

**INFORME DE LA SESIÓN DE 2009 DE EVALUACIÓN DE STOCK
DE PEZ ESPADA DEL ATLANTICO**
(Madrid, 7 a 11 de septiembre de 2009)

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

La reunión se celebró en la Secretaría de ICCAT, en Madrid. El Dr. John Neilson (Canadá), presidente de la reunión, deseó la bienvenida a los participantes (“el Grupo”) y presentó las disposiciones generales de la reunión. El Dr. Neilson procedió a revisar el orden del día, que se adoptó sin cambios (**Apéndice 1**). Al revisar el orden del día, el Dr. Neilson recordó a los participantes que se había preparado para abordar los objetivos presentados en el Plan de trabajo para el pez espada para 2009 (véase **Apéndice 2**).

La lista de participantes de la reunión se adjunta como **Apéndice 3**, y la lista de documentos científicos presentados a la reunión se adjunta como **Apéndice 4**.

Los Drs. Travassos (Brasil) y Neilson presidieron las sesiones para los stocks del Atlántico sur y norte, respectivamente. Los siguientes participantes ejercieron las funciones de relatores de las diferentes secciones del informe:

<i>Sección</i>	<i>Relatores</i>
1, 9, 10	P. Pallarés
2	P. Travassos, J. Neilson
3	B. García-Cortés, P. Kebe
4	S. Cass-Calay, P. Travassos, C. Minte-Vera
5, 6	M. Ortiz, C. Brown, C. Minte-Vera, P. Travassos, G. Diaz
7	M. Ortiz, P. Travassos, C. Minte-Vera, G. Diaz
8	J. Neilson, P. Travassos, G. Scott

2. Datos biológicos, lo que incluye la información sobre marcado

Se presentaron dos documentos que facilitaban nueva información sobre la biología del pez espada del Atlántico.

El documento SCRS/2009/111 presentaba un informe preliminar de un estudio sobre la estructura de la población y la mezcla de pez espada en el océano Atlántico y Mediterráneo. Se desarrollaron cuatro marcadores genéticos nucleares que se utilizaron para asignar ejemplares a poblaciones ancestrales inferidas. Este análisis confirmó el supuesto actual de ICCAT de existencia de tres poblaciones diferenciadas. A pesar del pequeño tamaño de la muestra y del escaso número de marcadores nucleares (4), se observó un promedio de asignación individual >93%. Un incremento en el número de *loci*, así como del número de ejemplares muestreados posiblemente mejoraría la capacidad de asignar ejemplares a poblaciones ancestrales apropiadas. Sin embargo, los resultados del documento SCRS/2009/111 también indican que conjuntos de datos con menos muestras o la utilización de un número pequeño de marcadores de ADN nuclear podrían emplearse también para la asignación de poblaciones.

Con un muestreo espacial y temporal adicional, el método descrito en SCRS/2009/111 tendría un mayor potencial a la hora de cuantificar la mezcla de población para el pez espada del Atlántico. Esto sería de mayor utilidad para los análisis de stocks mezclados. Sin embargo, para sacar pleno provecho de esta investigación, también se recomienda que se realice un esfuerzo con miras a cuantificar el volumen del flujo genético que se produce dentro de las zonas de mezcla (o a través de las líneas divisorias de las zonas de ordenación).

El documento SCRS/2009/115 facilitaba una actualización del programa de investigación canadiense en curso que utiliza marcas archivo satélite pop-up (PSAT). En 2006, comenzó un trabajo en colaboración que duraría tres años entre la flota de arpón de pez espada y la universidad de New Hampshire, que se centró en el esfuerzo de marcado en los peces de la zona del Banco George. Más recientemente, el esfuerzo de marcado se desplazó a los Grandes Bancos de Terranova. Los resultados de los despliegues de marcas realizados hasta la fecha sugieren una estructura del stock más compleja que lo que se había considerado previamente. El pez espada parece tener un comportamiento de fidelidad a los puntos tróficos. Un estudio en colaboración que se ha iniciado recientemente examinará la estructura de la población de pez espada en el Atlántico noroccidental utilizando los datos recogidos mediante los programas de marcado con marcas vía satélite en Canadá y Estados Unidos.

Durante las discusiones se constató que la información sobre las distribuciones verticales nictimerales podrían ser útiles para comprender la disponibilidad de esta especie para el arte de palangre. Se preguntó si las diferencias constatadas en las migraciones verticales de los ejemplares marcados en 2006 y 2007 podrían atribuirse a la talla de los peces, pero dado que los peces no se subieron a bordo para marcarlos, sólo se disponía de estimaciones de talla. Se constató que los resultados de los estudios PSAT realizados hasta la fecha eran coherentes con los resultados de los marcados convencionales, que muestran pocos movimientos del pez espada marcado en el Atlántico noroeste hacia el Atlántico nordeste.

3. Datos de captura, lo que incluye captura por talla y tendencias de la pesquerías

3.1 Presentación general

Las pesquerías de palangre de superficie dirigidas de Canadá, UE-España y Estados Unidos han operado desde finales de los cincuenta o comienzos de los sesenta en el Atlántico norte. Las pesquerías de arpón han existido al menos desde finales del siglo XIX en el Atlántico noroccidental. Otras pesquerías dirigidas al pez espada son las flotas de palangre de Brasil, Marruecos, Namibia, UE-Portugal, Sudáfrica, Uruguay y Venezuela, entre otras. Además, se desarrollan algunas actividades de redes de deriva en torno al Estrecho de Gibraltar y en otras zonas del Atlántico (por ejemplo, en aguas frente a las costas de África occidental). Las principales pesquerías oportunistas o que capturan pez espada de forma fortuita son las desarrolladas por las flotas de Taipei Chino, Japón, Corea y UE-Francia. La pesquería de palangre de túnidos comenzó en 1956 y ha operado por todo el Atlántico desde entonces, con importantes capturas de pez espada en algunos años realizadas de forma fortuita en las pesquerías dirigidas a diferentes especies de túnidos. En la **Figura 2** se muestra la distribución geográfica de las capturas de pez espada en el Atlántico.

Los científicos del SCRS creen que los datos de desembarques de la Tarea I de ICCAT proporcionan estimaciones mínimas debido a las capturas no declaradas.

Atlántico total

La captura estimada de pez espada del Atlántico total (Norte y Sur, incluidos los descartes muertos comunicados) de 2008 (21.859 t) supuso un importante descenso con respecto a la de 2007 (27.941 t), debido a factores socioeconómicos, así como a cambios en las especies objetivo para algunas flotas. Como varios países no han comunicado todavía sus capturas de 2008 y considerando las capturas IUU desconocidas, este valor debe considerarse provisional y será objeto de una revisión ulterior.

Atlántico norte

Durante la última década, la captura estimada en el Atlántico Norte se situó en un promedio de aproximadamente 11.332 t por año (**Tabla 1** y **Figura 1**). La captura de 2008 (10.752 t) supuso un descenso del 53% desde el punto máximo de 1986 en los desembarques del Atlántico norte (20.236 t). Esta reducción en los desembarques se ha atribuido a las recomendaciones regulatorias de ICCAT y a desplazamientos en la distribución de la flota, lo que incluye el traslado de algunos buques hacia el Atlántico sur o fuera del Atlántico. Además, algunas flotas, entre las que se incluyen al menos Estados Unidos, UE-España, UE-Portugal y Canadá, han cambiado sus procedimientos operativos para dirigirse de forma oportunista a los túnidos y/o tiburones, aprovechándose de las condiciones del mercado y de las tasas de captura relativamente más elevadas de estas especies previamente consideradas captura fortuita por algunas flotas. Recientemente, los factores socioeconómicos podrían haber contribuido al descenso en la captura.

Atlántico sur

La tendencia histórica de la captura podría dividirse en dos periodos: antes y después de 1980. El primer periodo se caracterizó por capturas relativamente bajas, generalmente inferiores a 5.000 t (con un valor medio de 2.300 t). A partir de 1980, los desembarques se incrementaron de forma continua hasta un pico de 21.780 t en 1995, niveles que coinciden con el pico de capturas del Atlántico norte (20.236 t). Este incremento de los desembarques se debió, en parte, al traslado progresivo del esfuerzo pesquero al Atlántico sur, principalmente desde el Atlántico norte, así como a otras aguas. La expansión de las actividades pesqueras de los países costeros meridionales, como Brasil y Uruguay, también contribuyó a este incremento en las capturas. La reducción en la captura tras el pico de 1995 se debió a las regulaciones y también, parcialmente, al traslado a otros océanos y a otras especies objetivo. En 2008, las capturas comunicadas de 11.108 t fueron aproximadamente un 51% inferiores al nivel comunicado en 1995.

3.2 Datos de captura (Tarea I, capturas nominales)

La Secretaría presentó las capturas nominales (Tarea I) para el periodo 1950-2008. Los datos se publicaron en la página web de ICCAT antes de la reunión de conformidad con el plan de trabajo. El Grupo examinó detalladamente la distribución de la captura por país, arte y año, y constató la buena cobertura de los datos comunicados a la Secretaría para 2008. Unos pocos países no comunicaron datos de Tarea I y el Grupo acordó traspasar las capturas comunicadas en 2007 para completar la información de 2008 (Santo Tomé y Príncipe Vanuatu y Senegal). El Grupo aceptó una tabla revisada que incluía cambios (traspaso) y los últimos datos presentados (Corea y Côte d'Ivoire). Las capturas resumidas se presentan en la **Tabla 1** y la **Figura 1**, y la distribución geográfica de la captura para todo el Atlántico por artes principales se muestra en la **Figura 2**. La reducción de la captura en 2008 (21.859 t) en relación con 2007 (27.941 t) podría ser el resultado de algunos efectos socioeconómicos o cambios en las especies a las que se dirigen las pesquerías.

Se plantearon algunas preocupaciones generadas por la cantidad significativa de descartes vivos comunicada por Japón y que no se había incluido en la tabla de capturas. El Grupo sugirió que se realizase una investigación sobre la mortalidad/supervivencia de los descartes vivos en las pesquerías de palangre de pez espada.

3.3 Exploración de posibles infradeclaraciones de captura

El Grupo planteó cierta preocupación generada por posibles capturas no comunicadas. Según la base de datos de captura de pez espada, se constató que en la base de datos de ICCAT no se incluía una estimación de las capturas no comunicadas, pero al mismo tiempo el Grupo había sido informado de que las principales fuentes de información utilizadas para estimar las capturas infra-comunicadas procedían de los documentos estadísticos de pez espada y de la base de datos de las aduanas de Estados Unidos y Japón. Como en el momento de la reunión no se disponía de datos comerciales, el Grupo decidió explorar la utilización de la base de datos de documentos estadísticos de ICCAT para estimar las capturas no declaradas. No resultó sencillo utilizar esta información debido a la ausencia de factores de conversión desde lomos, filetes o peso eviscerado y sin agallas a peso en vivo para el pez espada.

En la **Tabla 2** se resumen los datos del sistema de documento estadístico para el pez espada (SDS) hasta 2007 incluido y se contrasta esta información con los datos de Tarea I comunicados por pabellón. Dado que los datos de SDS se consignan en peso del producto mientras que los datos de Tarea I están en peso en vivo, se aplicaron varios factores de conversión basándose en la información de los científicos que asistieron a la reunión y en la información para otras especies (principalmente atún rojo), que se muestran en la **Tabla 3** para los tipos de productos enumerados. Estos supuestos deberían comprobarse mediante observaciones, si se intenta realizar más análisis de este tipo. Esta comparación indica que la Tarea I podría no representar la captura total de pez espada desembarcada en la zona del Convenio, aunque la cantidad en la que la Tarea I podría infrarrepresentar los desembarques no está bien estimada. Los datos consignados en el programa de documento estadístico para el pez espada para las exportaciones de varios pabellones pesqueros con zona de captura desconocida dan lugar a una importante discrepancia entre la Tarea I y los datos del programa de documento estadístico escalados. Considerando sólo los datos del programa de documento estadístico para el pez espada clasificados como procedentes de la zona del Convenio, la discrepancia asciende a una estimación de menos de 1.000 t durante el periodo de la comparación (2003-2007). Considerando los datos totales de SDS, la discrepancia asciende a casi 21.000 t para el periodo de la comparación. Cabe señalar que los datos de SDS implican que el comercio internacional de pez espada desembarcado en la zona del Convenio podría representar menos del 13% de la captura desembarcada consignada en la Tarea I y que un número sorprendentemente bajo de Partes contratantes realizan exportaciones de pez espada de la zona del Convenio. Es posible que la confusión entre las Partes contratantes en lo que concierne a la necesidad de informar sobre los datos del SDS, sobre todo para los acuerdos de fletamento, contribuya al escaso volumen de comercio internacional de pez espada de la zona del Convenio documentado en los s.SDS hasta la fecha.

Los datos comerciales se han utilizado para estimar provisionalmente las capturas no comunicadas de otras especies (por ejemplo, atún rojo y patudo) y se ha detectado que proporcionan pruebas de infradeclaración de volúmenes potencialmente importantes (decenas de miles de toneladas), pero estos volúmenes no están siendo bien estimados y las estimaciones están sujetas a altos niveles de incertidumbre. Los datos comerciales al nivel de detalle disponibles para el SCRS son, por tanto, útiles únicamente para identificar importantes niveles de captura no declarada, pero son insuficientes para garantizar un alto grado de certidumbre en las estimaciones o un alto grado de certidumbre de que no se están produciendo infradeclaraciones de capturas.

3.4 Frecuencias de talla y datos de captura y esfuerzo

La Secretaría presentó el catálogo y los datos de frecuencias de tallas y captura y esfuerzo para el pez espada disponible en la Secretaría y publicados en la página web de ICCAT.

En el documento SCRS/2009/112 se presenta la distribución de las frecuencias de tallas mensuales y anuales de pez espada reconstruidas a partir del peso de 10.094 ejemplares recogidos en el mercado de pescado de Dakhla (al Sur de Marruecos) durante el periodo 2004-2008. La talla media se situó en 133 cm mandíbula inferior-horquilla con un peso vivo medio de 33 kg. Este documento presentaba las diferencias interanuales en la distribución por tallas.

Los científicos españoles presentaron en el documento SCRS/2009/055 los datos actualizados de la flota palangrera de superficie española que se dirige al pez espada para los años 2006 y 2007, años en los que se muestrearon, respectivamente, 64.071 y 49.473 t ejemplares en zonas del Atlántico. En el documento también se resumen los gráficos de cuadrículas de 5°x5° de Tarea I y II con datos de desembarques en número y peso, esfuerzo y CPUE nominales por grupos de talla y agregados.

3.5. Captura por talla (CAS) y captura por edad (CAA)

Tal y como se recomendó en el plan de trabajo, la Secretaría preparó y publicó la captura por talla para el Atlántico norte y sur para el periodo 1977 a 2008 antes de la reunión. Tras la revisión de la Tarea I, se desarrolló una versión revisada. En la **Tabla 4** se muestra un resumen de la distribución por tallas. El proceso utilizado para actualizar estos datos de captura por talla se describe en el documento SCRS/2009/120.

En las **Figuras 4** y **5** se presenta una visión general de CAS ampliada para los stocks norte y sur, respectivamente. Se constató que CAS incluye varias sustituciones debido a las lagunas en los muestreos de talla tanto en el espacio como en el tiempo y que también representa la distribución por talla de la captura y no necesariamente de la población. Los cambios en los patrones de la pesquería, la selectividad y en las regulaciones de ordenación pueden influir en gran medida en la fracción de talla de los ejemplares retenidos. Sin embargo, se sugirió que las tendencias en la frecuencia de tallas se presentasen mediante combinaciones de flota-arte para las que se están facilitando actualmente observaciones directas de talla. El científico estadounidense presentó un ejemplo de desviaciones de la talla media para el pez espada por año y zona utilizando los datos de talla recopilados por un programa de observadores (**Figura 6**).

Basándose en la curva de crecimiento unisex Gompertz, la Secretaría convirtió los datos de captura por talla en captura por edad utilizando el programa AGEIT.FOR desarrollado desde 1989. El resultado resumido de esta conversión se muestra en la **Tabla 5** y en la **Figura 7**.

Como resultado de las actualizaciones de las bases de datos de Tarea I y de la captura por talla, la matriz de captura por edad del Atlántico norte para 1978-2005 difirió en cierta medida de la disponible para la evaluación anterior. Estas diferencias se muestran en la **Tabla 6** y en la **Figura 8**.

3.5 Tendencias en las pesquerías

Durante la reunión los científicos nacionales presentaron breves descripciones de los desarrollos recientes en las pesquerías de pez espada de sus países.

Brasil: Las capturas brasileñas de pez espada experimentaron un descenso desde 4.153 t en 2007 hasta 3.407 t en 2008, lo que representa un descenso de aproximadamente el 18%. Esto está relacionado sobre todo con una reducción del esfuerzo pesquero, debida a un descenso en el número de buques extranjeros fletados que operaron en la pesquería. Además, en 2008 se observaron algunos cambios en la especie objetivo de los buques atuneros nacionales, que pasaron de dirigirse al pez espada a dirigirse a los túnidos. Hay dos caladeros principales que están siendo explotados por la flota brasileña: una zona ecuatorial, entre 5°N y 5°S, y otra zona, en la costa meridional, en torno a la isla de Trinidad (~20°S). En el periodo reciente no se han producido cambios en la distribución de la pesca ni en la talla de los ejemplares (la LJFL osciló entre 90 y 260 cm).

Canadá: En Canadá el pez espada se captura con arpón (10% de la cuota nacional) y palangre (90% de la cuota nacional) desde los Bancos Georges al Este de los Grandes Bancos de Terranova de mayo a noviembre. Durante la última década, los desembarques totales (incluyendo los descartes muertos) tuvieron un pico de 1.664 t en 2005. Los desembarques de 2008 (1.373 t) representan un descenso de aproximadamente el 17% desde entonces.

La distribución de las capturas de palangre ha cambiado desde la última evaluación de stock. Se realizan muy pocas mareas al Este de los Grandes Bancos debido a las condiciones desfavorables del agua, así como a consideraciones económicas como el coste del combustible. Desde 2002, la pesquería se ha gestionado mediante un sistema de cuotas individuales transferibles (ITQ), que ha eliminado la naturaleza competitiva de la pesquería. El pez espada se captura sobre todo en el extremo de la plataforma Scotian y de los Grandes Bancos, mientras que los túnidos (atún blanco, patudo y rabil) se capturan generalmente al Sur del extremo de la plataforma, en aguas más cálidas. Según la industria pesquera canadiense, la pesquería de palangre se dirige ahora principalmente a los túnidos.

Taipei Chino: La pesquería de túnidos al palangre de Taipei Chino comenzó sus operaciones en el océano Atlántico a comienzos de la década de los sesenta y ha operado por todo el océano desde los noventa, dirigiéndose sobre todo al atún blanco (*Thunnus alalunga*), patudo (*Thunnus obesus*) y rabil (*Thunnus albacares*). El pez espada se captura sobre todo de forma fortuita en esta pesquería. A pesar de que la mayor parte del pez espada se capturó en el Atlántico sur, las capturas anuales de pez espada en el stock septentrional se situaban en menos de 500 t antes de 1990, pero se incrementaron hasta aproximadamente 500 t a comienzos de los noventa, como resultado del desarrollo de las operaciones de palangre de profundidad en la zona tropical para el patudo y rabil. Sin embargo, la captura anual en el Atlántico norte ha descendido desde 1998, probablemente debido al incremento de las regulaciones de captura para esta especie. La captura anual se situó en 172 t y 82 t en 2007 y 2008, respectivamente. En el Atlántico sur, la captura anual se situó en aproximadamente 200-800 t en los ochenta, se incrementó hasta 850-2.900 t en los noventa, acompañada de un incremento de las operaciones de pesca de túnidos con palangre de profundidad en la zona tropical. Debido al incremento de la regulación sobre captura de ICCAT, la captura se redujo hasta aproximadamente 1.100 t en 1998. La captura se ha mantenido estable en un nivel de aproximadamente 700 t desde 2004, con la excepción del año 2006 en el que la captura volvió a descender hasta 377 t. Las capturas en 2007 y 2008 ascendieron a 671 y 727 t, respectivamente.

UE-España: En el documento SCRS/2009/055 se puede consultar una amplia descripción de la pesquería reciente, el esfuerzo y la CPUE nominal, con referencia especial a los años 2006 y 2007, lo que incluye información sobre captura nominal por esfuerzo del Norte y Sur para el periodo 1986-2007. Los desembarques en el Atlántico total durante 2006 y 2007 ascendieron a 10.746 t y 10.847 t, respectivamente. Los desembarques para el Atlántico total de 2008 se situaron en 8.409 t. En el Atlántico norte y sur las capturas comunicadas para 2008 se situaron en 4.336 t y 4.073 t, lo que supone un descenso del 38 y 64% con respecto a las capturas de 1995, respectivamente. Hubo algunos cambios en las pesquerías españolas en los años más recientes, además de los producidos por las reglamentaciones. Tal y como se comunicó en años recientes, la flota del Atlántico norte ha operado una pesquería pluriespecífica debido a los cambios en el mercado (incrementos en el precio de otras especies) y a un desplazamiento de algunos buques fuera del Atlántico. Además, la mayoría de los buques han pasado ya de utilizar un arte tradicional multifilamento a usar un arte monofilamento. En el documento se intenta también obtener equivalencias entre la eficacia o capturabilidad de los dos tipos de palangre utilizados en la pesquería española de palangre, utilizando las observaciones realizadas en las zonas de solapamiento donde operaban dos palangreros con la misma estrategia en una prueba realizada en zonas del Pacífico sur. El palangre monofilamento tuvo tasas de captura más elevadas por anzuelo que el palangre de estilo tradicional con una eficacia media estimada 2,6; 1,9; 1,3 y 2,0 veces superior al palangre tradicional para *Xiphias gladius*, *Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus* y marlines, respectivamente (SCRS/2009/098).

Marruecos: La pesquería de palangre marroquí que se dirige al pez espada en el océano Atlántico septentrional es relativamente reciente en comparación con otras pesquerías de túnidos, en particular, las pesquerías de enmalle y de almadrabas. La pesquería ha estado operando desde comienzos de la última década y en ella participan unos 15 buques. La pesca se produce a lo largo de todo el año, con capturas más elevadas durante el tercer y cuarto trimestre. En términos de capturas, la pesquería ha contribuido con 300 t como media durante los cinco últimos años, lo que supone un 17% de las capturas totales de esta especie a nivel nacional. Las tallas de los ejemplares capturados por la pesquería oscilan entre 58 y 269 cm de longitud de mandíbula inferior a horquilla, con una talla media de 133 cm, correspondiente a un peso en vivo medio de aproximadamente 33 kg. El peso medio del pez espada mostraba una tendencia decreciente durante el periodo 2004-2008. Sin embargo, el índice de abundancia relativa en peso para el pez espada muestra una tendencia creciente durante el mismo periodo.

Uruguay: durante los cinco últimos años, las capturas de pez espada han descendido desde 1.105 t en 2004 hasta 370 t en 2008. Este descenso fue causado por un cambio en la especie objetivo de la pesquería, junto con una reducción del esfuerzo pesquero. La recesión en el mercado estadounidense, principal comprador de pez espada fresco uruguayo, junto con el surgimiento de conflictos laborales de los pescadores, dieron lugar a un descenso en el esfuerzo pesquero, algunos buques incluso cesaron en sus actividades pesqueras durante 2006-2008. Al

mismo tiempo, durante dicho periodo se produjo un incremento en las capturas de tintorera y rabil, que coincidió con un incremento en los precios de estos productos, sobre todo en el mercado brasileño. Se espera que esta situación se revierta a partir del final de 2009, debido a la reactivación de algunos buques y a la incorporación a la flota de nuevos buques pesqueros que se dirigen al pez espada.

Estados Unidos: las capturas de Estados Unidos (desembarques+descartes muertos) de pez espada alcanzaron un pico en 1990 con un total de 5.519 t. Desde entonces, las capturas de Estados Unidos han seguido una tendencia decreciente con las capturas más bajas comunicadas en 2006 (2.057 t). En 2008, Estados Unidos comunicó unas capturas totales de pez espada de 2.530, un descenso de aproximadamente un 5% con respecto al año anterior. En 2008, el 93% de todas las capturas de pez espada estadounidenses procedieron de palangreros pelágicos. Los palangreros estadounidenses operan por todo el Atlántico occidental, lo que incluye el Golfo de México y el mar Caribe. Las principales especies objetivo de los palangreros pelágicos estadounidenses son el rabil y el pez espada. A mediados de los noventa, la flota palangrera pelágica estadounidense estaba compuesta por aproximadamente 400 buques activos. El número de buques activos ha descendido desde entonces y sólo unos 120 buques estuvieron activos en la pesquería de palangre pelágico en 2008. Las regulaciones de ordenación, las condiciones del mercado y los precios del combustible son algunas de las razones para la reducción de la flota. En 2001, entraron en vigor una serie de vedas espaciotemporales para los palangreros pelágicos que operan dentro de la ZEE de Estados Unidos. Se establecieron dos vedas permanentes, una en el Golfo de México y otra en la costa este de Florida, para reducir la captura fortuita de pez espada de talla inferior a la regulada. Se establecieron cierres temporales en otras tres zonas para reducir la captura fortuita de atún rojo pequeño. Además, siguiendo el enfoque ecosistémico se ha establecido la obligación de utilizar anzuelos circulares para la flota palangrera pelágica de Estados Unidos en 2004, con el objetivo de reducir la mortalidad de las tortugas marinas y de otras especies de captura fortuita. Estados Unidos cuenta también con una pesquería de recreo de pez espada. Aunque los desembarques de pez espada procedentes de la pesquería de recreo son una proporción muy pequeña de los desembarques totales estadounidenses (75 t en 2008), esta pesquería se ha expandido en años recientes y se prevé que continuará creciendo.

Otros países no incluidos en el informe no han presentado descripciones de sus pesquerías respectivas.

La captura comunicada por los países que asistieron a la reunión (**Figura 3**) y que presentaron una descripción de sus pesquerías, supone un 78% de los desembarques totales de pez espada del Atlántico en años recientes.

4. Índices de abundancia relativa

4.1 Índices de abundancia relativa – Norte

Se presentaron al Grupo de trabajo cinco documentos que describen las series de captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Los índices que se presentan a continuación se estandarizaron utilizando varios enfoques analíticos.

En el documento SCRS/2009/109 se describen índices de abundancia específicos del sexo y la edad obtenidos a partir de los datos de la flota de palangre pelágico estadounidense que opera en Atlántico noroccidental, incluido el Golfo de México y el mar Caribe. Las tendencias anuales en las tasas de captura presentaban variaciones por edad y sexo. El Grupo reconoció que los índices se mantienen estables mientras que las expectativas de otras fuentes de información apuntan a que la abundancia se ha incrementado. El Grupo de trabajo debatió la posible influencia de cambios en las regulaciones de ordenación, y recomienda que en el futuro se examinen esas posibles influencias en la CPUE (en la medida en que sea posible).

En el documento SCRS/2009/110 se resume la construcción de los índices de biomasa combinados creados para su utilización en los ensayos del modelo de producción. Estos índices reflejan la CPUE estandarizada combinada para las flotas de palangre de Estados Unidos, UE-España, Canadá, Japón, Marruecos y UE-Portugal. El Grupo constató la gran influencia de las observaciones de palangre estadounidenses en las series de CPUE combinadas, que había sido generada por la alta proporción de observaciones de dicha pesquería, sobre todo en años recientes (desde 2000 las muestras estadounidenses responden de >70% de los datos, ya que los datos se basan en mareas). El Grupo acordó aplicar un criterio de filtrado para reducir el número de observaciones estadounidenses a aquellos buques que habían desembarcado pez espada durante al menos diez años de la serie temporal (**Figura 9**). Después se volvió a calcular el índice combinado. El Grupo también reconoció que no se disponía de nuevas observaciones para el palangre japonés a partir de 2006. Aunque el palangre japonés no dirige su actividad al pez espada, podrían haberse producido cambios recientes en las operaciones de esta pesquería. Por tanto, el Grupo recomienda que se actualice esta información en futuros análisis.

En el documento SCRS/2009/113 proporciona una descripción de un índice de abundancia en peso desarrollado para la pesquería de palangre marroquí que se dirige al pez espada en el Atlántico norte. Este documento analiza los datos de 377 mareas realizadas por dicha flota durante el periodo 2004-2008. El índice representa una nueva fuente de información y constituye una importante contribución. La información sobre la CPUE marroquí se utilizó durante la elaboración de las series de CPUE combinadas obtenidas para los modelos de producción. Dado que hasta la fecha no se dispone de índices específicos de la edad, el índice no se utilizó durante los ensayos VPA.

En el documento SCRS/2009/114 se detalla la elaboración de los índices de abundancia relativa específicos de la edad y el sexo para el pez espada del Atlántico norte capturado por la pesquería de palangre pelágico. La tendencia generalmente creciente en las tasas de captura desde el mínimo histórico de 1996 indican un incremento en la abundancia relativa del pez espada desde entonces. Los autores indicaron que los pescadores canadienses no creen que el índice tenga debidamente en cuenta los cambios en la estrategia de ordenación y en las especies objetivo que se han producido en los últimos años. El Grupo recomienda que en un futuro próximo se examine la influencia de los cambios en la estrategia de ordenación y en la estrategia de pesca en cuanto a especies objetivo.

En el documento SCRS/2009/118 se describe el desarrollo de índices de abundancia de la pesquería de palangre de Taipei Chino. Este índice es también una nueva fuente de información para el pez espada del Atlántico norte y una contribución valiosa. Aunque los índices descritos en el documento no se utilizaron en los ensayos de los modelos de evaluación de 2009 para el pez espada del Atlántico norte, el Grupo recomendó que se trabajase con miras a incluir esta información en el índice de biomasa combinado desarrollado para futuras evaluaciones.

Los índices disponibles se resumen en la **Tabla 7**. La utilización del índice (no utilizado, modelos de producción, VPA), también se indica en la **Tabla 7**. Los índices están ilustrados en la **Figuras 10 y 11**. Para facilitar la comparación visual de las tendencias anuales, los índices se escalaron a la media de los años de solapamiento.

Para los ensayos VPA era necesario calcular los índices de sexo combinados, por edad. Estos se calcularon añadiendo las CPUE macho y hembra estandarizados (los valores en bruto antes de escalarlos a la media), para cada edad para crear índices “unisex”.

En los documentos SCRS aparecen varios índices más, pero éstos no se consideraron para su utilización en el VPA de 2009 o en las formulaciones de los modelos de producción (por ejemplo, porque se construyeron para hembras y machos por separado, o para edades que no se consideraron para el VPA). Estos índices se describen ellos documentos SCRS/2009/109 y SCRS/2009/114.

4.2 Índices de abundancia relativa – Sur

Se presentaron al Grupo cinco documentos que incluían índices de CPUE estandarizados. Los índices se estandarizaron utilizando varios enfoques analíticos.

En el documento SCRS/2009/119 se describe el índice de CPUE estandarizada de la flota atunera brasileña (objetivo y de captura fortuita) que opera en el Atlántico suroccidental utilizando los datos de captura y esfuerzo para el periodo 1978-2008 (~68.000 lances individuales). Las series de CPUE (ejemplares/1.000 anzuelos) se estandarizaron utilizando las mismas metodologías descritas en SCRS/ 2006/127. Los resultados obtenidos en este documento son similares a los presentados durante la última evaluación de stock de pez espada (2006), lo que confirma el escenario optimista de una tendencia continúa de incremento en el índice de abundancia para esta especie en el Atlántico suroccidental en años recientes. Sin embargo, el índice también presentaba una fuerte variabilidad interanual. El Grupo reconoció de nuevo que un sesgo potencial del método es que el análisis de conglomerado no considera que un lance se dirige al pez espada si las capturas de pez espada son nulas o si su proporción es considerablemente inferior a la obtenida para otras especies de peces en la misma operación de pesca, lo que da lugar a unas CPUE artificialmente elevadas. El análisis que excluye el factor objetivo centró la explicación de la devianza en el efecto año y produjo valores incluso más optimistas para los años recientes. Ambos modelos mostraron la misma tendencia general. Tal y como se discutió en la última reunión de evaluación de pez espada, el Grupo cree que el incremento en el índice de abundancia de esta especie podría ser una representación excesivamente optimista de la tendencia reciente en la biomasa de pez espada del Atlántico meridional. El Grupo también debatió el hecho de que dada la fuerte variabilidad interanual del índice, éste

podría no reflejar las tendencias reales de la biomasa, sobre todo cuando se consideran las características del ciclo vital del pez espada.

En el documento SCRS/2009/121 se presentaban las tasas de captura estandarizadas en número y peso para la pesquería dirigida al pez espada en el Atlántico meridional utilizando el modelo lineal generalizado desarrollado a partir de 5.541 observaciones realizadas por la flota de palangre de superficie española que pescó el stock de pez espada del Atlántico sur durante el periodo 1989-2008. El criterio utilizado para definir los modelos fue similar al utilizado en análisis estandarizados anteriores, pero en este caso se incorporaron nuevos factores como arte y cebo. El modelo final explicaba el 66 y 71% de la variabilidad de la CPUE en número y peso, respectivamente. Las tendencias de la CPUE en número y peso son casi idénticas, lo que muestra tendencias estables en el tiempo con pequeñas fluctuaciones, probablemente vinculadas a fases multianuales de abundancia en el número de peces. Los autores sugirieron que se debían estudiar las fases de las condiciones oceanográficas en las zonas estudiadas en relación con dichas fluctuaciones de CPUE. El Grupo pidió detalles sobre la variabilidad entre zonas en el tiempo, sin embargo, dada la expansión geográfica progresiva de la flota española durante el historial de esta pesquería, no fue posible obtener un buen contraste entre zonas para toda la serie temporal para realizar comparaciones. En cualquier caso, los autores estudiarán cuando sea posible otros enfoques para obtener esta visión de conjunto.

En el documento SCRS/2009/127 se presenta la CPUE estandarizada de pez espada de la flota atunera uruguaya que opera en el Atlántico suroccidental para el periodo 1982-2008. Para la estandarización se utilizaron modelos lineales generalizados con una aproximación delta lognormal. La CPUE estandarizada muestra tendencias similares a la CPUE nominal, con una tendencia decreciente en los ocho últimos años. En los primeros diez años del estudio, 1982-1992, la CPUE mostraba valores mucho más bajos que el periodo siguiente (1993-2008), debido al hecho de que la flota se dirigía al patudo y, ocasionalmente, al atún blanco durante dicho periodo. Desde 1992, la pesquería se dirige al pez espada. En el análisis exploratorio, se siguió el mismo procedimiento utilizando la CPUE en número de ejemplares, y se halló la misma tendencia en ambas series. Para el análisis el índice de abundancia se dividió en dos series.

En el documento SCRS/2009/116 se describen los índices de abundancia del pez espada Atlántico sur capturado por los palangreros japoneses que no se dirigen a esta especie desde 1975 hasta 2007. La estandarización de la CPUE se realizó mediante el método GLM. Dado que las configuraciones de arte utilizadas por los palangreros japoneses han cambiado drásticamente desde 1975 y que el método GLM tradicional no puede estandarizar plenamente el efecto de este cambio de la configuración del arte, los datos se dividieron en dos series temporales, desde 1975 a 1989 y desde 1990 hasta 2007. El índice de abundancia estimado desde 1975 hasta 1989 mostraba una tendencia creciente general después de principios de los ochenta. Contrariamente, el índice de CPUE observado en el periodo posterior (1989-2007) muestra una tendencia decreciente hasta 2003 y se incrementa posteriormente, revirtiendo la tendencia descendente observada en la última reunión. El Grupo constató que los drásticos cambios en las configuraciones de los artes y zonas de pesca, que se produjeron durante el periodo analizado, no habían sido plenamente estandarizados por el modelo utilizado en el estudio. El Grupo decidió utilizar las series de CPUE presentadas en la última reunión de evaluación.

En el documento SCRS/2009/117 se describen las tasas de captura de pez espada estandarizadas de la flota de palangre de Taipei Chino no dirigida en el océano Atlántico sur. La estandarización del índice de abundancia se realizó aplicando dos enfoques de modelación alternativos (GLM y GAM) a los conjuntos de datos de la pesquería (Tarea II de ICCAT, desde 1968 a 2008, y los conjuntos de datos de los cuadernos de pesca diarios desde 1995 a 2008). En contraste con el patrón decreciente continuo de la CPUE estandarizada del estudio anterior, las tasas de captura estandarizadas derivadas de diferentes conjuntos de datos y enfoques de este estudio mostraban una suave tendencia decreciente regular desde 1968 hasta 1986. Después, se observaba una tendencia creciente hasta un nivel relativamente más elevado durante el periodo 1990-1997. Tras una fuerte caída, el índice de CPUE observado en el periodo posterior (1998-2008) mostraba un patrón estable, con una ligera tendencia al incremento al final del periodo. El Grupo constató que los índices de abundancia mostraban tendencias diferentes a las tendencias de CPUE presentadas en la última reunión. El Grupo constató que la diferencia podría deberse al método utilizado (GLM versus GLMM). El Grupo recomendó que el índice de abundancia presentado en la última reunión de evaluación se utilizase para la evaluación de 2009 y que se considerasen las series de CPUE del documento SCRS/2009/117 para el análisis de sensibilidad. Aunque estos índices no se utilizaron para los ensayos de los modelos de la evaluación de 2009 para el pez espada del Atlántico sur. El Grupo también recomendó que se incluya esta información en evaluaciones futuras.

Las series de CPUE estandarizadas presentadas mostraban tendencias diferentes y una alta variabilidad que indica que por lo menos algunas de ellas no reflejan adecuadamente las tendencias de abundancia del stock. Los

índices disponibles se resumen en la **Tabla 8** y se ilustran en las **Figuras 12 y 13** para facilitar una comparación de las tendencias anuales, lo que incluye las series presentadas en la última reunión de evaluación.

5. Métodos y otros datos relevantes para la evaluación

5.1 Métodos-Norte

5.1.1 Modelo de producción

Al aplicar modelos de producción al pez espada del Atlántico norte, el Grupo utilizó el modelo dinámico (no equilibrio) (ASPIC v5.05) utilizado previamente por el SCRS para diversas especies, incluyendo el pez espada. Esta versión de ASPIC está parametrizada en términos de RMS, K y B (primer año)/K. El modelo se formuló igual que en las evaluaciones de 1994, 1996, 1999, 2002 y 2006 del siguiente modo: i) la biomasa de 1950 (B_0) ajustada para ser igual a $0,875 * K$ (equivalente a $1,75 * B_{RMS}$), ii) supuesto de modelo de producción logístico, iii) optimización del modelo condicionada por la captura. Se utilizó la minimización de cuadrados mínimos. En evaluaciones previas, se llevaron a cabo varios análisis de sensibilidad para evaluar la sensibilidad a este y otros factores.

Los datos utilizados en el modelo de producción ASPIC y en los análisis de sensibilidad fueron la captura total declarada del Atlántico norte desde 1950 hasta 2008, incluyendo los descartes estimados de peces muertos (**Tabla 9**) y el índice de biomasa combinada de la CPUE descrito en el apartado 4.1 (**Figura 14**). En esta evaluación se realizaron varios análisis de sensibilidad para evaluar el efecto sobre el modelo de los diferentes procedimientos de filtrado de los datos llevados a cabo en la construcción del índice de CPUE combinado. Para incorporar la incertidumbre del índice de CPUE en el modelo ASPIC, se decidió utilizar las estimaciones de valores de entrada y los cuartiles del 10 y 90% del índice de CPUE para construir el escenario del caso base para el modelo de producción. Esto se logró mediante tres ensayos del modelo ASPIC en cada caso con la misma serie de capturas y las estimaciones de valores de entrada, series de CPUE bajas (cuartil del 10%) y altas (cuartil del 90%). Se estimaron los resultados de la tendencia central y la incertidumbre a partir de los resultados agrupados de los tres ensayos.

En cuanto a otros análisis de sensibilidad, el Grupo aplicó también el enfoque estadístico Bayesiano para la evaluación de stock con una función de producción excedente descrita en el documento SCRS/1999/085. Estos modelos eran modelos con fases temporales heterogéneas en las que la captura se producía a principios de cada año. Se aplicó la distribución previa para el parámetro r procedente del SCRS/1999/085 como distribución previa de base para el stock del Norte con un valor de mediana para r de 0,42 y CV de 0,49. La distribución previa de base para la biomasa inicial en el ensayo del stock del Norte tenía el mismo valor medio que el asumido en los ensayos de ASPIC de base (0,875) y un CV de 0,25. En la estimación Bayesiana se aplicaron los mismos datos de captura y de tasa de captura (estimaciones de valor) que los utilizados en los ensayos ASPIC.

Cabe destacar que los modelos de producción de biomasa agregada asumen que las series de entrada de CPUE son proporcionales a la biomasa con algún grado de variación aleatoria y que ambos pueden arrojar resultados engañosos cuando este supuesto se infringe. Se asumió que los índices de biomasa tenían una distribución lognormal.

5.1.2 Análisis de población virtual

Se llevaron a cabo análisis de población virtual para el stock del Atlántico norte utilizando el programa VPA-2BOX (véase catálogo de ICCAT). Los datos de captura por edad se derivaron para 1978-2008 a partir de la captura por tallas utilizando la ecuación de crecimiento unisex de Gompertz (véase la **Tabla 5**). Sólo se utilizaron 5 grupos de edad (edades 1 a 5+) debido a la incapacidad para determinar la edad de los peces macho mayores de cinco años de forma fiable. El VPA se calibró utilizando 17 índices de tasas de captura unisex y específicos de la edad (**Tabla 7, Figura 11**) desarrollados para Canadá (edades 2-5+), Japón (edades 3-5+), UE-España (edades 1-5+) y Estados Unidos (edades 1-5+). Sólo se actualizaron los índices canadienses y estadounidenses con respecto a la evaluación de 2006, e incluyeron valores para 2006, 2007 y 2008. Se asumió que los índices estaban distribuidos de forma lognormal con coeficientes idénticos de variación (ponderados de forma igual). La tasa de mortalidad natural se fijó en 0,2 yr⁻¹. Se estimaron las tasas de mortalidad por pesca en el último año para cada edad excepto la última (que está modelada por la F-ratio). Se estimó la F-ratio (ratio de la tasa de mortalidad por pesca de la edad mayor respecto a la de la siguiente edad más joven) para dos bloques de años (1978-1982 y 1983-1987) y se fijó en 1,0 para los años restantes, al igual que se hizo en las dos

evaluaciones anteriores para representar los cambios en la transición de la pesquería desde aguas costeras a aguas oceánicas. Se realizaron ensayos con y sin restricciones para las estimaciones de vulnerabilidad y reclutamiento (desviaciones estándar de penalización de 0,4 y 0,1, respectivamente) para los tres últimos años.

Con el fin de evaluar la variabilidad del ajuste de los índices a la captura por edad mediante el VPA, se realizó un análisis de muestreo repetitivo (*bootstrap*) en el que las desviaciones de los puntos de datos del índice transformado logarítmicamente y sus predicciones fueron seleccionadas de forma aleatoria para generar 500 conjuntos de nuevos puntos del índice. Luego se aplicó el VPA a cada uno de los 500 nuevos conjuntos de datos y se calcularon los valores de la mediana con sus intervalos de confianza del 80%.

5.2 Métodos – Sur

5.2.1 Modelo de producción

El Grupo utilizó una versión actualizada del modelo de producción excedente en no equilibrio ASPIC (versión 5.05) adoptado por el SCRS para varias especies, incluido el pez espada. Se utilizaron los datos de 1956 a 2008 como valores de entrada para el modelo. Las flotas incluidas en el análisis fueron: Brasil, Taipei Chino, Japón, UE-España y Uruguay, como dos índices separados (véase Sección 4.2). El índice de abundancia de la flota brasileña se convirtió de número de ejemplares a peso utilizando el peso medio de los archivos de captura por talla (Tarea II). Los desembarques para aquellas flotas para las que no se habían estimado índices de abundancia se añadieron a los desembarques de la flota japonesa de palangre. Los ensayos del modelo siguieron la misma formulación utilizada para la evaluación de 2006, el parámetro $B1/K$ se fijó en el valor 0,875, los valores finales de RMS y K fueron estimaciones del modelo. Durante la evaluación de 2006, el Grupo decidió estimar un índice combinado para utilizarlo como valor de entrada para el modelo ASPIC. Sin embargo, los índices disponibles para el Grupo mostraban tendencias contradictorias y, tras un debate, se acordó utilizar los seis índices individuales como valores de entrada en vez de estimar un índice combinado en un intento de caracterizar mejor la incertidumbre.

El caso base incluía las flotas enumeradas antes y sus índices de abundancia asociados tal y como se describen en la Sección 4.2. Se procedió a realizar un ensayo de sensibilidad reemplazando el índice abundancia de Taipei Chino utilizado en la evaluación de 2006 por series revisadas. Estas series revisadas estaban expresadas en número de ejemplares y se convirtieron a peso utilizando los pesos medios facilitados por los científicos nacionales de Taipei Chino. Se realizó un ensayo adicional utilizando únicamente un índice cada vez y asignando la captura total del Atlántico sur a dicha flota en particular.

5.2.2 Modelo solo con capturas

Debido a las tendencias contradictorias detectadas en los índices de CPUE estandarizados (Secciones 4.2 y 5.2.1), el Grupo decidió explorar la información incluida en las capturas. A este efecto, se utilizó el modelo sólo con capturas, tal y como aparece descrito en Anón 2009a. Se muestrearon aleatoriamente medio millones de vectores de parámetro a partir de la distribución previa conjunta; de éstos, se tomaron 2.000 muestras utilizando el algoritmo SIR. Las distribuciones previas de K se establecieron como uniformes en escala logarítmica para una amplia gama ($\ln(K) \sim U(\ln(3058), \ln(7647000))$). Las distribuciones previas para a se establecieron como uniformes en su gama $a \sim U(0,1)$. Las distribuciones previas de x se establecieron como $x \sim U(0,1)$. Se realizaron exploraciones de combinaciones de valores plausibles para a y x utilizando la serie de esfuerzo de palangre para el hemisferio sur, en el informe de la reunión de 2008 del Subcomité de ecosistemas (Anón., 2009b). En el ensayo 1 se utilizó una distribución previa informativa para r que se obtuvo de una distribución previa conjunta de r y n (el parámetro forma del modelo Schaefer-Fletcher) derivado por McAllister *et al.*, 2000 condicionado por $n=1$ (Schaefer). En el ensayo 2 se utilizó, como distribución previa informativa para r , la distribución posterior de este parámetro obtenida del ensayo del caso base del modelo BSP para el pez espada del Atlántico norte.

6. Resultados del estado del stock

6.1 Estado del stock – Norte

6.1.1 Modelos de producción

Los resultados del caso base del modelo ASPIC del Atlántico, considerados por el Grupo como las mejores estimaciones, se muestran en la **Tabla 10** y en la **Figura 15**. La tendencia de la biomasa relativa estimada muestra un incremento constante desde 2000. En la **Tabla 11** se muestra la biomasa determinista, la mortalidad

por pesca y los valores relativos estimados a partir del caso base de ASPIC para el stock de pez espada del Atlántico norte 1950-2008. Los valores de la biomasa representan estimaciones a principios del año. El resultado determinista con sesgo corregido indica que el stock se sitúa en o por encima de la B_{RMS} (**Figura 15**). La tendencia relativa en la mortalidad por pesca muestra que al nivel máximo de pesca de 1995, le siguió un descenso hasta 2002 y después un ligero incremento en el periodo 2003-2005 y una tendencia descendente desde entonces (**Figura 15**). La mortalidad por pesca se ha situado por debajo de F_{RMS} desde 2005. La estimación del estado del stock en 2005 es relativamente similar a la estimación del estado del stock de la evaluación de 2006, y sugiere que existe una probabilidad superior al 50% de que el stock se sitúe en o por encima de B_{RMS} , y que, por tanto, se ha alcanzado el objetivo de recuperación de la Comisión [99-02]. Sin embargo, es importante señalar que desde 2003 las capturas se han situado por debajo de los TAC, incrementando las posibilidades de una rápida recuperación (**Figura 16**). En general, se estimó que el stock era algo menos productivo que lo que se había estimado en la evaluación anterior, con una tasa de crecimiento intrínseco, r , estimada en 0,44 frente a la tasa de 0,49 estimada en 2006. El índice de biomasa combinada muestra un repunte coherente desde el valor predicho de 2001 y los valores de índice para los años más recientes se hallan cerca del nivel estimado a comienzos de los ochenta (**Figura 17**). El elevador valor en 1963 no presenta un buen ajuste.

Los ensayos de sensibilidad incluían una evaluación retrospectiva del modelo de caso base ASPIC (**Tabla 12**). Como la información sobre captura y CPUE fue eliminada de los años más recientes, el modelo predijo una productividad mayor del stock (valores de r más elevados) y, por consiguiente, un RMS mayor (**Figura 18**). Los resultados retrospectivos indican que la biomasa ha estado por encima de la B_{RMS} de un modo continuo y la mortalidad por pesca por debajo de F_{RMS} durante los cinco últimos años. Sin embargo, los intervalos de confianza se solapan durante el periodo de tiempo evaluado. Se realizó un ensayo de sensibilidad utilizando un índice de abundancia de biomasa combinado que incluía todas las observaciones de la pesquería pelágica estadounidense (**Figura 19**). Las tendencias generales de la biomasa y de las ratios de mortalidad por pesca fueron similares a las del modelo base en los primeros años (**Figura 20**), sin embargo las tendencias difieren desde 2000, mostrando una biomasa menor y unas ratios de mortalidad por pesca más elevadas que las del caso base. En valores absolutos, el ensayo de sensibilidad indicaba una productividad del stock inferior y una mayor mortalidad por pesca.

Los resultados estimados del estado del stock procedentes de aplicar el modelo BSP al ensayo de sensibilidad se muestran en la **Tabla 13**, y son muy similares a las estimaciones base de ASPIC. Se estima que el stock se encuentra por encima de B_{RMS} y se estima que la mortalidad por pesca actual es inferior a F_{RMS} . Las distribuciones posteriores para RMS y B_{2009}/B_{RMS} son también similares a la distribución por bootstrap de ASPIC, mientras que la moda de distribución de F_{2008}/F_{RMS} es ligeramente inferior que la distribución por bootstrap de ASPIC (**Figura 23**). Al igual que en 2006, la distribución posterior para r es inferior a la distribución por bootstrap de ASPIC (**Figura 23**), sin embargo las distribuciones de ambos modelos están más cerca una de otra que en 2006. El ajuste al índice combinado, y así como los valores residuales, se muestran en la **Figura 24**. Al igual que en ASPIC, la CPUE predicha en 1963 no está bien ajustada.

La **Figura 23** muestra histogramas y gráficos de dispersión de estimaciones a partir de *bootstrap* de la biomasa y las ratios de F para 2008. La extensión de los ajustes logísticos sugiere que la biomasa actual es ligeramente superior a B_{RMS} . Sin embargo, la incertidumbre en lo que concierne a B_{RMS} es considerable. Por el contrario, la incertidumbre sobre la ratio de F indica una probabilidad más elevada de que la mortalidad por pesca se sitúe por debajo de F_{RMS} . En comparación con el modelo de caso base ASPIC de 2006, la trayectoria de la biomasa y de las ratios de F son similares hasta 1990, a partir de entonces el modelo actual predijo tasas de mortalidad por pesca más bajas y biomasa mayores, sobre todo en los años más recientes (**Figura 24**).

6.1.2 Análisis de población virtual

Las estimaciones de número y mortalidad por pesca por edad pueden contener un elevado nivel de incertidumbre en los años más recientes cuando se utilizan modelos recursivos que se remontan en el tiempo como VPA, sobre todo para las edades para las que el historial de captura es escaso o no existe y para las que no hay índices de abundancia. Esto se evidenció en los ensayos VPA que no constreñían la vulnerabilidad o el reclutamiento, éstos producían estimaciones falsas de reclutamiento (edad 1) en los tres últimos años, debido a la falta de información sobre clases de edad más tempranas (por ejemplo, no se dispone de índices de edad 1 después de 2001). Por consiguiente, se seleccionó como caso base el ensayo que constreñía tanto la vulnerabilidad como el reclutamiento en los tres últimos años. Las estimaciones de abundancia y de mortalidad por pesca del caso base se presentan por edad en las **Tablas 14** y **15**, respectivamente. En general, las estimaciones son similares a los resultados para el caso base de 2006. Las estimaciones de reclutamiento (edad 1) fluctúan entre 420.000 y

670.000 peces, con fluctuaciones en una gama más restringida de aproximadamente 460.000 a 570.000 durante los quince años más recientes (**Figura 26**). Las estimaciones de abundancia de la edad 2 siguen un patrón similar al que presenta la edad 1 con un desfase de 1 año (**Figura 27**). Las estimaciones de la biomasa reproductora (edad 5+) indican una fuerte tendencia al descenso con un reciente incremento desde 1999. Aunque algo variables, las tasas de mortalidad por pesca estimadas para todas las edades muestran una tendencia ascendente hasta 1996, y después descienden bruscamente (**Figura 27**).

Los ajustes del VPA a los índices de abundancia se muestran en la **Figura 28**. En general, los resultados del VPA parecen estar promediando adecuadamente las variaciones en los índices (dado el relativamente bajo contraste en cada una de las series temporales de CPUE). Las estimaciones de la mediana del análisis de bootstrap fueron muy similares a las predicciones originales de máxima verosimilitud. Por lo tanto, no parece que el resultado del modelo esté seriamente sesgado respecto a los datos. No obstante, es importante señalar que los análisis de bootstrap sólo tienen en cuenta la imprecisión de los índices de abundancia y no tienen en cuenta las incertidumbres en la tasa de mortalidad natural, la no declaración de las capturas y otros sesgos potenciales.

6.2 Estado del stock – Sur

6.2.1 Modelos de producción

Los resultados del caso base indicaban que varios de los índices utilizados proporcionaban indicaciones contradictorias. El índice global estimado por el modelo era relativamente estable hasta comienzos de los ochenta, momento en el que empezó a descender hasta finales de los noventa, y esta tendencia se revirtió aproximadamente en 2003. El índice global estimado mediante ASPIC mostraba un ajuste relativamente bueno al índice español y no se ajustaba bien al índice brasileño (**Figura 29**). La mortalidad por pesca relativa estimada (F_{2008}/F_{RMS}) se situaba en 0,75; lo que indica que el stock no está siendo sobrepescado (**Figura 30**). Del mismo modo, se estimó una biomasa relativa (B_{2009}/B_{RMS}) de 1,4, lo que indica que el stock no está sobreexplotado (**Figura 30**). La serie temporal de biomasa relativa mostraba que el stock fue objeto de sobrepesca en 1997 y se mantuvo en esta condición hasta 2009, cuando $B > B_{RMS}$. El stock fue objeto de sobrepesca desde 1994 hasta 2006. El caso de sensibilidad proporcionaba una visión ligeramente más optimista del estado del stock con $F_{2008}/F_{RMS}=0,716$ y $B_{2009}/B_{RMS}=1,1$. En la **Tabla 16** se muestran todos los niveles de referencia del stock.

Se observe una gran disparidad en los resultados de los ensayos realizados en flotas individuales como resultado de la información contradictoria facilitada por los diferentes índices. Algunas flotas mostraban una visión más optimista del estado del stock (a saber, UE-España, Brasil), la flota uruguaya mostraba un stock que está sobrepescado y que está en condiciones de sobrepesca. Por el contrario, la tendencia descendente de la CPUE de la flota japonesa tuvo como resultado un RMS estimado de sólo 2.287 t; mientras que para la flota de Taipei Chino el modo no pudo converger en una solución, ya que alcanzó el límite inferior de RMS con un valor de 1,0. En el caso de estas dos flotas y considerando el historial de captura conocido y otros indicadores de la pesquería, el resultado no se considera plausible. En la **Figura 31** se muestra la estimación de F y B relativa para cada ensayo.

Se llevaron a cabo un total de 500 ensayos de bootstrap para evaluar el nivel de incertidumbre asociado con los resultados del caso base (**Figura 32**). En la **Figura 33** se presenta el resultado de los ensayos de bootstrap como distribuciones de frecuencia de la mortalidad por pesca (F) y la biomasa del stock estimadas.

Sin embargo, dado que los ensayos con flotas individuales (**Figura 28** y **Tabla 16**) tuvieron como resultado trayectorias y estimaciones de año terminal muy diferentes (**Figura 34**), que no fueron ninguna de ellas similares al caso base, el Grupo convino en que los bootstrap infrarrepresentaban la incertidumbre real e incuantificable de los resultados. Por tanto, el Grupo acordó que no era aconsejable sacar conclusiones sobre el estado del stock de pez espada del Atlántico sur basadas en los niveles de referencia estimados únicamente mediante el modelo ASPIC.

6.2.2 Resultados del modelo sólo con capturas

Tal y como se preveía, la distribución posterior para r no estaba influida por los datos. Sin embargo las distribuciones posteriores para K y a fueron considerablemente más restringidas que las distribuciones previas para ambos ensayos (**Figura 35**). Para los niveles de referencia de ordenación, las distribuciones posteriores fueron más restringidas que las distribuciones previas implicadas, lo que indica que las capturas solas, dados los supuestos del modelo, son informativas. La distribución posterior de la mortalidad por pesca relativa (F_{2008}/F_{RMS}) osciló entre 0,33 y 1,41 (percentiles de 10 y 90%, ensayo 1), con $P(F_{2008}/F_{RMS} < 1) = 0,77$, lo que

indica que considerando únicamente las capturas no es probable que el stock vaya a experimentar sobrepesca (**Tabla 17**). La distribución posterior de la biomasa relativa (B_{2009}/B_{MSY}) osciló entre 0,84 y 1,69 (percentiles de 10 y 90%, Ensayo1), con $P(B_{2009}/B_{RMS} > 1) = 0,82$, lo que indica que el stock no parece estar sobrepescado. La distribución para RMS fue asimétrica en ambos ensayos (**Figura 36**). La mediana de RMS estimada para el Ensayo 1 fue 18.130 t y para el Ensayo 2 fue 17.934 t (**Tabla 17**). Las trayectorias de F y el esfuerzo total en anzuelos para el Atlántico sur se ha estabilizado en los últimos años, lo que indica que los supuestos para las dinámicas de capturas del COM son razonables, a pesar de algunas discrepancias en los primeros años, cuando el esfuerzo no se dirigía al pez espada (**Figura 37**). Las trayectorias de la biomasa se muestran en la **Figura 38**. El nivel de incertidumbre sobre el conocimiento del estado del stock se representa en la **Figura 39**, determinado sólo por las capturas, el modelo estimó una probabilidad de 0,77 de que el stock no esté sobrepescado y no esté siendo objeto de sobrepesca.

7. Proyecciones

7.1 Proyecciones – Norte

7.1.1 Modelos de producción

Se realizó una proyección del caso base ASPIC hasta el año 2018 con escenarios de TAC constante de 10.000, 11.000, 12.000, 13.000, 14.000 y 15.000 t. Se asumió que la captura de 2009 era el promedio de los tres últimos años (2006-2008) (11.515 t). Las trayectorias de la mediana para la biomasa y la tasa de mortalidad por pesca para todos escenarios futuros de TAC se ilustran en la **Figura 40**.

Los resultados de la evaluación de 2009 indican que hay una probabilidad del 50% de que el stock de pez espada del Atlántico norte se haya recuperado hasta o por encima de la B_{RMS} (**Figura 21 y 22**) y, por tanto, se ha alcanzado el objetivo del plan de recuperación de la Comisión. Aunque existe cierta incertidumbre asociada con esta conclusión, el 56% de las estimaciones de *bootstrap* de la biomasa actual fueron superiores o iguales a B_{RMS} , mientras que >90% de las estimaciones de *bootstrap* de la F actual fueron inferiores a F_{RMS} . Se logró la recuperación a pesar del total admisible de capturas acordado en la [Rec. 06-02 y Rec. 08-02], que superaba las recomendaciones científicas, pero que no se capturó. El Grupo constató que la recuperación podría haberse visto comprometida si las capturas recientes hubiesen sido superiores a las comunicadas. Las capturas de 2007 y 2008 fueron un 10 y un 22% inferiores al nivel estimado de RMS, respectivamente, lo que permite el crecimiento de la biomasa del stock. Si las capturas realizadas hubiesen alcanzado los límites de captura previstos en la Rec. 06-02 (15.345 t, a saber, 12% por encima de la estimación de RMS), la biomasa del stock habría descendido.

Por estas razones, el Grupo está preocupado por las decisiones sobre la ordenación que contemplan el traspaso de porciones no utilizadas de cuota, como las disposiciones del párrafo 3 a de la Rec. 06-02, de tal modo que la suma de límites de captura permitidos supere el TAC recomendado.

Según las proyecciones, TAC futuros por encima de RMS generarían una probabilidad del 50% o inferior de que la biomasa del stock se mantenga por encima de la B_{RMS} durante la próxima década (**Tabla 18 y Figura 41**), ya que la probabilidad resultante de que F supere a F_{RMS} para estos escenarios tendería a situarse por encima del 50% en el tiempo. Con un TAC de 13.000 t habría una probabilidad de aproximadamente el 75% de mantener el stock en un nivel acorde con el objetivo del Convenio durante la próxima década.

7.2 Proyecciones – Sur

7.2.1 Modelos de producción

Dado que el Grupo consideró que la incertidumbre asociada con los niveles de referencia estimados mediante ASPIC no era cuantificable y no estaba representada por el modelo, se realizaron proyecciones para reflejar los cambios en la biomasa en vez de en la biomasa relativa (a saber, B/B_{RMS}). Se realizaron proyecciones para el caso base para niveles de captura desde 10.000 a 16.000 t, con incrementos de 1.000 t para los años 2010-2020. Para el año 2009, todos los escenarios de la proyección asumieron una captura igual al promedio de capturas para 2006-2008 (13.658 t). En la **Figura 42** se muestran los resultados de las proyecciones. En general, unas capturas de 14.000 t o inferiores tendrán como resultado incrementos en la biomasa del stock, capturas del orden de 15.000 t mantendrán la biomasa del stock en niveles aproximadamente estables durante el periodo de la proyección. Capturas del orden de 16.000 t o más se traducirán en un descenso de la biomasa. El Grupo indicó que el TAC actual asciende a 17.000 t.

7.2.2 Modelo sólo con capturas

Dadas las incertidumbres asociadas con las estimaciones de ASPIC, el Grupo decidió explorar proyecciones con la información contenida únicamente en las capturas, utilizando los resultados de los dos ensayos del modelo sólo con capturas combinado. Las proyecciones se realizaron fijando las capturas entre 10.000 y 17.000 t, con incrementos de 1.000 t en un periodo de diez años. Para 2009, todos los escenarios de proyección asumieron el promedio de captura del periodo 2006-2008 (13.658 t). En general, capturas de 15.000 t situarían a la biomasa en un nivel superior a la B_{RMS} en el 80% de las veces. Capturas del orden de 17.000 t generarían una probabilidad de 0,67 de que la biomasa se sitúe por encima de B_{RMS} en diez años (**Tabla 18**). En la **Figura 43** se resume la probabilidad de $B > B_{RMS}$ y $F < F_{RMS}$ para el escenario de captura constante indicado en el tiempo.

8. Recomendaciones

8.1 Investigación y estadísticas

Reunión sobre métodos y preparación de datos. Debido a limitaciones de tiempo, las sesiones recientes del Grupo de especies sobre pez espada han facilitado evaluaciones que han actualizado resultados pasados utilizando métodos y enfoques disponibles en ese momento. El Grupo reconoce que ahora se dispone de enfoques de evaluación de stock más novedosos que incorporan de modo exhaustivo los datos biológicos y facilitan representaciones más completas de las incertidumbres relacionadas con el estado del stock. Para que el Grupo disponga de tiempo para explorar nuevos enfoques y reunir los datos con antelación con respecto a la próxima sesión de evaluación, se recomienda que se convoque una sesión de trabajo de cinco días de duración antes de la próxima evaluación. La reunión debería celebrarse un año antes de la próxima evaluación (posiblemente 2011).

Efecto de los niveles de agregación de CPUE en el índice de biomasa. Como parte de la reunión descrita en el párrafo anterior, los científicos nacionales deberían facilitar datos para la estandarización de las series de CPUE con el menor nivel de agregación posible.

Índices de reclutamiento. La capacidad del Grupo de pronosticar el estado del stock en el marco del VPA depende de la disponibilidad de índices fiables de abundancia en las edades más tempranas. Por ejemplo, los índices de abundancia de edad 1 están disponibles sólo hasta 2001. Los países que han facilitado tradicionalmente dichos índices deberían actualizar sus series temporales con carácter prioritario. Esta investigación debería ser respaldada a nivel de Parte contratante

Estructura del stock. El Borrador del Informe de las Jornadas de trabajo sobre la estructura del stock de pez espada (Heraclion, marzo de 2006) recomendaba hacer investigaciones multidisciplinarias y en colaboración. En particular, la clasificación en cuanto a su origen para el pez espada capturado cerca de los límites de los stocks está sujeta a incertidumbres y no puede realizarse de forma precisa sin llevar a cabo investigaciones multidisciplinarias y en colaboración que tengan en cuenta estratos de muestreo de una escala fina (por ejemplo cuadrículas de 1°) y trimestral.

Captura. Todos los países que capturan pez espada (de forma dirigida o como captura fortuita) deberían comunicar estadísticas de captura, captura por talla (por sexo) y esfuerzo por áreas lo más reducidas posible, y por mes. Estos datos deben comunicarse en las fechas límite establecidas por ICCAT, incluso cuando no esté programada una evaluación analítica de stock. También deberían facilitarse los datos históricos.

Descartes. Debería comunicarse la información sobre el número de peces capturados con una talla inferior a la regulada y los números de peces descartados muertos y liberados vivos para que el efecto de los descartes y las liberaciones pueda ser plenamente incluido en la evaluación de stock. El muestreo con observadores debería ser suficiente para cuantificar los descartes en todos los meses y áreas tanto en las pesquerías dirigidas al pez espada como en las pesquerías de túnidos que capturan pez espada de forma fortuita. Deberían realizarse estudios para mejorar la estimación de los descartes y para identificar métodos que reduzcan la mortalidad por descarte del pez espada. Asimismo deberían llevarse a cabo estudios para estimar la mortalidad posterior a la liberación de los peces espada descartados vivos; estos estudios son especialmente importantes dado el nivel de descartes que se produce debido a la recomendación que regula la talla mínima.

Capturas no comunicadas. El Grupo constató que el formulario resumido en el que se comunica actualmente la información del programa de documento estadístico a ICCAT (resúmenes semestrales de importaciones directas y reexportaciones) no proporciona información suficientemente detallada para mejorar las estimaciones del volumen potencial de capturas no atribuidas (NEI) y el volumen de pez espada Atlántico en el comercio internacional, debido sobre todo a la incertidumbre sobre año y zona de captura de los productos de pez espada comercializados, la ausencia general de factores de conversión de peso del producto a peso en vivo y la potencial duplicación del recuento de capturas en los certificados de reexportación. Estas estimaciones podrían mejorarse en gran medida si estuvieran disponibles los documentos estadísticos y los certificados de reexportación *individuales* correspondientes. Estos datos detallados existen a nivel nacional (con números de identificación), y debería realizarse un esfuerzo para recuperar esta importante información si la Comisión quiere mejorar la utilidad del programa de documento estadístico para validar los datos de la Tarea I. El SCRS ha reiterado este asesoramiento durante la última década (véanse las recomendaciones generales a la Comisión, en los informes del SCRS de 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004), pero la Secretaría no ha recibido todavía información detallada sobre los programas de documento estadístico para el pez espada.

Especie objetivo. Todas las flotas deberían registrar información detallada en los cuadernos de pesca para cuantificar qué especie o grupo de especies es el objetivo. Se recomienda encarecidamente la recopilación de información detallada acerca de las características del arte y las estrategias de pesca (incluyendo la hora del lance) con el fin de mejorar la estandarización de la CPUE. Deben seguirse las recomendaciones hechas durante la reunión del Grupo de trabajo sobre métodos de 2002 para buscar diagnósticos en este contexto. El Grupo recomendó investigar formas alternativas de análisis en el Sur que traten los patrones tanto de captura fortuita como de la pesquería dirigida, como por ejemplo modelos estructurados por edad y espacialmente.

Además, los observadores que se encuentran en el mar deberían recoger información más detallada sobre la estrategia de pesca y las especies objetivo. Por último, el Grupo recomendó una investigación del enfoque de análisis de conglomerados utilizado para determinar la estrategia de especie objetivo en la serie de CPUE brasileña a través de la simulación para permitir la evaluación de las fuentes potenciales de sesgo en el enfoque. Se recomendó también revisar los procedimientos de estandarización para la serie de captura y esfuerzo de Santos Brasil con el fin de examinar la transición desde el arte de palangre de multifilamento a monofilamento. Se recomendó llevar a cabo más investigaciones sobre métodos para controlar esta característica.

Marcado. El Grupo recomendó el desarrollo de un diseño experimental para aplicaciones de marcado específicas, como por ejemplo estimar las tasas de mortalidad por pesca y/o los patrones migratorios. Un diseño experimental podría ser especialmente útil para evaluar el potencial de aplicar marcas tradicionales y pop-up con el objetivo de evaluar las tasas de intercambio en zonas del Atlántico en las que se cree que hay tasas elevadas de mezcla. Además debería fomentarse la continuación del marcado industrial a bordo de los buques comerciales, ya que los tamaños de las muestras son considerables, y existen beneficios claros en lo que se refiere a tasas de comunicación y calidad de las marcas recapturadas.

CPUE. El Grupo está preocupado por el hecho de que muchos de los índices de abundancia específicos de la edad muestran fuertes efectos anuales. Se ha recomendado que los futuros análisis de CPUE se centren en desarrollar métodos adicionales para incorporar de forma explícita la variabilidad medioambiental al modelo. Debería considerarse agregar las tendencias de CPUE por zona de sex ratio por talla (en lugar del método actual de agregarla por nación). Deberían llevarse a cabo investigaciones sobre la conveniencia de obtener índices de abundancia específicos de la edad a partir de análisis independientes, los CV deberían presentarse con los análisis y los resultados de los modelos deberían hacerse comparables (por ejemplo a partir de modelos de efectos fijos y aleatorios). Debería hacerse algún intento de utilizar métodos de evaluación de stock que puedan reconciliar las tendencias contradictorias en las series de CPUE de la pesquería dirigida y de captura fortuita para el Sur (por ejemplo modelos estructurados por edad/espacialmente). Para los índices de biomasa, debería examinarse la influencia del nivel de agregación de los datos.

Más específicamente, el Grupo recomendó que dada la similitud entre parte de las flotas de pesca de pez espada uruguaya y brasileña y teniendo en cuenta que los estudios de estandarización de la CPUE de ambas flotas presentados a la reunión difieren en sus métodos y resultados, sería conveniente que los científicos de Brasil y Uruguay celebrasen reuniones intersecciones para abordar la estandarización de las series de CPUE y para procesar los datos de sus flotas respectivas.

Participación del Grupo de trabajo. El Grupo expresó su preocupación de que las series temporales de CPUE más largas se presentasen por correspondencia, sin que el autor u otro científico familiarizado con los análisis estuvieran presentes en la reunión. Esto dificulta la evaluación de la conveniencia de las series temporales. El

Grupo recomendó que las CPC que puedan realizar contribuciones valiosas a las evaluaciones tomen las disposiciones necesarias para garantizar la presencia de sus científicos nacionales en dichas reuniones.

8.2 Ordenación

Atlántico norte

De un modo conforme con el objetivo del plan de recuperación de pez espada de la Comisión [Rec. 96-02] y con el fin de mantener el stock de pez espada del Atlántico norte en un nivel que podría producir el RMS, con una probabilidad superior al 50%, el Grupo recomienda que se reduzca el total admisible de captura establecido por la [Rec. 06-02] (15.345 t) hasta no más de 13.700 t, que refleja la mejor estimación actual del rendimiento máximo que podría obtenerse de la población en las condiciones existentes en cuanto al medio ambiente y las pesquerías. Si la Comisión quiere estar más segura de que la biomasa futura se va a situar en el nivel de B_{RMS} o por encima de ésta, manteniendo al mismo tiempo F en un nivel igual o inferior a F_{RMS} , la Comisión debería seleccionar un TAC anual inferior, dependiendo del nivel de precaución que elija la Comisión para aplicarlo a la ordenación. Por ejemplo, un TAC de 13.000 t proporcionaría aproximadamente una probabilidad del 75% de mantener el stock en un nivel coherente con el objetivo del Convenio durante la próxima década y sería también coherente con el enfoque precautorio de ordenación de la pesquería (**Figuras 44 y 45**)

Atlántico sur

Hasta que se hayan llevado a cabo más investigaciones para reducir la elevada incertidumbre existente en las evaluaciones de la situación del stock del pez espada del Atlántico sur, el Grupo hace hincapié en que la captura anual no debería superar el RMS estimado de forma provisional. Considerando las incertidumbres no cuantificadas y las indicaciones contradictorias para el stock, el Grupo recomienda un enfoque de ordenación pesquera más precautorio, para limitar las capturas a los niveles medios recientes (~15.000 t), que se espera que mantengan las tasas de captura en su nivel actual.

9. Otros asuntos

De conformidad con la *Recomendación suplementaria de ICCAT para enmendar el programa de recuperación del pez espada del Atlántico norte* [Rec. 06-02], la próxima reunión de evaluación del stock de pez espada del Atlántico se celebrará en 2012.

10. Adopción del informe y clausura

El Grupo agradeció a los Drs. Travassos y Neilson el excelente trabajo realizado durante la reunión. Asimismo, el Grupo reconoció la inestimable ayuda de la Secretaría. Durante la reunión se llevó a cabo una revisión del informe en su totalidad y en las plenarias se abordaron temas importantes. El informe detallado fue adoptado durante la reunión del Grupo de especies del SCRS.

Referencias

- ANON. 2009a. Report of the 2008 ICCAT Yellowfin and Skipjack Stock Assessments Meetings (Florianópolis, Brazil, July 21 to 29, 2008). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 64(3):669-927.
- ANON. 2009b. Report of the 2008 Meeting of the Sub-Committee on Ecosystems (Madrid, Spain – March 10 to 14, 2008). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 64(7): 2295-2334.
- HAZIN, H.G., Hazin F., Travassos P., Carvalho F. C., and Erzini K., 2007. Standardization of swordfish CPUE series caught by Brazilian longliners in the Atlantic Ocean, by GLM, using the targeting strategy inferred by cluster analysis. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(6): 2039-2047.
- MCALLISTER, M.K., Babcock, E.A., Pikitch, E.K. and Prager, M.H., 2000. Application of a non-equilibrium generalized production model to South and North Atlantic swordfish: combining Bayesian and demographic methods for parameter estimation). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 51(5): 1523-1550.

TABLAS

Tabla 1. Capturas (t) estimadas del pez espada (*Xiphias gladius*) del Atlántico por zonas, artes y pabellones principales.

Tabla 2. Comparación de los informes de Tarea I con los datos registrados en los programas de documento estadístico de pez espada en la Secretaría. Los datos de los documentos estadísticos se convirtieron a peso vivo para estimar el peso total utilizando los factores de conversión indicados en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Factores de conversión aplicados para convertir el peso del producto de pez espada a peso en vivo.

Tabla 4. Captura por talla en número de ejemplares para los stocks de pez espada del Atlántico norte (a) y sur (b).

Tabla 5. Captura por edad en número de ejemplares para los stocks de pez espada del Atlántico norte (a) y sur (b).

Tabla 6. Cambio de porcentaje en la captura por edad (número de peces) para el stock de pez espada del Atlántico norte obtenido a partir de la matriz producida durante la evaluación de 2006.

Tabla 7. Índices de abundancia desarrollados para la evaluación de pez espada del Atlántico norte de 2009. También se indican las edades a las que se aplicó el índice y el modelo para el que se utilizó el índice. La variabilidad del índice se expresa como coeficiente de variación (CV) o error estándar (SE).

Tabla 8. Valores de entrada (CPUE estandarizada) utilizados como índices de abundancia relativa en el modelo de dinámica de poblaciones (ASPIC) para caracterizar el estado del pez espada del Atlántico sur (escalados a la media de solapamiento). La serie de Uruguay se dividió en dos periodos: 1982-1992 y 1983-2008.

Tabla 9. Valores de entrada del caso base ASPIC para el stock de pez espada del Atlántico norte.

Tabla 10. Resultados del caso base ASPIC para el stock de pez espada del Atlántico norte. Los intervalos se basan en 3.000 bootstraps del ensayo ASPIC con una estimación de valor, cuartiles 10%, 90% del índice de biomasa.

Tabla 11. Estimaciones de la biomasa determinista, mortalidad por pesca y valores relativos del modelo base ASPIC para el stock de pez espada del Atlántico norte 1950-2008. Los valores de biomasa representan las estimaciones al principio del año.

Tabla 12. Resultados del análisis retrospectivo del análisis del caso base ASPIC para el stock de pez espada del Atlántico norte.

Tabla 13. Resultados del estado del stock de pez espada estimado del Atlántico norte obtenidos del modelo BSP.

Tabla 14. Estimaciones del caso base VPA de la abundancia del pez espada del Atlántico norte a principios del año. La abundancia de la edad 1 a principios de 2009 no está estimada por el VPA y por lo tanto no aparece.

Tabla 15. Estimaciones del caso base VPA de las tasas de mortalidad por pesca del pez espada del Atlántico norte.

Tabla 16. Niveles de referencia estimados mediante ASPIC para los casos base y de sensibilidad y para cada ensayo con una flota individual para el pez espada del Atlántico sur.

Tabla 17. Percentiles de la distribución posterior del modelo solo con capturas, stock del Atlántico sur.

Tabla 18. Probabilidad estimada de $B \geq B_{RMS}$, $F \leq F_{RMS}$, y de mantenimiento del stock en una condición coherente con el objetivo del Convenio ($B \geq B_{RMS}$ y $F \leq F_{RMS}$) para capturas constantes indicadas y para los periodos indicados a partir del modelo del caso base ASPIC para el stock de pez espada del Atlántico norte.

Tabla 19. Probabilidad estimada de $B > B_{RMS}$, $F < F_{RMS}$, y de mantenimiento del stock en una condición coherente con el objetivo del Convenio ($B > B_{RMS}$ y $F < F_{RMS}$) para capturas constantes indicadas y para los periodos indicados en el modelo solo con capturas para el stock de pez espada del Atlántico sur.

FIGURAS

Figura 1. Captura total (Tarea I) y TAC de pez espada del Atlántico por stock.

Figura 2. Distribución geográfica de pez espada del Atlántico (1950-2007) por artes principales (a) y décadas (b).

Figura 3. Captura de pez espada del Atlántico por pabellón.

Figura 4. Captura por talla para el pez espada del Atlántico norte (1978-2008).

Figura 5. Captura por talla para el pez espada del Atlántico sur (1978-2008).

Figura 6. Pez espada del Norte: Tendencias anuales de la talla media del pez espada desembarcada medida por los observadores científicos a bordo de la flota de palangre pelágico estadounidenses, por zonas geográficas, en el Atlántico noroccidental (FEC, MAB, NCA, NEC, NED, SAB, SAR), el Golfo de México (GOM) y el mar Caribe (CAR). El gráfico inferior muestra la misma información medida como desviaciones anuales (en cm) para la talla media para cada zona (1990-2008). Las tendencias positivas indican el incremento en la talla media por año, las tendencias negativas indican un descenso en la talla media por año.

Figura 7. Captura por edad para el pez espada del Atlántico norte convertida a partir de la captura por talla basándose en la curva de crecimiento Gompertz unisex.

Figura 8. Diferencias en la captura por edad para el pez espada del Atlántico norte (1978-2005) producidas en 2009 a partir de la matriz de 2006. Estas diferencias son los resultados de las actualizaciones de los datos de captura por talla desde la evaluación anterior. Los valores negativos se muestran en el gráfico de burbujas (inferior) como esferas sin colorear.

Figura 9. Pez espada del Norte: Gráfico de mosaico que muestra la comparación de la fracción de muestreo cuando se utilizan todas las observaciones de palangre estadounidense: (A) con una fracción de muestreo tras filtrar los datos estadounidenses; (B) El eje x muestra el año desde los años setenta hasta 2008. El eje Y muestra la fracción de muestreo desde 0 a 100%. Las muestras estadounidenses (monofilamento) aparecen en rosa, UE-España (multifilamento) en verde azulado, UE-España (monofilamento) en marrón, Japón (superficie) en naranja, Japón (profundidad) en azul, Canadá (multifilamento) en verde, Canadá (monofilamento) en rojo.

Figura 10. Panel superior: índices de abundancia de biomasa combinados utilizados para los modelos ASPIC y BSP para el pez espada del Atlántico norte. El índice de base (azul) se obtuvo a partir de datos seleccionados del palangre pelágico estadounidenses. El índice de sensibilidad (rojo) incluye todos los datos de palangre pelágico estadounidense. Las líneas azules punteadas son los intervalos de confianza del 80% superiores e inferiores del índice de base. Panel inferior: expansión detallada del periodo reciente (1990-2008).

Figura 11. Pez espada del Norte: índices “unisex” específicos de la edad disponibles para el modelo VPA. No se utilizó el índice de edad cero, ya que el VPA se realizó en edades 1-5+.

Figura 12. Patrones en las tasas de captura estandarizadas en el tiempo para el pez espada del Atlántico sur procedentes de dos pesquerías de captura fortuita (las series de CPUE se han escalado a la media para los años de solapamiento).

Figura 13. Patrones en las tasas de captura estandarizadas en el tiempo para el pez espada del Atlántico sur procedentes de tres pesquerías dirigidas (las series de CPUE se han escalado a la media para los años de solapamiento).

Figura 14. Datos de pez espada del Atlántico norte utilizados como valores de entrada en ASPIC.

Figura 15. Biomasa relativa y absoluta y mortalidad por pesca de pez espada del Atlántico norte estimadas mediante el caso base ASPIC.

Figura 16. Comparación de las capturas y el TAC del pez espada del Atlántico norte en el periodo reciente.

Figura 17. Ajuste de los índices de abundancia del caso base ASPIC para el pez espada del Atlántico norte.

Figura 18. Estimaciones retrospectivas de niveles de referencia, con intervalos de confianza del 80%, obtenidas del ensayo de sensibilidad del caso base ASPIC para el pez espada del Atlántico norte.

Figura 19. Ensayo de sensibilidad: biomasa y mortalidad por pesca relativas del pez espada del Atlántico norte estimadas mediante el ensayo de sensibilidad de ASPIC utilizando el índice de abundancia de biomasa combinado que incluía todas las observaciones de las pesquerías pelágicas estadounidenses.

Figura 20 Ensayo de sensibilidad: comparación de las tendencias de la biomasa y la mortalidad por pesca relativas del pez espada del Atlántico norte estimadas mediante el caso base (línea continua) y un ensayo de sensibilidad (línea punteada) que incluía todas las observaciones de las pesquerías pelágicas estadounidenses.

Figura 21. Histogramas y distribuciones de frecuencia acumuladas de B_{2009}/B_{RMS} and F_{2008}/F_{RMS} estimadas a partir del caso base 2009 del pez espada del Atlántico norte. La zona sombreada en amarillo incluye la estimación en el punto de referencia de uno (B_{RMS} , F_{RMS}).

Figura 22. Pez espada del Atlántico norte: Resumen de la situación actual del stock de pez espada del Atlántico norte que incluye diferentes representaciones de los resultados de bootstrap del caso base de ASPIC: porcentaje, diagramas de fase (el punto rojo corresponde al resultado determinista) y trayectorias de la situación del stock para el periodo 1950-2008.

Figura 23. Pez espada del Atlántico norte: Comparación de las estimaciones de bootstrap del ensayo del caso base ASPIC (línea continua) con la distribución posterior del modelo de producción bayesiano (BPM, línea punteada) para las estimaciones de niveles de referencia para el pez espada del Atlántico norte.

Figura 24. Pez espada del Atlántico norte: Ajuste de la CPUE para el modelo de producción bayesiano (BPM) para el stock de pez espada del Atlántico norte.

Figura 25. Pez espada del Atlántico norte: Comparación de las tendencias de ratios de F y la biomasa a partir de del caso base ASPIC de 2006 y 2009.

Figura 26. Estimaciones del desove a medidos de años y del reclutamiento del caso base VPA para el pez espada del Atlántico norte.

Figura 27. Pez espada del Atlántico norte: Estimaciones de tasa de mortalidad por pesca y abundancia de pez espada del Atlántico norte de edades 1-5+ obtenidas del caso base VPA.

Figura 28. Pez espada del Atlántico norte: Valores observados frente a valores predichos de los índices (divididos por sus respectivas medias de las series) en escala logarítmica. Cuadrados, triángulos, círculos y rombos representan los índices de UE-España, Canadá, Japón y Estados Unidos.

Figura 29. Pez espada del Atlántico sur: índices de abundancia observados (línea azul) e índice estimado (línea roja) mediante el modelo de producción excedente (ASPIC) para el pez espada del Atlántico sur.

Figura 30. Trayectorias de la biomasa relativa (B/B_{RMS}) y mortalidad por pesca relativa (F/F_{RMS}) estimadas por ASPIC para el caso base para el pez espada del Atlántico sur.

Figura 31. Ensayos de sensibilidad para el pez espada del Atlántico sur: trayectorias de mortalidad por pesca relativa (F/F_{RMS}) (panel superior) y de la biomasa relativa (B/B_{RMS}) (panel inferior) estimadas mediante ASPIC para cada ensayo para las flotas a nivel individual para el pez espada del Atlántico sur. Constátese que no se han trazado las trayectorias para la flota de Taipei Chino ya que el modelo no convergía.

Figura 32. Pez espada del Atlántico sur: Trayectorias de la biomasa relativa (B/B_{RMS}) (panel superior) y mortalidad por pesca relativa (F/F_{RMS}) (panel inferior) estimadas mediante 500 bootstraps del caso base para el pez espada del Atlántico sur. Las líneas punteadas se corresponden con intervalos de confianza del 80%.

Figura 33. Distribución de frecuencias de talla de 500 bootstrap de biomasa del stock (panel superior) y mortalidad por pesca F (panel inferior) para el caso base del pez espada del Atlántico sur.

Figura 34. Pez espada del Atlántico sur: diagrama de fase de los resultados deterministas para el año terminal para el caso base y cada uno de los ensayos en flotas individuales para el pez espada del Atlántico sur. La flecha en la esquina superior izquierda indica que los valores de B_{2009}/B_{RMS} y F_{2008}/F_{RMS} para Japón y Taipei Chino son muy superiores a la gama cubierta por el gráfico.

Figura 35. Pez espada del Atlántico sur: Valores relativos para las distribuciones previas y posteriores (hilera inferior) para el Modelo sólo con capturas, ajustado a los datos de captura de 1950 a 2009 para el pez espada del Sur. Las distribuciones previas (cuadros punteados) y posteriores (cuadros lisos) se relativizaron para colocarlos en la misma escala. Los cuadros punteados para los niveles de referencia de ordenación son las distribuciones previas supuestas obtenidas desarrollando el modelo sólo con las distribuciones previas.

Figura 36. Pez espada del Atlántico sur: Distribuciones posteriores para RMS del modelo sólo con capturas ajustado a los datos de captura de 1950 a 2009 para el pez espada del Sur. Los ensayos 1 y 2 se refieren a los análisis realizados con diferentes supuestos para r , la tasa intrínseca de incremento de la población.

Figura 37. Pez espada del Atlántico sur: trayectorias para F a partir del modelo sólo con capturas para el pez espada del Atlántico sur, las líneas representan los percentiles 10%, 25%, 50%, 75% y 90% de la distribución posterior y los puntos el esfuerzo de palangre total para el Atlántico sur.

Figura 38. Pez espada del Atlántico sur: trayectorias para la ratio de biomasa superior a B_{RMS} obtenidas en el modelo sólo con capturas para el pez espada del Atlántico sur. Las líneas representan los percentiles 10%, 25%, 50%, 75% y 90% de la distribución posterior.

Figura 39. Pez espada del Atlántico sur: Resumen de la situación actual del stock de pez espada del Atlántico sur que incluye el nivel de incertidumbre en los conocimientos sobre el estado del stock. Condicionado sólo por las capturas, el modelo estimó una probabilidad del 0,77 de que el stock no esté sobrepescado ni experimentando sobrepesca.

Figura 40. Pez espada del Atlántico norte: Proyecciones de la mediana de la biomasa y de F relativas del stock, a partir del caso base ASPIC con diferentes escenarios de captura constante (10.000/15.000 t), para el stock de pez espada del Atlántico norte. Para 2009, se asumieron capturas iguales al promedio de capturas de 2006-2008 (11.515 t).

Figura 41. Pez espada del Atlántico norte: contornos de probabilidad de $B \geq B_{RMS}$ y $F \leq F_{RMS}$ para los escenarios de captura constante indicados a lo largo del tiempo. Las zonas rojas representan probabilidades inferiores al 50%, las amarillas entre el 50 y el 70% y las verdes por encima del 75%. Se representan también los contornos de probabilidad del 90, 75, 60 y 50.

Figura 42. Pez espada del Atlántico sur: Biomasa proyectada para diferentes niveles de captura.

Figura 43. Pez espada del Atlántico Sur: Contornos de probabilidad de $B > B_{RMS}$ y $F < F_{RMS}$ para los escenarios de captura constante indicados a lo largo del tiempo. Las zonas amarillas representan probabilidades entre el 50 y 75% y la verde por encima del 75%. Se representan también los contornos de probabilidad del 90 y 75. No hubo probabilidades inferiores al 50%.

Figura 44. Gráficos de Kobe para el pez espada del Atlántico norte que muestran la probabilidad de estar en uno de los cuadrantes del gráfico de Kobe. Las columnas corresponden a los escenarios (bajo, 09 y alto) y las hileras al TAC (10.000, 11.000, 12.000, 13.000, 14.000 y 15.000 t).

Figura 45. Gráficos de Kobe para el pez espada del Atlántico norte que muestran la mediana histórica del stock (línea negra) y la trayectoria proyectada (línea gris), los puntos corresponden a constataciones en 2019. Las columnas corresponden a los escenarios (bajo, 09 y alto) y las hileras al TAC (10.000, 11.000, 12.000, 13.000, 14.000 y 15.000 t).

APÉNDICES

- Apéndice 1.** Orden del día.
- Apéndice 2.** Plan de trabajo para el pez espada del Atlántico
- Apéndice 3.** Lista de participantes.
- Apéndice 4.** Lista de documentos.