

INFORME DE LA SESIÓN DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE AGUJA AZUL Y REUNIÓN DE PREPARACIÓN DE DATOS DE AGUJA BLANCA DE 2011

(Madrid, España – 25 a 29 de abril de 2011)

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

El Sr. Driss Meski, Secretario Ejecutivo de ICCAT, inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes.

La reunión fue presidida por el Dr. Freddy Arocha (Venezuela). El Dr. Arocha dio la bienvenida a los participantes en el Grupo de trabajo y revisó los objetivos de la reunión.

El Orden del día (**Apéndice 1**) fue adoptado. La lista de participantes se adjunta como **Apéndice 2**. La lista de documentos presentados a la reunión se adjunta como **Apéndice 3**.

Los siguientes participantes actuaron como relatores:

P. Pallarés	Puntos 1, 9 y 10
P. Lynch, L. Reynal y P. Bannerman	Punto 2
E. Prince y P. Lynch	Punto 3
J. Hoolihan	Punto 4
G. Díaz	Punto 5
C. Brown y D. Die	Punto 6
L. Kell y M. Ortiz	Punto 7
F. Arocha y J. Santiago	Punto 8
F. Arocha	Punto 9

2 Actualización de información básica sobre aguja azul y examen de la información básica sobre aguja blanca

2.1 Tarea I (capturas)

La Secretaría facilitó un informe detallado de las estadísticas de captura actualizadas de Tarea I (incluyendo descartes) para el periodo de comunicación de 1956-2010 (**Tabla 1**). Sin embargo, dado que los datos de 2010 son preliminares e incompletos, la evaluación de stock se llevó a cabo con datos para el periodo 1956-2009. Para aquellas CPC que no comunicaron capturas en 2010, estos datos se traspasaron del año previo con el fin de respaldar los análisis de proyección. Las capturas de la **Tabla 1** incluyen también la proporción de capturas comunicada como istiofóridos sin clasificar que fue reclasificada como aguja azul en la Reunión de preparación de datos de aguja azul de 2010. Las estadísticas totales de captura de Tarea I fueron presentadas además en términos de captura o de desembarques y de descartes muertos (**Figura 1**). Se presentaron también las capturas totales con descartes vivos y muertos para aquellas CPC que comunican estas categorías por separado. Se indicó, no obstante, que pocas CPC habían comunicado los descartes vivos correspondientes a la recomendación de ordenación de ICCAT que obliga a la liberación de los palangres (**Tabla 2**). Las capturas totales (incluyendo descartes muertos) se presentaron también por tipo de arte (**Figuras 2 y 3**), y el palangre continúa siendo el arte dominante, pero la proporción correspondiente a las redes de enmalle artesanales ha ido aumentando a lo largo de la última década. Este aumento puede deberse a mayores desembarques, a una mejor comunicación o a una combinación de ambos. Se presentó la información sobre descartes vivos para aquellas CPC que facilitaron esta información (**Tabla 2**). Sin embargo, dado que no existe suficiente información sobre la supervivencia posterior a la liberación de la aguja azul liberada de los palangres, la mortalidad potencial de la fracción de descartes vivos no fue incorporada en la matriz de entrada de las extracciones totales. Durante la reunión se presentaron también los desembarques procedentes de las pesquerías de DCP en la zona de Martinica y Guadalupe y se incorporaron a la tabla de Tarea I. Se estimaron la captura y el esfuerzo pesquero para estas pesquerías utilizando los datos de esfuerzo histórico derivados de entrevistas con los capitanes de los buques, y los desembarques históricos se estimaron utilizando la CPUE media de 2008-2009 para Martinica y la CPUE de 2008 para Guadalupe (**Figura 4 y Figura 5**).

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

La Secretaría facilitó un resumen detallado de los datos actualizados de captura y esfuerzo de Tarea II, y los datos totales disponibles se presentaron en la Reunión de preparación de datos de aguja azul de 2010 (Anon. 2011). Para las muestras de talla, se examinaron los análisis de las composiciones de talla y la frecuencia de tallas comunicados en la Reunión de preparación de datos de aguja azul de 2010.

El documento SCRS/2011/049 presentaba un análisis detallado de los datos de captura obtenidos de la base de datos del Programa nacional de observadores (NOP) de los palangreros brasileños fletados. Desde 2005 hasta 2008 se midieron en total 5.320 agujas azules. Los ejemplares oscilaban entre 89 y 350 cm LJFL y la sex ratio favorecía a los machos (1:1,73) en la mayoría de las clases de talla. Los ejemplares más largos tendían a ser capturados por debajo de la latitud 5°S. Los ejemplares inmaduros eran escasos y se encontraron solo en dos áreas (0°, 15°W y 25°S, 25°W). Los ejemplares más pequeños (<170 cm) se encontraban en alta mar principalmente en el primer trimestre. Los ejemplares más grandes se encontraban en el Sur de la zona de estudio durante el verano austral y posteriormente se movían en el sentido de las agujas del reloj hacia el Norte en aguas más calientes durante el invierno, cerrando un posible ciclo migratorio de reproducción en el Atlántico central sur. Estos informes eran conformes a observaciones previas de Ueyanagi *et al.* (1970) y de Amorim *et al.* (1998, 1994) que informaban sobre concentraciones de aguja azul con fines reproductivos en el sur de Brasil, entre 20°S y 30°S durante el primer trimestre.

2.3 Otra información (marcado)

Las liberaciones y recapturas de marcas convencionales se comunicaron en cuadrículas de 5x5 (**Figura 6 y 7**). La densidad más elevada de liberaciones procede del Atlántico occidental y el Caribe. Las recapturas de marcas se concentran también en el Atlántico occidental y el Caribe.

3 Examen de las estimaciones de captura de aguja blanca/*Tetrapturus* spp.

Shivji *et al.* (2006) validaron recientemente la presencia de marlín peto (*Tetrapturus georgii*) en el Atlántico norte occidental, una especie morfológicamente similar a la aguja blanca y sugirieron que una proporción desconocida de las capturas de aguja blanca podría ser en realidad de marlín peto. Esto hizo que el Grupo discutiera la posibilidad de estimar y eliminar una parte de la captura declarada de aguja blanca y reasignara estas capturas al marlín peto. Sin embargo, tras discutir los resultados de investigaciones anteriores (Beekircher *et al.*, 2009, Arocha y Silva, 2011), así como el documento SCRS/2011/051, que fue presentado en esta reunión, se concluyó que la cantidad de variabilidad (anual e interanual) en las ratios observadas entre las dos especies y la insuficiente cobertura del muestreo espacial dificultarían la capacidad de estimar de manera fiable en la actualidad las proporciones de marlín peto en las capturas de aguja blanca. Asimismo, se señaló que existe una confusión adicional en la identificación de *Tetrapturus* spp. en general entre las diversas CPC. Por ello, la decisión del Grupo fue tratar la próxima evaluación de aguja blanca (2012) como una combinación de aguja blanca/*Tetrapturus* spp. Existen proyectos en curso que abordan el tema de los errores de identificación de estas especies, no obstante, el Grupo de trabajo indicó que realizar estimaciones fiables del nivel de población requeriría un exhaustivo programa de muestreo de todo el Atlántico, así como un análisis retrospectivo a gran escala. Además, se observó que la flota de palangre española podría representar una plataforma de muestreo ideal para estimar las proporciones de aguja blanca/*Tetrapturus* spp. en amplias escalas temporales y espaciales, especialmente en las regiones nororiental y sudoccidental del Atlántico (SCRS/2011/035).

3.1 Tarea I (capturas)

La Secretaría facilitó un informe detallado de las estadísticas de captura de Tarea I (incluyendo descartes) para el periodo de comunicación 1956-2010 (**Tabla 3**). Sin embargo, dado que muy pocas CPC habían comunicado datos para 2010, estas capturas eran preliminares e incompletas. Tras la reclasificación de los istiofóridos sin clasificar desarrollada en la Reunión de preparación de datos de istiofóridos de 2010, las capturas de aguja blanca incluyen la proporción de capturas que fueron reclasificadas como aguja blanca. Las capturas totales, con descartes vivos y muertos, se presentaron también para aquellas CPC que comunican estas categorías por separado (**Figura 8**). Las capturas totales (incluyendo descartes muertos) se presentaron también por tipo de arte (**Figuras 9 y 10**) y el palangre continuaba siendo el arte dominante en las extracciones. Se presentó también la información sobre descartes vivos para aquellas CPC que enviaron esta información a la Secretaría (**Tabla 2**).

El documento SCRS/2011/026 facilita información obtenida en el Programa de observadores de palangre pelágico de Uruguay sobre la captura de aguja blanca realizada por la flota uruguaya que opera en el Atlántico sudoccidental durante el periodo de abril de 1998 a diciembre de 2010, y de la flota de palangre japonés que operó en la ZEE de

Uruguay desde marzo hasta septiembre de 2009 y desde mayo hasta septiembre de 2010. Las mayores capturas de la flota uruguaya se registraron al Norte de 30°S. Los mayores valores de CPUE se obtuvieron en áreas con una temperatura de la superficie del mar (SST) entre 20 y 24°C. La CPUE nominal de la flota de palangre japonés (2009-2010) era inferior a la CPUE nominal de la flota uruguaya. Sin embargo, considerando la profundidad operativa de esta flota (100-200 m), el área de operaciones (34-37°S) y el límite de distribución de las especies, esta diferencia en la CPUE era muy pequeña. Esto podría deberse al diferente comportamiento de los individuos en áreas de mayor latitud, en las que pasan más tiempo a mayor profundidad y menores temperaturas. La talla media de la aguja blanca (por sexo) capturada por la flota japonesa era superior a la de las capturadas por la flota uruguaya (SCRS/2011/026).

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

La Secretaría facilitó un resumen detallado de los datos de talla de Tarea II para la aguja blanca. Además de los datos de captura y esfuerzo, se actualizaron y presentaron los datos de composición por tallas para la aguja blanca incluidos en el informe de la reunión de preparación de datos de istiofóridos de 2010. Las mediciones de talla se estandarizaron a longitud mandíbula inferior a la horquilla (LJFL, cm) utilizando las ecuaciones incluidas en el Manual de ICCAT. Entre las pesquerías existían ligeras diferencias en la metodología de recopilación de datos (a saber, especificación de los intervalos de talla usados en las mediciones, y/o el límite de talla declarado, el límite de intervalo de talla medio o superior-inferior). En estos casos, no se aplicaron conversiones porque las diferencias eran mínimas. Las mediciones de talla sospechosas fueron excluidas restringiendo los datos de talla a un rango de 50-400 cm de LJFL respectivamente. En total, se analizaron los datos de talla de diez pabellones y de tres artes pesqueros diferentes, incluyendo nuevas series de talla de aguja blanca de UE-Portugal y Ghana. Los resultados se presentaron como LJFL media anual (**Figura 11**) y se resumieron como: a) histogramas de distribución de tallas por año para los últimos diez años (**Figura 12**), para los artes pesqueros dominantes (**Figura 13**) y flotas de las CPC dominantes (**Figura 14**). En general, existía poca tendencia en la LJFL media o en la forma de los histogramas de frecuencias. Sin embargo, en las pesquerías artesanales de aguas de África occidental se comunicaron capturas de peces más grandes que la media. Se generaron diagramas de probabilidad acumulativa en el rango observado de LJFL por año para el palangre y la pesquería deportiva estadounidense combinados (**Figura 15**) y se creó un diagrama separado para las pesquerías de redes de enmalle (**Figura 16**). Estas figuras indican patrones relativamente coherentes de la selectividad de tallas para la aguja blanca en las pesquerías y en el tiempo.

3.3 Catálogo de información disponible

Se presentaron los datos actualmente disponibles de Tarea I y Tarea II para la aguja blanca, por pabellón y flota, para las dos últimas décadas (**Tabla 4**). En la tabla, las celdas de color representan los estratos para los que se han comunicado datos. Está claro que muchas CPC no han cumplido sus obligaciones de comunicación respecto a la aguja blanca.

3.4 Otra información

Las liberaciones y recapturas de marcas convencionales fueron comunicadas en cuadrículas de 5x5 (**Figuras 17 y 18**). La densidad más elevada de liberaciones procede del Atlántico occidental y el Caribe. Las recapturas de marcas se concentran también en el Atlántico occidental y el Caribe.

4 Examen de los datos biológicos, de hábitat y de marcado para la aguja azul y la aguja blanca

4.1 Datos biológicos

4.1.1 Aguja azul

Se examinó la información biológica presentada en las reuniones de preparación de datos de aguja azul de 2010 y en la de evaluación de 2011, junto con los estudios pertinentes revisados por pares producidos desde la evaluación anterior (2006). Se presentaron análisis de edad y crecimiento en curso para la aguja azul (n=440) muestreados en Brasil y Venezuela entre diciembre de 2004 y diciembre de 2006. Se incluyeron secciones transversales de espinas de aletas de 151 hembras, 286 machos y 3 sin identificar. Se utilizó un análisis del incremento marginal relativo para determinar la periodicidad de la formación de anillos. Los efectos de los llamados anillos "falsos" (por ejemplo anillos dobles, triples) crearon incertidumbre en algunos recuentos. De forma similar, también creó problemas la eliminación de anillos formados muy pronto debido a la vascularización del núcleo de la espina a lo largo del tiempo. El no contar los anillos eliminados puede impedir la estimación de la edad o producir una subestimación de las espinas afectadas. Además, la falta de una representación de muestras adecuada de agujas azules muy grandes

dificultó la elaboración de estimaciones de la curva de crecimiento a partir de estas muestras. Las tallas estimadas de madurez sexual fueron 183 cm LJFL (hembras) y 150 cm LJFL (machos).

El SCRS/2011/021 describía las características espaciales y temporales de las ratios de sexos y la actividad reproductiva de la aguja azul capturada en las pesquerías venezolanas de palangre pelágico ($n=1.935$) y de redes de enmalle a la deriva artesanales ($n=19.037$) para el periodo 1991-2009. La ratio de sexos favorecía a los machos en toda la temporada en la pesquería de palangre pelágico, pero en menor medida en la pesquería de redes de enmalle a la deriva artesanales. En la ratio de sexos por talla predominaban los machos, especialmente en ejemplares <200 cm LJFL en ambas pesquerías. La talla de los peces capturados por la pesquería de redes de enmalle a la deriva artesanales ha permanecido estable (~ 200 cm LJFL, hembras; ~ 175 cm LJFL, machos). Sin embargo, el número de machos grandes presentes durante el primer periodo de la pesquería ha sido sustituido por gran cantidad de machos pequeños en años recientes. Los machos grandes (>300 cm LJFL), aunque eran pocos en número estaban presentes la mayor parte del año. La proporción global de la sex ratio de las dos pesquerías era de 0,44 hembras, lo que indica la predominancia de los machos. Los machos maduros podrían desplazarse hacia el norte estacionalmente para la reproducción. Las hembras jóvenes maduras que acaban de desovar (200-275 cm LJFL) se desplazan desde las zonas de desove alrededor de Puerto Rico hacia las zonas de pesca meridionales, probablemente para recuperar las energías (alimentarse) perdidas en la reproducción.

El SCRS/2011/049 describía la composición por tallas y la distribución espaciotemporal de la aguja azul del Atlántico sur ($n=5.320$) a partir de datos recopilados por el Programa nacional de observadores de Brasil durante 2005-2008. Las tallas oscilaban entre 89 y 350 cm LJFL. En los 876 ejemplares sexados, los machos eran más predominantes que las hembras (1:1,73). La distribución estacional de los ejemplares más grandes sugería un patrón cíclico de migración desde el Sur durante el verano austral, moviéndose posteriormente en el sentido de las agujas del reloj hacia aguas septentrionales más calientes durante el invierno.

Se presentaron al Grupo las relaciones empíricas entre mortalidad natural (M) y la edad máxima, basadas en Hoenig (1983) (**Figura 19**). Aunque se reconocieron las limitaciones del método, no se disponía de estimaciones directas alternativas de M . Por lo tanto, para la evaluación de aguja azul de 2011 se utilizó un valor de M de 0,139, asumiendo una edad máxima de 30 años.

4.1.2 Aguja blanca

El SCRS/2010/042 estimaba la edad y el crecimiento de la aguja blanca capturada en las pesquerías comerciales y artesanales en el Atlántico occidental y el Caribe. Para más detalles, consultar el informe de la reunión de preparación de datos de aguja azul de 2010.

En Arocha y Silva (2011) se examinaba la distribución espacial y temporal de la proporción de marlín peto en relación con la aguja blanca a partir de lances observados en la flota de palangre pelágico venezolana. Para más detalles, consultar el informe de la reunión de preparación de datos de aguja azul de 2010.

El SCRS/2011/026 presenta información del Programa de observadores de Uruguay acerca de la composición por talla y la sex ratio, en dos estratos de profundidad (≤ 100 m y 100-200 m), para la aguja blanca capturada por las flotas japonesa y uruguaya, así como datos de la temperatura de la superficie del mar (SST). En la flota de superficie uruguaya se midieron en total 328 ejemplares y se estimó una talla media de 173,1 cm LJFL (rango 120-208 cm). Los machos tenían una talla media inferior que las hembras. En la flota japonesa, que operaba exclusivamente en la ZEE de Uruguay, la talla media era de 176 cm LJFL, los machos tenían una talla media superior (182 cm), y dos de los ejemplares observados eran de más de 200 cm LJFL (203 y 219 cm). La proporción de sexos (hembras:machos) observada en las flotas uruguaya y japonesa era de 3:1 y 1,7:1, respectivamente. Las mayores capturas se observaron en áreas en las que la SST se encontraba entre 20 y 24°. De acuerdo con los autores, estos datos sugieren una posible plasticidad mayor para esta especie, que en algunas áreas permite la adaptación a mayores profundidades y menor temperatura del agua.

El SCRS/2011/051 describía el uso de análisis genéticos para diferenciar entre la aguja blanca y el marlín peto a partir de 212 muestras de tejidos recopiladas en un torneo anual de pesca de recreo celebrado en Cape May, NJ (Estados Unidos), para el periodo 1992-2010. Los resultados indicaban que el 2,1% de las especies combinadas en 1992-2000 correspondía al marlín peto, pero aumentaba hasta el 33,3% en 2002-2010. Durante la última década era evidente una considerable variación anual en las proporciones relativas de ambas especies, lo que sugiere que un amplio muestreo temporal estaría justificado para estimar de forma precisa las proporciones relativas de cualquier área particular.

El SCRS/2011/035 informaba sobre observaciones de captura fortuita de aguja blanca ($n=1.385$) procedentes de la flota de palangre de superficie española que se dirige al pez espada entre 1993-2010. Al menos una aguja blanca fue capturada en el 18,9% de los lances en los que se capturó pez espada. Las agujas blancas respondían del 12,85% del número total de istiofóridos. Las tallas oscilaban entre 130 y 280 cm LJFL para las hembras y entre 95 y 285 cm LJFL para los machos. Se facilitan las frecuencias de talla por año. De los 822 ejemplares sexados, el 42,5% eran hembras y el 57,5% machos.

4.2 Hábitat

4.2.1 Aguja azul

El SCRS/2011/052 describía una investigación preliminar sobre la posible influencia de los factores medioambientales en la capturabilidad de la aguja azul en aguas de Ghana. La variación estacional en el afloramiento y en las temperaturas de la superficie del mar en el Golfo de Guinea afectaba a la distribución de la aguja azul. La disponibilidad de aguja azul disminuye durante el periodo de afloramiento (julio-septiembre). Este periodo se caracteriza también por temperaturas inferiores. Otros factores pueden influir en este descenso percibido en la abundancia, como un cambio en los artes pesqueros para dirigirse a pequeños pelágicos. Son necesarias más investigaciones.

En Kell *et al.* (2011) se informaba sobre la estandarización de la CPUE exploratoria para la aguja azul capturada dentro y fuera de la zona de mínimo oxígeno del Atlántico. Para más detalles, consultar el informe de la reunión de preparación de datos de aguja azul de 2010.

Kraus *et al.* (2011) examinaron los movimientos horizontales de la aguja azul ($n=42$) con un seguimiento mediante PSAT en el Golfo de México durante el periodo 2003-2008. Los días en libertad oscilaron entre 4 y 334. Aunque algunos peces realizaron salidas hacia áreas de Belice (Caribe) y las Islas Vírgenes de Estados Unidos, la mayoría permaneció en el GOM. El desplazamiento medio se situaba entre ~300 y 1.200 km. Las rutas revelaron patrones de movimiento muy variables, independientemente de la localización del marcado, la estación o de si habían salido o no. Los cambios estacionales en la distribución sugerían un patrón de movimiento cíclico norte-sur dentro del GOM. Los resultados respaldan una nueva perspectiva de la aguja azul en la que el GOM proporciona un hábitat adecuado para todo el año y que utiliza un subgrupo de la población atlántica.

Wells *et al.* (2010) investigaron la variación regional en la química de otolitos de la aguja azul procedente del Atlántico norte occidental. Las muestras ($n=65$) procedían del GOM, los estrechos de Florida, el Caribe y el Atlántico norte occidental. La reducida variabilidad en el otolito $\delta^{18}\text{O}$ de las muestras del GOM, combinada con el gran éxito en la clasificación de las muestras de esta región, sugiere que el movimiento de salida del GOM podría ser muy limitado en comparación con las demás regiones investigadas. Aunque se sigue respaldando la tesis de un stock en todo el Atlántico, estos resultados sugieren la posibilidad de que existan grupos migratorios, lo que justificaría llevar a cabo más investigaciones.

4.2.2 Aguja blanca

El SCRS/2011/035 describía las características espaciales y temporales de la aguja blanca ($n=1.385$) capturada como captura fortuita por la flota de palangre de superficie española que se dirigía al pez espada durante 1993-2010. Los diagramas describen el hábitat espacial de la aguja blanca para el Atlántico norte central y oriental y para el Atlántico sur. Se presenta la distribución de la captura de aguja blanca durante 1993-2010 con las zonas de ordenación en cuadrícula.

4.3 Marcado

4.3.1 Aguja azul

Se presentó una actualización de la base de datos de marcado de ICCAT. Para la aguja azul, incluye un total de 53.045 liberaciones y 921 (1,74%) recapturas. Snodgrass *et al.* (2011) presentaba una actualización de la base de datos de marcado convencional de Estados Unidos para la aguja azul. Para más detalles, consultar el informe de la reunión de preparación de datos de aguja azul de 2010.

Otros estudios recientes con PSAT han comunicado rutas de movimiento o vectores de desplazamiento de la aguja azul en el Atlántico (Goodyear *et al.*, 2008; Kraus *et al.*, 2011; Prince and Goodyear, 2006; Prince *et al.*, 2010).

4.3.2 Aguja blanca

Se presentó una actualización de la base de datos de marcado de ICCAT. Para la aguja blanca, incluye un total de 46.858 liberaciones y 1.059 (2,26%) recapturas. En Orbessen *et al.* (2011) se presentaba una actualización de la base de datos de marcado convencional de Estados Unidos para la aguja blanca. Para más detalles, consultar el informe de la reunión de preparación de datos de aguja azul de 2010.

5 Examen de la serie de captura por unidad de esfuerzo: aguja azul y aguja blanca

5.1 Aguja azul

El SCRS/2011/050 presentaba series de CPUE estandarizada para la aguja azul y la aguja blanca para las pesquerías brasileñas de palangre. Los autores utilizaron tres enfoques de modelación diferentes: binomial negativo de ceros aumentados, delta lognormal y GLM tweedie. Las variables probadas en los modelos fueron *año*, *área*, *trimestre* y *estrategia*. Esta última variable describe la estrategia pesquera, que incluye factores como la especie objetivo, la configuración del arte, etc. Basándose en los diagnósticos del modelo, los autores indicaron que el modelo delta-lognormal era el más adecuado para los datos. La CPUE final estimada tenía un elevado grado de variabilidad interanual pero con una fuerte tendencia descendente en los cinco últimos años de la serie. El Grupo discutió brevemente el concepto de la estrategia variable y su técnica de estimación. El Grupo indicó que, en el pasado, los científicos brasileños excluían algunas de las "estrategias" definidas utilizando análisis de conglomerados en su estimación de las CPUE. Sin embargo, los autores indicaron que, siguiendo el asesoramiento del SCRS, habían incluido todas las estrategias en sus análisis.

El Grupo discutió las diferencias entre las CPUE presentadas en la reunión de preparación de datos y la estimación actual respecto al uso de los términos de interacción *año*trimestre* y *año*estrategia* que pueden afectar a la estimación por año. Los autores llevaron a cabo algunos análisis adicionales durante la reunión y basándose en los resultados aconsejaron al Grupo que no incluyera los términos de interacción en el modelo final debido a inquietudes respecto a los efectos de las interacciones fijas del factor año. Se observó que la existencia de las interacciones anuales, independientemente de si están incluidas o no en el modelo, podría plantear dificultades en la estimación de los valores del índice. El Grupo discutió la elevada variabilidad del índice brasileño, las posibles razones de dicha variabilidad y si el índice podría reflejar cambios más relacionados con la pesquería que las tendencias verdaderas de la población. Se mencionó también que la tendencia descendente al final de la serie temporal podría ser el resultado de la implementación del uso obligatorio de anzuelos circulares en la flota. No obstante, el Grupo no tenía información suficiente para evaluar el posible impacto del uso de anzuelos circulares en las tasas de captura.

El SCRS/2011/047 presentaba una evaluación de enfoques para estimar la abundancia relativa (es decir, la estandarización de la CPUE). Se utilizó un análisis de simulación para generar datos de captura con una biomasa subyacente siguiendo la dinámica de la pesquería de palangre japonés en el Atlántico. Se evaluó un abanico de tendencias de biomasa y patrones de la distribución vertical de la capturabilidad y los modelos comparados incluían statHBS, GLM, y GLM delta-lognormal. En conjunto, el modelo statHBS proporcionaba estimaciones de biomasa verdadera más precisas, sin embargo, para simplificar, este estudio no incorporaba la estructura espacial y de población. Además, el modelo statHBS dependía de las estimaciones de profundidad de anzuelos que fueron asumidas sin error. En la práctica, la incertidumbre que rodea a la profundidad de anzuelos podría reducir la precisión del statHBS.

El SCRS/2011/048 presentaba los resultados de un modelo de simulación (LLSIM) que integraba las distribuciones de especies con las distribuciones del tiempo en profundidad de los anzuelos de palangre para predecir la captura por lance. El hábitat de las especies estaba estratificado por mes, latitud, longitud y profundidad. Se introdujeron en el modelo valores de abundancia relativa derivados externamente por latitud y longitud y se distribuyeron por profundidad según la temperatura ambiente o el descenso en la temperatura con la profundidad en relación con la temperatura de la capa de mezcla de la superficie. Las distribuciones espaciales de los lances de palangre por configuración del arte eran también entradas del modelo por año (1956-1995), mes, latitud y longitud, basadas en el esfuerzo observado por la flota de palangre japonés en el Atlántico, o por el contrario, el mismo número de lances era asignado de forma aleatoria al Atlántico tropical central (CTA) para los mismos meses y años. Se asumió que los stocks eran o bien estables o descendían con el tiempo. Las series temporales simuladas resultantes fueron estandarizadas usando métodos GLM (modelo lineal generalizado) y HBS (abundancia estandarizada derivada determinísticamente que incorpora información medioambiental externa). Los resultados fueron contrastados con las distribuciones "reales" conocidas. Ni el GLM ni el HBS recuperaron de forma precisa y coherente la tendencia "real" en la abundancia del stock cuando los lances de palangre reflejaron las distribuciones históricas de los lances de

palangre japonés, probablemente a causa de cambios espaciales o de otro tipo en el esfuerzo pesquero a lo largo del tiempo. Ningún método pareció ser superior al otro. El Grupo discutió sobre si podría ser preferible un índice que incluyera el Atlántico entero en lugar de solo el Atlántico tropical central (CTA), ya que restringirlo a zonas de gran abundancia podría no reflejar el cambio real en la abundancia de toda la población. El Grupo discutió también sobre el uso del tiempo teórico que pasa cada anzuelo a una profundidad en el estudio de simulación ya que los estudios que usan TDR han demostrado diferente comportamiento de los anzuelos, y también otras variables como el tiempo de calado y virada del palangre, así como del uso de líneas de multi y monofilamento que se sabe tienen un fuerte efecto sobre las tasas de captura. El Grupo debatió brevemente sobre si los cambios espaciales en la Zona de mínimo oxígeno (OMZ) en el Atlántico tropical central producirían cambios en las capacidades de carga de las especies afectadas. Tras una animada discusión, el Grupo se mostró de acuerdo en que teniendo en cuenta el nivel de información disponible, no hay una respuesta clara a la cuestión.

El SCRS/2011/043 presentaba la CPUE estandarizada de la aguja azul para la flota de palangre japonesa estimada utilizando un enfoque de modelación GLM lognormal añadiendo un valor constante. Se estimó la CPUE para 2 periodos distintos, 1990-2000 y 2001-2009, con el fin de tener en cuenta la medida de ordenación de ICCAT que requiere la liberación, desde los palangreros, de las agujas blancas y azules que estén vivas en la virada. Esto era necesario porque la CPUE estimada para el periodo posterior al 2000 se estimó utilizando solo aguja azul retenida en lugar de todos los marlines capturados (es decir los retenidos y los liberados). Cabe señalar que los autores indicaron que existía un error en la estimación utilizada en la CPUE presentada en el documento y durante la reunión se presentó una nueva estimación (SCRS/2011/043 rev). La CPUE se estimó utilizando los datos de captura y esfuerzo agregados (es decir, número de anzuelos) por cuadrículas de 5x5 y por configuración del arte (es decir, anzuelos por cesta). Las variables probadas en el modelo fueron *año*, *trimestre*, *área*, *anzuelos por cesta* y los términos de interacción *trimestre*área* y *año*área*. El Grupo discutió la limitación de utilizar únicamente la aguja azul retenida para estimar un índice de abundancia y la validez de asumir una tasa constante de aguja azul liberada tras la implementación de la medida de ordenación de ICCAT de 2001.

El Grupo señaló que el documento SCRS/2011/052 presentaba información sobre captura y esfuerzo (número de mareas) y solicitó a la Secretaría que estimara un índice estandarizado para esta pesquería (**Apéndice 4**).

El SCRS/2011/045 presentaba una serie de CPUE estandarizada de la aguja azul para la flota de palangre de Taipei Chino. El índice se estimó usando los enfoques del modelo lognormal y GAM y probando las variables *mes*, *año*, *latitud* y *longitud* y las interacciones con el término *año*. Los autores señalaron que el modelo GLM (lognormal) con los términos de interacción era el más adecuado ya que explicaba la mayor desviación. Sin embargo, todas las CPUE estimadas eran muy similares.

El Grupo discutió ampliamente las series de CPUE disponibles (tanto las series presentadas en la reunión de preparación de datos de 2010 como las presentadas en esta reunión) y desarrolló una serie de criterios para dirigir las discusiones. Para la selección de las series de CPUE, el Grupo consideró el asesoramiento de la reunión de 2009 del Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock (Anon. 2010): si las CPUE estimadas tenían diagnósticos del modelo, el nivel de agregación de los datos utilizados, la longitud de la serie temporal, si las CPUE estaban estandarizadas o no, el enfoque de modelación (lognormal frente a delta-lognormal), si había lagunas en las series temporales (años que faltaban), si las CPUE habían sido estimadas por los científicos nacionales o por la Secretaría de ICCAT usando los datos de Tarea II y si las CPUE se estimaron utilizando toda la captura de aguja azul o sólo los peces retenidos. Las series de CPUE disponibles para el Grupo fueron: (1) Japón-LL 1990-2009, (2) Japón-LL 1956-2008, preparada por la Secretaría usando los datos de Tarea II, (3) Japón-LL 1960-1998, utilizado en la evaluación de stock de 2000, (4) Taipei-Chino-LL 1968-2009, (5) Taipei-Chino-LL 1968-2004 preparada por la Secretaría usando los datos de Tarea II, (6) Estados Unidos-LL 1986-2009, (6a) Estados Unidos -recreativo 1974-2009, (7) Venezuela-LL 1991-2009, (8) Venezuela-pequeña escala-1991-2009, Venezuela-deportivo-1961-1995 (histórico), (9) Corea-LL 1976-2008, (10) Brasil-LL 1980-2010, y (11) Ghana-redes de enmalle 1997-2010.

El Grupo acordó usar en el caso base de los modelos las series de CPUE de Estados Unidos-LL, Estados Unidos-recreativa, Venezuela-LL, Venezuela-pequeña escala (redes de enmalle) y la de Venezuela-deportiva, que fueron presentadas durante la reunión de preparación de datos de aguja azul de 2010. El Grupo se mostró de acuerdo en la necesidad de usar una serie temporal para las pesquerías de palangre que retroceda en el tiempo hasta los 50 o los 60.

El Grupo mantuvo una larga discusión respecto a los tres índices japoneses disponibles. Se decidió no incluir la serie de CPUE de Japón-LL-1956-2008 porque fue preparada por la Secretaría utilizando los datos de Tarea II sin aportaciones de los científicos nacionales japoneses. El Grupo decidió incluir la serie de CPUE de palangre japonés utilizada en la evaluación de stock de 2000 que cubría el periodo de 1960-1998 y la serie presentada durante esta

reunión de evaluación de stock, pero solo para el periodo 2001-2009. Estas dos series se incluyeron como series separadas porque corresponden a dos periodos con diferentes regulaciones de ordenación para la aguja azul.

Tras un razonamiento similar, el Grupo eligió el índice de Taipei Chino preparado por los científicos nacionales presentado en la reunión en lugar del índice preparado por la Secretaría utilizando los datos declarados de Tarea II. Cabe señalar que aunque la serie de Taipei Chino fue estimada para todo el periodo, 1968-2009, el Grupo decidió separar la serie en los periodos 1968-2000 y 2001-2009 para tener en cuenta los cambios en las reglamentaciones de ordenación ya mencionados. El Grupo incluyó también el índice de Ghana que fue preparado por la Secretaría utilizando los datos presentados por los científicos nacionales durante la reunión. Todo el Grupo se mostró de acuerdo con la decisión de no incluir el índice de Corea-LL que fue preparado por la Secretaría. Esta decisión se basaba principalmente en el hecho de que la serie temporal tenía lagunas (años que faltaban), en la incertidumbre que rodeaba a los datos usados en su estimación y en que dado que el índice fue estimado utilizando datos declarados de Tarea II tenía un nivel relativamente alto de agregación y una resolución pobre. Además, el periodo cubierto por el índice de Corea-LL estaba ya cubierto por los índices de Japón y Taipei Chino. Los índices seleccionados de aguja azul utilizados en la evaluación de stock de aguja azul de 2011 se presentan en la **Tabla 5** y en la **Figura 20**.

Serie de CPUE compuesta de la aguja azul

La CPUE compuesta de aguja azul para la serie del índice se estimó usando un modelo GLM con tres esquemas diferentes de ponderación. El modelo incluía Año y Fuente del índice como factores, y los escenarios de ponderación utilizados fueron: a) ponderación igual, b) factor de ponderación basado en la captura, definido como la proporción entre la captura realizada por la flota/arte que representa cada índice y la captura total de las flotas de los demás índices combinada, y c) ponderación basada en el área, definida como el número de cuadrículas de 5x5 pescadas por la flota/arte que representa cada índice hasta el número máximo de cuadrículas de 5x5 dentro de un año por una flota determinada. La **Tabla 1** muestra las series de CPUE proporcionadas. Las series de CPUE compuesta fueron estimadas usando un modelo lineal generalizado asumiendo una distribución de error lognormal para las series de entrada de CPUE. La formulación del modelo era $\log(\text{CPUE}) = \text{año} + \text{fuente (serie del índice de CPUE)} + \text{error}$. Los valores de la CPUE compuesta fueron calculados hacia atrás a partir de medias de mínimos cuadrados del ajuste del modelo. Se estimaron tres series de CPUE compuesta para la aguja azul, la **Tabla 6** y la **Figura 21** muestran los valores de CPUE compuesta resultantes.

5.2 Aguja blanca

SCRS/2011/050 rev. La estimación de la CPUE de aguja blanca para la pesquería de palangre brasileño utilizó la misma metodología descrita en la sección de aguja azul y no se incluyeron términos de interacción en el modelo final. La CPUE estimada, aunque variable, no tenía la gran variabilidad interanual observada para la aguja azul.

El SCRS/2011/044 rev presentaba la CPUE estandarizada de la aguja blanca para la flota de palangre japonés estimada utilizando un enfoque de modelo lognormal GLM (véase la sección 5.1) añadiendo un valor constante. Utilizó la misma metodología descrita en el documento SCRS/2011/043rev para la aguja azul, incluyendo la estimación de índices separados para los periodos 1990-2000 y 2001-2009 con el fin de tener en cuenta las diferencias en la ordenación para los istiofóridos. El Grupo preguntó acerca de la selección de las áreas usadas en el análisis y solicitó que, en el futuro, los científicos japoneses comparen los resultados de utilizar la antigua metodología de selección de área (basada en estrategias pesqueras) con el nuevo enfoque de utilizar un análisis de conglomerados para definir las áreas pesqueras.

El SCRS/2011/033 presentaba tasas de captura estandarizadas de aguja blanca para la pesquería de palangre venezolana. La serie se estimó con un enfoque GLM asumiendo una distribución delta-lognormal e incluyendo *año, buque, tipo de cebo, profundidad del anzuelo, área y temporada* y los términos de interacción en el modelo. Los diagnósticos del modelo no mostraron grandes desviaciones respecto a los supuestos del modelo. El Grupo preguntó por qué los modelos incluían buques individuales en lugar de agrupar los buques por categoría. Los autores indicaron que este enfoque tiene mejor en cuenta la variabilidad asociada a cada buque en aquellos casos en los que los mismos buques no operan de forma continua a lo largo de toda la serie temporal.

El SCRSS/2011/034 presentaba las tasas de captura estandarizadas de aguja blanca para una pesquería de redes de enmalle de pequeña escala de Venezuela. La serie se estimó con un enfoque GLM asumiendo una distribución lognormal e incluyendo *año y temporada* e interacciones. Los diagnósticos del modelo no mostraron grandes desviaciones respecto a los supuestos del modelo.

La serie de CPUE de aguja blanca descrita anteriormente se presenta en la **Tabla 7** y en la **Figura 22**.

6 Evaluación de stock

6.1 Métodos y datos utilizados

Se presentó un documento sobre la metodología de evaluación de stock (SCRS/2011/046). En el documento se utilizaron la captura e índices de abundancia, tal y como se facilitaron en la reunión de preparación de datos de aguja azul de 2010, para actualizar los modelos de producción excedente desarrollados en la evaluación de stock de aguja azul de 2000. En el análisis se utilizaron tres programas informáticos de modelación: ASPIC, modelo de producción excedente bayesiano y Stock Synthesis configurado como modelo de producción estructurado por edad. Se establecieron configuraciones de modelo lo más parecidas posible a las del modelo ASPIC desarrollado en 2000. Los resultados de la modelación sugerían que el stock de aguja azul estaba más cerca de los niveles de referencia de ordenación de ICCAT de lo que se había estimado anteriormente. Este resultado sigue siendo válido al margen de cuál de las dos plataformas de modelación (ASPIC o Stock Synthesis) se utilicen. Sin embargo, resultó evidente que los índices de CPUE del palangre coreano y del palangre brasileño, presentados en la reunión de preparación de datos de aguja azul de 2010, fueron los que más influyeron en las diferencias estimadas en B/B_{RMS} y F/F_{RMS} . Sin embargo, para esta evaluación, se revisaron los índices brasileños disponibles en la reunión de preparación de datos y en la reunión de evaluación, y el Grupo decidió que la CPUE de palangre de Corea debía omitirse en consideraciones ulteriores debido a la escasa precisión de los datos disponibles (sólo se utilizaron los datos de Tarea II) y a la ausencia de aportaciones de los científicos de las CPC para el desarrollo de estos índices.

El Grupo acordó realizar la evaluación de stock utilizando dos modelos: 1) un modelo de producción en no equilibrio (ASPIC) a efectos de continuidad con respecto a la evaluación de 2000 (la última evaluación en la que se desarrollaron niveles de referencia del estado del stock) y 2) el modelo Stock Synthesis plenamente integrado descrito en el **Apéndice 5**.

El Grupo convino también en realizar ensayos de caso base iniciales utilizando los índices definidos en la Sección 5, y aplicando una ponderación igual a los índices. Las series de captura acordadas incluían asignaciones de marlines no especificados a especies específicas, tal y como fueron calculadas por la Secretaría, y una serie de captura estimada para Martinica y Guadalupe facilitada durante la reunión. La captura fue asignada a cuatro agrupaciones de artes: palangre, red de enmalle, cerco y caña y carrete (capturas de recreo), y todos los demás artes se agruparon con el palangre, dado que se trata del arte menos selectivo para la aguja azul en lo que concierne a la talla. Se constató que Senegal había estado comunicando capturas de liña de mano y curricán hasta 2007 inclusive, pero que desde comienzos de 2008 comenzó a comunicar capturas deportivas y ya no comunicó capturas de liña de mano y curricán. Tras revisar las distribuciones de frecuencias de tallas de las series de captura senegalesas, todas ellas se agruparon con el palangre para el análisis de evaluación.

Tal y como se explica en la Sección 4.1.1, el Grupo siguió el enfoque desarrollado por Hoenig (1983) utilizando los parámetros de regresión lineal desarrollados para las especies de peces con el fin de calcular una estimación de la mortalidad natural, de tal modo que:

$$\ln(Z) = 1,46 - 1,01 * \ln(t_{\max}),$$

donde Z es la tasa instantánea constante de mortalidad y $t_{\max}$ es la edad máxima. En una situación sin pesca, $M = Z$. Si se asume una edad máxima de 30 años (ligeramente por encima de los 27+ obtenidos por Hill *et al.* 1989 mediante la determinación de la edad de partes duras de aguja azul del Pacífico), la estimación de mortalidad natural (M) resultante sería 0,139.

6.2 Estado del stock

6.2.1 Modelo de producción en no equilibrio

Se utilizó ASPIC 5.3.4 para todos los ensayos del modelo, y en todos los casos se asumió que se comenzaba en 1956 con la misma capacidad de carga. Todos los índices de CPUE disponibles se escalaron al promedio del índice de CPUE de la pesquería de recreo estadounidense durante el periodo de solapamiento de cada índice. Se eligió el índice de la pesquería de recreo estadounidense porque es el único que tiene periodos de solapamiento suficientemente largos con todos los demás índices. ASPIC 5.3.4 tiene un límite de 10 series de CPUE, por lo que se estableció un modelo inicial con diez de los once índices disponibles. El único índice no utilizado fue el periodo tardío (2001-2009) del índice de palangre de Taipei Chino. Dado que era necesario excluir al menos un índice, se seleccionó este índice en particular para la exclusión debido a que no está claro el efecto de la implementación de las regulaciones que requieren la liberación de peces vivos en los índices, a que este índice se desarrolló únicamente a partir de los peces

retenidos y a que el periodo de tiempo estaba cubierto por los otros índices (se constató que otros índices, como el índice de palangre japonés para 2001-2009, podrían verse afectados también por la implementación de estas reglamentaciones).

Cuando se ajustaron los datos con ponderaciones iguales para estas diez series de CPUE o con ponderaciones proporcionales a la zona cubierta por cada pesquería, ASPIC no pudo converger. También se utilizaron con ASPIC los índices combinados de todas las series ponderados del mismo modo, ponderados por zona de la pesquería, y ponderados por la captura de cada pesquería. En estos últimos casos ASPIC convergió en estimaciones que no se consideraron realistas, con valores de r de 0,023 y de K de 185.000 t. Esta ausencia de convergencia o convergencia con resultados no realistas está relacionada con la presencia de muchas tendencias contradictorias halladas en la CPUE, tal y como se observaron en la matriz de correlación para los índices de CPUE (**Tabla 8**).

Se desarrollaron dos ensayos ASPIC alternativos para abordar estos problemas. En primer lugar, se preparó un ensayo con los diez índices en el que sólo se estimó RMS y en los que se asumió que K era 100.000 t, con el fin de conseguir dicha convergencia. Este supuesto produce ajustes que se asemejan al ajuste obtenido en 2000, en el que la K estimada fue 85.600 t y es equivalente a constreñir el valor de r (**Figura 23**). A continuación este ensayo se denomina “de baja productividad”. Se preparó un segundo ensayo para ASPIC en el que se procedió a una selección de índices bajo la premisa de que algunos índices reflejan mejor la abundancia que otros. Todos los índices utilizados en este ensayo se ponderaron por la zona media de cada pesquería. Los índices de Ghana y Brasil se excluyeron porque tienden a estar negativamente correlacionados con la mayoría de los otros índices con los que se solapan. Los índices de Japón y Taipei Chino se dividieron en pre y post 1980 para representar la posibilidad de que la estandarización de la CPUE no haya eliminado la variación en la capturabilidad generada por el desarrollo de las operaciones en aguas profundas para el patudo. El índice de Taipei Chino se utilizó únicamente para el periodo anterior a 1980, ya que el periodo 1981 a 2000 presenta una correlación negativa con los otros índices con los que se solapa. Con esto, queda un ensayo con siete índices denominado a continuación como “de alta productividad” (**Figura 24**). Este ensayo sí convergió en un resultado plausible aunque diferente del resultado del ensayo de “baja productividad” (**Tabla 9**).

El Grupo consideró que el ensayo de “baja productividad” tenía dificultades a la hora de reconciliar las tendencias de la captura a largo plazo (con un patrón general de fuerte descenso inicial en la CPUE seguido por un largo periodo de capturas relativamente estables) con las tendencias de la captura (capturas relativamente elevadas inicialmente, seguidas de un niveles de captura ligeramente reducidos y después de un nuevo incremento de los niveles de captura). Sólo cuando se eliminan algunas de las series de CPUE el modelo converge en una solución y las series de CPUE restantes se convierte en algo más informativas sobre la productividad del stock (ensayo de “alta productividad”). Las determinaciones del estado actual del stock para estos dos ensayos son bastante similares (**Tabla 10**), con una estimación de la biomasa del stock en ambos casos por debajo de B_{RMS} y una mortalidad de pesca que supera el nivel de F_{RMS} . Se observaron considerables diferencias en las estimaciones de RMS que se situaron en 2.700 t y 4.300 t para los escenarios de baja y alta productividad, respectivamente. Los valores de r correspondientes para estos dos ensayos diferían del mismo modo, siendo 0,11 y 0,65, respectivamente.

Estos resultados resaltan el hecho de que no hay información en los índices de abundancia relativa que pueda utilizarse de un modo inequívoco para determinar la productividad del stock. El nivel de productividad no cambia el estado actual estimado del stock que se evalúa como sobrepescado o experimentando sobrepesca.

6.2.2 Modelo estadísticamente integrado

En el **Apéndice 5** se detallan la estructura básica, los supuestos y valores de entrada del caso base del modelo plenamente integrado en plataforma Stock Synthesis. Las configuraciones y resultados de los ensayos específicos se describen a continuación.

Caso base

Los parámetros de crecimiento estimados generaron curvas de crecimiento de hembras y machos que coincidían con lo que se cree que son funciones biológicas reales (**Figura 25**, arriba). El ajuste resultante a las observaciones de ratios de sexos (**Figura 25**, abajo) fue muy satisfactorio, especialmente en lo que concierne a los ejemplares sexualmente maduros. Por consiguiente, el Grupo adoptó un enfoque de modelo de dos sexos.

El ajuste a las series temporales de CPUE demostraba las incoherencias existentes entre los once índices (**Figura 26**). El modelo no pudo reflejar totalmente algunas de las variaciones anuales observadas en la CPUE. Se asume que esto se debe a los límites impuestos a las desviaciones en el reclutamiento (-0,5 y 0,5).

Se halló que los datos de composición de tallas no proporcionan ninguna señal significativa con respecto a la variación anual en el reclutamiento. Considerando esto, y las coherencias anuales en los datos de frecuencias de tallas, el ajuste a las tallas y a las selectividades estimadas resultantes (**Figura 27**) no planteó problemas importantes. Se concluyó que la selectividad que varía en el tiempo para la pesquería deportiva es una solución satisfactoria para tener en cuenta los cambios en las frecuencias de tallas debidos a cambios en regulaciones sobre talla mínima. En la **Figura 28** se muestra el ajuste a las mortalidades estimadas tras la liberación de los descartes vivos de las pesquerías de recreo debidos, entre otras cosas, a las regulaciones sobre talla mínima. El Grupo estimó que el ajuste era satisfactorio. El Grupo debatió el mejor modo de abordar mejor la cuestión de la mortalidad tras la liberación de los descartes vivos del arte de palangre en el marco de la modelación de evaluación. El Grupo reconoció que la base del problema es la ausencia de estimaciones fiables de descartes, tanto en lo que respecta a la cantidad como a la composición por tallas. Posteriormente, se produjo una discusión en la que se resaltó la necesidad de estimar también las mortalidades por descarte específicas de las flotas.

Se halló que las tendencias estimadas en la biomasa del stock reproductor eran similares a las estimadas en evaluaciones anteriores (**Figura 29**). Las estimaciones de reclutamiento mostraban intervalos de confianza muy amplios (**Figura 30**). Esto se debe al hecho de que casi todas las señales del reclutamiento proceden de datos de CPUE, ya que no se halló ninguna en las tallas. Los datos de CPUE fueron sobre todo un índice adulto y, como tal, no pueden proporcionar una clara señal de las fuerzas de reclutamientos anuales. Además, dadas las incoherencias en las series temporales de CPUE, el modelo no pudo obtener estimaciones fiables de reclutamiento anual. Sin embargo, se hizo evidente una tendencia en las trayectorias estimadas, con un incremento de 1990 a 2000, seguido de un marcado descenso posterior. Sin embargo, la señal para esta tendencia procede muy probablemente de los datos de desembarque, que también mostraban una disminución, que probablemente se debió a medidas regulatorias. Dadas las dificultades mencionadas, las estimaciones del reclutamiento anual siguen siendo muy inciertas.

A pesar de las incertidumbres en el reclutamiento, las estimaciones de la relación stock reproductor-reclutamiento parecen razonables (**Figura 31**). Sin embargo, durante algunos años se alcanzaron los límites impuestos a las desviaciones en el reclutamiento (**Figura 32**). La estimación del reclutamiento virgen fue de 5,026 (escala log), con una desviación estándar de 0,166, y la estimación de la inclinación fue de 0,411 con una desviación estándar de 0,062 (**Tabla 11**). Esto tuvo como resultado una estimación de rendimiento máximo sostenible de 2.837 t (SD = 246 t). La estimación resultante del estado del stock realizada a partir caso base del modelo fue que el stock está actualmente sobrepescado ($B/B_{RMS} = 0,670$, SD = 0,071) y siendo objeto de sobrepesca ($F/F_{RMS} = 1,633$, SD = 0,263). En la **Figura 33** se muestra la tendencia anual en el estado del stock.

Para caracterizar mejor la incertidumbre sobre el parámetro y las estimaciones de cantidades obtenidas, se llevó a cabo una serie de MCMC. Esto dio lugar a la distribución de la estimación de B/B_{RMS} y F/F_{RMS} en 2009 (**Figura 34**), así como a los gráficos de fase de Kobe (**Figura 35**).

Ensayos de sensibilidad

Para examinar la sensibilidad de los resultados al valor asumido de mortalidad natural, se pidió que se desarrollaran dos ensayos adicionales con el valor de mortalidad natural fijado en los valores inferiores y superiores de los intervalos de confianza del 95%, asumiendo una media de 0,139 y un CV de 25% (valor inferior $M = 0,07$, valor superior $M = 0,19$). El modelo no logró converger en el nivel inferior de M (**Tabla 12**). El modelo no logró una solución satisfactoria hasta que M alcanzó un valor de 0,12. En $M = 0,12$, el estado estimado del stock en relación con los niveles de referencia de conservación varió muy poco ($B/B_{RMS} = 0,700$; SD = 0,077; $F/F_{RMS} = 1,499$; SD = 0,240).

Asimismo, cuando M estaba en el extremo superior de la gama, la estimación del estado del stock no mostró tampoco cambios importantes ($B/B_{RMS} = 0,636$; SD = 0,065; $F/F_{RMS} = 1,854$; SD = 0,312). Estos resultados se muestran en las **Figuras 36 y 37**. Por consiguiente, la estimación del estado actual del stock no parece especialmente sensible a los supuestos con respecto a la mortalidad natural dentro de los límites explorados.

Se constató que, durante el ensayo del caso base del modelo, en varios años se alcanzaron los límites de las desviaciones de reclutamiento. Para examinar la sensibilidad de los resultados a las restricciones para las desviaciones del reclutamiento, los límites se ampliaron a valores de -5,0 a 5,0; que son niveles que deberían ser restrictivos muy raramente. El subsiguiente ajuste del modelo era muy inestable, con incoherencias entre los ensayos, y no convergería adecuadamente. Es muy probable que esto se deba al hecho de que las únicas señales de datos a partir de las cuales se estimaron las desviaciones procedían de datos de CPUE. Sin otras observaciones que informen al modelo sobre la variación en el reclutamiento, con el experimento se concluyó que cuando no se limitan las

desviaciones de reclutamiento, estas desviaciones son utilizadas por el modelo para ajustar las variaciones erráticas en cada serie temporal de CPUE. Se realizó un intento de estimar las desviaciones del reclutamiento remontándose más en el tiempo (comenzando en 1957). Aunque el modelo convergió utilizando esta táctica, la convergencia fue incoherente. Esto condujo a la conclusión de la existencia o bien de una superficie de respuesta muy plana o o bien de varios mínimos locales, y ambas posibilidades hacen que se estime que el modelo no es fiable. Como resultado de lo anterior, para el caso base del modelo se mantuvieron la configuración original y los límites para las desviaciones del reclutamiento. Sin embargo, se constató que estos límites podrían tener una influencia significativa en la estimación del parámetro de inclinación.

6.3 Proyecciones

Para las proyecciones el Grupo decidió utilizar las capturas de 2010 estimadas durante la reunión (3.431 t), en las que las capturas de 2009 se traspasaron a 2010 para las CPC que no habían comunicado todavía sus capturas de 2010. Se asumió también que las capturas de 2011 eran idénticas a las estimadas en 2010, ya que cualquier medida establecida en la próxima reunión de la Comisión no se implementará hasta 2012 como mínimo.

El Grupo acordó que las proyecciones deberían realizarse asumiendo niveles de captura constantes, comenzando en 2012, que oscilen entre 0 y 6.000 t. Sin embargo, los resultados muestran que proyecciones con un TAC superior a 4.000 t, producirían el colapso del stock. A efectos de presentación, las proyecciones se restringieron a un TAC que osciló entre 0 y 4.000 t.

6.3.1 Proyecciones de los resultados del modelo de producción en no equilibrio

Las proyecciones realizadas a partir del caso de “baja productividad” con niveles de captura futuros de 2.000 t o más sugieren que es más probable que la biomasa del stock continúe descendiendo. Con capturas de 1.500 t existen más probabilidades de que el stock se incremente de que disminuya. En las proyecciones realizadas a partir del caso de “elevada productividad” con niveles futuros de capturas de 3.000 t o menos el stock podría recuperarse. Las proyecciones con capturas *statu quo* de 3.500 t sugieren que el stock no se recuperará ni descenderá.

El Grupo decidió que las estimaciones del estado actual del stock y las proyecciones subsiguientes deberían basarse en un modelo estadísticamente integrado en vez de en un modelo de producción en no equilibrio. La decisión se basó en el hecho de que el modelo de producción no pudo conseguir un ajuste satisfactorio a los datos sin fijar dos de los tres parámetros quizá en valores algo arbitrarios o eliminando algunas de las series de CPUE. El modelo plenamente integrado utilizó algunos de estos datos, y su capacidad de incorporar más datos disponibles y el hecho de que puede conseguir una convergencia satisfactoria hizo que el Grupo optara por elegir dicho modelo plenamente integrado para las consideraciones y proyecciones. El Grupo constató que los datos disponibles no proporcionaban información suficiente para ninguno de los dos modelos a la hora de determinar de un modo fiable la productividad del stock. Por tanto, las proyecciones son inciertas.

6.3.2 Proyecciones con el modelo estadísticamente integrado

Para evaluar las implicaciones de niveles de captura futuros en la recuperación del stock, las proyecciones se realizaron con el programa informático Stock Synthesis (SS3) del siguiente modo. El estado del stock de aguja azul a final de 2009 (año final del caso base del modelo SS3) se proyectó de forma determinística asumiendo niveles diferentes de captura total. En las proyecciones se asumió que para 2010 y 2011 los niveles de captura serían los estimados por el Grupo durante la revisión de las estadísticas de captura (véase la sección 2.1), a saber 3.431 t. Las capturas futuras, a partir de 2012, se proyectaron en niveles constantes que oscilaron entre 0 y 4.000 t por año (con incrementos de 500 t).

En la **Tabla 13** y en la **Figura 37** se muestran las tendencias de la biomasa relativa (SSB/SSB_{RMS}) del stock durante el periodo cubierto por las proyecciones. En general, capturas totales por encima de 3.000 t generarían un descenso continuado de la biomasa del stock en el periodo de las proyecciones. Capturas totales de 2.000 t o inferiores permitirían que la biomasa del stock se incremente en dicho periodo, capturas en torno a 2.500 t básicamente mantendrían el stock en el mismo nivel de agotamiento que en 2011. Sólo con capturas de 1.500 t o inferiores el stock podría recuperarse hasta niveles de biomasa en o por encima de la SSB_{RMS} antes de 2026. El Grupo constató que las proyecciones de stock tenían una conducta similar a las del caso de “baja productividad” del modelo de producción excedente (ASPIC), aunque la recuperación es algo más rápida con el caso base del modelo plenamente integrado. Tal y como se indicó anteriormente, debido a la incertidumbre en las estimaciones de productividad del stock, las proyecciones son inciertas (véase la **Figura 43**).

7 Evaluación del escenario de ordenación

Las evaluaciones de ordenación se realizaron para proporcionar asesoramiento en forma de matriz de estrategia de Kobe II (K2SM), siguiendo las directrices desarrolladas por el Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stocks de 2009 (Anon, 2010). La K2SM es una tabla de decisión que resume las probabilidades de alcanzar en un tiempo determinado los objetivos de biomasa y mortalidad por pesca (a saber, los relacionados con el mantenimiento de los stocks en niveles que consigan el máximo rendimiento sostenible) en el marco de diferentes regímenes de ordenación como los niveles de TAC. La matriz de estrategia de Kobe está siendo utilizada por todas las OROP de túnidos, y su producción es actualmente el principal resultado de los grupos de evaluación. Esto es importante porque significa que el mandato de los grupos de especies se ha expandido pasando de determinar únicamente el estado actual del stock a proporcionar asesoramiento probabilístico sobre ordenación que incorpora la incertidumbre.

Las evaluaciones de stock tradicionales consideran sobre todo únicamente la incertidumbre en las observaciones y procesos (por ejemplo, reclutamiento). Sin embargo, la incertidumbre sobre la dinámica real (a saber, incertidumbre del modelo) tiene un mayor impacto en la consecución de los objetivos de ordenación (Punt, 2006). Por consiguiente, al proporcionar asesoramiento de ordenación es importante considerar las fuentes apropiadas de incertidumbre. Rosenberg y Restrepo (1994) clasificaron las incertidumbres en la ordenación y evaluación del stock del siguiente modo:

- Error de proceso: causado por no tener en cuenta la variabilidad, temporal y espacial, en la dinámica de población y en los procesos de las pesquerías;
- Error de observación: error de muestreo y error de medición;
- Error de estimación: surge cuando se estiman los parámetros de los modelos utilizados en el procedimiento de evaluación;
- Error de implementación: cuando los efectos de las acciones de ordenación difieren de los pretendidos.
- Error del modelo: relacionado con la capacidad de la estructura del modelo de captar el núcleo de la dinámica del sistema.

Las fuentes de incertidumbre relacionadas con el error de modelo incluyen: i) incertidumbre estructural, debida a modelos inadecuados o marcos conceptuales incompletos que entran en conflicto entre sí, procesos y relaciones clave que se han especificado erróneamente o que se ignoran y que tienden a ser subestimados por los expertos (Morgan et al., 1990) y ii) valoración de la incertidumbre; debido a datos que faltan o que son poco precisos o a parámetros que no se conocen bien.

Las directrices desarrolladas por el Grupo de trabajo sobre métodos son:

- Las matrices deberían presentarse tanto de forma gráfica como en tablas.
- El(los) modelo(s), los ensayos del modelo y las metodologías utilizadas para la elaboración deberían estar claramente documentados.
- Las matrices deberían construirse a partir de los modelos de evaluación utilizados para determinar la situación del stock.
- Las matrices deberían describir claramente los supuestos y las incertidumbres.
- Deberían emplearse metodologías para promediar los modelos, armonizar los modelos y generar afirmaciones probabilísticas respecto a las normas de control de captura.
- Podrían ser necesarias múltiples matrices para proporcionar asesoramiento que abarque hipótesis alternativas.

Las proyecciones estocásticas forman la base de la K2SM y, por tanto, en el punto 6.3 se facilita documentación de cómo se llevaron a cabo estas proyecciones. Esto incluye especificaciones sobre:

- El programa informático utilizado;
- El modelo de reclutamiento/sustitución de reclutamiento/estructura de error;
- La selectividad/F parcial;
- Los cálculos de la edad del “grupo plus”;
- El periodo de la proyección y
- Los supuestos sobre implementación de la ordenación.

Durante la reunión se utilizaron dos métodos de evaluación de stock, un modelo de producción excedente (ASPIC) y un modelo estadístico de captura estructurado por edad-sexo (SS3) (véase la sección 6.1), y las proyecciones se

realizaron utilizando ambos métodos (véase la sección 6.3). El Grupo decidió utilizar el SS3 como modelo base, por lo tanto, para producir la K2SM sólo se utilizaron proyecciones del SS3.

La incertidumbre en la evaluación se caracterizó realizando ensayos de sensibilidad y MCMC. Los ensayos de sensibilidad evaluaron la incertidumbre en los conocimientos del Grupo sobre la mortalidad natural y el parámetro de inclinación de la relación stock-reclutamiento (a saber, incertidumbre de valor), mientras que los ensayos MCMC se realizaron para determinar la incertidumbre en los parámetros y cantidades derivadas de ellos (por ejemplo, error de estimación). La configuración del modelo utilizada en los análisis MCMC fue exactamente la misma que la del modelo base. Es decir, las distribuciones previas de sus parámetros y sus límites no cambiaron.

El método Markov Chain Monte Carlo (MCMC) es un método para calcular por aproximación la distribución posterior para parámetros de interés en un marco bayesiano. SS3 se basa en AD Model Builder y, por tanto, puede utilizar tanto la moda de la distribución posterior como la matriz de Hessian para implementar una versión del algoritmo Hastings-Metropolis con el fin de obtener una secuencia de muestras aleatorias a partir de una distribución de probabilidad. Otra ventaja del AD Model Builder es que es posible comparar la verosimilitud del perfil para un parámetro de interés con la distribución MCMC. Una gran discrepancia podría indicar que una o ambas estimaciones son inadecuadas.

Las estimaciones de la evaluación del reclutamiento anual son muy inciertas y, en algunos años, se alcanzaron los límites de desviación del reclutamiento. Los límites podrían tener una influencia importante en la estimación del parámetro de inclinación y, por tanto, en la productividad del stock y los puntos de referencia basados en el RMS. Sin embargo, las estimaciones del estado del stock y la tasa de explotación en relación con los niveles de referencia basados en RMS parecen robustas con respecto al valor de M asumido (véase 6.2.2). También faltan datos fiables sobre mortalidad tras la liberación de descartes vivos, para su utilización en la evaluación de stock y, lo que es más importante, para realizar proyecciones de stock con diferentes opciones de ordenación (error de implementación). Sin embargo, no se consideró la incertidumbre sobre la mortalidad tras la liberación de descartes vivos en la implementación de medidas de ordenación.

Las proyecciones se realizaron utilizando el ensayo del caso base desde 2010 hasta 2026 inclusive (véase la Sección 6.3). Para 2010 y 2011 se asumió una captura de 3.431 t (estimada para 2010 por el Grupo basándose en los informes preliminares de las CPC), dado que las reglamentaciones de ordenación no entrarán en vigor hasta por lo menos 2012. Las proyecciones asumieron las mismas características y parámetros biológicos y pesqueros que el caso base del modelo de la evaluación, es decir, los parámetros fueron constantes a lo largo de los años y el ensayo MCMC fue constante para los parámetros biológicos y a lo largo de los años para los parámetros pesqueros. La asignación de TAC entre las flotas en las proyecciones se basó en las proporciones de captura media por flota durante los cinco últimos años (2005-2009).

El desarrollo de proyecciones con capturas constantes para más de una flota con diferentes patrones de selección y en el marco de una clave de asignación fija implica que un cambio en la estructura de la población (por ejemplo, debido a un plan de ordenación para la recuperación de un stock) daría lugar a una variación anual en la mortalidad por pesca parcial relativa. Dado que los puntos de referencia de RMS se calculan asumiendo un patrón de selección basado en la mortalidad por pesca total, que es una suma ponderada de las F parciales, los puntos de referencia basados en el RMS variarán también de un año a otro. Del mismo modo, las estimaciones históricas de puntos de referencia basados en RMS también variarán cuando varíen las F parciales relativas. Sin embargo, SS3 asume que los puntos de referencia basados en RMS son fijos en el marco del ensayo MCMC, tanto a nivel histórico como en el futuro, esto significa que las series temporales de SSB y la tasa de captura en relación con la B_{RMS} y F_{RMS} estarán sesgadas de diferentes modos en el tiempo y en los diferentes regímenes de TAC.

Las series temporales de biomasa en relación con la B_{RMS} y de tasa de captura en relación con la F_{RMS} se presentan en la **Figura 38** (periodo histórico 1957-2009) y en las **Figuras 39 y 40** para las proyecciones (2010 - 2026) utilizadas para desarrollar el K2SM (**Tabla 14**). Para el periodo histórico, las líneas representan la mediana y los valores intercuantiles del 80%. En la **Figura 41** se presenta el estado actual del stock de aguja azul, y se indica el nivel de incertidumbre en los resultados del caso base del modelo.

El K2SM muestra las posibilidades de estar en el cuadrante de Kobe que corresponde a $SSB \geq SSB_{RMS}$ y $F \leq F_{RMS}$ por año para cada uno de los niveles de TAC (**Figura 42**). En la **Figura 43** se presenta el gráfico de fase de Kobe con las realizaciones individuales para varios modelos evaluados.

8 Efectos de las regulaciones actuales

La Recomendación 06-09 establecía restricciones de captura para la aguja azul y la aguja blanca. Establecía que el volumen anual de aguja azul que puede ser capturado por los cerqueros y palangreros pelágicos y que se puede retener para el desembarque no debe superar el 50%, de los niveles de desembarque de 1996 o 1999, la cifra que sea superior. En esta Recomendación se establece que: “Todos los ejemplares de aguja azul y aguja blanca izados vivos a bordo de palangreros y cerqueros pelágicos sean liberados, procurando al máximo su supervivencia. Las disposiciones de este párrafo no serán de aplicación a los marlines que hayan resultado muertos antes de acercarlos al costado del barco, y que no sean vendidos ni objeto de comercio”.

El Grupo inició un debate sobre esta recomendación. Durante el debate, el Grupo abordó la cuestión de la documentación del número de liberaciones de ejemplares vivos y la dificultad para estimar dicho número para todas las pesquerías. Aparentemente, algunos programas de observadores de cerco y palangre de miembros de ICCAT no habían registrado esta variable, por lo que no podía realizarse una evaluación cuantitativa para todo el Atlántico sobre la adecuada implementación por parte de los miembros de ICCAT. El Grupo recomendó que se rectificara esta situación de tal modo que la recomendación de la comisión sobre liberaciones vivas pueda evaluarse en el contexto del plan de recuperación de los marlines. El Grupo recomendó que, además de consignar el número de liberaciones de marlines vivos y el número de descartes muertos y retenciones, las CPC deberían facilitar estimaciones de la mortalidad de los descartes vivos. Los estudios con marcado electrónico o información auxiliar, como el tipo de arte terminal, grado de lesión en el momento de la liberación, condición de los peces en el momento de la liberación, contribuirían a una mejor estimación de las tasas de supervivencia de las agujas azules capturadas y liberadas.

Asimismo, el Grupo consideró que no hay información suficiente sobre la proporción de ejemplares liberados vivos por todas las flotas para poder evaluar la eficacia de esta regulación específica. La captura media de los cerqueros y palangreros pelágicos durante el periodo 2005-2009 fue 1.938 t o 51% de las capturas máximas para estas mismas flotas en los años 1996 o 1999 (3.810 t), es decir, por encima del 50% recomendado en la Recomendación actual [Rec. 06-09].

9 Recomendaciones

9.1 Investigación y estadísticas

1. El Grupo formuló una recomendación sobre la necesidad de resaltar que las CPC deberían comunicar la Tarea I y Tarea II para las reuniones intersesiones en los plazos establecidos por la Secretaría.
2. El Grupo recomendó que continúe el estudio sobre edad y crecimiento de la aguja azul, resaltando la necesidad de incluir en el estudio secciones de espinas anales de ejemplares grandes en zonas templadas y subtropicales.
3. El Grupo reconoció las importantes nuevas estimaciones de captura de aguja azul de las pesquerías con DCP de Martinica y Guadalupe, y recomendó que se presente una estimación detallada en forma de un documento SCRS en la próxima reunión del grupo de especies. El Grupo también recomendó que otros países del Caribe con pesquerías con DCP comuniquen capturas de marlines detalladas y específicas.
4. El Grupo instó a la Secretaría a ponerse en contacto con otras OROP en el Gran Caribe para explorar el intercambio de datos pertinentes para las pesquerías de ICCAT.
5. El Grupo reconoció la complejidad de las capturas comunicadas de aguja blanca en las que las capturas históricas pueden incluir una mezcla de especies, como: marlín peto (RSP) y aguja picuda (SPF) además de aguja blanca. Por lo tanto, el Grupo recomendó que la evaluación de stock de aguja blanca que se realice en 2012 se considere una evaluación de stock de especies mezcladas.
6. Considerando los problemas de identificación errónea entre aguja blanca, marlín peto y aguja picuda, el Grupo recomendó que se realice un estudio sobre la distribución y abundancia de estas tres especies, que cubra todo el Atlántico, con la colaboración de las CPC con flotas que operen en todo el Atlántico, sobre todo en las zonas de pesca del Atlántico oriental y suroccidental.
7. El Grupo recomendó encarecidamente que la Comisión proporcione fondos adicionales (50.000 euros) al programa de investigación intensiva sobre marlines para un estudio genético con el fin de agilizar la obtención de

datos y los análisis para que se puedan emprender en un futuro inmediato los trabajos de separación de la aguja blanca de *Tetrapturus spp.*

8. Constatando que la estimación de índices de abundancia relativa se realizan siempre mejor con la resolución espacio temporal más fina que permitan los datos disponibles, el Grupo recomendó que todas las CPC, especialmente aquellas con capturas importantes de aguja blanca, faciliten índices de abundancia relativa actualizados obtenidos a partir de dichos datos de CPUE de alta resolución, y que tengan también en cuenta el efecto de las regulaciones actuales en el proceso de estandarización. Por ejemplo, cuando sólo se dispone de información de peces retenidos, debe tenerse en cuenta el efecto de la implementación de regulaciones que requieren la liberación de los ejemplares vivos del palangre, por ejemplo mediante el desarrollo de índices separados para el periodo anterior y posterior a la implementación.
9. El Grupo recomendó que los modelos de producción excedente llevados a cabo en la evaluación del stock de aguja blanca de 2000 sean actualizados en la reunión de evaluación de stock de 2012.

9.2 Ordenación

La evaluación actual del stock de aguja azul indica que el stock se halla por debajo de la B_{RMS} y que la mortalidad por pesca es superior a la F_{RMS} (2009). Si no se reducen sustancialmente los niveles de captura actuales (3.431 t, 2010) es probable que el stock siga descendiendo. La Comisión debería adoptar un plan de recuperación para el stock de aguja azul del Atlántico.

La Comisión debería implementar medidas de ordenación para reducir inmediatamente la mortalidad por pesca en el stock de aguja azul mediante la adopción de un TAC que permita que el stock se incremente (2.000 t o menos, incluidos los descartes muertos)

1. Para facilitar la implementación del TAC, la Comisión podría considerar la adopción de medidas como las siguientes, sin limitarse a ellas:
 - a. Prohibición total de desembarques de aguja azul de las pesquerías de cerco y palangre pelágico, para mejorar la eficacia de las medidas de ordenación actuales.
 - b. Instar a la utilización de configuraciones de artes alternativas que reduzcan la probabilidad de un enganche profundo del anzuelo, incrementado así la supervivencia tras la liberación (por ejemplo, anzuelos circulares).
 - c. Una aplicación más amplia de los cierres espaciotemporales.
 - d. Considerar la adopción de medidas para reducir la mortalidad por pesca de aguja azul en las pesquerías de pequeña escala.
2. Constatando los problemas de identificación errónea entre aguja blanca y *Tetrapturus spp.*, el Grupo de trabajo recomendó que las Recomendaciones de ordenación combinen estas especies como un stock mezclado hasta que se disponga de una identificación de especies y de una diferenciación de especies en las capturas más precisas.
3. La Comisión debería requerir que se declarasen por separado las capturas de aguja blanca y marlín peto.

10 Otros asuntos

El Grupo debatió exhaustivamente la complejidad de realizar una identificación precisa de la aguja blanca, el marlín peto y la aguja picuda. Se reconoció que el modo más preciso de separar las especies era mediante análisis genéticos, pero los observadores científicos y los observadores con experiencia y bien preparados podrían separar estas especies con precisión utilizando sus rasgos anatómicos. Tras la recomendación de la reunión de preparación de datos sobre aguja azul sobre la actualización del capítulo *Tetrapturus spp.* en el Manual de ICCAT para considerar los problemas de identificación errónea entre el marlín peto, la aguja picuda y la aguja blanca, también se resaltó la necesidad de contar con hojas de identificación para todos los istiofóridos, similares a las que se prepararon para los tiburones y pequeños túnidos, pero con rasgos clave para separar con precisión a la aguja blanca de las especies de *Tetrapturus spp.* Para que todas las CPC puedan separar con precisión la aguja blanca de los *Tetrapturus spp.*, tienen que actualizarse los instrumentos mencionados, que tendrán que ser desarrollados por la Secretaría, y tendrán que asignarse fondos para el desarrollo de dichos instrumentos de identificación.

11 Adopción del informe y clausura

El informe fue adoptado durante la reunión.

El Presidente agradeció a los participantes el gran trabajo realizado.

La reunión fue clausurada.

Referencias

- Anon. 2010, Report of the 2009 ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(5): 1851-1908.
- Anon. 2011, Report of the 2010 Blue Marlin Data Preparatory Meeting. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 66(3): 1011-1115.
- Amorim, A., Arfelli, C., Antero-Silva, J., Fagundes, L., Costa, F. and Assumpção, R. 1998, Blue marlin (*Makaira nigricans*) and white marlin (*Tetrapturus albidus*) caught off the Brazilian coast. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 47: 163-84.
- Amorim, A., Arfelli, C., Hazin, F., Antero-Silva, J., Lessa, R. and Arraes, R. 1994, Blue marlin (*Makaira nigricans*) fisheries off the Brazilian coast by national and leased longliners (1971-1991). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 41: 208-13.
- Arocha, F., and Silva, J. 2011, Proportion of *Tetrapturus georgii* (SPG) with respect to *T. albidus* (WHM) in the Venezuelan pelagic longline catch in the western Caribbean Sea and adjacent Atlantic waters during 2002 – 2007. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 66(4): 1787-1793.
- Beerkircher, L., Arocha, F., Barse, A., Prince, E., Restrepo, V., Serafy, J. and Shivji, M. 2009, Effects of species misidentification on population assessment of overfished white marlin *Tetrapturus albidus* and roundscale spearfish *T. georgii*. Endangered Species Research 9:81-90.
- Goodyear, C.P., Luo, J., Prince, E.D., Hoolihan, J.P., Snodgrass, D., Orbesen, E.S. and Serafy, J.E. 2008, Vertical habitat use of Atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*): interaction with pelagic longline gear. Mar. Ecol. Prog. Ser., 365, 233-245.
- Hill, K.T., Cailliet, C.M. and Radtke, R.L. 1989, A comparative analysis of growth zones in four calcified structures of Pacific blue marlin, *Makaira nigricans*. Fish Bull. 87: 829-843.
- Hoenig, J.M. 1983, Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. Fishery Bulletin (U.S.) 82 (1): 898-902.
- Kell, L. Palma, C. and Prince, E. Standardisation of blue marlin CPUE taking into account habitat compression. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 66(4): 1738-1759.
- Kraus, R.T., Wells, R.J.D. and Rooker, J.R. 2011, Horizontal movements of Atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*) in the Gulf of Mexico. Mar. Biol., 158, 699-713.
- Orbesen, E.S., Snodgrass, D., Hoolihan, J.P. and Prince, E.D. 2011, Updated U.S. conventional tagging database for Atlantic bluefin marlin (1955-2008), with comments on potential stock structure. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 66(4): 1685-1691.
- Prince, E.D. and Goodyear, C.P. 2006, Hypoxia-based habitat compression of tropical pelagic fishes. Fish. Oceanogr., 15, 451-464.
- Prince, E.D., Luo, J., Goodyear, C.P., Hoolihan, J.P., Snodgrass, D., Orbesen, E.S., Serafy, J.E., Ortiz, M. and Schirripa, M.J. 2010, Ocean scale hypoxia-based habitat compression of Atlantic istiophorid billfishes. Fish. Oceanogr, 19, 448-462.
- Shivji, M.S., Magnussen, J.E., Beerkircher, L.R., Hinteregger, G., Lee, D.W., Serafy, J.E. and Prince, E.D. 2006, Validity, identification, and distribution of the roundscale spearfish, *Tetrapturus georgii* (Teleostei: Istiophoridae): Morphological and molecular evidence. Bulletin of Marine Science 79(3):483.

- Ueyanagi, S., Kikawa, S., Uto, and Nishikawa, Y. 1970, Distribution, spawning, and relative abundance of billfishes in the Atlantic Ocean. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab., Shimizu, (3):15-55, July. (In Japanese with English summary).
- Rosenberg, A.A. and Restrepo, V.R. 1994, Uncertainty and risk evaluation in stock assessment advice for U.S. marine fisheries. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 51(12):2715-2720.
- Morgan, M.G., Henrion, M. and Small, M. 1990, Uncertainty: a guide to dealing with uncertainty in quantitative risk and policy analysis. Cambridge: Cambridge University Press.
- Punt, A.E. 2006, The FAO precautionary approach after almost 10 years: Have we progressed towards implementing simulation-tested feedback-control management systems for fisheries management? Natural Resource Modeling 19(4):441-464.
- Snodgrass, D. Orbesen, E.S., Hollihan, J.P. and Prince, E.D. 2011, The U.S. conventional tagging database updates for Atlantic white marlin (1954-2008). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 66 (*in this issue*).
- Wells, R.J.D., Rooker, J.R. and Prince, E.D. 2010, Regional variation in the otolith chemistry of blue marlin (*Makaira nigricans*) and white marlin (*Tetrapturus albidus*) from the western North Atlantic Ocean. Fish. Res., 106, 430-435.

TABLAS

Tabla 1. Extracciones totales de aguja azul 1956-2010. Los valores incluyen el componente estimado de BUM para las capturas de istiofóridos sin clasificar, las series de capturas revisadas procedentes de las estimaciones de pesquerías con DCP de las Antillas francesas y las estimaciones del Grupo para 2010.

Tabla 2. Datos totales de Tarea I comunicados como descartes vivos de aguja blanca y aguja azul para las CPC que presentaron esta información a la Secretaría

Tabla 3. Extracciones totales de aguja blanca 1956-2010. Los valores incluían el componente estimado de WHM procedentes de las capturas de istiofóridos sin clasificar.

Tabla 4. Catálogo de Tarea I (t1, en t y número) y Tarea II (t2 disponibilidad, donde las celdas amarillas son t2ce únicamente; las celdas verdes = t2ce y t2sz y las celdas rojas = no t2) para la aguja blanca entre 1990 y 2010.

Tabla 5. Índices de CPUE estandarizados de aguja azul utilizados en la evaluación de stock en 2010. Constátase que el índice de Taipei Chino para el periodo 2001-2009 (celdas sombreadas) se incluyó en el modelo como un índice independiente (véase la explicación en el texto).

Tabla 6. Índices de CPUE combinados estandarizados de aguja azul estimados utilizando una ponderación igual para todas las series de CPUE (EQW), ponderando las series de CPUE por zona (ARW) y por captura (CAW).

Tabla 7. Índices de CPUE estandarizados de aguja blanca presentados a esta reunión.

Tabla 8. Correlaciones entre los índices de CPUE utilizados en los ensayos ASPIC. También se muestra debajo de cada correlación el número de años de solapamiento para los dos índices correlacionados.

Tabla 9. Grado de ajuste de los datos de CPUE a los modelos ASPIC alternativos (baja productividad y alta productividad), tal y como se midieron con la cuadrícula de r parcial para cada índice. Constátase que algunos índices se utilizan en ambos modelos y otros no. Los colores sombreados indican un ajuste altamente positivo (verde), medianamente positivo (cian), medianamente negativo (amarillo) y altamente negativo (rojo).

Tabla 10. Puntos de referencia de ordenación resultantes de dos modelos ASPIC alternativos. * Los valores fueron fijos, no estimados, para contribuir a la convergencia del modelo. Se muestran entre paréntesis los límites de confianza del 80% para los ensayos de muestreo repetitivo. ** r se calculó a partir de los valores de K y de RMS.

Tabla 11. Las cantidades derivadas y estimadas del caso base del modelo plenamente integrado. Los valores de F son la ratio de la F total con respecto a F_{RMS} .

Tabla 12. Tabla de resultados de los ensayos de sensibilidad con varias tasas fijas de mortalidad natural solicitada por el Grupo. La línea resaltada indica el caso base del modelo.

Tabla 13. Tendencias de la ratio de biomasa (SSB/SSBrms) para las proyecciones del stock de aguja azul en diferentes niveles de captura anual total. Para 2010 y 2011 se asumió una captura de 4.341 t, tal y como estimó el Grupo.

Tabla 14. Matriz de estrategia de Kobe II (K2SM). Los valores porcentuales indican la probabilidad de alcanzar el objetivo de $SSB_{yr} \geq SSB_{RMS}$ y $F_{yr} < F_{RMS}$ para cada año (yr) con diferentes escenarios de captura constante (TAC toneladas).

FIGURAS

Figura 1. Capturas totales de aguja azul con descartes muertos y vivos entre 1956 y 2010*. Los datos para 2010 fueron estimados por el Grupo durante la reunión y deben considerarse provisionales.

Figura 2. Capturas totales de aguja azul con descartes vivos y muertos entre 1956 y 2010 para el stock del Atlántico norte.

Figura 3. Capturas totales de aguja azul con descartes vivos y muertos entre 1956 y 2010 para el stock del Atlántico sur.

Figura 4. Estimaciones de desembarques históricos de aguja azul de las pesquerías de DCP en el área de Martinica y Guadalupe (1985-2009).

Figura 5. Estimaciones de desembarques históricos de aguja azul de las pesquerías de DCP en el área de Martinica y Guadalupe en el Atlántico norte (1985-2009).

Figura 6. Diagramas de densidad de las liberaciones de aguja azul con marcas convencionales por cuadrículas de 5x5 para todos los años.

Figura 7. Diagramas de densidad de recapturas de aguja azul con marcas convencionales por cuadrículas de 5x5 para todos los años.

Figura 8. Capturas totales de aguja blanca con descartes vivos y muertos entre 1956 y 2010.

Figura 9. Capturas totales de aguja blanca con descartes vivos y muertos entre 1956 y 2010 para el stock del Atlántico norte.

Figura 10. Capturas totales de aguja blanca con descartes vivos y muertos entre 1956 y 2010 para el stock del Atlántico sur.

Figura 11. Talla media anual, mandíbula inferior a la horquilla (LJFL), cm, de la aguja blanca observada en diversas pesquerías de palangre (LL) (a) y en pesquerías de red de enmalle (GN) y deportivas de Estados Unidos (SP) (b).

Figura 12. Histogramas de frecuencia de tallas de la aguja blanca (LJFL cm), combinadas entre todas las pesquerías y comunicadas entre 2000-2009.

Figura 13. Histogramas de frecuencia de tallas de la aguja blanca (LJFL cm), combinadas a lo largo del tiempo y declaradas para los dos artes más dominantes en términos de captura.

Figura 14. Histogramas de frecuencia de tallas de la aguja blanca (LJFL cm), combinadas a lo largo del tiempo y declaradas para pesquerías de pabellón de palangre (LL), redes de enmalle (GN) y deportivas (SP) que comprenden la mayor proporción de la captura de aguja blanca.

Figura 15. Probabilidad acumulativa anual de distribuciones de talla de aguja blanca (LJFL) declaradas por la pesquería deportiva de Estados Unidos y diversas pesquerías de palangre (LL) de gran escala.

Figura 16. Probabilidad acumulativa anual de distribuciones de talla de aguja blanca (LJFL cm) declaradas por varias pesquerías de redes de enmalle (GN).

Figura 17. Diagramas de densidad de las liberaciones de aguja blanca con marcas convencionales por cuadrículas de 5x5.

Figura 18. Diagramas de densidad de las recapturas de aguja blanca con marcas convencionales por cuadrículas de 5x5.

Figura 19. Relación entre mortalidad natural (M) y longevidad (edad).

Figura 20. Índices de abundancia utilizados en la evaluación de stock de aguja azul de 2011. Con fines gráficos se escalan los índices a su respectivo valor medio para el periodo 1993-2004.

Figura 21. Índice de CPUE combinado y estandarizado de aguja azul estimado utilizando una ponderación igual para todas las series de CPUE (EQW), ponderando la serie de CPUE por área (ARW) y por captura (CAW).

Figura 22. Índices de abundancia de aguja blanca presentados durante la reunión. Con fines gráficos se escalan los índices a su respectivo valor medio para el periodo 1990-2010.

Figura 23. Escenario de baja productividad: (arriba) índices de CPUE predicha (línea azul continua) y CPUE observada escalados de acuerdo con la capturabilidad estimada para cada índice. El tamaño de los símbolos es proporcional a las ponderaciones que se les asignaron en el ajuste de ASPIC. Las ponderaciones de cada índice son proporcionales al área ocupada por cada pesquería. (Abajo) Tendencias temporales de B/B_{rms} y F/F_{rms} con percentiles del 80% basados en 1000 bootstraps de ASPIC.

Figura 24. Escenario de alta productividad: (arriba) índices de CPUE predicha (línea azul continua) y CPUE observada escalados de acuerdo con la capturabilidad estimada para cada índice. El tamaño de los símbolos es proporcional a las ponderaciones que se les asignaron en el ajuste de ASPIC. Las ponderaciones de cada índice son proporcionales al área ocupada por cada pesquería. (Abajo) Tendencias temporales de B/B_{rms} y F/F_{rms} con percentiles del 80% basados en 1000 bootstraps de ASPIC.

Figura 25. (Arriba) Crecimiento estimado por sexo. (Abajo) Porcentaje de madurez por talla (línea verde) y sex ratio (porcentaje de hembras) observada y ajustada por tallas.

Figura 26. Ajuste a la serie temporal de CPUE utilizada en el modelo plenamente integrado.

Figura 27. Residuos de Pearson para ajustar a los datos de talla (columna izquierda) y selectividades estimadas (columna derecha) para los tres artes con datos de talla.

Figura 28. Ajuste a la fracción de descartes estimada a partir de la flota deportiva estadounidense.

Figura 29. Tendencia estimada de la biomasa reproductora con intervalos de confianza del 95% a partir del modelo plenamente integrado.

Figura 30. Tendencia estimada en el reclutamiento con intervalos de confianza del 95% a partir del modelo plenamente integrado.

Figura 31. Función estimada de stock-reclutamiento a partir del modelo plenamente integrado.

Figura 32. Desviación del reclutamiento anual estimada a partir de la relación stock-reclutamiento.

Figura 33. Tendencias estimadas en B/B_{rms} y F/F_{rms} a partir del modelo plenamente integrado.

Figura 34. Resultados de los ensayos MCMC para B/B_{rms} (arriba) y F/F_{rms} (abajo) para 2009.

Figura 35. Diagramas de fase de Kobe a partir del caso base del modelo plenamente integrado.

Figura 36. Estimaciones de F/F_{rms} para los ensayos de sensibilidad.

Figura 37. Estimaciones de B/B_{rms} para los ensayos de sensibilidad.

Figura 38. Tendencias de las ratios de F/F_{rms} y SSB/SSB_{rms} para la aguja azul a partir del caso base del modelo (SS3). Las líneas sólidas representan la mediana de los ensayos MCMC y las líneas discontinuas los percentiles del 10% y el 90% respectivamente.

Figura 39. Tendencias de las ratios de F/F_{rms} bajo diferentes escenarios de proyecciones de captura constante (toneladas de TAC) para la aguja azul a partir del caso base del modelo. Las proyecciones empiezan en 2010, para 2010/2011 se asumió una captura de 3.341 t.

Figure 40. Tendencias de las ratios de SSB/SSB_{rms} bajo diferentes escenarios de proyecciones de captura constante (toneladas de TAC) para la aguja azul a partir del caso base del modelo. Las proyecciones empiezan en 2010, para 2010/2011 se asumió una captura de 3.341 t.

Figure 41. Diagrama de fase para la aguja azul a partir del caso base del modelo en el año final del modelo de evaluación (2009). Los puntos individuales representan iteraciones de MCMC, los rombos la mediana de la serie. Los círculos azules con línea representan la tendencia histórica de la mediana de F/F_{rms} frente a SSB/SSB_{rms} para 1965-2008.

Figure 42. Probabilidades de estar en los cuadrantes de la Figura 41. Desde la parte superior derecha en el sentido contrario a las agujas del reloj, el primer panel resume por año y TAC la probabilidad de que el stock esté sobrepescado ($SSB < SSB_{rms}$); el segundo panel la probabilidad de que se esté produciendo sobrepesca ($F > F_{rms}$) y el tercero es la matriz de estrategia de Kobe (K2SM) que muestra la probabilidad tanto de que el stock esté sobrepescado como de que se esté produciendo sobrepesca. El panel final muestra la misma información que la K2SM pero con los TAC como líneas y la probabilidad en el eje Y.

Figure 43. Diagramas de fase de Kobe, los puntos muestran las realizaciones individuales a partir de varios modelos evaluados. Los puntos azul oscuro son los resultados de MCMC a partir del caso base del modelo SS3, y los puntos azul claro representan los resultados de bootstrap de los modelos de producción excedente (ASPIC) bajo diferentes supuestos de productividad del stock. La línea representa la tendencia de la mediana de F/F_{rms} frente a SSB/SSB_{rms} a partir del caso base del modelo.

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden del día.

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos.

Apéndice 4. Estandarización de los datos de captura y esfuerzo de la pesquería artesanal de redes de enmalle de Ghana para la aguja azul.

Apéndice 5. Descripción del modelo plenamente integrado para la aguja azul.