPC para 2018 siguen siendo muy incompletas.

Para el marrajo dientuso se discutieron varios casos con aparentes incoherencias en las series T1NC. En la pesquería de palangre de superficie marroquí en el Atlántico norte, dirigida principalmente al pez espada (SWO), las ratio de capturas de marrajo dientuso (SMA/(SMA+SWO)) aumentaron, pasando de alrededor del 35 % antes de 2015 a más del 50 % en 2015 y 2016, y volvieron al 30 % en 2017. Estos incrementos de la captura palangrera en 2015 (947 t) y 2016 (1.000 t) y la fuerte disminución en 2017 (320 t) son incoherentes con las tendencias de la CPUE nominal del marrajo dientuso disponible (SCRS/2019/084). La serie T1NC de capturas palangreras de marrajo dientuso de Namibia en algunos años (2009, 2011, 2013, 2017) presenta capturas inferiores al 50% de las declaradas en las estadísticas de captura y esfuerzo. Además, el Grupo también cuestionó la fuerte disminución de las capturas de marrajo dientuso en Namibia de 2016 (799 t) a 2017 (194 t).

El Grupo también observó que, en las dos últimas décadas, varias otras series de T1NC de marrajo dientuso para el Atlántico norte (palangres: Belice, RP China, Corea, México, Panamá, Senegal; redes de enmalle: Venezuela) y Atlántico sur (palangres: Belice, Corea, Panamá, Filipinas, Vanuatu; redes de enmalle: Côte d'Ivoire) siguen incompletas. Los representantes de estas CPC en la reunión se comprometieron a verificar y revisar estas series.

Una de las preocupaciones del Grupo era en qué medida las CPC de ICCAT están comunicando el peso canal en vez de (o en lugar de) el peso en vivo en las T1NC, un hecho que podría dar lugar a subestimaciones de las capturas totales. Se debatió en detalle la disponibilidad de los factores oficiales de conversión peso/peso oficiales por especie y la forma en que esta información debería integrarse en las actuales plantillas de provisión de datos de T1NC. Aunque es necesario presentar T1NC en peso vivo (kg), no siempre es posible para una CPC de ICCAT estimar las capturas en peso vivo a partir del peso del producto (peso comúnmente en canal), debido a la falta de factores de conversión peso/peso oficiales de ICCAT para las especies de tiburones en particular. El Grupo señaló que las principales flotas del Atlántico norte (UE-España, UE-Portugal, México, Estados Unidos) utilizan ya los factores de conversión publicados en Mejuto et al (2008), ya adoptados por ICCAT, pero no publicados oficial y totalmente. El Grupo solicitó que la Secretaría actualizara el *Manual de ICCAT* con los factores de conversión peso/peso de Mejuto et al. (2008).

Además, el Grupo recomendó que la Secretaría estudiara una propuesta que agregara al formulario actual ST02-T1NC una columna para comunicar los factores de conversión usados para obtener las estimaciones de captura en peso en vivo. Esta propuesta debería presentarse a la reunión de 2019 del - Subcomité de estadísticas.

A petición del presidente, la Secretaría presentó un resumen de cómo había cambiado la serie T1NC de marrajo dientuso desde las utilizadas en la evaluación de stock de marrajo dientuso de 2017 (Anón. 2018a). La Secretaría informó al Grupo de que los principales cambios se produjeron en 2018 con tres revisiones principales: a) una revisión completa de los desembarques de la flota comercial de Estados Unidos entre 1981 y 2016 (Díaz 2018); b) la eliminación de la parte histórica (antes de 2003) de la serie de capturas palangreras de Marruecos estimada por el Grupo en 2017 (1961-2010), solicitada por Marruecos, ya que esta pesquería no comenzó hasta 2003 y c) la inclusión de la serie de capturas de Taipei Chino (1981-1993) estimada por el Grupo (que incluía también el período 1994 a 2015). Los detalles se describen en el informe de la reunión intersesiones del Grupo de especies de tiburones de 2018 (Anón, 2018b). En esta reunión, el Grupo decidió incluir la serie pendiente de captura de marrajo dientuso de Taipei Chino (1994-2015) en T1NC, y reiteró la solicitud de 2018 hecha a Taipei Chino y otras CPC con flotas palangreras de proporcionar estimaciones mejoradas de T1NC de las tres especies principales de tiburones lo antes posible.

Con respecto al marrajo sardinero (POR), la evaluación de 2008 (Anón 2019) se realizó en colaboración con científicos del CIEM, ya que una proporción significativa de las capturas de marrajo sardinero procede de pesquerías costeras nacionales que normalmente no se comunican a ICCAT. Por lo tanto, para la evaluación de 2008, las extracciones totales representaron capturas combinadas de declaraciones de Tarea I de ICCAT y capturas locales de diversas CPC. Como preparación para la próxima evaluación del marrajo sardinero, se propuso que la serie de capturas utilizada en la evaluación de stocks de 2008 (resumen en la **Tabla 7**) se adoptara como estimaciones de captura nominal de Tarea I de POR y se almacenara en las bases de datos de ICCAT, con la fuente de datos correspondiente (NAFO, FAO, CIEM, estimaciones del Grupo basadas en ratios de captura, etc.). El Grupo se mostró de acuerdo con la propuesta. El Grupo discutió el hecho de que la Comisión haya incluido al marrajo sardinero como especie oficial de ICCAT. Por lo tanto, las CPC deberían comunicar todas las capturas de esta especie, lo que incluye las realizadas en pesquerías no tradicionales de ICCAT.

El Grupo también reconoció las dificultades asociadas con la obtención de cifras precisas de capturas marrajo sardinero, a menudo debido a problemas de identificación de especies y a dificultades para estimar el peso del marrajo sardinero vivo que es liberado vivo.

Por último, en la **Tabla 8** se presentan las series de capturas nominales de Tarea I de las tres especies principales por stock/región, con las cifras de capturas correspondientes de BSH, POR y SMA que se muestran en las **Figuras 2, 3 y 4**, respectivamente.

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

Datos de captura-esfuerzo de Tarea II; T2CE

Como parte del trabajo en curso sobre las mejoras continuas de los datos de Tarea II con miras a completarlos y armonizarlos, la Secretaría presentó un catálogo detallado de T2CE que contiene al menos una de las tres especies principales de tiburones (BSH, POR y SMA) en la composición de la captura por especies de cada conjunto de datos. También informó al Grupo de que las revisiones T2CE realizadas por las CPC en los últimos años redujeron a menos del 5 % el número de conjuntos de datos T2CE disponibles en ICCAT que no tienen el nivel de resolución requerido por el SCRS en el tiempo (mes) y la zona (cuadrícula 1x1 para artes de superficie y cuadrícula 5x5 o mejor para palangre). Varias CPC, a saber, Sudáfrica, Namibia, México, Brasil, Uruguay, Corea, UE-Chipre y UE-Francia, se han comprometido a seguir mejorando los datos de T2CE. Se señaló que otras series T2CE de flotas palangreras importantes (Belice, Canadá, China, Panamá, UE-Portugal, Panamá, Estados Unidos) deberían ser revisadas para recuperar las capturas de BSH, POR y SMA, recuperar el esfuerzo pesquero, y completar la composición de las capturas por especies para las especies de tiburones en particular. Las metas a largo plazo para eliminar completamente de T2CE conjuntos de datos que fueron comunicados por año/trimestre, conjuntos de datos con resoluciones de áreas grandes (10x20, 10x10 y 5x10) y sustituir conjuntos de datos con capturas, pero para los que no se comunicó el esfuerzo pesquero.

La Secretaría también propuso dos acciones para T2CE: a) reclasificar la especie marrajo (MAK) como SMA (como se hizo en T1NC) y b) reclasificar el tipo de captura "D" (descartes genéricos) como "DD" (descartes muertos), afectando solamente los años 2003 a 2005, y al número de conjuntos de datos de marrajo dientuso. Ambos cambios fueron aprobados por el Grupo.

La Secretaría informó al Grupo de que los conjuntos de datos T2CE con BSH y SMA podrían contener suficiente información a partir de 2000, lo que permitiría una estimación preliminar de CATDIS para esas dos especies. La Secretaría presentará las estimaciones preliminares de CATDIS de BSH y SMA a la reunión de 2019 del Subcomité de estadísticas.

Muestras de talla de Tarea II (T2SZ)

La Secretaría puso a disposición del Grupo todas las frecuencias de talla existentes de SMA (todas las demás especies están disponibles a petición). También informó de que no se habían observado mejoras importantes en la T2SZ de tres especies principales de tiburones desde octubre de 2018. Los seis catálogos del SCRS de BSH, POR y SMA muestran que los datos de T2SZ siguen estando muy incompletos.

3.3 Datos de marcado convencional

La Secretaría proporcionó el resumen de la información de marcado convencional disponible en la Secretaría para las tres especies principales de tiburones: tintorera, marrajo dientuso y marrajo sardinero. Se presentaron mapas de distribución de la densidad de las liberaciones y recapturas y trayectorias de desplazamiento para el marrajo dientuso (en STAT Bull Vol. 44 /Sección 5, publicado en <https://www.iccat.int/sbull/SB44-1-2018/s5.html>) pueden consultarse mapas similares para otras especies).

El Grupo preguntó acerca de la información sobre el sexo para los datos de marcado de tiburones. La Secretaría informó de que se proporciona información sobre el sexo en los archivos de resumen, aunque hay información limitada para todas las especies ya que la mayor parte del marcado proviene de actividades de marcado oportunistas. La Secretaría trabajará con científicos estadounidenses del Laboratorio Narragansett para recuperar información sobre el sexo de los tiburones de actividades anteriores de marcado científico.

3.4 Índices de abundancia relativa

En el documento SCRS/2019/084 se proporcionaba una CPUE estandarizada actualizada de la pesquería de palangre marroquí en el sur de las aguas atlánticas marroquíes para el marrajo dientuso durante el periodo 2010-2018. Las CPUE estandarizadas actualizadas se estimaron utilizando un modelo lineal generalizado y árboles de regresión potenciados. A diferencia de los análisis anteriores realizados en Anón. 2018c, el modelo tiene en cuenta el número de registro de los palangreros como factor. Esta elección se justifica teniendo en cuenta la variabilidad de las diferentes características de los palangreros, la tripulación y las zonas de pesca frecuentadas.

El Grupo expresó su preocupación por lo que parece ser una discordancia en la captura de marrajo dientuso entre las capturas nominales de Tarea I declaradas para 2017 y la CPUE estimada para ese año. Más concretamente, mientras que las capturas declaradas descendieron de 1.000 t en 2016 a 320 t en 2017, las CPUE estimadas (tanto nominales como estandarizadas) permanecieron casi constantes entre esos dos años. El Grupo convino en que era necesario seguir investigando esta cuestión. El Grupo sugirió que se excluyeran especies del modelo y que se identificaran grupos para cada registro de composición de la captura para alinearlos con el conjunto de datos original y tratarlos como una variable categórica.

En el documento SCRS/2019/097 se resaltaban los efectos potenciales de los calados de palangre profundos versus superficiales, así como las diferentes configuraciones de las brazoladas, sobre la CPUE y la mortalidad por enganche en el anzuelo del marrajo dientuso, utilizando el modelo aditivo general (GAM) y el modelo lineal mixto generalizado (GLMM).

El Grupo sugirió que para el análisis futuro el tiempo de inmersión debería incluirse como una covariable en los modelos, ya que puede tener una gran influencia, particularmente en la mortalidad por enganche en el anzuelo.

3.5 Ciclo vital

En el documento SCRS/2019/087 se presentaban varios parámetros de dinámica de poblaciones de interés para su uso como datos de entrada en los modelos de evaluación de stock para la población de marrajo

sardinero del Atlántico norte occidental, lo que incluye la tasa de crecimiento máxima de la población, el tiempo de generación, la inclinación de la relación stock-reclutamiento de Beverton-Holt (h), la posición del punto de inflexión de las curvas de crecimiento de la población (R), y la ratio de potencial de reproducción en reclutamiento excedentario máximo (SPR_{MER}).

Tras la presentación del documento se emitió un comentario sobre la forma en que el ciclo vital de la población de marrajo sardinero del Atlántico noroccidental implicaba un bajo rendimiento reproductivo a lo largo de la vida, dada la mediana de la edad de madurez de 13 años y la esperanza de vida de 25 años, con una producción media de sólo 4 crías cada dos años. También se debatió que la esperanza de vida, que se basa en la determinación de la edad de las vértebras, puede ser una subestimación, pero que, sin embargo, la recuperación del stock, si la población está sobrepescada, llevará tiempo dada la edad tardía de madurez.

4. Revisión de los resultados de la evaluación de marrajo sardinero en ABJN para el hemisferio sur

Se presentó un resumen de la evaluación del estado del stock de marrajo sardinero en el hemisferio sur en las Áreas fuera de jurisdicción nacional (véase el Apéndice 5 para el Resumen Ejecutivo del informe). El enfoque utilizado combinaba una evaluación de riesgos de sostenibilidad espacialmente explícita y análisis de indicadores para diferentes pesquerías del hemisferio sur que sirvió para caracterizar las tendencias locales en la abundancia relativa basadas en datos de captura comercial por unidad de esfuerzo (CPUE), y tendencias en la talla y en la ratio de sexos basadas en datos biológicos. La evaluación consideró cinco subpoblaciones o regiones por longitud: 1) océano Atlántico occidental, 2) océano Atlántico oriental/océano Índico occidental, 3) océano Índico oriental, 4) océano Pacífico occidental y 5) océano Pacífico oriental. En las regiones del océano Atlántico oriental/océano Índico occidental, océano Índico oriental y Pacífico occidental, donde la disponibilidad y calidad de los datos fueron mejores, la evaluación del estado del stock se realizó utilizando una evaluación cuantitativa de riesgos espacialmente explícita. Se utilizaron análisis basados en indicadores para evaluar el estado del stock en el Pacífico oriental y el Atlántico occidental, donde la información era más limitada.

Se usaron datos de observadores japoneses sobre captura y esfuerzo pesquero en todo el hemisferio sur para generar series estandarizadas de CPUE, que luego se usaron para predecir la abundancia relativa en toda la región y se combinaron con el esfuerzo para predecir las capturas palangreras de superficie. Se obtuvieron de la bibliografía estimaciones de captura para otras pesquerías. La mayoría de los indicadores de tasas de captura eran relativamente cortos, variables e inciertos, y la mayoría eran estables o crecientes. Los indicadores de talla también fueron variables. La región del Atlántico oriental/océano Índico occidental, que era la más rica en datos, fue seleccionada como la "región de calibración" y se ajustó un modelo de producción a la captura estimada y al índice de abundancia para la zona de calibración. El modelo estimó un parámetro de capturabilidad para el esfuerzo pesquero palangrero pelágico, que fue usado para estimar la mortalidad por pesca para el área de calibración y se amplió a otras áreas del modelo. Estos valores de mortalidad por pesca fueron comparados con un Umbral de Impacto Máximo Sostenible (MIST), un nivel de referencia de la población basado en la productividad, para determinar si se estaba produciendo sobrepesca ($F > MIST$). Se definieron tres valores de MIST: F_{crash} (mortalidad por pesca instantánea que lleva a la extinción de la población), F_{lim} (tasa de mortalidad por pesca instantánea que corresponde al límite de biomasa B_{lim}), y F_{msm} (tasa de mortalidad por pesca instantánea que corresponde al número máximo de peces de la población que pueden ser matados por la pesca a largo plazo). Los resultados de la evaluación de riesgos estimaron bajas tasas de mortalidad por pesca en las tres regiones que comprenden el área de evaluación, y bajo riesgo de pesca comercial con palangre pelágico para el marrajo sardinero en el dominio espacial de la evaluación. Estos resultados fueron coherentes con las tendencias observadas en los indicadores de tasas de captura en toda el área de distribución de la población de marrajo sardinero en el hemisferio sur, que en la mayoría de los casos mostraba tasas de captura estables o en aumento.

El Grupo no evaluó plenamente la evaluación del marrajo sardinero del ANBJ para el hemisferio sur en esta reunión y, por lo tanto, no está en condiciones de apoyar o rechazar dicha evaluación. Esa decisión se tomará en la próxima reunión de evaluación de stock de marrajo sardinero cuando el Grupo evalúe completamente la evaluación de ABNJ.

5. Examen de ejemplos de diagnósticos para el ajuste del modelo Stock Synthesis

En el documento SCRS/2019/088 se implementaron varios diagnósticos clave del modelo de evaluación de stock integrado identificados por Carvalho et al (2017) para evaluar los ensayos del modelo de Stock Synthesis para el marrajo dientuso del Atlántico norte. Para una mejor interpretación, se hizo especial hincapié en la visualización gráfica de estos diagnósticos. Además, el conjunto de pruebas de diagnóstico se amplió con una prueba para evaluar la capacidad de predicción del modelo. Se proporcionó una breve descripción de cada diagnóstico, su uso previsto y una breve interpretación de sus resultados como ayuda al Grupo para determinar si los modelos de Stock Synthesis se ajustan adecuadamente a los datos y si los modelos están bien especificados. Los nueve diagnósticos (**Tabla 9**) proporcionan una ayuda objetiva para evaluar el ajuste del modelo de evaluación de stock a los datos e identificar posibles especificaciones erróneas del modelo.

Los diagnósticos fueron implementados para tres modelos Stock Synthesis de marrajo dientuso del Atlántico norte completados anteriormente (ensayos del modelo 1, 2 y 3) y presentados al Grupo en su reunión de evaluación de stock de 2017 (Anón 2018a). Los diagnósticos identificaron de forma continua que una tendencia significativa en las desviaciones del reclutamiento estimado (necesarias para ajustar la tendencia en la CPUE en todos los modelos) tuvo una gran influencia en los resultados del modelo y probablemente contribuyó a una deficiente capacidad de predicción de la muestra. Sin embargo, el ajuste de la CPUE no mostró evidencia clara de conflictos entre los índices de CPUE, lo que sugiere que la tendencia de abundancia era coherente entre las distintas flotas. Los diagnósticos no proporcionaron información para distinguir establecer una distinción de los modelos en función de su desempeño en este caso. Además, aunque los diagnósticos identificaron algunos problemas potenciales, éstos no fueron lo suficientemente graves como para impedir el uso de estos modelos para la formulación del asesoramiento en materia de ordenación. Se observó que los otros modelos utilizados en la evaluación de 2017 (BSP2JAGS, JABBA) todavía no han sido evaluados con todos estos diagnósticos.

El Grupo discutió el uso del término "raíz de error cuadrático medio", RMSE, para describir los valores residuales entre la CPUE observada y la estimada. Se sugirió que el diagnóstico se denominara raíz de valor residual cuadrático medio (RMSR) para evitar confusiones con la raíz del error cuadrático medio entre los valores puntuales de datos predichos y observados en aplicaciones de validación cruzada y aprendizaje automático.

En el documento SCRS/2019/098 se evaluaban las diferencias entre el modelo Stock Synthesis y los modelos de producción para el marrajo dientuso. El marrajo dientuso tiene una larga vida, con una edad de madurez de 21 años. Sin embargo, Stock Synthesis ha estimado que todas las flotas tienen selectividad en forma de cúpula, siendo los tiburones de 3 a 10 años los más vulnerables. Por lo tanto, los modelos de producción están siguiendo las tendencias de la biomasa explotable subadulta, en lugar de la fecundidad del stock reproductor SSF, donde SSF es la fecundidad del stock reproductor (nacimiento), utilizada aquí en lugar de la biomasa reproductora para reflejar la biología reproductiva del marrajo dientuso (aproximación marrajo dientuso/tiburón para la biomasa del stock reproductor). Aunque los modelos de producción pueden seguir las tendencias a corto plazo en la abundancia (con error de proceso), no proporcionan información sobre las tendencias de SSF, que están rezagadas por lo menos una década. Por lo tanto, los autores recomendaron no utilizar modelos de producción para las proyecciones del stock de marrajo dientuso del Atlántico norte.

La selectividad en forma de cúpula en el modelo Stock Synthesis implica que existe una gran biomasa críptica de animales maduros que no están siendo capturados por las pesquerías. Algunos miembros del Grupo constataron que existe alguna evidencia de que estos grandes animales existen, basada en prospecciones de investigación. Se sugirió que una evaluación futura debería realizar un análisis de sensibilidad de Stock Synthesis con una forma funcional de selectividad logística para evaluar las implicaciones de esta biomasa críptica para la percepción sobre el estado del stock. El desarrollo de un índice de reclutamiento sería también útil para la evaluación, para evaluar si la autocorrelación en el reclutamiento, que el modelo de Stock Synthesis necesita para ajustar los datos de CPUE, es exacta.

El documento SCRS/2019/093 presentaba un método para aproximar las distribuciones de densidad de probabilidad sobre el estado del stock, que son necesarias para producir el diagrama de fase de Kobe. En el caso del marrajo dientuso, el estado del stock se define mediante SSF/SSF_{RMS} y F/F_{RMS} . El método utiliza

una distribución log-normal delta-multivariada (delta-MVLN) con varianzas y covarianza de SSF/SFF_{RMS} y F/F_{RMS} calculada a partir de la matriz hessiana del modelo Stock Synthesis. La aproximación parece exacta y puede aplicarse en minutos en lugar de en las horas requeridas para el método MCMC. La comparación de los métodos MCMC y MVLN también puede proporcionar un diagnóstico de la falta de convergencia en el MCMC, como se observó en el modelo 3 cuando la cadena MCMC era corta y aún no había convergido.

En el documento SCRS/2019/085 se investigaban las razones de la gran diferencia en las estimaciones del estado del stock entre las evaluaciones de 2012 (Anón 2013) y 2017 (Anón 2018a) y se concluía que la evaluación de 2012 sobrestimó el tamaño del stock y subestimó la mortalidad por pesca. Las fuertes disminuciones de los índices de tamaño del stock entre 2010, último año de la evaluación de 2012, y 2015, último año de la evaluación de 2017, y la introducción de errores de proceso en los modelos de producción excedente son las principales razones del cambio en la percepción del estado del stock. La inclusión del error de proceso permitió que el modelo se ajustara mucho mejor a los índices de tamaño del stock en comparación con la flagrante falta de ajuste en los ajustes del modelo de 2012.

En el documento SCRS/2019/086 se presentaba una aplicación de producción excedente en tiempo continuo (SPiCT) para el marrajo dientuso, que sugería que B/B_{RMS} estaba por encima de 1,0 en la mayoría de los años desde principios de la década de 2000, pero que había disminuido desde 2010 hasta un nivel ligeramente inferior a 1,0 en 2015-2016. La ratio F/F_{RMS} fue menos de 1,0 para todos los años desde 1999, excepto en 2012 y 2013. Aunque las tendencias relativas de los ratios de biomasa y de mortalidad pueden considerarse razonables, los valores absolutos son un orden de magnitud inferiores a las estimaciones de la evaluación de 2017 (Anón. 2018A) y la estimación de la tasa de crecimiento intrínseco ($r = 0,7$) es incompatible con la biología de los marrajos.

Si bien la incorporación del error de proceso en el modelo de producción excedente de marrajo dientuso mejoró considerablemente el ajuste a los índices de tamaño del stock, el Grupo reconoce que los modelos de producción excedente no reflejan plenamente las características biológicas del marrajo dientuso. Los modelos de producción excedente asumen que la biomasa del año siguiente está relacionada con la biomasa del año en curso, más el crecimiento (incluido el reclutamiento), menos la captura y la mortalidad natural. Se estima que la edad media de madurez del marrajo dientuso es de 21 años. Mientras que la mayor parte de la captura procede de ejemplares inmaduros menores de 10 años. Por lo tanto, el componente de producción excedente relacionado con el crecimiento somático de los peces ya reclutados para la pesquería se incluye en los modelos de producción excedente, pero no se incluye el gran efecto del lapso de tiempo que transcurre entre la fase explotable y la fase reproductiva. Para una especie como el marrajo dientuso que produce 12 crías en promedio cada dos o tres años, se espera que la variación estocástica del número anual de reclutas sea baja y esté estrechamente relacionada con la abundancia de hembras maduras. Debido a que los modelos de producción no tienen en cuenta el lapso de tiempo en la dinámica de la población madura, el grupo concluyó que los modelos de producción no deberían utilizarse para las proyecciones. Sin embargo, los modelos de producción pueden seguir los cambios a corto plazo en la biomasa explotable, por lo que pueden utilizarse para estimar el estado actual, como se hizo en la evaluación de 2017 (Anón 2018a).

Stock Synthesis permite modelar las características biológicas de la productividad del marrajo dientuso de forma más realista. Sin embargo, para obtener un buen ajuste a los índices de tamaño del stock, los modelos actuales de Stock Synthesis estimaron grandes desviaciones de reclutamiento correlacionadas en serie que podrían no ser coherentes con la estrecha relación entre la abundancia de hembras maduras y los reclutas mencionada anteriormente. Aunque es posible que estas desviaciones del reclutamiento estén solapándose con otros mecanismos biológicos (aumento del crecimiento, disminución de la mortalidad de las crías, aumento del tamaño de la camada, etc.), el Grupo reconoció la posibilidad de que los cambios en el reclutamiento estimado podrían ser un producto del ajuste de los índices de CPUE.

6. Proyecciones

El documento SCRS/2019/092 actualizaba los cuatro ensayos del modelo BSP2JAGS que se utilizaron para las proyecciones en la evaluación de 2017 (Anón. 2018a) con capturas revisadas de Tarea I para 2015-2017, un TAC cada 100 t y un horizonte temporal más largo. El estado actual (2018) tenía una B/B_{RMS} más baja y una F/F_{RMS} más alta que el estado de 2015, estimado en la evaluación de 2017, porque la población ha continuado descendiendo debido a los elevados niveles de captura. Las proyecciones muestran que la población continuará descendiendo en el futuro a menos que las capturas totales se reduzcan mucho

(Figura 5). El Grupo indicó que, dado que la pesquería se centra sobre todo en animales juveniles, el modelo de producción solo está haciendo un seguimiento de la abundancia de juveniles. Por tanto, las proyecciones no son informativas acerca de las tendencias en la población madura, lo que retrasaría las tendencias en la población explotable en 10 años o más.

El documento SCRS/2019/061 halló que utilizar la versión actualizada de Stock Synthesis (Stock Synthesis 3.30) en lugar de la versión utilizada en la evaluación de 2017 (Stock Synthesis 3.24) tenía un impacto insignificante en los resultados. Por lo tanto, la nueva versión podría usarse para las proyecciones. Esto era útil porque la nueva versión puede incorporar cambios en la selectividad de tallas que pueden utilizarse para evaluar el efecto de los límites de talla en las proyecciones (véase la Sección 7).

El documento SCRS/2019/082 presentaba proyecciones utilizando Stock Synthesis 3.24 para los tres ensayos de Stock Synthesis desarrollados en la evaluación de 2017, con capturas actualizadas de 2015-2018 **(Figura 6)**. Los tres modelos proyectaron que la fecundidad del stock reproductor (SSF), definida como el número de crías producidas cada año, continuará descendiendo hasta aproximadamente 2035 incluso sin pesca, porque las cohortes que han sido mermadas en el pasado pasarán a la población madura en las próximas décadas (la edad de madurez media es 21 años). Para los ensayos 1 y 2, un TAC de entre 800-900 t, incluidos los descartes muertos, daría lugar a una probabilidad de $\geq 50\%$ de encontrarse en la zona verde del diagrama de Kobe (la probabilidad de $F < F_{RMS}$ y $SSF > SSF_{RMS}$) antes de 2070. El ensayo 3, que asumió una relación stock-reclutamiento de productividad baja, halló que solo un TAC de entre 0 y 100 t (incluidos los descartes muertos) daría lugar a una probabilidad de $\geq 50\%$ de encontrarse en la zona verde del diagrama de Kobe antes de 2070. El Grupo resaltó que, para ver alguna recuperación, las tasas de mortalidad por pesca tenían que estar muy por debajo de F_{RMS} .

En la evaluación de 2017, los modelos SS3 se construyeron añadiendo secuencialmente realismo biológico. Por tanto, el ensayo 3 se consideró el mejor modelo SS3 basándose en la creencia de que la relación stock-reclutamiento de baja fecundidad (LFSR) es la más adecuada para este stock. Los diagnósticos son similares entre los modelos, por lo que no hay razón para cambiar la decisión de la selección del modelo para la evaluación. Sin embargo, habiendo decidido no utilizar los modelos de producción para las proyecciones debido a su incapacidad de capturar el desfase temporal entre las edades seleccionadas en la pesquería y la edad de madurez, el Grupo se mostró preocupado por el hecho de que utilizar solo un modelo para la proyección no capturaría de manera adecuada la incertidumbre en la dinámica de población. Por lo tanto, el Grupo decidió incorporar la incertidumbre en la relación stock-reclutamiento entre Beverton-Holt (ensayo 1) o LFSR (ensayo 3) utilizando ambos ensayos 1 y 3 para realizar una matriz de probabilidad de Kobe combinada. A diferencia del ensayo 3, el ensayo 1 no se utilizó para evaluar el estado en la evaluación de 2017, pero se consideró un buen modelo para incorporar la hipótesis de que la población es algo más productiva que con la hipótesis LFSR. Esta hipótesis alternativa (ensayo 1 de SS3) es coherente con algunas de las estimaciones sobre productividad del modelo de producción de la evaluación de 2017, pero el ensayo 1 de SS3 puede incorporar los efectos necesarios de desfase temporal causados por la selectividad y la madurez del stock.

El Grupo combinó los resultados de la proyección MCMC Stock Synthesis del ensayo 1 de Stock Synthesis y del ensayo 3 de Stock Synthesis para hacer las proyecciones. Las proyecciones muestran lo siguiente: independientemente del TAC (incluido un TAC de 0), el stock continuará descendiendo hasta 2035 antes de que pueda producirse algún aumento de biomasa; un TAC de 500 t tiene un 52 % de probabilidades de recuperar el stock hasta niveles superiores a SSF_{RMS} y por debajo de F_{RMS} en 2070, para alcanzar una probabilidad de al menos el 60 % el TAC debe ser de 300 t o menos; TAC más pequeños logran la recuperación en marcos temporales más cortos **(Tabla 10)**. Todas las proyecciones de recuperación asumen que los TAC tienen en cuenta todas las fuentes de mortalidad, incluidos los descartes muertos.

El Grupo llevó a cabo también un muestreo de las proyecciones a partir de una distribución lognormal delta-multivariable (SCRS/P/2019/035). Los resultados de este análisis corroboraron los hallazgos obtenidos usando MCMC **(Figura 7)**.

7. Evaluar, en la medida de lo factible, la probabilidad de éxito de las medidas incluidas en la Recomendación 17-08 de ICCAT mediante proyecciones adicionales

El documento SCRS/2019/089 evaluaba los efectos de una reglamentación sobre talla en la recuperación de la SSF hasta el nivel objetivo prediciendo mediante el caso base del modelo de la evaluación de stock de 2017 (modelo 3 con Stock Synthesis versión 3.30.12 beta) para el marrajo dientuso del Atlántico norte. Los modelos asumieron una mortalidad cero para los tiburones por debajo del límite de talla. Se compararon escenarios de TAC fijos con o sin reglamentación de talla en el marco de diferentes TAC. Las proyecciones deterministas del TAC hallaron que la SSF no podría alcanzar el nivel del RMS hasta 2070 incluso si el TAC se establece en cero con o sin reglamentaciones de talla. Las proyecciones del TAC también hallaron que el TAC fijado con reglamentaciones de talla aceleraba la recuperación de la SSF. Estos resultados sugieren que una reglamentación de talla mínima que se aplique a toda la pesquería podría ser una herramienta útil para aumentar la velocidad de la recuperación en el marco de una ordenación mediante TAC - siempre que la mortalidad por descarte sea baja. Dado que el modelo cambia para las proyecciones, los resultados de las proyecciones de este documento pueden ser ligeramente diferentes de los resultados del modelo de evaluación descritos en la sección 6.

El Grupo discutió si los límites de talla tienen sentido teniendo en cuenta la biología de la especie. El límite de talla de 210 cm FL para las hembras de la [Rec. \[17-08\]](#) es inferior a la talla de madurez por lo que no protegería a las hembras maduras de la pesca. Para una especie longeva, podría ser adecuado un límite de talla mínima y máxima que proteja a algunos grupos de edad madura, pero ninguna de las herramientas disponibles en esta reunión pudo evaluar límites de talla mínima y máxima. Se indicó también que los tiburones más grandes tienen una concentración mayor de mercurio y, por ello, son menos deseables para las pesquerías (Biton-Porsmoguer *et al.*, 2018). Este conjunto de proyecciones asume que existe una mortalidad cero por debajo de los límites de talla y, por tanto, estas proyecciones podrían considerarse irrealmente optimistas.

El documento SCRS/2019/095 resumía las proyecciones futuras realizadas intersesiones para evaluar la eficacia de un subconjunto de medidas de conservación y ordenación de 2017 recomendadas por ICCAT tal y como se aplican en el documento SCRS/2019/095, relacionadas con el TAC y los límites de talla mínima, para reducir la mortalidad del marrajo dientuso del Atlántico norte en asociación con las pesquerías de ICCAT y para recuperar el stock hasta el nivel de RMS. Para las proyecciones, se aplicaron a todas las pesquerías límites de talla mínima. Todos los escenarios de la proyección para el caso base del modelo (ensayo 3) dieron lugar a descensos de la población hasta aproximadamente 2040, independientemente del nivel de TAC fijado utilizado en las proyecciones futuras (lo que incluye un TAC de cero). En las proyecciones, la SSF continuaba descendiendo después de haber reducido F porque a los reclutas supervivientes les llevó varios años llegar a la madurez (edad de 50 % de madurez = 21 años) y comenzar a contribuir a la SSF. Para el caso base, las proyecciones de SSF/SSF_{RMS} parecían estabilizarse a tamaños del stock por debajo de RMS antes de 2070 con un TAC fijado en 800 t. Los niveles de TAC fijados en más de 800 t se proyectaron y dieron lugar a una tendencia descendente de SSF/SSF_{RMS} antes de 2070 y los niveles de TAC fijados en menos de 800 t se proyectaron y dieron lugar a una tendencia ascendente de SSF/SSF_{RMS} antes de 2070. Una matriz de riesgo de Kobe II para el caso base indicaba que sería probable que SSF alcanzara SSF_{RMS} antes de 2070 (aproximadamente el tiempo medio de dos generaciones) con más de un 50 % de probabilidades solo con un límite del TAC anual fijado en < 100 t. Para el caso base, la recuperación de SSF se acelera con las reglamentaciones sobre límites de talla para proteger a los marrajos dientusos inmaduros.

Una limitación del enfoque de proyección implementado con un TAC fijado y una reglamentación de talla mínima fue que el enfoque imponía un cambio en la selectividad del arte que asumía implícitamente la perfecta implementación del TAC y que los tiburones por debajo de la talla mínima experimentaban una mortalidad por pesca de cero durante el periodo de la proyección (2019-2070). Teniendo en cuenta la naturaleza de las pesquerías de marrajo dientuso (es decir, en su mayoría como captura fortuita), podría ser más probable que el TAC y los límites de talla no estén perfectamente implementados. En este caso, la expectativa es que la reglamentación del TAC establecido y la reglamentación de talla podrían ser menos eficaces a la hora de acelerar la recuperación de SSF a SSF_{RMS} que lo que comunicaban los escenarios de la proyección.

El efecto de los anzuelos circulares no fue evaluado con las proyecciones.

El documento SCRS/2019/101 presentaba proyecciones de la Decision Support Tool, DST, que es una herramienta basada en la web para realizar proyecciones basadas en un modelo Stock Synthesis existente y que tiene la capacidad de ajustar los límites de talla, la parte de la captura total liberada y la parte de los descartes que muere. Las proyecciones asumen que la selectividad de las pesquerías no cambia, implicando que los pescadores no reducen sus capturas de marrajo dientuso evitando a los marrajos dientusos, solo pueden reducir su captura retenida descartándolos. Las proyecciones se ejecutaron con TAC especificados, que se aplicaron solo a la captura retenida. Con un límite de talla y una mortalidad por descarte del 25 %, el peso de los descartes muertos era igual o superior al peso de la captura retenida. Una política de liberación de los tiburones vivos que causaba una retención de solo el 36 % de todos los tiburones con una mortalidad por descarte del 25 % provocaba también una gran cantidad de descartes muertos. Por tanto, con el fin de recuperar la población, el TAC debía reducirse a aproximadamente 400 t, para que la mortalidad total (=captura retenida más descartes muertos) estuviera por debajo del nivel de las 800 t requeridas para provocar una tendencia ascendente. Los descartes muertos eran más elevados si la tasa de mortalidad por descarte era más elevada. En general, las proyecciones demostraron que, si los pescadores son incapaces de evitar capturar marrajos dientusos, y los que son descartados tienen una tasa de mortalidad importante, entonces es necesario disminuir en gran medida la captura retenida para permitir que la población se recupere. El peso de los descartes muertos depende de las tasas de retención y las tasas de mortalidad por descarte, por tanto, es crítico estimar estos parámetros de forma precisa para todas las flotas. Se sugirió que la herramienta DST debería añadir la capacidad de poner un límite máximo y mínimo de talla ya que, para una especie longeva, proteger a los tiburones de más edad podría ser mejor estrategia que proteger a los más jóvenes. Permitir la ejecución de las proyecciones con un esfuerzo fijo en las pesquerías dirigidas a otras especies (por ejemplo, pez espada) sería útil para especies como el marrajo dientuso que se captura como captura fortuita.

El documento SCRS/2019/102 implementaba las proyecciones de Stock Synthesis en tasas de F fijadas alternativamente para el caso base (ensayo 3) para evaluar la eficacia de un subconjunto de medidas de conservación y ordenación de 2017, sobre liberación de ejemplares vivos, recomendadas por ICCAT para reducir la mortalidad del marrajo dientuso del Atlántico norte en asociación con las pesquerías de ICCAT y recuperar el stock hasta el nivel de RMS. Todos los escenarios de la proyección dieron como resultado descensos continuados de la población a corto plazo, hasta 2030, independientemente del nivel de F fijado utilizado en las proyecciones de futuro. La SSF alcanzó el nivel de RMS antes de 2070 solo para el escenario de F igual a cero. La SSF continuó descendiendo después de 2030 para F_{actual} y F_{reducida} por medio de escenarios de liberación de ejemplares vivos ($F_{\text{liberación}}$). La SSF aumentó después de los años 2030 para la mayoría de los escenarios descritos como un porcentaje de F_{RMS} . La tasa de incremento en SSF después de los años 2030 era mayor con una F reducida (en relación con F_{RMS}).

Los resultados de la proyección para el caso base del modelo Stock Synthesis sugerían que las medidas de ordenación relacionadas con la liberación de ejemplares vivos únicamente es improbable que fueran suficientes para recuperar el stock hasta el nivel objetivo en el periodo proyectado. Sin embargo, es probable que la F reducida (relativa a F_{RMS}) aumente la tasa de recuperación de SSF durante el periodo proyectado. La reglamentación de talla mínima aumentaba también la velocidad de la recuperación en SSF después de los años 2030, pero solo si se asumía que no había mortalidad por descartes. Dichos límites podrían tener que variar entre flotas con diferentes selectividades.

Dado que el marrajo dientuso es principalmente una especie de captura fortuita, reducir F de forma sustancial podría requerir medidas activas para evitar capturar esta especie además de liberaciones de ejemplares vivos explícitamente modeladas en este análisis. Las proyecciones del TAC fijado (ensayos del modelo 1 y 2) indicaban que también es posible recuperar la SSF durante el periodo proyectado si se capturan menos de 800 t del TAC. Sin embargo, este TAC tendría que aplicarse a la mortalidad total, incluidos los descartes muertos. Con una reglamentación de TAC fijado, es probable que la mortalidad por pesca continúe aumentando después de que una flota alcance el TAC asignado debido a la captura accidental del marrajo dientuso. Por tanto, considerando la naturaleza de la pesquería, el enfoque de liberación de ejemplares vivos (tal y como se ha modelado) podría ser una forma práctica de reducir F además de otras medidas de ordenación relacionadas con F, como la reducción del tiempo operativo y los cambios en la zona de pesca.

Al interpretar los resultados de la proyección debería considerarse también la incertidumbre del modelo. El uso de diferentes supuestos del modelo o el uso de diferentes marcos de modelación podría conducir a resultados distintos de las proyecciones. Por ejemplo, el rango de resultados obtenidos a partir de las

proyecciones del marrajo dientuso del Atlántico norte ignora grandes incertidumbres en los supuestos de parámetros biológicos fijados dentro del modelo Stock Synthesis como el crecimiento, la edad de madurez, la mortalidad natural y la relación stock-reclutamiento, que no fueron explícitamente evaluados en estas proyecciones. Además, especificaciones alternativas del modelo para la forma de las curvas de selectividad por flota o cambios en la proporción de tasa de captura por flota podrían tener también un gran efecto en los resultados de las proyecciones, y no fueron evaluados en estas proyecciones.

El Grupo discutió también las posibles razones de que SSF no alcance el nivel de RMS antes del final del periodo de proyección debido a las tendencias oscilantes crecientes y decrecientes en la SSF en las proyecciones futuras. Aunque SSF_{RMS} se alcanzaría asintóticamente, F necesitaría reducirse por debajo de F_{RMS} para aumentar la tasa en la que SSF aumenta hasta SSF_{RMS} . Froese *et al.* (2018) demostraban que un escenario de $F=F_{RMS}$ es, por definición, incapaz de recuperar el tamaño del stock hasta por encima de SSF_{RMS} y que SSF_{RMS} en sí misma, se acerca asintóticamente y se alcanza en tiempo infinito. El Grupo formuló la hipótesis de que esto podría ser un efecto de imponer la pesca en una F fijada sobre una especie longeva con una selectividad en forma de cúpula, que da lugar a picos de reclutamiento diferido que aparecen como SSF 20+ años después, como se discute más arriba.

El Grupo no pudo evaluar plenamente la eficacia de la [Rec. 17-08](#) para reducir la mortalidad por pesca del marrajo dientuso porque en 2018 las CPC solo la habían implementado parcialmente. Según la Rec. [17-08], se requiere a las CPC que comuniquen sus capturas de marrajo dientuso para los primeros 6 meses de 2018. A pesar de que las recomendaciones no estaban plenamente implementadas durante ese periodo, las capturas declaradas fueron de 1.530 t, lo que sugiere que no se habían producido reducciones significativas en la captura en comparación con los años anteriores. En el momento de la reunión, el Grupo no disponía de las capturas para la segunda mitad de 2018. Dado que 2019 es el primer año completo en el que se ha aplicado la Rec. [17-08], el Grupo no podrá evaluar el efecto de la Recomendación para reducir las capturas de marrajo dientuso hasta después del 31 de julio de 2020, y el Grupo dispondrá entonces de solo un año de datos.

El Grupo no tenía información suficiente para determinar qué recomendaciones de ICCAT sobre posibles medidas de conservación (Rec. [17-08]) fueron implementadas para qué flota, lo que hace difícil evaluar el efecto de las posibles medidas de conservación por flota en las proyecciones con Stock Synthesis.

8. Continuar examinando la eficacia de las medidas potenciales de mitigación para reducir la captura fortuita y la mortalidad del marrajo dientuso

El documento SCRS/2019/091 presentaba un metaanálisis de las tasas de retención y de mortalidad en la virada para las tortugas marinas, los peces óseos y los elasmobranquios que comparaba diferentes tipos de anzuelo, cebo y cable. Respecto al marrajo dientuso, los resultados demostraron que cuando se utilizan anzuelos circulares, la tasa de retención aumenta, pero que la mortalidad en la virada desciende en comparación con los anzuelos en J. Utilizar peces de escamas (frente a cebo de calamar) o cable de acero (frente a cable de nailon) no aumentaba significativamente las tasas de retención del marrajo dientuso, ni el cebo tenía efecto alguno en la mortalidad en la virada del marrajo dientuso.

El Grupo preguntó si se había considerado el número de anzuelos, ya que diferentes experimentos tienen diferentes números de anzuelos. Se aclaró que el riesgo relativo es una ratio que tiene en cuenta el número de peces retenidos en comparación con el número de anzuelos, para control y tratamiento. Se discutió también que los estudios considerados en el metaanálisis se llevaron a cabo en diferentes momentos y zonas, utilizando diferentes diseños experimentales, anzuelos con diferentes características, etc. Esto podría afectar a la comparación de los resultados entre los experimentos, ya que estudios previos han demostrado que la mortalidad puede cambiar con la talla o la temperatura y que cuando se utiliza un metaanálisis estos estudios se consideran todos iguales. Se explicó que, aunque todas estas características no fueron específicamente modeladas, los modelos consideraban efectos aleatorios para tener en cuenta la variabilidad entre los estudios. Sin embargo, es importante tener presentes estas circunstancias al extraer conclusiones de los resultados. Se sugirió también incluir interacciones en el análisis ya que la mortalidad en la virada puede proceder de una combinación de diferentes factores, no solo uno como se está analizando actualmente. El Grupo consideró que el metaanálisis era una importante contribución y acordó con los autores que los resultados deberían considerarse preliminares.

9. Resumen de los resultados de la proyección de la evaluación

Los resultados combinados de la proyección de Stock Synthesis muestran lo siguiente*:

- Un TAC** de cero permitirá al stock recuperarse y sin sobrepesca (en el cuadrante verde del diagrama de Kobe) antes de 2045 con un 53% de probabilidades.
- Independientemente del TAC (incluido un TAC de 0 t), el stock continuará descendiendo hasta 2035 antes de que pueda ocurrir cualquier aumento en la biomasa.
- Un TAC de 500 t, incluidos los descartes muertos, tiene solo un 52% de probabilidades de recuperar el stock hasta niveles por encima de SSF_{RMS} y por debajo de F_{RMS} en 2070.
- Para situarse en el cuadrante verde del diagrama de Kobe con al menos un 60% de probabilidades antes de 2070, el TAC debe ser de 300 t o menos.
- TAC menores lograrían la recuperación en plazos más cortos.
- Un TAC de 700 t detendría la sobrepesca con un 57% de probabilidades, sin embargo, este TAC solo contaría con un 41% de probabilidades de recuperar el stock desde ahora hasta 2070.

Aunque existe gran incertidumbre en el supuesto de productividad futura de este stock, las proyecciones de Stock Synthesis muestran que existe un largo desfase temporal entre cuando se implementan las medidas de ordenación y cuando el tamaño del stock empieza a recuperarse. Este hecho resalta la importancia de emprender acciones inmediatas para reducir la mortalidad por pesca y recuperar el stock.

El Grupo exploró TAC y medidas de límite de talla alternativos utilizando dos herramientas. Utilizando las proyecciones de Stock Synthesis, el Grupo examinó los efectos combinados de los límites de talla y los diferentes TAC. Los resultados sugieren que, hipotéticamente, una reglamentación de talla mínima que se aplique a toda la pesquería podría ser una herramienta útil para acelerar la recuperación en el marco de una ordenación mediante TAC - siempre que la mortalidad por descarte sea baja. Utilizando proyecciones de DST, si los pescadores son incapaces de evitar capturar marrajos dientusos, y los que son descartados tienen una tasa de mortalidad importante, entonces es necesario disminuir en gran medida la captura retenida para permitir que la población se recupere. El peso de los descartes muertos depende de las tasas de retención y las tasas de mortalidad por descarte, por tanto, es crítico estimar estos parámetros de forma precisa para todas las flotas.

El Grupo evaluó también estrategias alternativas de F para analizar el impacto potencial de una medida de liberación de ejemplares vivos en todas las pesquerías. Un enfoque de liberación de ejemplares vivos podría ser una forma de reducir F si las tasas de mortalidad por descarte son bajas, pero otras medidas de ordenación, como la reducción del tiempo de inmersión y/o vedas espacio-temporales podrían ser también necesarias.

10. Otros asuntos

10.1 CITES

La Secretaría informó al Grupo de que, a principios de enero de 2019, recibió una propuesta para la inclusión del marrajo dientuso en el Apéndice II de CITES [de conformidad con el Artículo II, párrafo 2(a) del Convenio, y cumpliendo los Criterios A y B del Anexo 2a de la Res. Conf. 9.24 (Rev. CoP17)]; y el marrajo carite [de conformidad con el Artículo II, párrafo 2(b) del Convenio y cumpliendo el Criterio A del Anexo 2b de la Res. Conf. 9.24 (Rev. CoP17)]. Además, a finales de enero de 2019, la Secretaría recibió una solicitud de la FAO para proporcionar información adicional a FAO y el sexto Cuadro Especial de Expertos para la evaluación de la propuesta de modificación de los Apéndices de la CITES - incluido el marrajo dientuso. Esta solicitud se centraba especialmente en la incertidumbre de la evaluación del stock de 2017 de marrajo dientuso. Por consiguiente, la Secretaría aclaró algunas cosas, destacando que el SCRS es la autoridad científica de ICCAT por lo que la Secretaría no se encontraba en posición de responder de manera exhaustiva a la solicitud de la FAO. Además, dado que el Grupo se reunirá en mayo de 2019, el presidente y vicepresidente del SCRS, el relator del Grupo especies de tiburones y el presidente de la Subcomisión 4 prepararon un documento (*Notas sobre la inclusión del marrajo dientuso (Isurus oxyrinchus) y el marrajo*

* Todos los TAC incluyen los descartes muertos

carite (Isurus paucus) en el Apéndice II de CITES en relación con el estado del stock y el asesoramiento científico a la Comisión), que se envió a la FAO en marzo de 2019.

La Secretaría informó también al Grupo de que había recibido dos invitaciones para asistir a eventos paralelos durante la reunión de CITES. Tras consultar con el presidente de la Subcomisión 4, se informó a la FAO de que se aceptaban dichas invitaciones y de que el Dr. Fabio Hazin (antiguo presidente de la Comisión y actual presidente de la Subcomisión 4 y antiguo relator del Grupo de especies sobre tiburones) sería el representante de ICCAT. La Secretaría informó asimismo al Grupo de que debido a los trágicos sucesos acaecidos en Sri Lanka, las reuniones de la CITES se habían pospuesto *sine die*.

10.2 Conferencia sobre tiburones OROP-CITES

La Secretaría informó al Grupo de que un asesor del Ministerio federal alemán del Medioambiente había comunicado que se está organizando una Conferencia de alto nivel OROP-CITES sobre tiburones. El evento se celebrará en Alemania a finales de marzo de 2020 (23/24 o 30/31), pero que, por ahora, la Secretaría no disponía de más información.

10.3 Reunión de las OROP de túnidos sobre captura fortuita

La Secretaría informó al Grupo de que el presidente del Comité directivo de Kobe había solicitado que ICCAT organice una nueva reunión del Grupo de trabajo conjunto sobre captura fortuita de las OROP de túnidos. La reunión se centrará específicamente en los tiburones y se celebrará del 16 al 18 de diciembre de 2019. Actualmente la Secretaría está estableciendo contactos para hallar un lugar adecuado para la reunión y está trabajando estrechamente con las Secretarías de las OROP de túnidos en un orden del día provisional.

11. Recomendaciones

11.1 Recomendaciones generales

- El Grupo recomendó que la Secretaría incluya en la lista de factores de conversión publicados en el sitio web y el Manual de ICCAT, los factores de conversión para el peso canal a peso total (peso vivo) para la tintorera y el marrajo dientuso desarrollados por Mejuto *et al.*, 2008.
- El Grupo recomendó que el Subcomité de estadísticas discuta y apruebe el uso de los factores de conversión de Mejuto *et al.*, 2008 para su aplicación a la tintorera y el marrajo dientuso.
- El Grupo recomendó que la Secretaría desarrolle una propuesta sobre posibles cambios al formulario ST01-NC para incluir información sobre los factores de conversión utilizados por las CPC para comunicar las capturas en peso total. Dicha propuesta se presentará a la reunión de 2019 del Subcomité de estadísticas para su debate y potencial adopción.
- El Grupo recomendó que la Secretaría adopte la serie temporal de capturas del marrajo dientuso de Taipei Chino estimada por el Grupo como las estadísticas oficiales de capturas de Tarea I.
- El Grupo recomendó que la Secretaría adopte la serie temporal de captura de marrajo sardinero estimada en la reunión de evaluación de stock de 2008 (Anón. 2009) como las estadísticas oficiales de capturas de Tarea I para esta especie.
- El Grupo recomendó que la Secretaría contacte con los corresponsales estadísticos de Namibia y Marruecos para confirmar las capturas de marrajo dientuso declaradas en 2017.
- El Grupo recomendó que todas las CPC revisen su CPUE de marrajo dientuso para identificar posibles conflictos con la serie temporal de captura.
- El Grupo recomendó que la Secretaría trabaje con los científicos nacionales para recuperar información sobre el sexo a partir de los datos de marcado.

11.2 Recomendaciones con implicaciones financieras

- El Grupo continúa recomendando que se diseñe e implemente un estudio para comparar los efectos de los anzuelos circulares respecto a los anzuelos en J en las tasas de retención, las tasas de captura y la mortalidad en la virada de los tiburones. Los diseños experimentales deberían tener en cuenta la influencia de los tipos de materiales de la línea (acero versus nailon) y considerar posibles diferencias regionales o de operación entre las flotas.
- El Grupo recomienda que la Comisión continúe financiando el Programa de investigación sobre tiburones (SRDCP).

11.3 Recomendaciones de ordenación

Marrajo dientuso del Atlántico sur

- Dado que el desarrollo de la pesquería en el Sur es muy probable que siga el desarrollo de la pesquería en el Norte y dado también que las características biológicas del stock son similares, existe un importante riesgo de que este stock sufra una evolución similar a la del stock septentrional. Si el stock desciende requerirá, como el stock septentrional, un largo tiempo para recuperarse, incluso después de reducciones importantes en la captura. Para evitar esta situación y considerando la incertidumbre en el estado del stock, el Grupo recomienda que, como mínimo, los niveles de captura no deberían superar la captura mínima en los cinco últimos años de la evaluación (2011-2015; 2.001 t con el escenario de captura C1).

Marrajo dientuso del Atlántico norte

- El Grupo llevó a cabo nuevas proyecciones utilizando dos escenarios del modelo Stock Synthesis que incorporaban aspectos importantes de la biología del marrajo dientuso. Este era un rasgo que no era posible con las proyecciones del modelo de producción desarrolladas en la evaluación de 2017 (Anón., 2008a) y, por tanto, el Grupo considera las nuevas proyecciones una mejor representación de la dinámica del stock. Las proyecciones de Stock Synthesis indicaban lo siguiente: un TAC* de cero permitirá al stock recuperarse y sin sobrepesca (cuadrante verde del diagrama de Kobe) antes de 2045 con un 53 % de probabilidades; independientemente del TAC (incluido un TAC de 0 t), el stock continuará descendiendo hasta 2035 antes de que se produzca cualquier aumento de biomasa; un TAC de 500 t, incluidos los descartes muertos, tiene solo un 52 % de probabilidades de recuperar el stock hasta niveles por encima de SSF_{RMS} y por debajo de F_{RMS} en 2070; para situarse en el cuadrante verde del diagrama de Kobe con al menos un 60 % de probabilidades antes de 2070, el TAC debe establecerse en 300 t o menos; TAC inferiores logran la recuperación en periodos más cortos; un TAC de 700 t pondría fin a la sobrepesca inmediatamente con un 57 % de probabilidades, sin embargo este TAC solo tiene un 41 % de probabilidades de recuperar el stock antes de 2070.
- Considerando los resultados de las proyecciones, el Grupo acordó que las excepciones incluidas en la Rec. [17-08] que permiten la retención de algunos marrajos dientusos capturados no permitirán la recuperación del stock antes de 2070. La K2SM indica que la recuperación del stock puede lograrse antes de 2070 con un 60 % de probabilidades si el TAC es inferior a 300 t y con un 52 % con un TAC de 500 t, incluidos los descartes muertos en ambos casos. En la **Tabla 10** se incluye un rango de opciones de TAC con un rango de marcos temporales y las probabilidades asociadas de recuperación. Dadas las vulnerables características biológicas de este stock y los pesimistas hallazgos de las proyecciones, para acelerar la tasa de recuperación y aumentar las probabilidades de éxito, el Grupo recomienda que la Comisión adopte una política de no retención como ha hecho ya con otras especies de tiburones.
- El Grupo destacó que la comunicación de todas las fuentes de mortalidad es un elemento esencial para disminuir la incertidumbre en los resultados de la evaluación de stock y, particularmente, la comunicación de la estimación de descartes de ejemplares muertos de todas las pesquerías. Aunque la comunicación de los descartes de ejemplares muertos forma parte ya de las obligaciones en materia de comunicación de datos de ICCAT, muchas CPC han ignorado dicho requisito. La comunicación de los descartes muertos y liberaciones de ejemplares vivos es de la máxima importancia, especialmente si la Comisión adopta una estrategia de no retención.

- El Grupo indicó que medidas adicionales pueden reducir aun más la mortalidad incidental, lo que incluye vedas espacio-temporales, restricciones a los artes y mejores prácticas de manipulación segura para la liberación de los ejemplares vivos (dado que la supervivencia posterior a la liberación puede llegar al 75 %).
- El Grupo destacó que la K2SM no captura todas las incertidumbres asociadas con la pesquería y la biología de la especie. Además, la longitud del periodo de proyección (50 años) solicitada por la Comisión, aumenta significativamente la incertidumbre de los resultados. Por lo tanto, el Grupo advirtió de que los resultados de la K2SM deberían interpretarse con cautela.

12. Adopción del informe y clausura

El informe fue adoptado por correspondencia y la reunión clausurada.

Referencias

- Anon. 2009. Report of the 2008 Shark Stock Assessment Session (Madrid, Spain, 1-5 September 2008). ICCAT Col. Vol. Sci. Papers, 64 (5): 1343-1491.
- Anon. 2013. Report of the 2012 Shortfin Mako Stock Assessment and Ecological Risk Assessment Meeting (Olhão, Portugal, 11-18 June 2012). ICCAT Col. Vol. Sci. Papers. 69 (4):1427-1570
- Anon. 2018a. Report of the 2017 ICCAT Shortfin Mako Stock Assessment Meeting (Madrid, Spain, 12-16 June 2017). ICCAT Col. Vol. Sci. Papers. 74 (4): 1465-1561.
- Anon. 2018b. Report of the 2018 intersessional meeting of the Shark Species Group. ICCAT Col. Vol. Sci. Papers, 75 (3): 357-434.
- Anon. 2018c. Standardized catch per unit effort (CPUE) of shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) for the Moroccan longline fishery. ICCAT Col. Vol. Sci. Papers, 75 (3): 511-523.
- Biton Porsmoguer, S., Banaru, D., Boudouresque, C-F., Dekeyser, I., Bouchoucha, M., Marco-Miralles, F., Harmelin-Vivien. M. 2018. Mercury contamination of the blue shark (*Prionace glauca*) and the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the north-eastern Atlantic Ocean: possible implications for the fishery management. Marine Pollution Bulletin, 127: 131-138.
- Cheng, S., Chang, S.-Y., Gravitt, P., Respass, R. 1994. Long PCR. Nature 369,684–685.
- Diaz G. 2018. Updated U.S. time series of shortfin mako shark landings for 1996-2016. Document SCRS/2018/117 (withdrawn).
- Mejuto J., A.M. Ramos-Cartelle, M. Quintans, F. González and A. Carroceda. 2008. Length-weight relationships and morphometric conversion factors between weights for the blue shark (*Prionace glauca*) and shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) caught by the Spanish surface longline fleet in the Atlantic Ocean. ICCAT Col. Vol. Sci. Papers, 62 (5): 1494-1507.
- Miya M, Takeshima H, Endo H, Ishiguro NB, Inoue JG, Mukai T, Satoh TP, Yamaguchi M, Kawaguchi A, Mabuchi K, Shirai SM, Nishida M. 2003. Major patterns of higher teleostean phylogenies: a new perspective based on 100 complete mitochondrial DNA sequences. Mol. Phylogenet Evol., 26(1): 121-138.
- Musyl, M. K., & Gilman, E. L. 2019. Meta-analysis of post-release fishing mortality in apex predatory pelagic sharks and white marlin. Fish and Fisheries, 20(3), 466-500.

- Nohara K., Coelho R., Santos MN., Cortés E., Domingo A., de Urbina JO., Semba Y., Yokawa K. 2017. Progress report of genetic stock structure of shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the Atlantic Ocean. SCRS/2017/214: 11pp.
- Taguchi M., Coelho R., Santos MN., Domingo A., Mendonça FF., Hazin F., Semba Y., Sato K. and Yokawa K. 2016. Genetic stock structure of the Atlantic Shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*). SCRS/2016/076: 10p.
- Tilak MK., Justy F., Debais-Thibaud M. *et al.* (2014). A cost-effective straightforward protocol for shotgun Illumina libraries designed to assemble complete mitogenomes from non-model species. *Conservation Genetics Resources*, 7, 37–40.
- Walter J., Hiroki Y., Satoh K., Matsumoto T., Winker H., Urtizberea Ijurco A., and Schirripa M. 2019. Atlantic bigeye tuna Stock Synthesis projections and Kobe 2 matrices. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 75(7): 2283- 2300.
- Winker H. 2019. The Multivariate Normal (MVN) approach to capture uncertainty about the stock status within a two-dimensional Kobe-framework. SCRS/P/2019/020.

TABLAS

Tabla 1. Catálogo del SCRS de BSH-N de disponibilidad de los datos de Tarea I y Tarea II entre 1988 y 2017 (Tarea II, DSet= «T2», esquema de colores: “a” = T2CE existe; “b” = T2SZ existe; “c” = T2CS existe).

Tabla 2. Catálogo del SCRS de BSH-S de disponibilidad de los datos de Tarea I y Tarea II entre 1988 y 2017 (Tarea II, DSet= «T2», esquema de colores: “a” = T2CE existe; “b” = T2SZ existe; “c” = T2CS existe).

Tabla 3. Catálogo del SCRS de POR-N de disponibilidad de los datos de Tarea I y Tarea II entre 1988 y 2017 (Tarea II, DSet= «T2», esquema de colores: “a” = T2CE existe; “b” = T2SZ existe; “c” = T2CS existe).

Tabla 4. Catálogo del SCRS de POR-S de disponibilidad de los datos de Tarea I y Tarea II entre 1988 y 2017 (Tarea II, DSet= «T2», esquema de colores: “a” = T2CE existe; “b” = T2SZ existe; “c” = T2CS existe).

Tabla 5. Catálogo del SCRS de SMA-N de disponibilidad de los datos de Tarea I y Tarea II entre 1988 y 2017 (Tarea II, DSet= «T2», esquema de colores: “a” = T2CE existe; “b” = T2SZ existe; “c” = T2CS existe).

Tabla 6. Catálogo del SCRS de SMA-S de disponibilidad de los datos de Tarea I y Tarea II entre 1988 y 2017 (Tarea II, DSet= «T2», esquema de colores: “a” = T2CE existe; “b” = T2SZ existe; “c” = T2CS existe).

Tabla 7. Serie de capturas nominales (t) de POR incluida en la Tarea I (fuente: evaluación de stock de POR de 2008).

Tabla 8. Capturas nominales finales de Tarea I de las tres principales especies de tiburones por stock/región.

Tabla 9. Resumen de los resultados de los diagnósticos para los modelos de la evaluación del marrajo dientuso de 2019.

Tabla 10. Ensayos 1 y 3 combinados de la cadena larga MCMC del modelo Stock Synthesis con la matriz de riesgo de Kobe II para los resultados de la proyección del marrajo dientuso del Atlántico norte. Probabilidad de que la mortalidad por pesca (F) estará por debajo de la tasa de mortalidad por pesca en RMS ($F < F_{RMS}$; panel superior), probabilidad de que la fecundidad del stock reproductor (SSF) superará el nivel que produciría el RMS ($SSF > SSF_{RMS}$, panel medio) y la probabilidad de ambos $F < F_{RMS}$ y $SSF > SSF_{RMS}$ (panel inferior).

FIGURAS

Figura 1. Ficha de puntuaciones en la disponibilidad de datos de Tarea I/II para las seis principales pesquerías de tiburones (año final: 2017).

Figura 2. Capturas de BSH (t) en la Tarea I por stock (incluye las dos series de puntos reconstruidas en la evaluación del stock de 2015).

Figura 3. Capturas de POR (t) en la Tarea I por stock (las series de captura de BSH-S discontinuas están dibujadas en el eje vertical derecho).

Figura 4. Capturas de SMA (t) en la Tarea I por stock (incluye dos series de puntos reconstruidas en la evaluación del stock de 2017).

Figura 5. Proyecciones para el marrajo dientuso del Atlántico norte para los cuatro modelos BSP2JAGS de la evaluación de 2017. Las líneas son los TAC desde 0 a 4000 t en incrementos de 100 t. El primer año de la proyección es 2019, el último año es 2073 (SCRS/2019/092).

Figura 6. Proyecciones de los tres modelos de Stock Synthesis (SCRS/2019/082).

Figura 7. Distribución lognormal Delta-multivariable de los ensayos 1 y 3 del modelo Stock Synthesis.

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden del día.

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos y presentaciones.

Apéndice 4. Resúmenes de documentos SCRS presentados

Apéndice 5. Resumen ejecutivo de la evaluación del estado del stock del marrajo sardinero (*Lamna nasus*) del hemisferio sur.

REUNIÓN INTERSESIONES DEL GRUPO DE ESPECIES DE TIBURONES - MADRID, 2019

Table 1. BSH-N SCRS catalogue on Task I/II data availability between 1988 and 2017 (Task II, DSet="T2", colour scheme: "a"= T2CE exists; "b"= T2SZ exists; "c"= T2CS exists).

		T1 Total	1843	1818	3037	4306	3560	9589	8590	8468	7395	29283	26763	26172	28174	21128	20066	23005	21742	22359	23217	26927	30723	35198	37178	38083	36778	37058	36574	39627	44067	39679										
Species	Stock	Status	FlagName	GearGrp	DSet	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Rank	%	%cum				
BSH	ATN	CP	EU.España	LL	t1										24497	22504	21811	24112	17362	15666	15975	17314	15006	15464	17038	20788	24465	26094	27988	28666	28562	29041	30078	29019	27316	1	69.1%	69%				
BSH	ATN	CP	EU.España	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1						
BSH	ATN	CP	EU.Portugal	LL	t1			1387	2257	1583	5726	4669	4722	4843	2630	2440	2227	2081	2110	2265	5642	1751	4026	4337	5283	6164	6248	8256	6508	3725	3694	2994	3808	7679	5610	2	16.6%	86%				
BSH	ATN	CP	EU.Portugal	LL	t2			-1	-1	-1	-1	-1	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	2					
BSH	ATN	CP	Japan	LL	t1										1203	1145	618	489	340	357	273	350	386	558	1035	1729	1434	1921	2531	2007	1763	1227	2437	1808	3287	4011	4217	4460	3	5.7%	91%	
BSH	ATN	CP	Japan	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	3					
BSH	ATN	CP	Canada	LL	t1		968	978	680	774	1277	1702	1260	1494	528	831	612	547	624	581	836	346	965	1134	977	843	0	0	0	0	0	1	0	1	5	16	32	4	4	2.6%	94%	
BSH	ATN	CP	Canada	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	4				
BSH	ATN	CP	U.S.A.	LL	t1			421	480	742	772	185	1144	580	622	607	181	172	96	137	105	68	55	70	68	47	54	137	106	176	232	123	114	142	82	43	42	5	5	1.1%	95%	
BSH	ATN	CP	U.S.A.	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	5				
BSH	ATN	NCC	Chinese Taipei	LL	t1										487	167	132	203	246	384	165	59		171	206	240	588	292	110	73	99	148	107	123	83	238	287	76	6	6	0.7%	96%
BSH	ATN	NCC	Chinese Taipei	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	6			
BSH	ATN	CP	Belize	LL	t1																																			7	0.6%	96%
BSH	ATN	CP	Belize	LL	t2																																			7		

Table 2. BSH-S SCRS catalogue on Task I/II data availability between 1988 and 2017 (Task II, DSet="T2", colour scheme: "a"= T2CE exists; "b"= T2SZ exists; "c"= T2CS exists).

		T1 Total	0	0	0	8	107	10	2704	3108	4252	10145	8797	10829	12444	14043	12682	14967	14438	20642	20493	23487	23097	23459	27799	35069	26421	20672	26148	22457	25417	28376									
Species	Stock	Status	FlagName	GearGrp	DSet	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Rank	%	%cum			
BSH	ATS	CP	EU.España	LL	t1										5272	5574	7173	6951	7743	5368	6626	7366	6410	8724	8942	9615	13099	13953	16978	14348	10473	11447	10133	10107	11486	1	45.8%	46%			
BSH	ATS	CP	EU.España	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1			
BSH	ATS	CP	EU.Portugal	LL	t1										847	867	1336	876	1110	2134	2562	2324	1841	1863	3184	2751	4493	4866	5358	6338	7642	2424	1646	1622	2420	5609	6663	2	16.4%	62%	
BSH	ATS	CP	EU.Portugal	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2		
BSH	ATS	CP	Namibia	LL	t1													0			2213	2316	1906	6616	3536	3419	1829	207	2351	2633	1176	1147	2471	2137	2775	1357	3	8.8%	71%		
BSH	ATS	CP	Namibia	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	3			
BSH	ATS	NCC	Chinese Taipei	LL	t1										1232	1767	1952	1737	1559	1496	1353	665		521	800	866	1805	2177	1843	1356	1625	2142	2074	2257	2240	1854	1992	2053	4	8.6%	80%
BSH	ATS	NCC	Chinese Taipei	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	4		
BSH	ATS	CP	Brazil	LL	t1										743	1103		179	1683	2173	1966	2160	1568	2520	2533	2309	1625	1268	1500	1913	1607	2013	2551	2420	1334	2177	5	8.6%	88%		
BSH	ATS	CP	Brazil	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	5		
BSH	ATS	CP	Japan	LL	t1										1388	437	425	506	510	536	221	182	343	331	209	236	525	896	1789	981	1161	1483	3060	2255	3232	2236	2127	3115	6	6.5%	95%
BSH	ATS	CP	Japan	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	6		
BSH	ATS	CP	Uruguay	LL	t1										8	107	10	84	57	259	180	248	118	81	66	85	480	462	376	232	337	359	942	208	725	433	130	7	1.4%	96%	
BSH	ATS	CP	Uruguay	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	7		
BSH	ATS	CP	South Africa	LL	t1																																		8	0.8%	97%
BSH	ATS	CP	South Africa	LL	t2										-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	8		

REUNIÓN INTERSESIONES DEL GRUPO DE ESPECIES DE TIBURONES - MADRID, 2019

Table 5. SMA-N SCRS catalogue on Task I/II data availability between 1988 and 2017 (Task II, DSet="T2", colour scheme: "a"= T2CE exists; "b"= T2SZ exists; "c"= T2CS exists).

		T1 Total	2926	2170	2389	2296	3233	4114	3659	5306	5306	3534	3845	2858	2587	2677	3426	3987	4000	3695	3574	4158	3800	4541	4767	3718	4431	3595	2852	2991	3351	3115								
Species	Stock	Status	FlagName	GearGrp	DSet	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Rank	%	%cum		
SMA	ATN	CP	EU.España	LL	t1	1851	1079	1537	1390	2145	1964	2164	2209	3294	2416	2223	2051	1561	1684	2047	2068	2088	1751	1918	1814	1895	2216	2091	1667	2308	1509	1481	1362	1574	1784	1	53.5%	53%		
SMA	ATN	CP	EU.España	LL	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1				
SMA	ATN	CP	EU.Portugal	LL	t1			193	314	220	796	649	657	691	354	307	327	318	378	415	1249	399	1109	951	1540	1033	1169	1432	1045	1023	817	209	213	257	270	2	17.1%	71%		
SMA	ATN	CP	EU.Portugal	LL	t2			-1	-1	-1	-1	-1	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	2			
SMA	ATN	CP	U.S.A.	RR	t1	795	670	268	210	250	667	317	1422	232	164	148	69	290	214	248	0	336	282	257	158	156	163	168	178	229	219	201	190	163	189	3	8.3%	79%		
SMA	ATN	CP	U.S.A.	RR	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	3				
SMA	ATN	CP	Japan	LL	t1	113	207	221	157	318	425	214	592	790	258	892	120	138	105	438	267	572																4	6.2%	85%
SMA	ATN	CP	Japan	LL	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	4			
SMA	ATN	CP	Maroc	LL	t1																																5	6.0%	91%	
SMA	ATN	CP	Maroc	LL	t2																																5			
SMA	ATN	CP	U.S.A.	LL	t1	160	188	146	176	273	249	269	259	166	179	146	124	123	135	123	105	140	138	95	167	149	171	168	160	152	140	155	100	108	112	6	4.5%	96%		
SMA	ATN	CP	U.S.A.	LL	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	6			
SMA	ATN	CP	Canada	LL	t1	93	56	99	55	54	59	60	61	63	69	74	64	64	39	74	64	64	39	50	39	37	28	35	53	84	82	109	7	1.3%	97%					
SMA	ATN	CP	Canada	LL	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	7			

Table 6. SMA-S SCRS catalogue on Task I/II data availability between 1988 and 2017 (Task II, DSet="T2", colour scheme: "a"= T2CE exists; "b"= T2SZ exists; "c"= T2CS exists).

		T1 Total	1032	1546	1255	1062	1183	1743	2182	3100	2395	2187	2008	1606	2588	2107	2103	3235	2526	3259	3036	2786	1881	2063	2486	3258	2905	2183	3274	2773	2765	2786									
Species	Stock	Status	FlagName	GearGrp	DSet	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Rank	%	%cum			
SMA	ATS	CP	EU.España	LL	t1	378	809	552	327	421	772	552	1084	1482	1356	984	861	1090	1235	811	1158	703	584	664	654	628	922	1192	1535	1207	1083	1077	862	882	1049	1	38.8%	39%			
SMA	ATS	CP	EU.España	LL	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1				
SMA	ATS	CP	Japan	LL	t1	525	618	538	506	460	701	1369	1617	514	244	267	151	264	56	133	118	398																	2	14.3%	53%
SMA	ATS	CP	Japan	LL	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2			
SMA	ATS	CP	Namibia	LL	t1												1				459	375	509	1415	1243	1002	295	23	306	328	554	9	950	661	799	194	3	13.2%	66%		
SMA	ATS	CP	Namibia	LL	t2																																3				
SMA	ATS	CP	EU.Portugal	LL	t1							92	94	165	116	119	388	140	56	625	13	242	493	375	321	502	336	409	176	132	127	158	393	503	4	8.6%	75%				
SMA	ATS	CP	EU.Portugal	LL	t2							-1	-1	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	4			
SMA	ATS	CP	Brazil	LL	t1	70	71	103	79	158	122	95	119	83	190	233	27	219	409	226	283	177	426	183	152	121	92	128	179	193	276	256	172	124	275	5	7.6%	82%			
SMA	ATS	CP	Brazil	LL	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	5			
SMA	ATS	CP	South Africa	LL	t1					64	43	23	46	36	29	168	66	103	68	12	115	101	111	86	224	137	146	152	218	108	250	476	613	339	305	6	5.8%	88%			
SMA	ATS	CP	South Africa	LL	t2					-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	6			
SMA	ATS	NCC	Chinese Taipei	LL	t1	35	29	36	80	44	31	65	87	117	139	130	198	162	120	146	83	180	226	166	147	124	117	144	204	158	157	161	154	95	88	7	5.2%	93%			
SMA	ATS	NCC	Chinese Taipei	LL	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	7			
SMA	ATS	CP	China PR	LL	t1					34	45	23	27	19	74	126	305	22	208	260	68	45	70	77	6	24	32	29	8	9	9	5	3	1	8	2.2%	96%				
SMA	ATS	CP	China PR	LL	t2					-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	8			
SMA	ATS	CP	Uruguay	LL	t1	23	19	26	13	20	28	12	17	26	20	23	21	35	40	38	188	249	146	68	36	41	106	23	76	36	1							9	1.9%	98%	
SMA	ATS	CP	Uruguay	LL	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	9			

REUNIÓN INTERSESIONES DEL GRUPO DE ESPECIES DE TIBURONES - MADRID, 2019

Table 7. POR nominal catches (t) series included in Task I (source: 2008 POR stock assessment).

Decade	Year	ATN										ATN																				
		NE										SW																				
		EU.DEU	EU.DNK	EU.IRL	EU.PRT	EU.SWE	EU.UK	FRO	ISL	NOR	RSC	BRB	CUB	FR.SPM	JPN	KOR	TAI	VEN	ARG	BRA	CHN	CUB	EU.ESP	EU.PRT	JPN	KOR	NEL.MIX	PAN	PHL	TAI	VEN	
		ICES	ICES	ICES	ICES	ICES	*	ICES	ICES	ICES	RSC	ratios	ratios	FAO	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	ratios	
1920 ...																																
1930 ...																																
1940 ...																																
1950	1950		1900								1358																					
	1951		1600								778																					
	1952		1600								606																					
	1953		1100						100		712																					
	1954		700						300		594																					
	1955		600						100		897																					
	1956		400								871																					
	1957		600						100		1097																					
	1958		900						7	300	1080																					
	1959		600						9	600	1183																					
1960	1960		400						10	500																						
	1961		600						9		1053																					
	1962		400						20		444																					
	1963		200						17		121																					
	1964		300						5		89																					
	1965		200						8		204																					
	1966		200						6		218																					
	1967		200						7		305																					
	1968		100						7		612																					
	1969		100						3		909																					
1970	1970		200						5		289																					
	1971		400						7		211																					
	1972		500						15		6	206																				
	1973																															
	1974																															
	1975																															
	1976																															
	1977																															
	1978																															
	1979																															
1980	1980																															
	1981																															
	1982																															
	1983																															
	1984																															
	1985																															
	1986																															
	1987																															
	1988																															
	1989																															
1990	1990																															
	1991																															
	1992																															
	1993	1																														
	1994																															
	1995																															
	1996																															
	1997																															
	1998	2																														
	1999																															
2000	2000																															
	2001																															
	2002																															
	2003	5	21																													
	2004	7	20																													
	2005	5	4	3																												
	2006	0	3																													
	2007		2																													

Table 8. Final Task I nominal catches of the three major shark species by stock/region

Year	Sharks (major)												Sharks (other)
	BSH (<i>Prionace glauca</i>)				POR (<i>Lamna nasus</i>)				SMA (<i>Isurus oxyrinchus</i>)				
	ATN	ATS	MED	Total	ATN	ATS	MED	Total	ATN	ATS	MED	Total	
1950					3262			3262	106			106	
1951					2381			2381	71			71	
1952					2209			2209	71			71	
1953					1916			1916	88			88	
1954			6	6	1595		6	1601	22			22	22
1955			9	9	1599		7	1606	45			45	14
1956			11	11	1272	1	6	1279	27			27	20
1957			13	13	1800	1	6	1807	73			73	19
1958			9	9	2290	8	3	2300	61			61	28
1959			5	5	2395	42	3	2440	80			80	23
1960			3	3	2841	52	1	2894	53			53	19
1961			11	11	3591	53	2	3646	124			124	26
1962			8	8	3888	82	2	3972	168			168	22
1963			5	5	6934	154	1	7089	73			73	34
1964			17	17	9702	162	5	9869	132			132	20
1965			13	13	5624	146	8	5778	105			105	28
1966			10	10	2583	37	3	2623	219			219	12
1967			10	10	1166	28	2	1196	197			197	14
1968			7	7	1814	64	2	1880	260			260	28
1969			5	5	2120	392	2	2514	256			256	34
1970			6	6	1410	463	0	1872	231			231	33
1971			9	9	1737	104	0	1842	359	97		457	23
1972			16	16	2045	171	2	2218	350	60		410	24
1973			13	13	1326	107	4	1436	341	212		553	20
1974			10	10	823	116	2	942	518	67		586	30
1975			11	11	1259	82	3	1344	618	76		694	26
1976			11	11	1660	91	2	1753	290	30		320	27
1977			7	7	1309	129	3	1441	478	252		730	50
1978		4		8	1284	146	3	1433	417	168		585	45
1979		12		9	1749	163	2	1914	234	299		533	59
1980				11	1759	153	1	1913	525	324		848	38
1981		204		11	1553	229	1	1783	1097	375		1472	49
1982		9		7	677	174	1	851	1332	974		2306	91
1983		613		6	1271	140	1	1412	1248	512		1760	102
1984		121		5	844	93	1	938	1591	745		2336	129
1985		380		8	807	144	1	952	3781	786		4567	133
1986		1493		6	901	343	0	1245	3689	609		4297	161
1987		1629		26	983	275	1	1260	3243	386	12	3641	698
1988		1843		3	1123	330	0	1453	2926	1032		3958	1121
1989		1818		2	1088	301	1	1390	2170	1546		3716	1004
1990		3037		1	1374	301	0	1676	2389	1255		3645	1918
1991		4306	8	3	2054	239	1	2293	2296	1062		3358	1756
1992		3560	107	1	2658	360	0	3019	3233	1183		4416	3594
1993		9589	10	0	1952	207	0	2159	4114	1743		5856	3008
1994		8590	2704	6	2770	279	0	3049	3659	2182		5841	7981
1995		8468	3108	8	2173	170	0	2343	5306	3100		8406	9036
1996		7395	4252	2	1640	311	1	1952	5306	2395		7701	10967
1997		29283	10145	150	1877	178	0	2055	3534	2187	6	5727	8851
1998		26763	8797	63	1516	262	1	1779	3845	2008	8	5861	14643
1999		26172	10829	22	1471	178	0	1649	2858	1606	5	4469	10417
2000		28174	12444	45	1555	214	1	1769	2587	2588	4	5179	12630
2001		21128	14043	47	1081	121	1	1203	2677	2107	7	4792	21930
2002		20066	12682	17	892	182	0	1075	3426	2103	2	5531	16581
2003		23005	14967	11	690	196	0	887	3987	3235	2	7225	16018
2004		21742	14438	125	842	109	3	954	4000	2526	2	6528	27585
2005		22359	20642	72	605	133	2	740	3695	3259	17	6970	33458
2006		23217	20493	178	519	122	1	642	3574	3036	10	6620	15575
2007		26927	23487	50	522	149	0	671	4158	2786	2	6946	23806
2008		30723	23097	81	527	85	2	613	3800	1881	1	5682	22921
2009		35198	23459	185	421	62	1	485	4541	2063	1	6605	17662
2010		37178	27799	216	119	16	1	136	4767	2486	2	7254	18986
2011		38083	35069	40	68	21	0	90	3718	3258	2	6979	17451
2012		36778	26421	42	111	37	1	149	4431	2905	2	7338	12251
2013		37058	20672	100	156	29	0	185	3595	2183	0	5778	20421
2014		36574	26148	235	29	38		67	2852	3274	0	6127	5442
2015		39627	22457	665	56	4		60	2991	2773	0	5764	4032
2016		44067	25417	729	20	1	1	22	3351	2765		6116	3056
2017		39679	28376	105	29	0	1	30	3115	2786		5901	3267

Table 9. Summary of diagnostics results for 2019 Shortfin mako shark Stock Synthesis assessment models.

Diagnostic-1 (JABBA-residual plot and RMSE of CPUE residuals)

All three models passed this diagnostic.

Diagnostic-2 (Runs test of CPUE residuals)

The results for this diagnostic were mixed.

Diagnostic-3 (Runs test of size composition residuals)

All three models passed this diagnostic.

Diagnostic-4 (Runs test of recruitment deviations)

All three models failed this diagnostic.

Diagnostic-5 (Retrospective patterns and Mohn's Rho test)

All three models passed this diagnostic.

Diagnostic-6 (R0 likelihood component profile)

The results for this diagnostic were mixed.

Diagnostic-7 (ASPM)

The results of this diagnostic were mixed.

Diagnostic-8 (MCMCs)

The results for this diagnostic were mixed.

Diagnostic-9 (Hind-cast cross-validation)

The results for this diagnostic were mixed.

Table 10. Stock Synthesis model runs 1 and 3 combined Markov Chain Monte Carlo (MCMC, long chain) Kobe II risk matrix for North Atlantic shortfin mako projection results: Probability that the fishing mortality (F) will be below the fishing mortality rate at MSY ($F < F_{MSY}$; top panel), probability that the spawning stock fecundity (SSF) will exceed the level that will produce MSY ($SSF > SSF_{MSY}$; middle panel), and the probability of both $F < F_{MSY}$ and $SSF > SSF_{MSY}$ (bottom panel).

A. Probability that $F < F_{MSY}$

TAC (t)	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	2070
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
300	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
400	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
500	96	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
600	81	89	99	99	98	96	95	97	97	97	96	95
700	57	69	93	92	88	82	80	83	84	85	82	82
800*	32	45	76	77	70	63	62	64	67	67	65	63
900	15	24	57	58	51	46	44	47	51	49	49	48
1000	5	11	37	38	31	27	26	28	30	31	30	30
1100	2	4	19	21	17	13	11	13	14	14	14	13

*Largest TAC interval with $\geq 50\%$ by 2070

B. Probability that $SSF > SSF_{MSY}$

TAC (t)	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	2070
0	46	42	24	14	11	33	53	60	63	67	72	81
100	46	42	24	13	10	29	49	56	59	61	66	73
200	46	42	24	13	9	26	47	54	55	57	61	66
300	46	42	24	12	9	22	42	50	52	53	56	60
400	46	42	24	12	8	19	39	47	49	50	52	55
500*	46	42	24	12	7	17	34	42	45	47	49	52
600	46	42	24	12	7	14	28	37	40	41	43	47
700	46	42	24	11	6	11	23	31	34	35	37	41
800	46	42	23	11	6	10	19	26	27	28	30	32
900	46	42	23	11	5	8	16	20	21	21	23	24
1000	46	42	23	11	5	7	12	16	16	15	15	17
1100	46	42	23	10	5	6	10	12	12	11	10	10

*Largest TAC interval with $\geq 50\%$ by 2070

C. Probability of both $F < F_{MSY}$ and $SSF > SSF_{MSY}$

TAC (t)	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	2070
0	46	42	24	14	11	33	53	60	63	67	72	81
100	46	42	24	13	10	29	49	56	59	61	66	73
200	46	42	24	13	9	26	47	54	55	57	61	66
300	46	42	24	12	9	22	42	50	52	53	56	60
400	46	42	24	12	8	19	39	47	49	50	52	55
500*	46	42	24	12	7	17	34	42	45	47	49	52
600	45	42	24	12	7	14	28	37	40	41	43	47
700	41	41	24	11	6	11	23	31	34	35	37	41
800	27	34	23	11	6	10	19	26	27	28	30	32
900	14	21	23	11	5	8	15	20	21	21	23	24
1000	5	10	20	10	5	7	12	15	15	14	14	16
1100	2	4	14	9	4	5	7	9	9	8	8	8

*Largest TAC interval with $\geq 50\%$ by 2070

SCORECARD on Task I/II availability for the main shark fisheries (final year: 2017)

FisheryID	Species group	Species	Species/stock	SCORES (by time series)			N. flag fisheries ranked		
				10 yr (2008-17)	20 yr (1998-17)	30 yr (1988-17)	10 yr (2008-17)	20 yr (1998-17)	30 yr (1988-17)
21	Major sharks	BSH	BSH-N region	6.58	4.58	3.30	3	4	5
22			BSH-S region	6.91	5.40	3.70	7	6	6
23		POR	POR-N region	3.30	1.91	1.32	13	15	10
24			POR-S region	2.85	1.08	0.58	4	6	6
25		SMA	SMA-N region	5.80	3.52	2.47	7	6	5
26			SMA-S region	7.32	5.50	3.25	7	8	7

Figure 1. Scorecard on Task I/II data availability for the six major shark fisheries (final year: 2017).

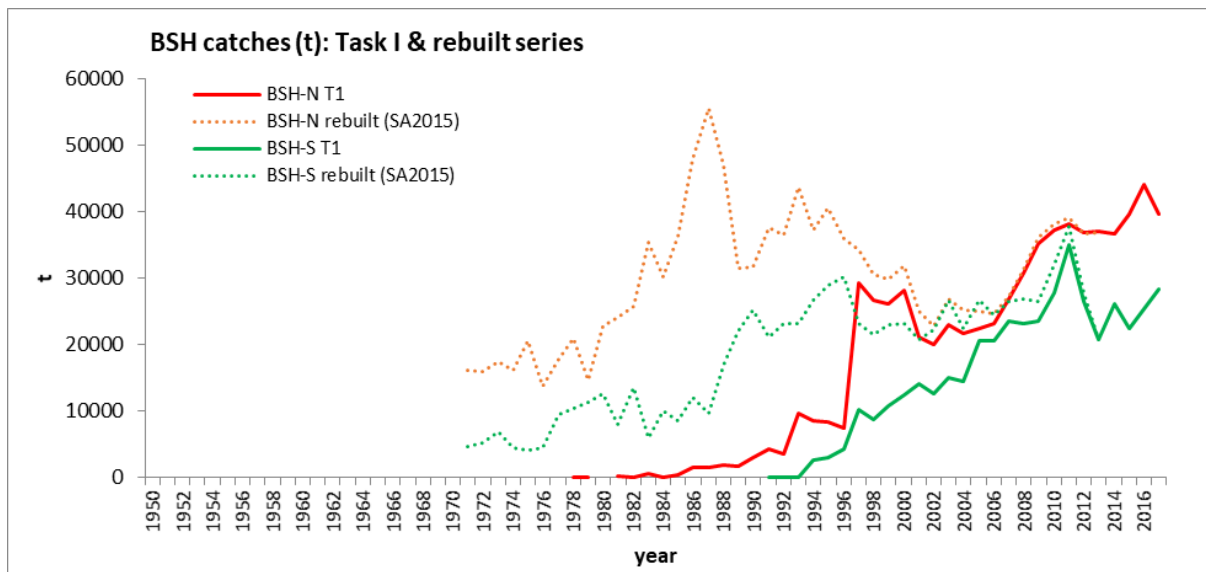


Figure 2. BSH catches (t) in Task I by stock (includes the two dotted series rebuilt in the 2015 stock assessment).

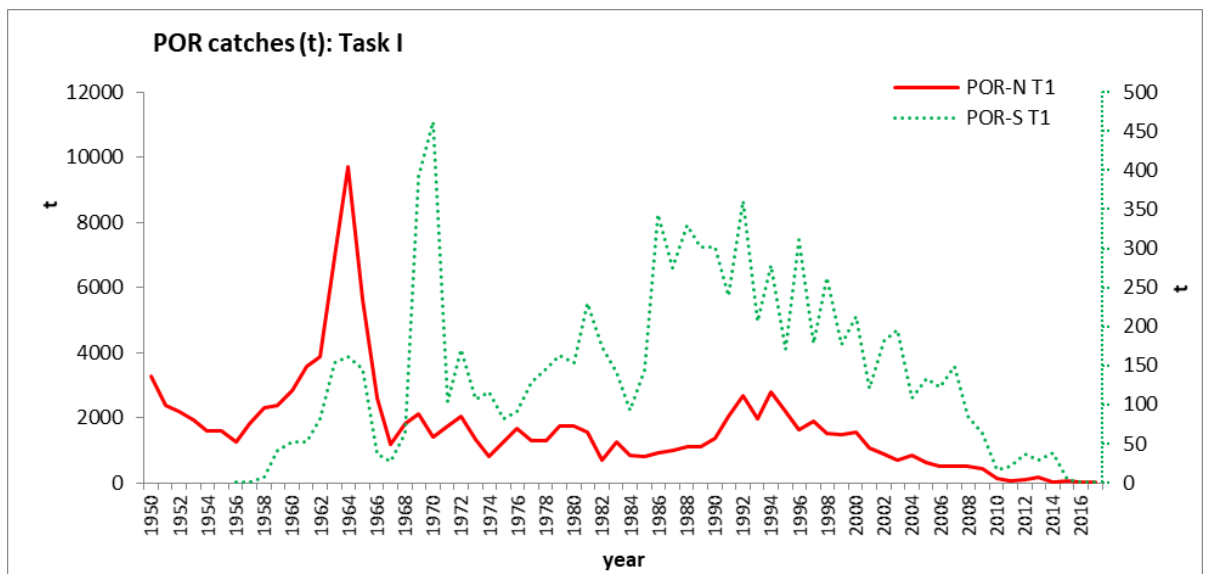


Figure 3. POR catches (t) in Task I by stock (BSH-S catch series, dotted, is plotted on the right vertical axis).

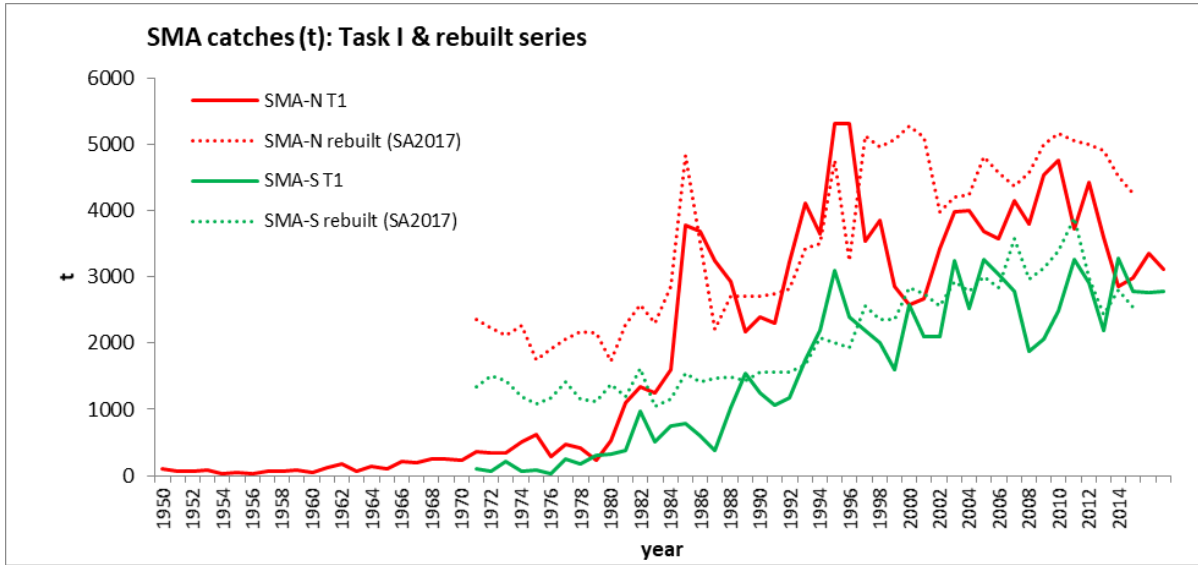


Figure 4. SMA catches (t) in Task I by stock (includes two dotted series rebuilt in the 2017 stock assessment).

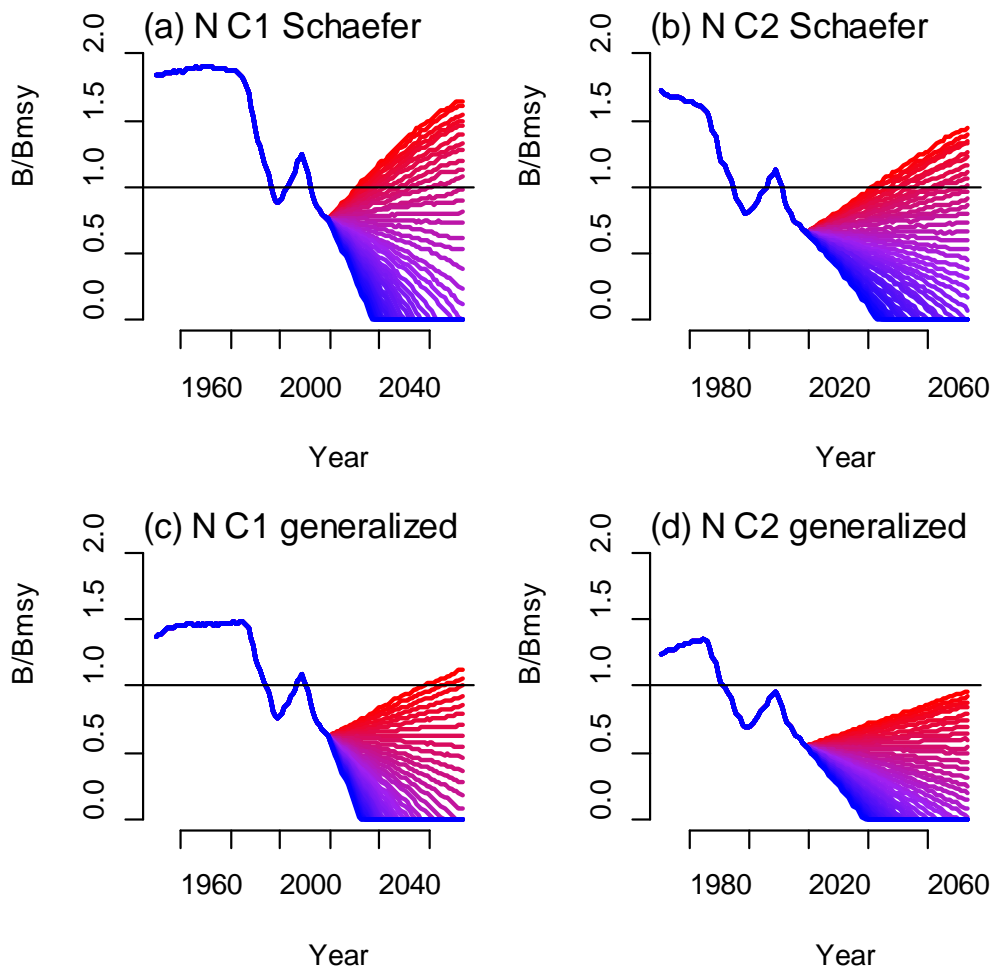
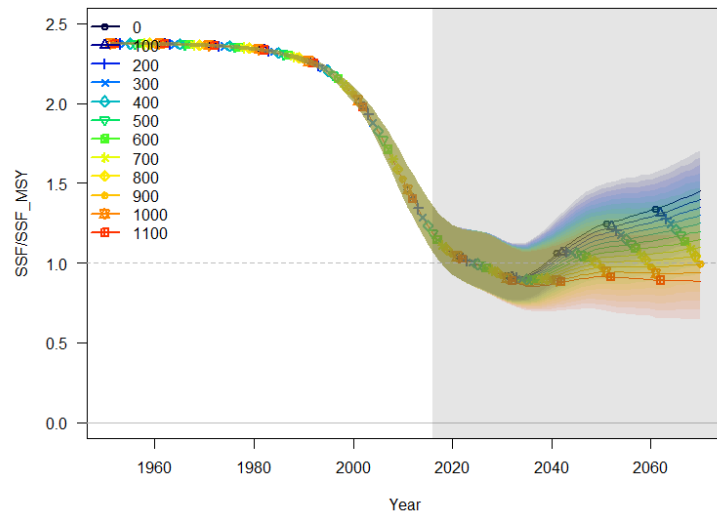
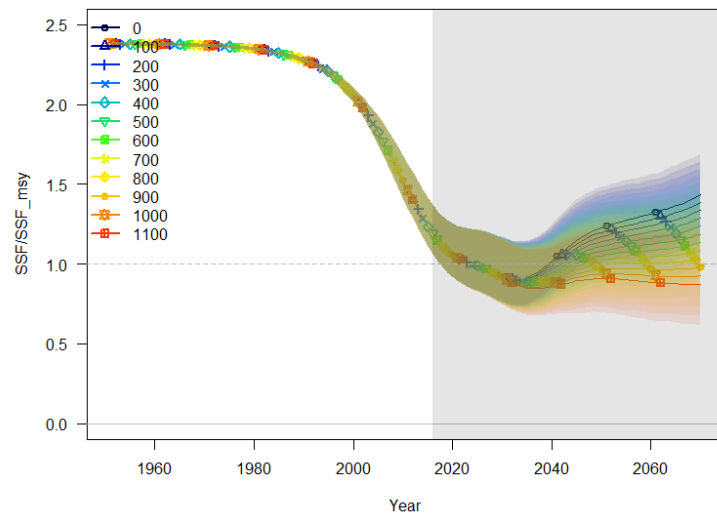


Figure 5. Projections for North Atlantic shortfin mako shark for the four BSP2JAGS models from the 2017 assessment. Lines are TACs from 0 to 4000 mt in 100 mt increments. First projection year is 2019, last year is 2073 (SCRS/2019/092).

(a) Run 1



(b) Run 2



(c) Run 3

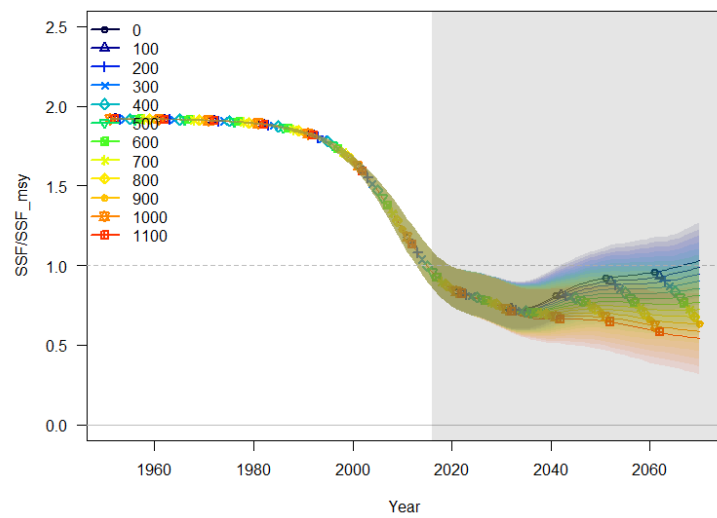


Figure 6. Projections from three Stock Synthesis model runs (SCRS/2019/082).

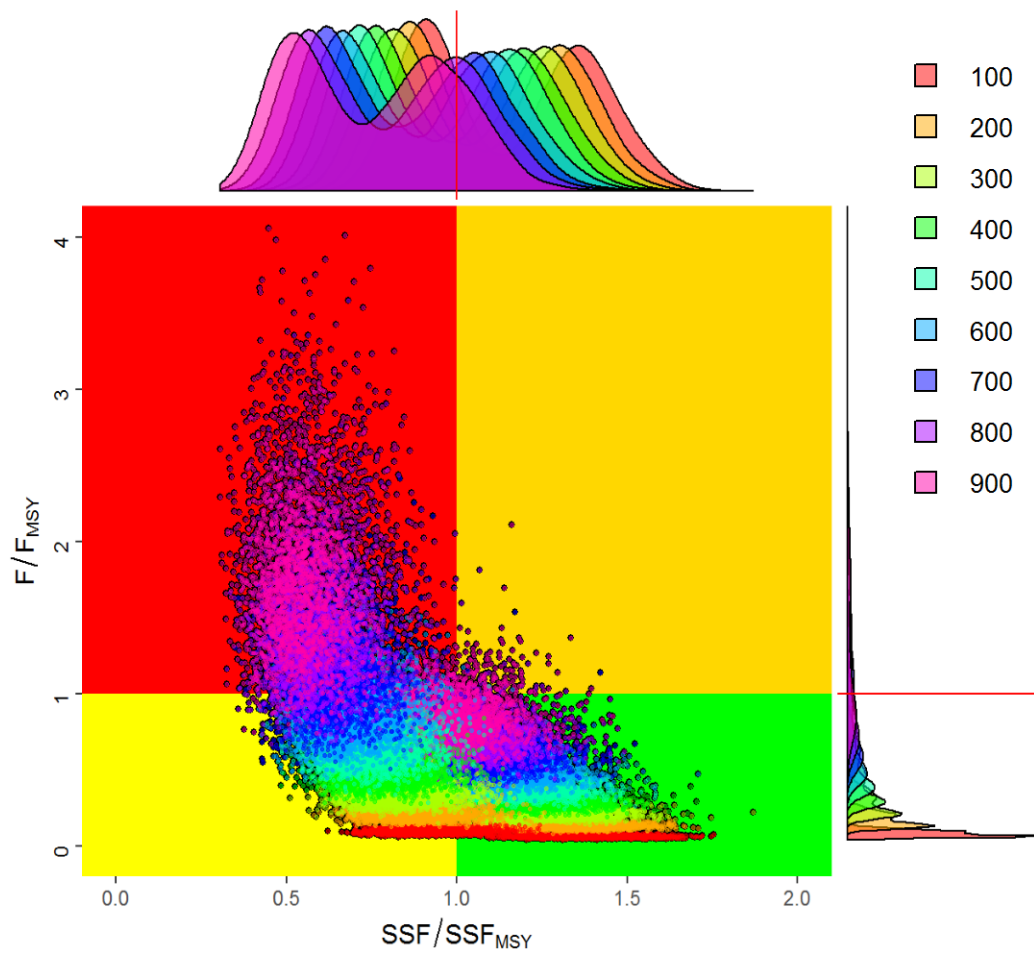


Figure 7. Delta-multivariate log normal distribution of Stock Synthesis model runs 1 and 3.

Agenda

1. Opening, adoption of Agenda and meeting arrangements
2. Review of the activities and progress of the SRDCP
 - 2.1. Habitat use based on electronic tagging
 - 2.2. Post-release mortality
 - 2.3. Genetic analysis of shortfin mako in the Atlantic Ocean
 - 2.4. Movements, stock boundaries and habitat use of silky sharks and other species in the Atlantic Ocean
 - 2.5. Movements and habitat use of porbeagle in the Atlantic Ocean
 - 2.6. Work plan for 2020
3. Review of updated data from the Secretariat and new data received from national scientists, with special emphasis on shortfin mako and porbeagle sharks
 - 3.1. Task I data (nominal catches)
 - 3.2. Task II data (catch & effort and size samples)
 - 3.3. Conventional Tagging data
 - 3.4. Indices of relative abundance
 - 3.5. Life history
4. Review of results of the ABNJ POR assessment for the Southern Hemisphere
5. Examine examples of diagnostics for Stock Synthesis model fit
6. Projections
7. Evaluate, to the extent feasible, the probability of success of the measures contemplated in ICCAT Rec. 17-08 through additional projections
8. Continue to review the effectiveness of potential mitigation measures to reduce by-catch and mortality of shortfin mako
9. Summary of Assessment projection results
10. Other matters
11. Recommendations
12. Adoption of the report and closure

List of Participants

CONTRACTING PARTIES

CANADA

Maguire, Jean-Jacques
1450 Godefroy, Québec G1T 2E4
Tel: +1 418 527 7293, E-Mail: jeanjacquesmaguire@gmail.com

CÔTE D'IVOIRE

Konan, Kouadio Justin
Chercheur Hydrobiologiste, Centre de Recherches Océanologiques (CRO), 29 Rue des Pêcheurs, BP V 18, Abidjan 01
Tel: +225 07 625 271, Fax: +225 21 351155, E-Mail: konankouadjustin@yahoo.fr

EUROPEAN UNION

Biton Porsmoguer, Sebastián
University of Girona, Institute of Aquatic Ecology, C/ Maria Aurelia Capmany 69, 17003 Girona, España
Tel: +34 626 351 713, E-Mail: sebastianbiton@gmail.com

Fernández Costa, Jose Ramón

Instituto Español de Oceanografía, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Centro Costero de A Coruña, Paseo Marítimo Alcalde Francisco Vázquez, 10 - P.O. Box 130, 15001 A Coruña, España
Tel: +34 981 205 362, Fax: +34 981 229 077, E-Mail: jose.costa@ieo.es

Lizcano Palomares, Antonio

Subdirector Adjunto de la Subdirección General de Acuerdos y Organizaciones Regionales de Pesca, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Secretaría General de Pesca, C/ Velázquez, 144 2ª Planta, 28071 Madrid, España
Tel: +34 91 347 6040, Fax: 91 347 60 42, E-Mail: alizcano@mapama.es

Ortiz de Urbina, Jose María

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Málaga, Puerto Pesquero s/n, 29640 Fuengirola Málaga, España
Tel: +34 952 197 124, Fax: +34 952 463 808, E-Mail: urbina@ieo.es

Poisson, François

IFREMER -- Centre de Recherche Halieutique, UMR MARBEC (Marine Biodiversity Exploitation and Conservation), Avenue Jean Monnet, CS 30171, 34203 Sète, France
Tel: +33 499 57 32 45; +33 679 05 73 83, E-Mail: francois.poisson@ifremer.fr; fpoisson@ifremer.fr

Rosa, Daniela

Portuguese Institute for the Ocean and Atmosphere, I.P. (IPMA), Av. 5 de Outubro s/n, 8700-305 Olhao, Portugal
Tel: +351 289 700 504, E-Mail: daniela.rosa@ipma.pt

Santos, Catarina

IPMA - Portuguese Institute for the Ocean and Atmosphere, I.P., Av. 5 Outubro s/n, 8700-305 Olhao, Portugal
Tel: +351 289 700 500, Fax: +351 289 700 53, E-Mail: catarina.santos@ipma.pt

JAPAN

Kai, Mikihiko

Senior Reseacher, Tuna Fisheries Resources Group, Tuna and Skipjack Resources Department, National Research Institute of Far Seas Fisheries - NRIFSF, Japan Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1, Orido, Shimizu, Shizuoka 424-8633
Tel: +81 54 336 5835, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: kaim@affrc.go.jp

MAURITANIA

Braham, Cheikh Baye

Halieute, Géo-Statisticien, modélisateur; Chef du Service Statistique, Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP), BP 22 Nouadhibou
Tel: +222 2242 1038, E-Mail: baye_braham@yahoo.fr; baye.braham@gmail.com

MOROCCO

Baibat, Sid Ahmed

Chef de Laboratoire des Pêches, Centre régional de DAKHLA, Institut National de Recherches Halieutiques(INRH), 2, BD Sidi Abderrahmane, ain diab., 20100 Dakhla
Tel: +212 661 642 573, E-Mail: baibat@hotmail.com

Serghini, Mansour

Institut national de recherche halieutique, Route Sidi Abderrahmane Club équestre Ould Jmel, 20000 Casablanca
Tel: 0660 455 363, E-Mail: serghini2002@yahoo.com; serghinimansour@gmail.com

NAMIBIA

Jagger, Charmaine

Fisheries Biologist, Ministry of Fisheries and Marine Resources, National Marine Information and Research Centre (NatMIRC), P.O. Box 912 Swakopmund, 1 Strand street
Tel: +264 64 410 1000, Fax: +264 64 404385, E-Mail: Charmaine.Jagger@mfmr.gov.na

SOUTH AFRICA

Winker, Henning

Scientist: Research Resource, Centre for Statistics in Ecology, Environment and Conservation (SEEC), Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (DAFF), Fisheries Branch, 8012 Foreshore, Cape Town
Tel: +27 21 402 3515, E-Mail: henningW@DAFF.gov.za; henning.winker@gmail.com

UNITED STATES

Babcock, Elizabeth

Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Department of Marine Biology and Ecology, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami Florida 33149
Tel: +1 305 421 4852, Fax: +1 305 421 4600, E-Mail: ebabcock@rsmas.miami.edu

Cortés, Enric

NOAA-Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, Panama City Laboratory, 3500 Delwood Beach Road, Panama City Florida
Tel: +1 850 234 6541, E-Mail: enric.cortes@noaa.gov

Courtney, Dean

NOAA/NMFS/SEFSC Panama City Laboratory, 3500 Delwood Beach Road, Panama City Beach Florida 32408
Tel: +1 850 234 6541, E-Mail: dean.courtney@noaa.gov

Díaz, Guillermo

NOAA-Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami Florida 33149
Tel: +1 305 361 4227, E-Mail: guillermo.diaz@noaa.gov

O'Farrell, Halie

Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Department of Marine Biology and Ecology, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami, FL 33149
Tel: +1 301 646 1710, E-Mail: hofarrell@rsmas.miami.edu

Piñeiro Soler, Eugenio

Chairman, Caribbean Fishery Management Council, 723 Box Garden Hills Plaza, Guaynabo, PR 00966
Tel: +1 787 224 7399, Fax: +1 787 344 0954, E-Mail: gpsfish@yahoo.com

URUGUAY

Mas, Federico

DINARA - Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Laboratorio de Recursos Pelágicos (LaRPe), CICMAR - Centro de Investigación y Conservación Marina, Constituyente 1497, CP 11200 Montevideo
E-Mail: federico.mas@cicmar.org; f.masbervejillo@gmail.com

OBSERVERS FROM COOPERATING NON-CONTRACTING PARTIES, ENTITIES, FISHING ENTITIES

CHINESE TAIPEI

Tsai, Wen-Pei

Assistant Professor, Department of Fisheries Production and Management, National Kaohsiung Marine University of Science and Technology, No. 142, Hajihuan Rd., Nanzih Dist., Kaohsiung City 81157
Tel: +886 7 361 7141#3536, Fax: +886 7 365 4422, E-Mail: wptsai@nkust.edu.tw

OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS

THE OCEAN FOUNDATION

Fordham, Sonja V

Shark Advocates International, President, c/o The Ocean Foundation, suite 250, 1320 19th Street, NW Fifth Floor, Washington, DC 20036, United States

Tel: +1 202 436 1468, E-Mail: sonja@sharkadvocates.org; sonja@sharkadvocates.org

Hood, Ali

The Shark Trust, 4 Creykes Court, The Millfields, Plymouth PL1 3JB, United Kingdom

Tel: +44 7855 386083, Fax: +44 1752 672008, E-Mail: ali@sharktrust.org

WORLD WILDLIFE FUND – WWF

García Rodríguez, Raúl

WWF Mediterranean, Gran Vía de San Francisco, 8, 28005 Madrid, España

Tel: +34 630 834 267, Fax: +34 913 656 336, E-Mail: pesca@wwf.es

SCRS VICE-CHAIRMAN

Coelho, Rui

SCRS Vice-Chairman, Portuguese Institute for the Ocean and Atmosphere, I.P. (IPMA), Avenida 5 de Outubro, s/n, 8700-305 Olhão, Portugal

Tel: +351 289 700 504, E-Mail: rpcoelho@ipma.pt

ICCAT Secretariat

C/ Corazón de María 8 – 6th floor, 28002 Madrid – Spain

Tel: +34 91 416 56 00; Fax: +34 91 415 26 12; E-mail: info@iccat.int

Neves dos Santos, Miguel

Ortiz, Mauricio

Palma, Carlos

Kimoto, Ai

Taylor, Nathan

Parrilla Moruno, Alberto Thais

List of Papers and Presentations

Reference	Title	Authors
SCRS/2019/008	Report of the Shortfin Mako Stock Assessment Update Meeting	Anon.
SCRS/2019/061	Impact of a stock synthesis version update on the outputs of assessment for shortfin mako in the north Atlantic Ocean	Kai M., and Courtney D.
SCRS/2019/082	Example of a stock synthesis projection approach at alternative fixed total allowable catch (TAC) limits implemented for three previously completed north Atlantic shortfin mako Stock Synthesis model runs	Courtney D., and Rice J.
SCRS/2019/083	Shortfin mako (<i>Isurus oxyrinchus</i>) fishery in the South of the Moroccan Atlantic waters	Baibbat S.A., Serghini M., Abid N., Ikkiss A., Joundoul S., and Houssa R.
SCRS/2019/084	Standardized catch per unit effort (CPUE) of shortfin mako (<i>Isurus oxyrinchus</i>) for the Moroccan longline fishery	Serghini M., Moustahfid H., Habiba H., Aziza L., Abid N., and Baibat S.
SCRS/2019/085	A comparison of the 2008, 2012 and 2017 assessments of the north Atlantic shortfin mako shark	Maguire J.-J., and Cortés E.
SCRS/2019/086	A SPiCT assessment of the north Atlantic shortfin mako shark	Maguire J.-J., and Berg C.W.
SCRS/2019/087	Preliminary estimates of population dynamics parameters of porbeagle shark in the western North Atlantic Ocean	Cortés E.
SCRS/2019/088	Examples of diagnostic methods implemented for previously completed North Atlantic Shortfin Mako Stock Synthesis model runs	Courtney D., Carvalho F., Winker H., and Kell L.
SCRS/2019/089	The effect of size regulations to protect immature north Atlantic shortfin mako	Kai M., Semba Y., Courtney D., and Rice J.
SCRS/2019/090	Updates on the habitat use and migrations patterns for shortfin mako in the Atlantic using satellite telemetry	Santos C.C., Domingo A., Carlson J., Natanson L., Travassos P., Macías D., Cortés E., Miller P., Hazin F., Mas F., Ortiz de Urbina J., and Coelho R.
SCRS/2019/091	Assessing the effects of hook, bait and leader type as potential mitigation measures to reduce bycatch and mortality rates of shortfin mako: a meta-analysis with comparisons for target, bycatch, and vulnerable fauna interactions	Rosa D., Santos C.C., and Coelho R.
SCRS/2019/092	Updated projections for the Bayesian Production model (BSP2JAGS) from the 2017 shortfin mako shark assessment	Babcock E.A., Cortés E., and O'Farrell H.
SCRS/2019/093	A rapid approach to approximate Kobe posteriors from Stock Synthesis assessment models with applications to north Atlantic shortfin mako	Winker H., Kell L., Fu D., Sharma R., Courtney D., Carvalho F., Schirripa M., and Walter J.

SCRS/2019/094	An overview of Namibian pelagic longline fishery for shortfin mako (<i>Isurus oxyrinchus</i>) in the southeast Atlantic Ocean	Jagger C.E., Kimoto A., and Frans E.
SCRS/2019/095	Summary of intersessional work completed with stock synthesis projections to evaluate a subset of the 2017 conservation measures recommended by ICCAT, related to TAC and size limits, to reduce mortality for north Atlantic shortfin mako	Courtney D., Kai M., Semba Y., and Rice J.
SCRS/2019/096	Updates on post-release mortality of shortfin mako in the Atlantic using satellite telemetry	Miller P., Santos C.C., Carlson J., Natanson L., Cortes E., Mas F., Hazin F., Travassos P., Macias D., Ortiz de Urbina J., Coelho R., and Domingo A.
SCRS/2019/097	CPUE and hooking mortality of shortfin mako (<i>Isurus oxyrinchus</i>) caught by longliners in the southwestern Atlantic	Mas F. , Forselledo R., Jimenez S, Miller P., and A. Domingo
SCRS/2019/098	Age-structured biomass dynamics of north Atlantic shortfin mako with implications for the interpretation of surplus production models	Winker H., Carvalho F., and Kerwath S.
SCRS/2019/101	Summary of intersessional work completed with the decision support tool to evaluate 2017 conservation measures recommended by iccat to reduce mortality for North Atlantic shortfin mako	Vaughan N., Babcock E. A., and Courtney D.
SCRS/2019/102	Stock synthesis projections at alternative fixed fishing mortality rates to evaluate the effect of live release	Courtney D., Kai M., and Rice J.
SCRS/P/2019/034	The pelagic longline fisheries from Vigo (Spain)	Biton-Porsmoguer S.
SCRS/P/2019/035	MVLN: A rapid approach for projections, too? Applications to North Atlantic Shortfin mako	Winker H.

SCRS Documents and Presentations abstracts as provided by the authors

SCRS/2019/061 This document paper evaluates the effects of a Stock Synthesis version update from 3.24 to 3.30 on the outputs of the stock assessment base-case (Model 3) results for shortfin mako shark in the North Atlantic Ocean. The same values were compared between old and new versions for the biological parameters, fisheries data, and model parameters except for some new features only available in the new version. All results including the outputs of likelihood components, biological reference points, annual biomass, annual spawning stock fecundity, annual fishing mortality, and annual recruitment were almost identical between two versions. We also evaluated the effects of changes we made to the forecast settings by implementing them in the original model. The changes we made to the forecast settings had a minor impact on the recruitment likelihood (reduced by 0.76 likelihood units) due to turning on the estimation of late and forecast recruitment deviation from 2013 to 2016, which resulted in a small change in the main biological reference point model outputs (< 0.01% change) in the original model. We therefore concluded that there is no impact of the version update on the stock status of North Atlantic shortfin mako and recommend using the new version of SS (3.30.12 beta) with new settings of parameters for Model Run 3 in the future projection.

SCRS/2019/082 Stock Synthesis projections at alternative fixed total allowable catch (TAC) limits were implemented here for three previously completed North Atlantic shortfin mako shark Stock Synthesis model runs presented to the ICCAT Shark Working Group (Group) during the 2017 ICCAT Shortfin Mako Assessment Meeting. Model runs 1 and 2 were preliminary Stock Synthesis model runs presented during the 2017 meeting. Model run 3 was the base Stock Synthesis model run resulting from the 2017 meeting. The main difference between the 2017 Stock Synthesis model runs was that model run 3 utilized a low fecundity stock recruit relationship, while model runs 1 and 2 utilized the Beverton-Holt stock recruit relationship. Kobe II risk matrix probabilities produced here with MCMC for preliminary model runs 1 and 2 indicated that a fixed annual TAC limit of between 800 – 900 t resulted in $\geq 50\%$ probability of being in the Kobe green zone (the joint probability of $F < F_{MSY}$ and $SSF > SSF_{MSY}$) by 2070 (two generations). In contrast, a fixed annual TAC limit of 800 t for model run 3 indicated that the spawning stock size would likely stabilize below the level required to return the stock to a size that could support MSY by 2070. Model run 3 had a relatively lower initial ratio for SSF/SSF_{MSY} and a relatively lower rate of recovery in SSF/SSF_{MSY} over time during the projection period as a result of utilizing the low fecundity stock recruit relationship, which may explain the observed differences in the Kobe II risk matrix probabilities obtained for model run 3. All MCMC projection scenarios resulted in continued short term population declines regardless of the fixed TAC level used in future projections. Spawning stock size in the projections continued to decline after fishing pressure had been reduced because it took many years for the surviving recruits to reach maturity (female age at 50% maturity = 21 yr) and begin to contribute to the spawning stock size.

SCRS/2019/083 As in other parts of the world, in Morocco, the shortfin mako is caught mainly as bycatch by longliners targeting swordfish in the south of the Moroccan Atlantic waters. The research activities carried out to monitor shortfin mako fishery were based on biological sampling at landing ports and onboard longline vessels targeting this species. A total of four surveys were conducted during the period from April 2018 to April 2019 during which 1366 individuals were sampled. The results of this monitoring are presented in this paper.

SCRS/2019/084 Shortfin mako shark, *Isurus oxyrinchus* is harvested as bycatch by the Moroccan longliners targeting swordfish *Xiphias gladius* in the south of Moroccan Atlantic waters. A time series of standardized catch per unit effort (CPUE) for shortfin mako was estimated by first analyzing the fleet dynamic and identification of fishing tactics using multi-table method, and then using two statistical models, including Generalized Linear Models (GLM) and Boosted Regression Trees model (BRT) with main effects and two-way interactions. BRT with two-way interactions was selected as the best model to estimate CPUE with less RMSE and high PDE. The standardized CPUE analysis indicates a declining trend since the early years and slight increase and stability in the last four years of the time series.

SCRS/2019/085 The 2017 ICCAT stock assessment for north Atlantic shortfin mako suggested a substantial deterioration of the estimated stock status compared with the 2008 and 2012 stock assessments. ICCAT is updating catch projections in May 2019 to evaluate if further management measures are needed to ensure the sustainability of the North Atlantic shortfin mako fishery. This paper compares the data, methods and results of the three most recent assessments as background to the discussions to be held during the Shortfin Mako Stock Assessment Update Meeting in May 2019.

SCRS/2019/086 The 2017 ICCAT stock assessment for north Atlantic shortfin mako shark suggested a substantial deterioration of the estimated stock status compared with the previous assessments in 2008 and 2012. The ICCAT stock assessments were based on surplus production models (ASPIC and several implementations of Bayesian surplus production models) and Stock Synthesis 3 (SS3) was also used in the 2017 assessment. In this paper, we have applied a newly developed surplus production model in continuous time that the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) has used to provide advice on stocks where only catch and one or more indices of stock size are available.

SCRS/2019/087 Vital rates and population dynamics parameters for use as inputs in stock assessment models were computed for the western North Atlantic population of porbeagle (*Lamna nasus*) based on existing and very recently published biological information. Vital rates included reproductive schedules and mortality schedules calculated with multiple estimators. Population dynamics parameters included the maximum population growth rate (r_{max}), generation time (\bar{A}), steepness of the Beverton-Holt stock-recruitment relationship (h), the position of the inflection point of population growth curves (R), and the spawning potential ratio at maximum excess recruitment (SPRMER). I used multiple methods to compute r_{max} : four age-aggregated methods and two age-structured methods. I used the age-structured Leslie matrix approach to incorporate uncertainty in growth parameters, maturity ogive, natural mortality, and lifespan to generate estimates of all quantities of interest. Estimated productivity ranged from $r_{max}=0.046$ to 0.059 yr⁻¹ for the six deterministic methods. For the stochastic Leslie matrix method, mean r_{max} was 0.051 yr⁻¹ (IQR=0.034 – 0.068), mean h was 0.36 (IQR=0.29 – 0.43), mean R was 0.66 (IQR=0.61 – 0.73), mean \bar{A} was 16.9 years (IQR=16.2 – 17.3), and mean SPRMER was 0.68 (IQR=0.58– 0.79). These estimates can be used to formulate informative priors of r_{max} and the shape parameter in production models, steepness in age-structured/integrated stock assessment models, to inform the time horizon for projections in all models, and for potential use in data-limited stock assessment approaches.

SCRS/2019/088 This paper presents a range of model diagnostics for three Stock Synthesis assessment models (model runs 1, 2, and 3) of North Atlantic shortfin mako shark that had previously been presented to ICCAT's Sharks Species Working Group during its 2017 meeting. The objectives of this paper were to evaluate stock assessment model fit to data, identify possible model misspecifications, and evaluate model prediction skill by implementing the following nine diagnostic approaches. (1) Simultaneous visualization of residuals from multiple catch per unit effort (CPUE) indices using JABBA residual plots indicated comparable goodness of fits for all three model runs. (2) Runs tests applied to individual CPUE and (3) runs tests applied to size composition data showed no evidence for undesirable, systematic patterns in residuals. (4) Runs tests applied to estimated recruitment deviations suggested rejecting the hypothesis of randomly distributed recruitment deviations in model runs 1, 2, and 3 ($p < 0.05$). (5) Retrospective analyses showed no evidence of strong retrospective patterns and were fairly consistent among scenarios. (6) Inspection of likelihood component profiles for the influential virgin recruitment parameter R_0 pointed towards some conflict between size composition data and the CPUE indices, with implications for data weighting. (7) A deterministic age-structured production model diagnostic analysis showed that the estimated catch-at-age and fixed productivity parameters (growth, mortality, and stock-recruitment relationship implemented without annual recruitment deviates) were not able to explain trends in the CPUE indices, which indicated that the abundance information contained in the CPUE indices could not be interpreted without accounting for the fluctuations in recruitment. (8) MCMC diagnostics indicated that the chains mostly converged, but suggested that the shorter MCMC chains used for run 3 may not have been sufficient to achieve full convergence. (9) A hind-cast cross-validation diagnostic identified that all three models had poor prediction skill for two of the five indices. An explanation may be that either the indices are not proportional to relative abundance or that there are processes that are not being accounted for in the model structure. In the latter case this could be due to recruitment dynamics, or changes in spatial and temporal distribution or catchability. This could be investigated by considering a range of scenarios based on alternative datasets and model structures using hindcasting which is not possible using traditional methods such as AIC.

SCRS/2019/089 This document evaluates the effects of a size regulation on the recovery of spawning stock fecundity to the target level using the forecast of stock assessment base-case model (Model 3 with Stock Synthesis version 3.30.12 beta) for shortfin mako shark in the North Atlantic Ocean. We compared the scenarios with and without size regulation under different total allowable catches. We found that the spawning stock fecundity (SSF) could not reach to the MSY level until 2070 even if the TAC was set to zero with and without size regulation. We also found that the TAC with size regulation accelerated the recovery of the SSF. These results suggested that the size regulation is a useful tool to increase the speed of the recovery under the management by TAC.

SCRS/2019/090 This paper provides an update of the study on habitat use for shortfin mako, developed within the ICCAT Shark Research and Data Collection Program (SRDCP). A total of 43 tags (29 miniPATs and 14 sPATs) have been deployed by observers on Portuguese, Uruguayan, Brazilian, Spanish and US vessels in the temperate NE and NW, Equatorial and SW Atlantic. Data from 41 tags/specimens is available, and a total of 1656 tracking days have been recorded. Results showed shortfin mako sharks moved in multiple directions, travelling considerable distances. Shortfin mako sharks spent most of their time above the thermocline (0-90 m), between 18 and 22 °C. The main plan for the next phase of the project is to continue the tag deployment during 2018 in several regions of the Atlantic.

SCRS/2019/091 A meta-analysis of 24 publications was conducted to assess effects of hook, bait and leader type on retention rates of target, bycatch and vulnerable species of the pelagic longline fishery. Retention rate and at-haulback mortality rate analyses considered hook type, bait type, the combination of both variables and leader type. Turtles and swordfish had a lower retention rate with circle hooks. In contrast, retention rates of 3 sharks and 2 tuna species were greater with circle hooks. Bait type alone did not seem to significantly influence the retention rates of most of the species examined. Results were mixed when considering the combined effects of hook and bait type. Wire leader lead to a decrease in retention rates of bony fishes and a mix for elasmobranchs. For at-haulback mortality, hook type was the most influential, while bait type only influenced blue shark at-haulback mortality. Leader type did not have a significant effect. The results presented here should be considered preliminary. Future work will consider information on at-haulback mortality rates for bony fishes and sea turtle and expanded information on fishery characteristics.

SCRS/2019/092 The Bayesian Surplus Production (BSP) using JAGS (BSP2JAGS), which was used for the north Atlantic population in the 2017 ICCAT shortfin mako assessment was revised to include updated catch data through 2017, a wider range of TACs used in the projections and a longer projection time period. The current year was updated to 2018. The model found that the population has probably decreased over the last two years, and the projections are more pessimistic than they were in the 2017 assessment.

SCRS/2019/093 The Kobe phase plot provides probabilistic statements about the stock status and is a prerequisite for formal scientific advice in tuna RFMOs around the world. In this paper, we present a detailed documentation of the delta-multivariate log-normal (delta-MVLN) method that enables to rapidly produce Kobe posteriors from the complex Stock Synthesis stock assessment model runs. We evaluate the performance of the method by comparing Markov Chain Monte Carlo (MCMC) Kobe posteriors from Bayesian surplus production models with the delta-MVLN Kobe posteriors for four tuna and billfish stocks. The results suggest that MVLN method can provide, in principle, reasonable approximation of the within-model uncertainty about the stock status. Applications of the delta-MVLN method to Stock Synthesis outputs for North Atlantic shortfin mako produced comparable results to MCMC for Run 1, but showed notably increased divergence between the Kobe posterior distributions for the current base-case model Run 3, with somewhat differing inference about the stock status. In this specific case, this difference points towards convergence issues of the MCMC. We suggest that comparing results from delta-MVLN and MCMC can provide a useful diagnostic for validation of assessment models as differences can be indicative of data conflicts and problems caused by data conflicts and model specifications. While our results provide support for the utility of the delta-MVLN, we recommend further comparisons between delta-MVLN and MCMC and bootstrap approaches should be conducted and preferably complimented with simulation-testing experiments.

SCRS/2019/094 The catch and effort data for shortfin mako caught by the Namibian pelagic longline fleet for the period of 2004-2017 were retrieved from logbooks and analyzed. Various information were provided in this document including the nominal CPUEs. Main tuna longline fishing seasons are from November to May however catches of shortfin mako occurred all year round and there is no closing season as compared to other fisheries in Namibia. The longliners mostly operated in and close to the Namibian EEZ, but also in international waters. The overall nominal CPUEs showed an increasing trend from 2004 to 2017. After the peak in 2011, the nominal CPUEs remained at a higher level in the recent 7 years compared to the one before 2010. It was also observed the CPUEs were much smaller in the offshore water than in the EEZ. The next step is to standardize this CPUE by taking into account various factors. This will be a good contribution to the stock assessment of shortfin mako in the South Atlantic.

SCRS/2019/095 Stock Synthesis projections were developed intersessionally to evaluate the effectiveness of a subset of the 2017 conservation and management measures recommended by ICCAT, related to TAC and size limits, to reduce North Atlantic shortfin mako shark mortality in association with ICCAT fisheries and to rebuild the stock to the MSY level. All projection scenarios for the base case model (run 3) resulted in continued short term population declines regardless of the fixed TAC level used in future projections. Spawning stock size in the projections, spawning stock fecundity (SSF), continued to decline after fishing pressure had been reduced because it took many years for the surviving recruits to reach maturity (age at 50% maturity = 21 yr) and begin to contribute to the SSF. For the base case, projections of SSF/SSFMSY appeared to stabilize at a stock size below MSY by 2070 with a fixed TAC of 800 t. Fixed TAC levels > 800 t are projected to result in a declining trend of SSF/SSFMSY by 2070, and Fixed TAC levels < 800 t are projected to result in an increasing trend of SSF/SSFMSY by 2070. A Kobe II risk matrix for the base case indicated that SSF would be likely to reach the level required to return the stock to a size that could support MSY by 2070 (around two mean generation times) with greater than 50% probability only at a fixed annual TAC limit of <100 t. For the base case, the recovery of SSF was accelerated by size limit regulations to protect immature shortfin mako. However, the SSF did not reach the MSY level by 2070 even with size limit regulations and a fixed TAC set to zero. These results suggest that while the TAC and size limit regulation are useful to reduce the mortality, these management measures may be insufficient to rebuild the stock to the target level within the ICCAT time frame. In consideration of the nature of the fisheries for shortfin mako (i.e. bycatch species) and recent high level of the annual catches (around 3000 t), other proposed management measures, such as live release, may be practical measures to reduce fishing mortality. However, the effects of implementing live release management measures were not evaluated intersessionally with projections due to time constraints. The effect of circle hooks was also not evaluated intersessionally. Model uncertainty should also be considered when interpreting these projection results. The use of different model assumptions or the use of different modeling frameworks may lead to different projection outcomes.

SCRS/2019/096 This paper provides an update of the study on post-release mortality of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* developed within the ICCAT Shark Research and Data Collection Program (SRDCP). Up to date, 43 tags (14 sPATs and 29 miniPATs) have been deployed by observers on Brazilian, Portuguese, Spanish, Uruguayan, and US vessels in the temperate NE and NW, Equatorial and SW Atlantic. Data from 35 out of 43 tagged specimens could be used to obtain preliminary information regarding post-release mortality, resulting in a total of 8 mortality and 27 survival events.

SCRS/2019/097 This document presents preliminary results comparing shortfin mako CPUE and hooking mortality between longline fishing vessels with different gear configurations, namely: deep vs. shallow sets, and fishing sets using reinforced stainless-steel branch-lines vs. simple monofilament branch-lines. All data analyzed was gathered by the Uruguayan National observer Program from DINARA. Comparisons of CPUE between deep and shallow fishing sets was assessed by analyzing Japanese and Uruguayan longline fishing vessels operating in the southwestern Atlantic Ocean. Within the Uruguayan longline fleet, the use of reinforced branch-lines in some vessels and the use of nylon monofilament branch-lines in others also allowed the comparison of both CPUE between these different configurations of shallow longline fishing sets. General additive model (GAM) results suggests that shortfin mako CPUE is considerably lower in deep fishing sets from Japan compared to shallow fishing sets from Uruguay. Among Uruguayan fishing vessels, those fishing with reinforced stainless-steel branch-lines yielded slightly higher (although significant) catch rates than those using monofilament branch-lines. Model results also indicated higher catch rates at intermediate sea surface water temperatures (21-22°C) and close to the external continental shelf and shelf break. Generalized linear mixed models (GLMM) results suggests that hooking mortality of the shortfin mako was affected by size and mean sea surface temperature but not by sex. Hooking mortality did not differ among Uruguayan fishing vessels using different branch-line types but was considerably lower in

deep-water fishing sets from the Japanese fleet compared to shallow water sets from Uruguay. Although these results should be considered preliminary and further analysis are needed, this document highlights the potential effects of deep vs. shallow longline sets, as well as different branch line configurations, over the CPUE and hooking mortality of the shortfin mako.

SCRS/2019/098 The development of a Stock Synthesis model for North Atlantic shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in 2017 has resulted in substantially more pessimistic inference about stock status and future projections when compared to previous assessments for this stock. Here, we aim to uncouple the key drivers of the underlying age-structured population dynamics of the 2017 Stock Synthesis base-case model. The population dynamics reveal an unusual combination of steep dome-shaped selectivity and very late maturation, resulting in a strong lag-effect between the exploitable and reproductive component of the stock. Fisheries mortality predominantly impacts on the sub-adults, whereas fishing mortality is expected to be low for larger adults, in particular the mature females. The dome-shaped selectivity represents a mechanism to propagate the stochastic recruitment variation into the observed CPUE trends, which can lead to biased results when using age-aggregated surplus production models (SPMs). By ignoring the lag effect, earlier SPM assessments have probably contributed to false perception about the long-term sustainability of the fishery. Even the 2017 state-space SPM implementation with informed priors likely overestimated the rebuilding potential. Continuity runs carried out in SPMs JABBA and BSP2 provide a useful tool to track the rebuilding of sub-adult biomass in response to potential intervention measures, but SPMs cannot be used for future projections and related scientific advice for stocks where vulnerable biomass and 'Spawner' biomass are disjointed.

SCRS/2019/101 DST projections were developed intersessionally to evaluate the effectiveness of a subset of the 2017 conservation and management measures recommended by ICCAT to reduce North Atlantic shortfin mako shark mortality in association with ICCAT fisheries and to rebuild the stock to the MSY level. All projection scenarios were run for the Stock Synthesis base case model (run 3). The projections included a size limit and a policy of live releasing a fraction of the catch. Because these policies caused dead discards, the retained catch had to be reduced to reduce total mortality. The effectiveness of the policies depended on the assumed discard mortality and fraction retained. Accurate estimates of these values for each fleet are needed.

SCRS/P/2019/034 Blue shark (*Prionace glauca*) and shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) are species exploited by the Spanish and Portuguese longline fleet. They land sharks in the fish market at Vigo (Spain). The number of longliners decreased between 2004 and 2016 (less 15 boats). Landings of shortfin mako have decreased and those of blue shark increased between 2001 and 2016. In accordance with ICCAT informs, the blue shark stock is not overexploited. But it is for shortfin mako in the North-eastern Atlantic Ocean. The sharks landed in a fish market are mainly juvenile, the maturity age being late for both species. The authorities must establish measures to reduce fishing pressure. Pelagic sharks (blue shark *Prionace glauca* and shortfin mako *Isurus oxyrinchus*) caught by long-line Spanish and Portuguese fleets in the NE Atlantic, were sampled at Vigo fish market (Spain) for total mercury (Hg) analysis. Hg concentration in white muscle increased with size and weight in both species, but at a higher rate in shortfin mako than in the blue shark. No difference was found with sex, year and season. Spatial variation was observed in the blue shark with higher Hg values in the North of the Azorean archipelago, but not in the shortfin mako. These high-level predators are particularly susceptible to bioaccumulate contaminants (Hg) in their tissues (muscle). However, a significant positive relationship between Hg concentration and trophic level ($\delta^{15}N$) of individuals was observed only in the shortfin mako. Most sharks landed were juveniles which presented Hg concentration lower than the maximum limit allowed by the European Union (1 mg kg⁻¹ wet weight) for marketing. However, concentrations above this threshold were most recorded in blue sharks larger than 250 cm total length (TL) and in shortfin makos larger than 190 cm TL, raising the question of the commercialization of large-sized individuals.

SCRS/P/2019/035 Abstract not provided by the author

**Executive Summary of the Southern Hemisphere
porbeagle shark (*Lamna nasus*) stock status assessment**
WCPFC-SC13-2017/SA-WP-12 (rev. 2)

This report presents the results of a Southern Hemisphere stock status assessment of porbeagle shark. The study, along with associated regional studies, was a collaborative one involving many countries with Southern Hemisphere fisheries that catch porbeagles. Participating scientists from Argentina, Chile, Japan, New Zealand and Uruguay contributed data analyses and abundance indices. Our approach combined indicator analyses and a spatially-explicit sustainability risk assessment. Indicator analyses were performed independently for different Southern Hemisphere fisheries and served to characterise local trends in relative abundance based on commercial catch per unit effort (CPUE) data, and trends in size and sex ratio based on biological data.

We limited our analyses to the region south of 30°S which provided most of the available data, although the porbeagle shark's range extends slightly north of this latitude. Porbeagle sharks are taken in fisheries at least as far south as 56°S. Southern Hemisphere population structure is not well understood, and we considered it unlikely that the population comprises a single well-mixed stock for management purposes. We subdivided the spatial domain of the assessment into five subpopulations or regions by longitude: 1) Western Atlantic Ocean; 2) Eastern Atlantic/Western Indian Ocean; 3) Eastern Indian Ocean; 4) Western Pacific Ocean; and 5) Eastern Pacific Ocean.

We applied different assessment methods by region, depending on data availability and quality. In the Eastern Atlantic/Western Indian Ocean, Eastern Indian Ocean, and Western Pacific regions, stock status assessment was performed using a spatially-explicit risk assessment. Indicator-based analyses were used to assess stock condition in the Eastern Pacific and the Western Atlantic, where there was limited information. We compared results from areas with varying levels of information, for greater insight into the status of the stock, levels of uncertainty, and data requirements for future studies.

Public domain surface longline data were obtained at a resolution of 5 x 5° grid by month by flag from regional fishery management organisations. Catch and effort data were also obtained from other trawl and longline fisheries known to take porbeagle sharks. Japanese observer data on catch and effort throughout the Southern Hemisphere were analysed to determine relationships between catch rates and the covariates year, quarter, latitude, hooks between floats, hooks, and sea surface temperature. These relationships were then used to predict relative abundance across the entire spatial domain, and combined with effort to predict surface longline catches. Catch estimates for other fisheries were obtained from the literature.

Most catch rate indicators were relatively short, variable, and uncertain, with the majority either stable or increasing. Length indicators were also variable. Only the Argentinian size and sex indicators showed temporal trends, with a small decline in sizes for both sexes, and a slight trend towards less female bias in the sex ratio index.

The indicator analyses, in addition to providing time series to monitor population change, revealed spatial patterns in size and sex distributions, and relationships with environmental variables. Such analyses are critical inputs to stock status assessments, because they help to determine model structure.

The risk assessment uses a quantitative framework to estimate spatially-explicit fishing mortality. It derives sustainability status as the ratio of total impact to a maximum impact sustainable threshold (MIST) reference point. The quantitative framework quantifies and propagates uncertainty throughout the assessment process. The risk assessment served to integrate selected CPUE indicators in the evaluation of risk from commercial pelagic longline fisheries to porbeagle shark, within an area subset of the Southern Hemisphere. The spatial domain of the risk assessment covered three regions: Eastern Atlantic/Western Indian Ocean, Eastern Indian Ocean, and Western Pacific Ocean, bounded at 30°S and 60°S. The Eastern Atlantic/Western Indian Ocean region was selected as the 'calibration region', being the most data-rich. A biomass dynamic model was fitted to the estimated catch and the abundance index for the calibration area. The model estimated a catchability parameter for the pelagic longline effort, which was used to estimate fishing mortality for the calibration area, and extended to other model areas.

Annual fishing mortalities (F) were greatest in the Eastern Atlantic/Western Indian Ocean, slightly lower in the Eastern Indian Ocean, and lowest in the Western Pacific Ocean. Median F decreased from the mid-1980s to 2014 in both the Eastern Atlantic/Western Indian Ocean and Eastern Indian Ocean regions. In the assessment area (three regions combined) in the last decade (2005 to 2014), median F values ranged from 0.0008 to 0.0015 (mean 0.0010).

Risk was determined from the relationship between total impact and the MIST limit reference point for the stock. We reported against three MIST values: F_{crash}, which is the instantaneous fishing mortality that will in theory lead to population extinction; F_{lim}, the instantaneous fishing mortality rate that corresponds to the limit biomass B_{lim}; and F_{msm}, instantaneous fishing mortality rate that corresponds to the maximum number of fish in the population that can be killed by fishing in the long term. Risk values were calculated both as an F-ratio (Impact/MIST) and the probability that F exceeds the MIST, for the period from 1992 onwards (the first year of Japanese CPUE data).

F-ratios for the assessment area declined by half from a 1992–2005 mean for the F_{crash} MIST of 0.068 (range 0.051–0.088), to a 2006–2014 mean of 0.032 (range 0.023–0.042). For the F_{lim} MIST the equivalent numbers were 0.090 (range 0.068–0.118) in 1992–2005 and 0.043 (range 0.031–0.056) in 2006–2014. For the F_{msm} MIST the F-ratios were 0.135 (range 0.102–0.176) in 1992–2005, and 0.063 (range 0.046–0.083) in 2006–2014.

The probability of F exceeding the F_{crash} MIST decreased by 95% from a 1992–2005 mean of 0.0084 (range 0.0015–0.0205), to a 2006–2014 mean of 0.0004 (range 0.0000–0.0013). The probability of F exceeding the F_{lim} MIST similarly decreased from a 1992–2005 mean of 0.0183 (range 0.0073–0.0358), to a 2006–2014 mean of 0.0016 (range 0.0005–0.0040). The probability of F exceeding the F_{msm} MIST decreased from a 1992–2005 mean of 0.0452 (range 0.0213–0.0778), to a 2006–2014 mean of 0.0066 (range 0.0023–0.0133).

In the last 10 years, the southern bluefin tuna (SBT) and albacore/SBT fisheries combined contributed about 75–80% of the fishing mortality in the Western Indian Ocean/Eastern Atlantic Ocean, 70–90% in the Eastern Indian Ocean, and 70–85% in the Western Pacific Ocean.

Thus, results from the risk assessment indicate low fishing mortality rates in the three regions comprising the assessment area, and low risk from commercial pelagic longline fisheries to porbeagle shark over the spatial domain of the assessment. These results are consistent with the trends observed in catch rate indicators over the entire Southern Hemisphere range of the porbeagle shark population, which in most cases show stable or increasing catch rates. Concern has previously been expressed about reduced catch rates in the Western Atlantic Ocean in the Uruguay longline fishery after 1993, but this concern is allayed by the re-analysis undertaken in collaboration with this project.

The population catchability was calibrated assuming that capture mortality was 100% (i.e., post-release survival is zero). Allowing for post-release survival would reduce these fishing mortality estimates, and reduce the estimated risk.

The catch rate indicators are the most important factors driving the results of the status assessment, and their reliability determines its reliability. The indicator trend in the calibration area is the most important factor determining the relatively low estimate of risk.

The risk assessment assumes that population density from 45 to 55 oS is the same as at 40 to 45 oS, and that density south of 55 oS is zero. We have evidence from fisheries and surveys that porbeagles occur south of 45 oS, but we do not have Japanese longline observer data with which to estimate density. This is an important assumption, because it implies that the low fishing effort south of 45 oS provides a refuge from fishing mortality for the population. Biological data, and estimated relationships between size and sea surface temperature, suggest that a high proportion of the adult population occurs at these latitudes. Continued data collection by observers will improve the time series and provide better evidence about abundance trends. Maintaining collection and analysis of indicators from observer data is a key recommendation from this project. The following analyses could be carried out with currently available data:

- Explore assumptions about population density distribution and their effects on risk estimates, by rerunning the assessment with alternative density estimates.

- Explore selectivity at age in the Japanese pelagic longline data, which may permit estimation of the availability at age of the population to fishing. This analysis may permit two further developments: an age-structured analogue of the biomass dynamic risk assessment; and direct estimation of the proportion of the population south of 45 oS, removing the need to assume constant density from 45 to 55 oS.
- Further explore available biological data, to understand why patterns differ among areas. For example, it would be useful to model the effects of SST on size and sex patterns in the Chilean swordfish fishery.

The following recommendation would require further data collection:

- Compile biological and catch rate data from fisheries occurring south of 45 oS, such as the Chilean demersal longline fishery. Some data from this fishery are currently available, and data collection is ongoing.

The following recommendation would require additional, separate studies:

- Study porbeagle distribution using various tool (genetics, microchemistry, stable isotopes, parasites, conventional and electronic tags) to identify biologically-based boundaries.

The multiple indicators/risk assessment approach used in this study served to 1) source and synthesise available information on porbeagle shark at the scale of the Southern Hemisphere; 2) identify important data gaps (e.g., density distribution and life-stage specific vulnerability and overlap with fishing activities); 3) define a productivity-based reference point for the species; and 4) prioritise fishery areas for monitoring and management. This project has filled important information gaps by both directly analysing available life history information, and providing statistical support to the analyses by participating national fisheries scientists.

The project has provided the first assessment of the sustainability of the impact of fishing on the Southern Hemisphere porbeagle shark stock, and laid a foundation for future work. Results indicate that the impact of fishing is low across the entire Southern Hemisphere range of the porbeagle shark population.