

INFORME DE LA REUNIÓN DE EVALUACIÓN DE 2014 DEL STOCK DE PEZ ESPADA DEL MEDITERRÁNEO

(Heraclión, Grecia, 21 a 25 de julio de 2014)

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

La reunión se celebró en el Hotel Astoria en Heraklion, Grecia, del 21 al 25 de julio de 2014. El Dr. Josu Santiago, en nombre de ICCAT, inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes (el Grupo).

El Dr. George Tserpes (UE-Grecia), Presidente de la reunión, dio la bienvenida a los participantes y procedió a revisar el orden del día que fue adoptado con algunos ajustes (**Apéndice 1**).

La lista de participantes se adjunta como **Apéndice 2**. La lista de documentos presentados a la reunión se adjunta como **Apéndice 3**. Los siguientes participantes actuaron como relatores:

- Puntos 1, 6 y 7: Secretaría
- Punto 2: J. Neilson
- Punto 3: D. Die, J. Neilson
- Punto 4: L. Kell, E Babcock
- Punto 5: J. Santiago, M. Santos

2 Descripción y evolución de las pesquerías de pez espada del Mediterráneo

Las pesquerías de pez espada del Mediterráneo se caracterizan por contar con elevados niveles de captura. Cabe señalar que las capturas anuales medias declaradas (una media aproximada de 13.408 t desde 1988 hasta 2013) son similares a las del Atlántico norte, aunque el Mediterráneo es un cuerpo de agua mucho más pequeño comparado con el Atlántico norte. Sin embargo, la posible zona reproductiva del Mediterráneo es relativamente más grande que la del Atlántico. Además, se cree que la productividad de pez espada del Mediterráneo es muy elevada.

La pesca de pez espada se ha llevado a cabo en el Mediterráneo utilizando arpones y redes de deriva (redes de enmalle de deriva) al menos desde los tiempos de los romanos. Actualmente, con una elevada demanda de pez espada para consumo fresco, la pesca de pez espada se lleva a cabo en todo el Mediterráneo. Los mayores productores de pez espada en el Mediterráneo en años recientes (2003-2013) son UE-Italia (41%), Marruecos (14%), Grecia (9%), Túnez (8%) y UE-España (10%). Además, Argelia, UE-Chipre, UE-Malta, Túnez, y Turquía tienen pesquerías que se dirigen al pez espada en el Mediterráneo. Albania, Croacia, UE-Francia, Japón, Libia, Siria y Portugal también han comunicado capturas incidentales de pez espada. El Grupo reconoció que podría haber otras flotas capturando pez espada en el Mediterráneo, como por ejemplo, Egipto, Israel, Líbano y Mónaco, pero no se han comunicado datos a ICCAT o a la FAO.

Los desembarques totales de pez espada del Mediterráneo mostraron una tendencia ascendente durante el periodo 1965-1972, se estabilizaron entre 1973-1977 y después volvieron a retomar la tendencia alcista hasta alcanzar un punto máximo en 1988 (20.365 t). El fuerte incremento que se produjo entre 1983 y 1988 puede atribuirse en parte a la mejora en los sistemas nacionales de recopilación de estadísticas de captura. Desde 1988, los desembarques comunicados de pez espada en el Mediterráneo han descendido y, desde 1990, han fluctuado entre 10.000 y 16.000 t. En 2013, las capturas fueron de 11.254 t (Tarea I, **Tabla 1**).

En años recientes (2003-2013), los principales artes utilizados son los palangres de superficie (de media, representan el 84% de la captura anual) y la redes de enmalle. Desde 2012, las redes de enmalle se han eliminado. La **Figura 1** presenta la evolución de las capturas de acuerdo con el arte de pesca. El pez espada se captura también con arpones y almadrabas, y también como captura fortuita en otras pesquerías (palangres y redes de enmalle que se dirigen al atún blanco, cerco, etc.).

ICCAT ha llevado a cabo varias importantes iniciativas de ordenación en años recientes, y aquí se presenta un resumen de las medidas. ICCAT señaló en primer lugar su intención de proteger a los juveniles de pez espada en el Mediterráneo en 2003, cuando afirmó: "Con el fin de proteger a los peces espada pequeños, las Partes contratantes, Partes, Entidades o Entidades pesqueras no contratantes colaboradoras, adopten las medidas necesarias para reducir la mortalidad de los peces espada juveniles en todo el Mediterráneo" [Rec. 03-04]. La

Recomendación se hizo más explícita en la Rec. 07-01, donde se estableció una veda de un mes: Queda prohibida la pesca de pez espada en el Mediterráneo durante el periodo del 15 de octubre al 15 de noviembre de 2008. La Rec. 08-03 ampliaba el periodo de veda desde el 1 de octubre al 30 de noviembre. El periodo de veda se amplió en la Rec. 11-03, que afirmaba: "El pez espada del Mediterráneo (como especie objetivo o captura fortuita) no se podrá capturar, retener a bordo, transbordar o desembarcar durante el periodo del 1 de octubre al 30 de noviembre, y durante un periodo adicional de un mes, entre el 15 de febrero y el 31 de marzo". Más recientemente, la Rec. 13-04 reafirmaba este periodo de veda.

Respecto a las tallas mínimas, la Rec. 11-03 establecía una talla mínima que prohibía retener a bordo, transbordar, desembarcar, transportar, almacenar, vender, exponer u ofrecer para su venta pez espada del Mediterráneo que mida menos de 90 cm LJFL o, como alternativa, que pese menos de 10 kg de peso vivo o 9 kg de peso eviscerado o 7,5 kg de peso eviscerado y sin agallas. Sin embargo, las CPC podrán conceder tolerancias a los buques que hayan capturado incidentalmente peces pequeños por debajo de la talla mínima, con la condición de que esta captura incidental no supere:

- el 10% en peso y/o en número de los ejemplares, por desembarque, de la captura total de pez espada de dichos buques (en 2012).
- el 5% en peso y/o en número de los ejemplares, por desembarque, de la captura total de pez espada de dichos buques a partir de 2013.

La reglamentación de talla mínima fue reafirmada y ampliada para la temporada de pesca de 2013 en la Rec. 13-04.

En 2003 se estableció una prohibición del uso de redes de enmalle a la deriva dentro del Mediterráneo [Rec. 03-04], pero el total cumplimiento de esta reglamentación se produjo varios años más tarde. La Rec. 09-04 establecía una lista de buques pesqueros autorizados a pescar pez espada del Mediterráneo. Más recientemente, se han producido también restricciones al número de anzuelos que pueden llevar los palangreros individuales (2800 máximo), al tamaño del anzuelo (no inferior a 7 cm de altura) y a la longitud del palangre (55 km). Estas restricciones se establecieron para 2012 [Rec. 11-03] y permanecieron en vigor para 2013 [Rec. 13-04].

Descripciones de las pesquerías de los participantes en el Grupo de trabajo

Los científicos que participan en el Grupo de trabajo proporcionaron un resumen de los recientes desarrollos en las pesquerías, incluidas medidas de ordenación nacionales (añadidas a las medidas de ICCAT descritas más arriba). La **Figura 2** muestra las zonas del Mediterráneo consideradas en las descripciones de las pesquerías que se dan a continuación.

El Grupo de trabajo se mostró satisfecho por la buena participación de las CPC enumeradas a continuación, que representa una considerable mejora en comparación con la última reunión de evaluación de stock. Juntas, las capturas asociadas con estos países representan aproximadamente el 95% de la captura total de 2013 de pez espada del Mediterráneo.

Argelia

La pesca de pez espada en Argelia es una actividad bien establecida y aproximadamente 303 barcos pequeños con una eslora de ≥ 9 m participan en la pesquería. El arte pesquero más común utilizado en la pesquería dirigida es el palangre de superficie, con algunas capturas incidentales de pez espada realizadas por los arrastreros y los cerqueros. La longitud del palangre varía entre 3000 y 6000 m, y el número de anzuelos depende de la longitud de la línea madre. En general, los pescadores llegan a los caladeros aproximadamente al ocaso tras 3 a 4 horas de tránsito. El palangre de superficie flota con la corriente casi 4 h, y la profundidad de pesca es de aproximadamente 200 m.

La pesquería es estacional por naturaleza y debido a los cierres de ICCAT y al clima, la flota opera solo 4-5 meses del año. La captura media anual del palangre en los últimos cinco años es de aproximadamente 420 t, pero se producen importantes variaciones de año en año. La mejor temporada para dirigirse al pez espada es el periodo de junio a septiembre.

Argelia ha implementado las medidas de ordenación de ICCAT descritas anteriormente.

El GT revisó el SCRS/2014/095, que proporcionaba más detalles de la pesquería de Argelia desde 2003 hasta 2013. El Grupo observó que existían algunas discrepancias importantes entre los datos de captura de Tarea I de Argelia y la información presentada en el documento de trabajo. Se solicitó a los autores que solventaran las diferencias y prepararan un informe para la próxima reunión del Subcomité de Estadísticas del SCRS. La información oficial de los desembarques podría corregirse también si fuera necesario.

UE-Grecia

La flota de pez espada de Grecia opera en toda la cuenca del Mediterráneo oriental utilizando exclusivamente palangres de deriva. En 2013, aproximadamente 160 buques participaron activamente en la pesquería de pez espada. La mayoría participa en la pesquería ocasionalmente, principalmente durante los meses de verano. La temporada de pesca de pez espada sigue las vedas temporales establecidas por ICCAT y se requiere una licencia especial para que un barco pesquero comercial pueda pescar pez espada.

El pez espada representa la mayoría de las capturas de grandes pelágicos de las flotas pesqueras de Grecia y, conforme a los registros de ICCAT, Grecia se encuentra entre los más importantes productores en el Mediterráneo. La producción de pez espada durante la temporada de pesca de 2013 se estimó en 1730 t, cifra que se encuentra entre las mayores de la pasada década. Las tasas estimadas de CPUE reflejaron también esta producción relativamente mayor.

Grecia ha implementado las medidas de ordenación de ICCAT descritas anteriormente.

UE-Italia

Italia cuenta con una larga tradición histórica en la pesquería de pez espada, reflejada por el desarrollo de varias pesquerías en tiempos más recientes. De hecho, Italia cuenta con una importante flota de palangreros que realiza la mayor parte de la captura, mientras que los pocos buques de arpón que aún siguen activos en el estrecho de Messina, las almadrabas, la pesquería deportiva y algunos otros artes de superficie realizan capturas menores. La estructura de la flota italiana ha sufrido grandes cambios después de la prohibición de las redes de deriva, porque Italia tenía la flota de redes de deriva más numerosa del Mediterráneo y no ha sido fácil aplicar y ejecutar la nueva reglamentación debido a la fuerte tradición existente.

La flota de palangre está muy extendida por los diversos mares que rodean Italia, concentrándose más en las regiones del sur. Los caladeros presentan una moderada variabilidad anual, dependiendo en su mayoría de factores oceanográficos. La mayoría de los buques son palangreros pequeños a medianos distribuidos en un gran número de bahías, que generalmente explotan los caladeros locales. Cuentan con licencias para diferentes artes (palangre, trasmallo, red de enmalle de fondo, etc.) y presentan una actividad estrictamente estacional, cambiando de un arte a otro de acuerdo con las temporadas y las oportunidades de pesca. Otros buques, de tamaño mediano-grande, generalmente realizan una actividad más centrada, dirigiéndose alternativamente al pez espada y al atún blanco o al atún rojo y cubriendo diversas zonas del Mediterráneo. Algunas flotas están activas todo el año, aunque la mayoría de los buques están activos desde primavera hasta principios de otoño.

La pesquería se ha visto enormemente afectada por el aumento en el precio del combustible, el cebo y el equipamiento técnico y por el descenso simultáneo en el precio del producto.

La pesquería de palangre ha cambiado considerablemente en los últimos cinco años. Desde 2009-2010, se ha introducido gradualmente el palangre mesopelágico en casi todas las flotas de pez espada italianas, lo que ha conducido a un aumento en las capturas de ejemplares más grandes y descensos en las capturas de juveniles. El arte de palangre mesopelágico se cala más profundamente y durante periodos más largos de tiempo en comparación con el enfoque tradicional de las pesquerías italianas. El nuevo enfoque predomina ahora en las pesquerías de palangre italianas. Esto es especialmente destacable, ya que estas pesquerías se encuentran entre las más grandes de la zona del stock, y los cambios tienen implicaciones para el uso de tasas de captura como índices de abundancia en la evaluación de stock. El Grupo recibió detalles sobre los nuevos desarrollos en varios documentos de trabajo que se resumen a continuación.

El SCRS/2014/100 presentaba los efectos de la introducción del nuevo palangre mesopelágico en la pesquería del mar de Liguria desde 2010, sustituyendo al tradicional palangre de superficie. Los resultados presentaban un aumento importante de la talla media del pez espada y la CPUE nominal, con un descenso de la captura fortuita para los dos primeros años (2010 y 2011). En 2012 se consignó un descenso sustancial, tanto de la talla media como de los valores de la CPUE, seguido de una pequeña recuperación en 2013. La introducción de este nuevo

arte reveló la inesperada presencia de una parte de la población de pez espada, compuesta por grandes reproductores, hasta ahora solo parcialmente explotada por la pesca comercial.

El SCRS/2014/106 documentaba los resultados de un estudio de la composición de la captura de la flota pesquera italiana desde 2007 a 2013. Los datos fueron recopilados en diversos puertos de desembarque alrededor de la costa italiana y en el mar siguiendo las metodologías de ICCAT. Para cada muestra, se midió la longitud mandíbula inferior-horquilla (LJFL) y el peso vivo (RWT). Para los peces eviscerados, el peso vivo se estimó usando los factores de conversión de ICCAT para el pez espada del Mediterráneo. Cuando fue imposible medir el peso, se realizó una estimación usando la relación talla-peso para el pez espada del Mediterráneo. Con el fin de estimar la edad de cada muestra, se recogió el segundo radio de la aleta anal. La determinación del sexo de los peces, cuando fue posible, se llevó a cabo mediante inspección visual de las gónadas durante la operación de eviscerado. Durante el periodo 2007-2013 fueron muestreados 27.530 peces: el mayor número de muestras procede de la zona del mar Tirreno, y otras dos zonas importantes fueron el Adriático y los estrechos de Sicilia. Considerando el periodo 2007-2013, la tendencia general en la captura total es negativa. Desde 2004, el porcentaje de capturas "sin clasificar" empieza a disminuir, y prácticamente ha desaparecido en los dos últimos años.

Se midieron 27.530 peces (el máximo número, 6.382 en 2008 y el mínimo, 1.353, en 2011). Las muestras fueron agrupadas por clase de talla (5 cm). El 98% de los peces espada capturados están entre 80 y 190 cm, con una talla media de 140 cm. El porcentaje de ejemplares de talla inferior a la regulada es muy bajo para cada año (máximo de 8% en 2007) y descendió de forma general desde 2007 a 2013. Las muestras observadas por sexo durante el periodo 2010-2013 fueron 1.865 (810 hembras y 1.055 machos). Las clases de talla más representada estaban entre 120 y 175 cm: estas clases reúnen el 78% de las capturas totales de machos y el 57% de las hembras. Las hembras eran relativamente más numerosas en las clases de más de 175 cm (22% del total de las hembras en comparación con el 12% del total de las capturas de machos). La media general es de 160 cm para las hembras y 140 cm para los machos. Las muestras recopiladas para determinar la edad fueron 752: aproximadamente el 90% de las muestras pertenecen a las clases 2 a 6. Considerando el sexo, existen algunas diferencias entre machos y hembras: respecto a los machos, las clases de edad más representadas eran las 2 a 5. El mayor número de hembras se encuentra entre las edades 2 a 7. Para el periodo 2007-2009, los datos no están disponibles.

El documento SCRS/2014/111 se centraba en una descripción de la nueva forma de palangre, mencionado por los autores como semipelágico o mesipelágico. Desde la prohibición de la pesquería de redes de enmalle de deriva ("spadara") ocurrida en 2002, la pesquería italiana de pez espada utiliza solo palangres pelágicos. Algunos pescadores han modificado gradualmente el palangre pelágico de superficie tradicional para convertirlo en un arte de pesca semipelágico que ha demostrado ser muy eficaz y que ha sido gradualmente adoptado por la mayoría de la flota italiana de palangre pelágico. Durante 2012 se llevó a cabo un proyecto para examinar este fenómeno, comparando también la distribución por tallas de la captura y las prácticas pesqueras de los dos artes diferentes, el palangre de superficie tradicional y el palangre semipelágico.

Se estimó que aproximadamente 800 "palangreros de deriva" se dirigen principalmente al pez espada. Se seleccionó una muestra de 352 buques para recopilar información acerca del uso del arte, y se seleccionó una submuestra de 26 buques para recopilar datos de captura. Los principales parámetros biométricos de las capturas se recopilaron durante el muestreo, así como los datos técnicos relacionados con los artes pesqueros y otra información pertinente. En Italia, al menos 800 "palangreros pelágicos" se dirigen principalmente al pez espada. Los buques se distribuyen principalmente en el mar Tirreno, encontrándose el grueso de la flota alrededor de las costas sicilianas (mares Tirreno y Jónico), el estrecho de Messina, el canal siciliano y el mar Adriático meridional.

A pesar de que la técnica de pesca semipelágica es, con mucho, la más utilizada, la mayoría de los buques utilizan ambos artes dependiendo de las condiciones del mar, la temporada y las oportunidades de pesca. El palangre de superficie es más fácil de manejar y más rápido en la actividad pesquera (menor tamaño y menos tiempo de calado); puede ser utilizado por barcos más pequeños y más cerca de la costa (pesca en las capas de superficie) y ejerce su principal esfuerzo durante las horas nocturnas.

El palangre semipelágico supone a menudo mayor duración del lance, requiere más profundidad y distancia de la costa. Pesca todo el día utilizando un volumen considerable de la columna de agua. Por lo general, se cala más de un arte durante la misma marea, y así puede desplegarse un mayor esfuerzo pesquero.

Un total de 2070 ejemplares (LJFL entre 81,8 y 235,0 cm, talla media 121,73 cm) fueron muestreados en tres puertos. El palangre semipelágico captura normalmente peces espada más grandes pero también un rango de tallas más amplio, mientras que las capturas del palangre de superficie están más limitadas a tallas medias y pequeñas. Los valores de la CPUE, en términos kg/1000 anzuelos, son de 141,8 kg en el muestreo general, con valores parciales de 174,8 para el palangre semipelágico y de 78,5 para el de superficie.

Italia ha implementado las medidas de ordenación de ICCAT descritas anteriormente.

UE-España

La pesquería española en el Mediterráneo que dirige su actividad al pez espada se realiza con palangres de superficie y palangres "piedra-bola". El pez espada se captura también de forma estacional, en pequeñas cantidades, como captura fortuita en los palangres que se dirigen tanto al atún rojo como al atún blanco. La captura total de pez espada en 2013 ascendió a 1.607 t, comparable con las de los años más recientes de la pesquería. La pesquería de palangre de superficie ha permanecido bastante estable en lo que se refiere al esfuerzo pesquero, al número de buques que participan en la pesquería, así como a sus características técnicas (de media, eslora de 11 m, CV 145 y TRB 25).

La pesquería española de palangre dirigida al pez espada en el Mediterráneo está regulada según las recomendaciones de ICCAT descritas anteriormente.

Marruecos

La pesquería marroquí de pez espada en el Mediterráneo lleva operando desde 1983. Con la introducción en la zona de las redes de deriva a principios de los 90, la pesquería tuvo una importante expansión durante esta década. Desde 2008, las capturas del Mediterráneo se han visto significativamente reducidas debido a la implementación del plan nacional para prohibir las redes de deriva, como consecuencia de la Recomendación de ICCAT [Rec. 03-04].

Después de la prohibición total del uso de redes de deriva en aguas marroquíes desde 2012, el pez espada es la especie objetivo de palangreros en el Mediterráneo, especialmente en el estrecho de Gibraltar (**Figura 2**). La temporada de pesca es desde agosto hasta septiembre y desde diciembre a enero, con un pico en diciembre. Las almadrabas y el cerco también realizan ocasionalmente capturas menores de esta especie.

Tras el pico en los desembarques de 4.900 t registrado en 1997, las capturas de pez espada han mostrado un descenso continuo desde 2005 y ascendieron a 770 t en 2013. La captura media durante el periodo 2012-2013 fue de aproximadamente 786 t, lo que representa un descenso de aproximadamente el 44% respecto al periodo 2009-2011. Esta importante reducción en las capturas totales se debe a la prohibición completa de las redes de deriva desde 2012.

En la última década, la talla media de los peces desembarcados en el estrecho de Gibraltar no mostró ninguna tendencia clara, permaneciendo relativamente estable en torno a los 145 cm (45 kg).

Además de las medidas de ordenación de ICCAT ya descritas, Marruecos ha establecido la congelación del esfuerzo pesquero mediante la suspensión de las inversiones para la construcción de buques desde 1992 (Circular nº 3887 del 18 de agosto de 1992). Marruecos ha implementado una talla mínima de 125 cm hasta 2011 inclusive, pero para 2012 y posteriormente se ha implementado la nueva talla mínima de ICCAT [Rec. 11-03].

Túnez

El pez espada es una importante especie económica para Túnez. La producción nacional es de aproximadamente 1000 t desde 2003. La principal temporada de pesca es el verano. El palangre de superficie es el tipo de arte más utilizado. Hay 466 buques autorizados a capturar pez espada (año 2013). Esta flota desembarca en 20 puertos. El principal puerto se encuentra en el norte. Sin embargo, la región oriental cuenta con la mayor parte de la flota (62%). Los buques oscilan entre 5 y 20 m, el tonelaje de registro bruto oscila entre 1,7 y 49 t y la potencia del motor (CV) entre 30 y 500 cv.

Las reglamentaciones pesqueras siguen las recomendaciones de ICCAT descritas anteriormente. En el SCRS/2014/109 se pueden encontrar más detalles sobre la pesquería tunecina de pez espada. En su revisión, el

Grupo advirtió algunas diferencias entre la Tarea I y la información sobre desembarques incluida en el SCRS/2014/109, pero las discrepancias eran menores (en torno al 2%).

Turquía

La pesquería turca de pez espada en el Mediterráneo data de principios del siglo XVII. La pesquería en Turquía se lleva a cabo en el mar Egeo y el Mediterráneo oriental. Aunque en el Egeo septentrional se ha usado el arpón, el palangre se usa en el mar Egeo y en el Mediterráneo oriental. No obstante, algunos peces espada son capturados de forma incidental por el cerco como captura fortuita. Aproximadamente 150 buques participaron en la pesquería de pez espada y la mayoría de ellos son inferiores a 20 m LOA. Esta pesquería se lleva a cabo 6-7 meses por año debido a las vedas y las condiciones meteorológicas.

La captura anual es variable, oscilando entre 7 t en 1976 y 589 t en 1988. El volumen total de captura en 2012 fue de 79,7 t, y aumentó ligeramente a 96,8 t en 2013, pero ha habido un considerable descenso en la captura total de pez espada que puede atribuirse al final de la pesquería de redes de enmalle.

Turquía ha implementado las medidas de ordenación de ICCAT descritas anteriormente. Además, Turquía ha implementado una talla mínima de desembarque de 125 cm LJFL.

Resumen de las pesquerías nacionales

Está claro a partir de las descripciones de las pesquerías presentadas aquí que la pesquería de pez espada del Mediterráneo soporta varias pesquerías nacionales importantes con un número significativo de buques activos. Sin embargo, el Grupo indicó que el número de buques incluidos en la lista de ICCAT (Registro ICCAT de buques de SWO-MED), establecido conforme a la Rec. 11-03, que contiene una lista de ICCAT de buques autorizados a pescar pez espada en el Mediterráneo es, a menudo, mayor que el número de buques activos autorizados por las CPC a pescar pez espada del Mediterráneo en 2013.

CPC de ICCAT	Buques autorizados en 2013
Argelia	303
UE-Chipre	NA
UE-España	70
UE-Francia	NA
UE-Grecia	160
UE-Croacia	NA
UE-Italia	1944*
UE-Malta	NA
UE-Portugal	NA
Marruecos	NA
Túnez	Aproximadamente 460
Turquía	100
Total	2990

(*) De conformidad con las actuales disposiciones internacionales y de la UE, se dispone de datos de cuadernos de pesca para 1944 buques de L.O.A. > 10 t, 264 buques con capturas declaradas en el cuaderno de pesca para 2013.

La lista anterior refleja la información disponible para el Grupo en el momento de la evaluación y, como se indica, es una subestimación del número de buques activos que participa en la pesquería del Mediterráneo.

3 Actualización de información básica: pez espada

3.1 Nueva información biológica

El Grupo revisó el SCRS/2014/110, que presentaba los resultados de un estudio de crecimiento de pez espada en el estrecho de Gibraltar basado en datos de frecuencia de tallas mensuales recopilados en la pesquería de redes de deriva marroquíes durante el periodo 2006-2011. Los parámetros de crecimiento se estimaron por medio de un análisis de progresión modal (MPA), utilizando los métodos Bhattacharya y NORMSEP.

Se descubrió que el patrón de crecimiento del pez espada en el estrecho de Gibraltar era muy similar al obtenido en pasados estudios en zonas del Mediterráneo (Tserpes y Tsimenides 1995). Dadas las diferencias existentes de crecimiento entre el pez espada del Atlántico y del Mediterráneo, esto sugiere que la mayoría de los peces capturados en esta zona es más probable que pertenezcan al stock del Mediterráneo. Sin embargo, son necesarios más estudios para identificar el grado de mezcla entre los stocks.

El Grupo recordó que en otro documento reciente (Akyol y Ceyhan 2013) se obtuvieron resultados comparables a partir de la determinación directa de la edad utilizando secciones de las espinas de la aleta anal.

Teniendo en cuenta el acuerdo general en los estudios de edad y de crecimiento disponibles, las ecuaciones de crecimiento adoptadas por el Grupo continúan siendo las desarrolladas por Tserpes y Tsimenides (1995). Además, dada la coherencia de los resultados de los diversos estudios de edad y crecimiento, el Grupo llegó a la conclusión de que el trabajo de modelación debería reflejar un elevado grado de certidumbre en los parámetros de crecimiento estimados.

Ya que no se presentó información sobre otros parámetros biológicos, el Grupo utilizó los mismos datos de entrada utilizados en la evaluación de stock de 2010. A continuación se proporciona un resumen de los parámetros biológicos utilizados por el Grupo:

Parámetro	Media	CV	Distribución	Descripción	Fuente
M	0,206	0,25	lognormal	Mortalidad natural (1/año)	McAllister (2014)
Linf	238,58	0,1	lognormal	talla asintótica de Von Bertalanffy	Media Manual de ICCAT CV: Grupo de trabajo
K	0,185	0,1	normal	parámetro de crecimiento von Bertalanffy	Media Manual de ICCAT CV: Grupo de trabajo
t0	-1,404	0,2	normal	talla a edad cero de Von Bertalanffy	Media Manual de ICCAT CV: Grupo de trabajo
a)	8.90E-07	0,1	lognormal	Parámetro de peso por talla	Media: Manual de ICCAT CV: McAllister (2014)
b	3,554738	0,1	normal	Parámetro de peso por talla	Media: Manual de ICCAT CV: McAllister (2014)
L50	142	0,2	lognormal	Talla en el 50% de madurez	Media: Manual de ICCAT CV: McAllister (2014)
d	0,2	0,2	lognormal	Parámetro de la ojiva de madurez logística	Grupo de trabajo
h	0,83	0,14	Beta	Inclinación $h=0,2 + 0,8 \text{ Beta}(5,86, 1,59)$	McAllister (2014)

3.2 Captura, esfuerzo, talla por edad y captura por edad

Al inicio de la reunión la Secretaría presentó la información más actualizada disponible para el stock de pez espada del Mediterráneo. Esto cubre la captura nominal de Tarea I (TINC), la captura y esfuerzo de Tarea II

(T2CE) y las frecuencias de talla de Tarea II (T2SZ). Desde la evaluación de 2010 no se dispone de nuevos datos de marcado convencional.

Capturas de Tarea I

La **Tabla 1** presenta la tabla resumen completa de SWO-MED. Los valores para 2013 son preliminares. El Grupo de trabajo constató que los datos de captura disponibles parecían ser completos. El Grupo consideró que el valor para Túnez podría reflejar una estimación teniendo en cuenta las capturas de años recientes y solicitó que se verificaran estos valores. Posteriormente, el representante de Túnez informó al Grupo de que los datos comunicados eran, de hecho, estimaciones. El científico de Argelia señaló discrepancias entre las capturas de Argelia de Tarea I y los valores comunicados en sus informes nacionales. Se recomendó que el corresponsal estadístico de Argelia revise, actualice y presente al Subcomité de estadísticas la Tarea INC, presentada por año y tipo de arte, para 2008-2010. El Grupo también constató que las capturas de 2012 para Italia (otro arte de superficie) no fueron comunicadas. Con miras a la evaluación, se asumió que la captura de 2012 para Italia (otro arte de superficie) era la media de 2010, 2011 y 2013 (718 t).

En 2013, el rendimiento total del stock aumentó hasta 12164 t, lo que supone un incremento de aproximadamente el 23% en comparación con 2012, que fue la menor captura anual desde 1983.

La **Figura 1** muestra las tendencias de captura anuales de TINC por año y arte principal. En la evaluación de stock anterior, se indicó que el stock de SWO-MED se encuentra entre los stocks con mayores capturas de TINC con arte "sin clasificar". Aunque dichas capturas no son un componente importante en años recientes, sigue habiendo rangos de años en los que importantes capturas aparecen designadas como arte "sin clasificar". Los científicos nacionales de las CPC pertinentes deberían hacer un esfuerzo para discriminar las capturas de TINC por arte para los periodos en cuestión. La **Figura 1** presenta también el aumento de importancia del componente de palangre.

Tarea II (captura-esfuerzo y muestras de talla)

El catálogo detallado de T2CE se presenta en la **Tabla 2**. Aunque hay algunas ausencias significativas de la información sobre talla (por ejemplo UE-Italia en 2013), el Grupo observó una mejora general en la disponibilidad de datos en los años más recientes.

La Secretaría presentó un resumen de la derivación de los datos de captura por talla y captura por edad en el SCRS/2014/170, que se reproduce a continuación.

Datos y métodos

Los datos de Tarea II del pez espada del Mediterráneo comprenden información sobre talla desde 1975 hasta 2013, con algunas observaciones de talla de 1961. Sin embargo, el número de muestras de talla aumentó solo después de 1994, con el mayor pico en 2010. Las CPC han enviado la CAS desde 1991 y representa el 90% de la información disponible (**Figura 3**). Las CPC del Mediterráneo han enviado datos de talla y de CAS, así como al menos 17 tipos diferentes de artes pesqueros (**Figura 3**). Once CPC han enviado muestras de talla y solo 5 la CAS (UE-Chipre, UE-Italia, UE-España, UE-Malta y Marruecos). La longitud mandíbula inferior a la horquilla (LJFL) es la principal medida de talla comunicada (99%), pero también hay algunas muestras de frecuencias de peso (WGT, 1213 observaciones). En conjunto, se dispone de un total de 754.534 mediciones de talla y 2.916.005 de captura por talla para el pez espada del Mediterráneo. La talla oscila entre 11 y 295 LJFL cm, las tallas por encima de 450 cm fueron consideradas datos atípicos y excluidas de cualquier otro análisis (2 observaciones).

La **Figura 4** muestra las distribuciones de talla de las muestras de talla y los datos de CAS. En conjunto, ambos tipos de datos muestran información similar, la tendencia central y la varianza son similares, las distribuciones muestran una distribución asimétrica a la izquierda con un pico en la talla 105-110 LJFL, ampliándose desde 60 a 220 cm LJFL. Se declararon seis artes pesqueros principales con capturas de pez espada, palangre (LL), cebo vivo (BB), almadraba (TRP), redes de enmalle (GN), arpón (HRP), liñas de mano (HND) y arte desconocido (UNK). Los datos de Tarea II incluyen otras variables como pabellón, flota, zona del puerto y periodo. La mayoría de los datos se comunican con el mes de captura, sin embargo, algunas observaciones se comunican en estratos trimestrales o semestrales. Para los últimos, los datos se asignaron a la mitad del mes del correspondiente trimestre o semestre.

La **Figura 5** muestra la distribución de tallas del pez espada del Mediterráneo por año desde 1975 en adelante. Para los primeros años, desde 1975 hasta 1984, la talla media de los peces era superior a la media global, a pesar del número limitado de observaciones. Desde 1987, la distribución de tallas del pez espada del Mediterráneo ha permanecido bastante estable, con una media de aproximadamente 110 cm LJFL, sin embargo, los histogramas anuales presentan diferencias en la extensión y forma de las distribuciones.

Un diagrama de mosaico del año frente al mes indicaba que se dispone de muestras de talla para todos los meses, excepto en los primeros años y en años más recientes. Desde 2010 en adelante, las muestras de talla son principalmente de los meses de agosto y septiembre (**Figura 6**). Los diagramas de cajas de las tallas por mes indican algún patrón estacional, con peces más grandes capturados en mayo y junio en comparación con el resto de los meses (**Figura 6**). Existen también diferencias en la distribución de tallas por tipo de arte (**Figura 7**). El arpón captura peces más grandes, a pesar de que se dispone de pocas muestras, por otra parte, el palangre y las redes de enmalle capturan peces más pequeños.

Captura por talla y estimación de la edad

El principal propósito de los datos de entrada de frecuencias de tallas es facilitar información a los modelos de evaluación sobre la distribución por tallas y edades de la captura. Esto asume que los datos de frecuencias de tallas son representativos de la captura de la flota. En los modelos en que los datos de entrada son la composición por edades, normalmente la matriz de CAA de entrada se estima a partir de la CAS combinada de todas las flotas. Para el pez espada del Mediterráneo, la CAA ha sido generada a partir de la CAS total, si una CPC comunica la CAS para sus flotas, esta información es la entrada principal para la CAS global, si solo se proporcionaron muestras de frecuencias de tallas, dichas muestras se extrapolaron para estimar la CAS total para una determinada flota en particular, o cuando no se dispone ni de CAS ni de datos de talla, se usan datos de frecuencias de tallas de sustitución siguiendo las recomendaciones previas del Grupo de especies de pez espada. En general, las sustituciones son de flotas con arte-zona comparable. Las tablas de sustitución aplicadas a la información de CAS están disponibles en la Secretaría de ICCAT. La **Figura 8** resume el nivel de sustituciones para el periodo 2006-2013. Por último, la CAS se comparó con la captura declarada de Tarea I por pabellón/flota, la conversión de número de ejemplares a rendimiento utilizaba la actual relación talla peso (Mejuto y De la Serna, 1993) para el pez espada del Mediterráneo y se observó un buen acuerdo.

Utilizando la actual relación de edad por talla adoptada para el pez espada del Mediterráneo (Tserpes y Tsimenides, 1995) se construyó una matriz de CAA utilizando un algoritmo simple de separación de edades aplicado a la matriz de CAS mensualmente comunicada. La determinación de la edad se realizó sobre el rango de tallas desde 30 a 290 cm, en intervalos de 1 cm, siendo el intervalo de 290 cm un grupo plus, y estimando la distribución por edades desde las edades 0 a 19 plus. La **Tabla 3** muestra la matriz de CAA estimada y la **Figura 9** la distribución de edades por año.

Los autores del SCRS/2014/170 indicaron que la comparación de las muestras de talla con la CAS proporcionada por las CPC muestra distribuciones y valores de la tendencia central muy similares. Este resultado indica que la CAS y/o los datos de frecuencias de tallas son representativas de las pesquerías, observando sin embargo que las CPC que presentaron tanto los datos de CAS como de frecuencia de tallas están utilizando probablemente los datos de talla para estimar su CAS.

En 2010, se presentó una comparación de la CAA estimada por dos procedimientos (Kell y Kell, 2010). Los métodos fueron una inversión del modelo de crecimiento de von Bertalanffy comparable al método de separación de edades usado en este análisis y un procedimiento estocástico ALK. Concluyeron, basándose en el modelo estocástico, que la separación de edades subestima las proporciones de edad de los peces más jóvenes. La CAA actual indica que aproximadamente el 80% de las capturas corresponden a edades 0 a 4, siendo las edades 1 y 2 las más predominantes (**Figura 9**). Por último, las estimaciones de peso medio por año muestran una tendencia bastante estable para la mayoría de las edades, excepto el grupo plus (**Figura 10**).

3.3. Índices de abundancia relativa

Durante la reunión, se elaboraron nueve índices de abundancia relativa para considerarlos en la evaluación (**Tabla 4**). Uno de estos índices, el índice de la pesquería de redes de enmalle sicilianas calculado para el periodo 1990-2009 por Terpes *et al.* (2011) fue presentado en la evaluación anterior. El índice no ha sido actualizado porque la prohibición de redes de deriva ha eliminado la pesquería y no se dispone de nuevos datos. El Grupo discutió el hecho de que este índice podría estar sesgado porque incluye años (2002-2009) durante los cuales estaba en vigor la prohibición. El Grupo sospecha que durante este periodo la distribución y la calidad de los

informes de captura individuales, y por tanto los datos usados para el índice, podrían estar afectados por el cambio de ordenación hasta el punto de hacer que el índice no sea fiable. El Grupo decidió por tanto usar solo el índice para el periodo 1990-2001 en la evaluación.

Se examinó un segundo índice de CPUE histórico, correspondiente a la pesquería del Jónico septentrional (De Metrio *et al.* 1999). Este índice presenta una serie de CPUE nominal para un único puerto pesquero italiano, pero es muy valioso en la medida en que presenta el registro más antiguo, de 1978, de tasas de captura de palangre de pez espada para el Mediterráneo. El Grupo discutió la utilidad de este índice pero mostró su inquietud por el hecho de que no está estandarizado, por lo tanto decidió usarlo solo para el análisis de sensibilidad. Sería importante intentar recuperar los datos originales y estandarizar la CPUE para esta serie.

Cuatro de los otros índices de abundancia relativa presentados eran actualizaciones de índices previamente presentados (palangre griego 1987-2013, palangre siciliano 1991-2009, redes de enmalle marroquíes 1999-2011 y palangre español 1988-2013) y tres eran índices nuevos (redes de enmalle turcas 2008-2010, palangre turco 2008-2013 y palangre de Liguria 1991-2009). El índice de palangre siciliano presentado aquí, sin embargo, usaba un subconjunto diferente de datos históricos que el presentado en la última evaluación (Tserpes *et al.* 2011).

Es importante señalar que aunque en esta evaluación se disponía de más índices en comparación con la anterior, la prohibición de redes de deriva está afectando mucho al número de índices disponibles para los años más recientes. Desde 2012 en adelante, solo están disponibles los índices de palangre griego y español para aportar información a los modelos de evaluación. Afortunadamente, estos índices estaban asociados a dos de las flotas más importantes del Mediterráneo y representan datos de lados opuestos del Mediterráneo. Lamentablemente, no se dispone de índices para el Mediterráneo central desde 2010. Esto se debe parcialmente a cambios en la forma en que los buques italianos calan el palangre. Desde 2009, muchos de estos buques han cambiado parcial o totalmente a palangres mesopelágicos que pescan más profundamente que los palangre de superficie de deriva (SCRS/2014/100, SCRS/2014/106, SCRS/ 2014/111). El Grupo discutió la necesidad de recopilar datos sobre el tipo de palangre usado para cada marea con el fin de poder llevar a cabo una estandarización efectiva de la CPUE para las flotas italianas de palangre. El Grupo concluyó también que, a efectos de la estandarización de la CPUE, los palangres mesopelágicos y los palangres de superficie de deriva deberían considerarse artes diferentes. Además, el Grupo también debatió que existen variaciones en el calado de los palangres, como los bastones de luz, el tipo de cebo, etc., que, idealmente, deberían considerarse durante la estandarización de la CPUE porque es bien sabido que afectan a las tasas de captura del pez espada (Tserpes y Peristeraki, 2004). Hasta ahora, solo la estandarización del pez espada del Mediterráneo para los palangres griegos ha considerado el tipo de arte (de superficie de deriva frente a americano).

El Grupo desarrolló una tabla que resumía las características de los conjuntos de datos, el rigor en la implementación de la estandarización de la CPUE y la robustez de los resultados teniendo en cuenta nuestros conocimientos acerca de la productividad del stock prevista (**Tabla 5**). Esta tabla se derivó siguiendo las recomendaciones del Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock de ICCAT (ICCAT, 2013) y seguía también tablas similares derivadas por los Grupos de especies de atún blanco y túnidos tropicales. El Grupo adaptó la descripción de las clasificaciones para que cada criterio se ajustara a las necesidades de los datos de pez espada del Mediterráneo. Específicamente, el Grupo decidió que las clasificaciones para la longitud de la serie temporal deberían hacer referencia a una pesquería que se inició en serio en 1980 en lugar de en 1950. Al clasificar los criterios acerca de la plausibilidad de las tendencias en los datos, el Grupo acordó clasificar todas las series como un 3 porque ninguna serie mostraba una fuerte tendencia. El Grupo también debatió la idoneidad del método de Walter y Cass-Calay (2012) para clasificar la robustez de los datos, preguntándose por la probabilidad de que las fluctuaciones en el índice sean plausibles biológicamente. Se plantearon dudas respecto a cuál era el método adecuado y si sería mejor usar el modelo de evaluación para evaluar esta plausibilidad. Se indicó que esta tabla de criterios está concebida para usarla como ayuda en la selección de los índices que se van a utilizar en la evaluación. Por tanto, obtener una clasificación para los criterios no puede depender de ejecutar el modelo de evaluación. El Grupo acordó por lo tanto retener los criterios de plausibilidad de las tendencias y las fluctuaciones pero no evaluó los índices de acuerdo con los últimos criterios durante la evaluación actual.

El SCRS/2014/096 actualizaba las tasas de captura estandarizadas en número de peces de la flota de palangre de deriva de superficie española que se dirige al pez espada en el Mediterráneo occidental para el periodo 1988-2013. Los datos incluían 24239 mareas analizadas por medio de modelos lineales generales (GLM). Las CPUE estandarizadas anuales no mostraban una tendencia clara, pero el índice era más variable en años recientes. El Grupo discutió si los palangreros españoles habían mostrado también la tendencia a usar el palangre mesopelágico en tiempos recientes, al igual que las flotas italianas. Los autores del documento señalaron que

existe una pequeña parte de la flota que usa el palangre mesopelágico. Esta flota, no obstante, no ha crecido y desembarca una pequeña parte de la captura del palangre español, que continúa siendo derivada principalmente de los palangres de superficie de deriva.

El documento SCRS/2014/097 representa los índices de abundancia del pez espada (*Xiphias gladius*) de las pesquerías turcas de redes de enmalle y palangre que operaban en el Mediterráneo oriental durante el periodo 2008-2013. Los datos de la CPUE de las redes de enmalle sugerían la presencia de una tendencia ascendente en la abundancia en el periodo 2008-2010, mientras que en el análisis del conjunto de datos de palangre no se identificó ninguna tendencia particular. El Grupo constató la importancia de este trabajo porque era la primera vez que se calculaban los índices para estas dos flotas. El número de observaciones usadas en el análisis es pequeño, 133 para las redes de enmalle y 50 para el palangre, lo que conduce a índices muy variables e inciertos. Teniendo en cuenta esto y el pequeño número de años que representan estos índices, el Grupo decidió no usar estos índices en la evaluación. Es importante resaltar la información que proporcionan estos índices a efectos de describir las pesquerías en la parte oriental del Mediterráneo e instar a los autores a actualizar el índice de palangre a medida que se disponga de nuevos datos y posiblemente a medida que se recuperen más datos históricos.

El documento SCRS/2014/104 presentaba las tasas de captura estandarizadas anuales de las pesquerías griegas de palangre de superficie de deriva que operan en los mares Egeo y de Levante entre 1987-2013. La modelación de los datos de CPUE se realizó mediante técnicas de GLM incluyendo variables temporales en el modelo. Se han producido cambios considerables en la capturabilidad en el tiempo debido a modificaciones en los artes y algunos de estos cambios se tuvieron en cuenta en el documento ajustando convenientemente la CPUE. El Grupo indicó que aunque los niveles de la CPUE no muestran ninguna tendencia particular a lo largo del tiempo, está claro que desde 2000 en adelante los índices estimados son, por lo general, inferiores (a excepción de 2013) a los de años anteriores.

El documento SCRS/2014/105 presentaba tasas de captura estandarizadas anuales de las pesquerías de palangre de superficie de deriva tradicionales de Sicilia que operan en el mar Tirreno y en el estrecho de Sicilia. Los datos cubrían el periodo 1991-2009 y los índices estandarizados se estimaron por medio de GLM que tuvieron en cuenta los efectos de año, mes y área. Los resultados no demostraron la presencia de ninguna tendencia particular a lo largo del tiempo y una vez más eran bastante variables de un año a otro. Aunque esto es una actualización del índice presentado por Tserpes (2011), el índice estimado es diferente del presentado en 2011 porque el último conjunto de datos solo incluye las operaciones de palangre de superficie de deriva tradicionales que se dirigen al pez espada.

El documento SCRS/2014/108 actualizaba las tasas de captura de la flota de redes de deriva marroquí que se dirigía al pez espada en el estrecho de Gibraltar hasta 2011. Las tasas de captura diarias fueron analizadas usando el enfoque de modelación GLM con un supuesto de error log-normal con el fin de calcular los índices de abundancia estandarizados. El índice de abundancia relativa mostraba una tendencia relativamente estable a lo largo de la serie temporal considerada. Los factores año, mes y tamaño del buque explicaban la mayoría de la variabilidad observada en el índice de abundancia. Este índice corresponde a una pesquería que captura pez espada al oeste del actual límite del pez espada del Mediterráneo, sin embargo, el Grupo decidió incluirlo en la evaluación, ya que había sido incluido en evaluaciones anteriores. La sección 3.1 proporciona información que respalda esta inclusión.

El documento SCRS/2014/112 presentaba las tasas de captura estandarizadas anuales de las pesquerías de palangre de superficie de deriva tradicionales que operan en el mar de Liguria. Los datos cubrían el periodo 1991-2009 y los índices estandarizados se estimaron por medio de GLM, que tuvieron en cuenta los efectos de año y mes. Los resultados demostraron que el índice de CPUE estaba creciendo gradualmente, sin embargo, desde 2000 el índice es mucho más variable, lo que enmascara parcialmente la tendencia ascendente.

Cuando se escala a la media de cada índice y se compara, el conjunto de índices no mostraba una tendencia clara de cambio en la biomasa (**Figura 11**). Cuando los índices individuales se reescalan para tener una media de cero y una desviación estándar de uno y posteriormente se alisan, es posible observar la tendencia global de todos los datos combinados (**Figura 12**). El índice global alisado muestra un descenso desde 1987 hasta 1990 y posteriormente un lento aumento desde 1991 hasta el presente. Es importante señalar, no obstante, que el índice alisado explica una pequeña parte de la variabilidad observada en los datos del índice escalado. Algunos de los índices están negativamente correlacionados, especialmente el de redes de enmalle de Sicilia y el de palangre español (**Tabla 6**). Dos de los índices muestran una ligera tendencia ascendente en los últimos diez años (el

palangre español y el palangre de Liguria) mientras que los demás presentan una elevada variabilidad pero ninguna tendencia durante dicho periodo.

Para la evaluación el Grupo acordó asignar una ponderación igual a todos los índices. Como alternativa a esto, el Grupo también debatió ponderar los índices por el área relativa cubierta por las pesquerías y por la captura relativa desembarcada por las pesquerías. Dichos esquemas de ponderación alternativa han sido usados a menudo por los Grupos de especies de túnidos tropicales y de istiofóridos en los ensayos del modelo de producción.

El Grupo acordó que existe información limitada para derivar las ponderaciones por área relativas para las flotas del Mediterráneo porque los datos de esfuerzo pesquero disponibles para dichas flotas son bastante toscos, a un nivel de 5 grados, y por tanto inadecuados para un área del tamaño del Mediterráneo. El Grupo, sin embargo, acordó utilizar los datos de Tarea I para derivar las ponderaciones de captura relativa. Estas ponderaciones se obtuvieron directamente de las Tablas de Tarea I disponibles en la reunión. Las capturas de red de enmalle marroquíes se realizan a ambos lados del límite de 05°W. Con el fin de asociar las capturas adecuadas al índice marroquí el grupo asumió que el 50% de estas capturas se realizan al oeste del límite de 05°W en el estrecho de Gibraltar. El índice siciliano se asoció a la captura de las flotas declaradas a ICCAT como mar Jónico meridional, mar Tirreno y estrechos de Sicilia. Lamentablemente, dichos datos de captura no estaban disponibles en las tablas de Tarea I para todos los años y flotas y hubo que hacer algunas interpolaciones para obtener un conjunto completo de ponderaciones de captura relativa (**Tabla 7**). Estas interpolaciones eran necesarias para ciertos años seleccionados de algunos de los índices italianos. Cuando no había datos declarados a ICCAT para un año y flota, la captura se calculó como el producto de la captura italiana total declarada y una constante representando la proporción que dicha flota representaba en las capturas de 1990-1995, un periodo en el que Italia separó los informes de captura entre las flotas regionales.

Además, los participantes proporcionaron estimaciones de la captura de palangre de Liguria para los años 1997-2000. No fue posible reconstruir la historia de la captura asociada a la pesquería del Jónico septentrional porque los datos de Tarea I disponibles para Italia para el periodo 1968-1975 no están declarados como palangre y probablemente incluidos en la categoría de arte desconocido. Los datos de 1976-1984 están declarados como palangre pero no separados por origen de la flota.

4 Evaluación de stock

Se utilizaron diversos métodos de evaluación para proporcionar una idea del efecto de la elección del modelo en la determinación de la situación del stock y para intentar usar el mayor rango posible de datos disponibles: dos modelos de producción diferentes (bayesiano y no bayesiano), un modelo estructurado por talla, un análisis de la curva de captura y un modelo de población estructurado por edad (XSA). Dos de estos enfoques de modelación se utilizaron en la evaluación anterior (ASPIC y XSA). Aunque la implementación del modelo de producción bayesiano (BSP) es nueva para el pez espada del Mediterráneo, este modelo se usó en la última evaluación para el stock septentrional del pez espada del Atlántico (McAllister 2014). Al igual que en la evaluación anterior, y debido a las razones explicadas más adelante, se eligió el modelo estructurado por edad (XSA) para desarrollar el asesoramiento sobre el estado del stock y las proyecciones.

4.1. Métodos

4.1.1 Modelo de producción excedente bayesiano

Se aplicó un modelo de producción excedente bayesiano a los datos de captura y CPUE para el pez espada del Mediterráneo. El programa utilizado fue el mismo que estaba disponible en el catálogo de ICCAT excepto por: (1) una mejora en el tratamiento de las caídas de población en las proyecciones y (2) el resultado de datos para un análisis de Kobe. Este programa se ha utilizado en evaluaciones previas de ICCAT incluido para el atún blanco, los tiburones, los istiofóridos y el pez espada.

El modelo bayesiano requiere distribuciones previas para los parámetros del modelo, incluyendo la capacidad de transporte (K), la biomasa en el primer año relativa a K (B_0/K) y la tasa intrínseca de crecimiento de la población (r). La distribución previa para K era uniforme en $\log(K)$, una distribución previa vaga que favorece débilmente valores menores para K . La distribución previa para B_0/K tenía una media de 1,0 y un CV de 0,2, coherente con la creencia de que había muy poca pesca antes del año de inicio 1950. La distribución previa informativa para r se derivó a partir de un método basado en datos de crecimiento, madurez y reclutamiento, desarrollado por

McAllister (2014) para el pez espada del Atlántico. Ver **Apéndice 4** para más detalles sobre la derivación. La distribución previa para r era lognormal, con una media de 0,47 y un CV de 0,49 (desviación estándar de $\log(r)$ de 0,46). Se utilizó la versión de tiempo continuo del modelo BSP.

Se utilizaron seis índices de CPUE: red de enmalle marroquí, palangre español, palangre siciliano, red de enmalle siciliana, palangre griego y palangre de Liguria. Los modelos se ejecutaron con una ponderación por captura frente a una ponderación igual de los datos de CPUE y bien con un modelo Schaefer o una forma generalizada del modelo de producción, para cuatro ensayos primarios. Para el caso de ponderación igual, la desviación estándar del error de observación se estableció en su estimación de máxima verosimilitud de 0,2 para cada punto de datos. Para el caso de ponderación por captura, las ponderaciones de cada punto de datos eran iguales a la ratio de la captura de cada flota respecto a la captura total en cada año. Estas ratios fueron reescaladas para implicar una desviación estándar del error de observación media de 0,2. Para el modelo de producción generalizado, el valor del parámetro forma (n) en el modelo Fletcher se fijó en $n=0,67$, para que $Brms/K=0,3$. Se eligió este valor porque las pruebas del análisis de equilibrio implicaban que la producción excedente máxima es probable que ocurra en niveles de biomasa inferiores a la mitad de K .

Los ensayos del modelo de diagnóstico incluían un ensayo pre-datos post-modelo tanto para el modelo Schaefer como para el modelo de producción generalizada. Los ensayos pre-datos post-modelo son un método de evaluar la influencia de las distribuciones previas en los resultados. Los modelos fueron también ejecutados con distribuciones previas uniformes para evaluar el contenido de información de los datos. Cada serie fue también ajustada independientemente en el modelo Schaefer con una ponderación igual ($\sigma =0,2$), bien con distribuciones previas informativas o uniformes. Por último, se llevó a cabo un análisis retrospectivo para el modelo Schaefer con una ponderación igual ($\sigma =0,2$).

Se llevaron a cabo varios análisis de sensibilidad. Estos incluían una ponderación igual con una varianza del error de observación de 1,0 o 0,1 y una ponderación por captura sin reescalar los factores de ponderación (varianza media del error de observación >1 para los años con índices múltiples). Para evaluar si las capturas inciertas desde los 50 hasta los 70 influyeron en los resultados, el año de inicio aumentó a 1965 o 1987. En los ensayos de sensibilidad del año de inicio, el CV de la distribución previa para B_0/K aumentó hasta el 0,5 porque había menos información sobre la ratio de biomasa inicial en los últimos años. Para el ensayo que empieza en 1987, la B_0/K media se estableció en 0,9. Por último, se realizó un análisis de sensibilidad con una distribución previa alternativa para r con una r media de 0,76 y un CV de 0,39.

4.1.2 Modelo de producción ASPIC

Se utilizó ASPIC para ajustar los índices de abundancia relativa dependientes de la pesquería disponibles y la captura total de pez espada del Mediterráneo. ASPIC 5.33 (un modelo de producción de stock que incorpora covariables) es una implementación (Prager 1994) de un modelo de producción en no equilibrio derivado del modelo de producción excedente de Schaefer (1957). El programa ASPIC lo mantiene el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas y es parte del catálogo de software de ICCAT. El modelo aparece más formalmente descrito en Prager (1994) y Quinn y Deriso (1999). El modelo incorpora varias extensiones de los modelos de producción de stock clásicos, incluida la capacidad de estimar la forma de la función de producción por lo que se aparta del modelo Schaefer. Se utilizó la rutina de bootstrap de ASPIC para construir intervalos de confianza aproximados no paramétricos (80%) y para corregir el sesgo llevando a cabo 500 ensayos. Las ponderaciones estadísticas asociadas a índices de abundancia relativa se hicieron iguales para todos los puntos de datos o iguales a la contribución relativa de las capturas asociadas con cada índice. El modelo ASPIC se ejecutó siempre asumiendo que la captura se conocía sin error. Las limitaciones y estimaciones iniciales utilizadas para los parámetros de población se mantuvieron constantes para todos los ensayos diferentes (**Tabla 8**). Todos los parámetros del modelo, K , RMS y q fueron estimados durante el ajuste.

El modelo ASPIC utilizaba los datos de captura total para el periodo 1950-2013 y seis series de índices de CPUE que incluían palangreros griegos, palangreros italianos (dos índices de las pesquerías de Sicilia y Liguria), palangreros españoles, buques de redes de enmalle marroquíes y buques de redes de enmalle italianos. Se consideró que el stock estaba cerca de su capacidad de transporte en 1950. Las estimaciones finales de los parámetros del modelo (de K , B_0/K , y q) se obtuvieron utilizando un criterio de ajuste de valores absolutos mínimos.

Se ejecutó una serie de análisis de sensibilidad para examinar el supuesto realizado al desarrollar las entradas al ajuste de ASPIC (**Tabla 9**). Entre los análisis de sensibilidad había uno en el que el índice del Jónico septentrional se incorporó al conjunto de datos para ver cómo afecta al ajuste del modelo de producción el añadir

un índice de abundancia relativa con información de mediados de los 70 a mediados de los 80. Para observar la sensibilidad del ajuste a la inclusión de cada índice, los índices se eliminaron de los datos de entrada de uno en uno. Para observar el efecto del supuesto de la forma de la función de producción, se ajustaron un modelo de producción de Fox y una función de producción generalizada. Con el fin de examinar el efecto de la longitud de la serie de capturas, la serie temporal se inició en 1980 en lugar de en 1950. Por último, para observar el efecto de los datos recientes sobre el ajuste se ejecutó un análisis retrospectivo eliminando los datos anuales, un año cada vez, desde el año más reciente 2013 hasta 2008.

4.1.3 Modelos estructurados por edad

XSA

Se llevó a cabo una evaluación estructurada por edad utilizando XSA en R usando el paquete FLXSA (parte del proyecto FLR, Kell *et al.* 2007; <http://www.flr-project.org/>). Los datos de captura por edad (CAA) se generaron usando un análisis estadístico de distribuciones mixtas que durante la evaluación anterior demostró facilitar resultados estadísticamente más robustos que la separación por edades determinista. Las estimaciones de CV demostraron también que existía muy poca información en las distribuciones de talla para justificar la separación de la CAS en edades superiores a 5. Por tanto, en línea con las evaluaciones de pez espada del Atlántico, se llevaron a cabo ensayos XSA con un grupo plus de 5 (véase el SCRS/2014/114 para una documentación completa de los ensayos XSA).

Los parámetros biológicos utilizados para la madurez y la mortalidad natural por edad fueron los mismos que en la última evaluación, es decir los peces maduran por primera vez a la edad 3 (cuando el 50% son maduros) y son totalmente maduros en edades superiores; la mortalidad natural se asumió que era igual a 0,2. Los pesos por edad se derivaron del análisis mixto y fueron coherentes con la CAA.

Seis conjuntos de datos de CPUE estaban disponibles para ajustar el XSA; a saber buques de redes de enmalle marroquíes (SCRS/2014/108), palangreros españoles (SCRS/2014/096), palangreros sicilianos (SCRS/2014/105), buques de redes de enmalle sicilianos (Tserpes *et al.*, 2011), palangreros griegos (SCRS/2014/104) y palangreros de Liguria (SCRS/2014/112). Los índices de CPUE estandarizados no estaban diferenciados por edad. Estos índices en el XSA se consideraron representativos de las abundancias del grupo de edad 2-4 (el grupo plus no se usa para la calibración dentro del XSA) tal y como se asumió en la última evaluación. Se asumió que la capturabilidad de la flota era independiente del tamaño de la clase anual para todas las edades y años terminales.

El XSA estima los supervivientes (es decir, N terminal por edad y año) para cada valor observado de CPUE. Esto se hace mediante una regresión de la calibración para predecir los números por edad de la población por año para cada serie y luego proyectando sobre la cohorte hasta la edad mayor o el año más reciente. Además, se lleva a cabo una constricción a la media, donde las N terminales incluyen también un término relacionado con las F recientes o las F en edades más jóvenes (constricción a la media de F) y los números por edad para las clases de edad que se reclutan se estiman a partir de la media geométrica de los reclutamientos recientes (constricción a la n media). Las ponderaciones de las series temporal se pueden aplicar para descontar valores pasados.

Se llevaron a cabo dos ensayos XSA, es decir el basado en las especificaciones de 2010 y un ensayo alternativo basado en los diagnósticos de la bondad del ajuste y en un análisis preliminar de los datos de talla y edad utilizando curvas de captura. En el documento SCRS/2014/114 están disponibles los detalles de ambos ensayos, incluidos los diagnósticos y las ponderaciones relativas. El principal cambio en el ensayo alternativo era reducir la cantidad de la constricción de F a la media dado que había habido cambios tanto en el patrón de selección como en la F media. El rango de edad de la constricción de F se redujo a la edad 1 ya que solo había 4 edades verdaderas y F variaba con la edad. Basándose en los diagnósticos, el ensayo alternativo fue considerado para evaluar la situación del stock y proporcionar el asesoramiento. La evaluación XSA final cubría el periodo hasta 2013 y la **Tabla 10** presenta las opciones de control usadas en el ensayo alternativo.

Análisis de rendimiento en equilibrio

Los resultados de XSA se usaron como base para un análisis en equilibrio que combina los análisis de reproductor por recluta y rendimiento con una relación stock reclutamiento y facilita resultados coherentes con una proyección a largo plazo. Los parámetros biológicos y la selectividad por edad se derivaron de los resultados del XSA.

4.2. Resultados de la situación del stock

4.2.1 BSP

La serie de CPUE mostraba una ligera tendencia ascendente en años recientes y los cuatro modelos seguían esta tendencia (**Figura 13**). Los datos eran algo informativos, de tal forma que las distribuciones posteriores de K y r eran diferentes de las distribuciones previas (**Figura 14**). En particular, la moda de r era superior a la moda de su distribución previa en los cuatro ensayos. Los modelos estimaron que RMS se encontraba en aproximadamente 30-40.000 kg. El modelo de producción generalizado ($Brms/K=0,3$) era más optimista que el modelo Schaefer. La actual mortalidad por pesca se encuentra en aproximadamente 0,34 Frms en los modelos de Schaefer y en 0,16 Frms en los modelos con $Brms/K=0,3$ (**Tabla 11, Figura 15**). La situación media del stock actual era 1,6 Brms en los modelos de Schaefer y de 2,6 Brms en los modelos generalizados. La ponderación igual y por captura presentaban resultados similares.

Los ensayos de diagnóstico y sensibilidad se describen detalladamente en el **Apéndice 5**. Los valores de retorno de los ensayos pre-datos post-modelo de r eran similares a la distribución previa, tal y como se esperaba. Los modelos con distribuciones previas uniformes producían valores mucho más elevados de r . Los ajustes a los índices individuales varían un poco respecto a cuánto aumenta la tendencia reciente (**Figura BSP 4 en el Apéndice 5**). Un análisis retrospectivo del ensayo del modelo Schaefer con ponderación igual demostraba que no había un patrón retrospectivo obvio (**Figura BSP 5 en el Apéndice 5**). Los ensayos que finalizaban en torno a 2008 eran más pesimistas que el ensayo actual, pero los ensayos que finalizaban en 2005 eran más optimistas. Los análisis de sensibilidad hallaron que el supuesto acerca del valor medio de la desviación estándar del error de observación tenía un fuerte efecto sobre los resultados. Por lo tanto, los modelos que utilizaban la estimación de verosimilitud máxima de la desviación estándar del error de observación como la mejor estimación eran más creíbles que los que usaban un valor diferente. Los ensayos con un año inicial posterior eran bastante similares a los ensayos que empezaban en 1950.

Los resultados BSP son particularmente sensibles a la elección de la varianza del error de observación. Aunque las estimaciones de MLE de esta varianza están disponibles para cada serie, el Grupo cree que esta sensibilidad debe investigarse más para reducir la incertidumbre asociada con la aplicación de este modelo al pez espada del Mediterráneo.

4.2.2 ASPIC

El ensayo 1 del modelo SP ASPIC (caso base) indicaba que el stock estaba ligeramente explotado desde 1950 hasta 1965, seguido por incrementos en las capturas con un descenso en la biomasa a medida que las capturas aumentaron progresivamente en 1984 y posteriormente (**Figura 16**). Las capturas alcanzaron un pico en 1998 con más de 20.000 t, mientras que el stock continuó descendiendo hasta alcanzar el estatus de sobrepecado durante principios de los 90. Tras la reducción de las capturas después de 1995, el stock empezó a recuperarse. El estatus del diagrama del stock en 2013 indica que la mortalidad por pesca es inferior a la referencia FRMS y la biomasa se encuentra por encima de la referencia estimada de B_{RMS} (**Figura 17**).

El **Apéndice 6** incluye información sobre varios ensayos de sensibilidad que fueron realizados. Con el modelo de producción se ejecutaron varios escenarios de sensibilidad tal y como se describe en la **Tabla 6.1.2 del Apéndice 6**. El ensayo 1 con ponderación igual para todos los índices y estimando todos los parámetros convergía, aunque el modelo comunicaba una correlación negativa entre algunos de los índices (**Tabla 6.1.3**). Los parámetros estimados y los intervalos de confianza del bootstrap se muestran en la **Tabla 6.1.4 del Apéndice 6**. Los ajustes a los índices de abundancia y las tendencias de la biomasa y la mortalidad por pesca relativas se muestran en las **Figuras 6.1.1 y 6.1.2 del Apéndice 6**. No se observaron diferencias al asumir diferentes valores iniciales para el parámetro B_0/K .

El ensayo de sensibilidad que comparaba el parámetro forma de la curva de producción excedente indicaba que los datos respaldan una función de forma logística más que el modelo de Fox asimétrico (**Tabla 6.1.5, Figura 6.1.3 del Apéndice 6**). Utilizando un modelo generalizado, el parámetro alfa estimado era 0,503, más cerca del supuesto logístico que del modelo Fox. Sin embargo, en general los resultados indican una elevada productividad del stock tal y como señalan los altos valores estimados de r por encima de 0,7. El análisis retrospectivo muestra un patrón, con un aumento de la mortalidad por pesca relativa y un descenso de la biomasa relativa a medida que se eliminan los datos de años recientes, estos resultados cambian cuando los datos de 2008 en adelante se eliminan (**Tabla 6.1.6 y Figura 6.1.4 del Apéndice 6**). Un ensayo de sensibilidad restringiendo los datos al periodo de 1980-2013 y ajustando la estimación de entrada de B_0/K a 0,5 indicaba una tendencia

similar de la biomasa y de la mortalidad por pesca relativas en comparación con el modelo con datos desde 1950 (**Figura 6.1.5 del Apéndice 6**). Dado que los índices de abundancia relativa estaban restringidos a 1987 en adelante, el Grupo presentó una serie de CPUE nominal de la pesquería de palangre italiana presentada al SCRS (De Metrio *et al.* 1999) (**Figura 6.1.6 del Apéndice 6**). Los resultados globales muestran tendencias similares de biomasa y de mortalidad por pesca relativas para la mayoría de los ensayos de sensibilidad.

4.2.3 Modelos estructurados por edad

XSA

En la **Figura 18** se presenta la serie temporal de reclutamiento, la SSB, la captura y la mortalidad por pesca. Un análisis retrospectivo que también se llevó a cabo no muestra ningún patrón particular (**Figura 19**). El reclutamiento muestra una tendencia ligeramente descendente en la última década, mientras que la biomasa del stock permanece estable. Las **Tablas 12 y 13** presentan las estimaciones de números de población y mortalidad por pesca por edad, respectivamente. Las tendencias en la F por edad se muestran en la **Figura 20** y parece haber un descenso reciente en F, especialmente para las edades 1 y 2.

Análisis de rendimiento en equilibrio

Se ajustó una relación stock reclutamiento de Beverton y Holt, véase la **Figura 21** para el ajuste con los diagnósticos. Parece haber un cambio reciente en el reclutamiento en los años más recientes (considerando también las estimaciones de XSA de la SSB y R) y esto fue evaluado usando el algoritmo STARS (Rodionov, 2004; Szuwalski *et al.*, 2014). La zona sombreada indica la desviación estándar y media del reclutamiento antes del cambio de régimen (**Figura 22**).

Tras el análisis anterior, se reajustó una relación stock reclutamiento de Beverton y Holt a los datos del periodo 2003-2012 (los datos de 2013 se omitieron ya que el reclutamiento en este año solo provenía de la constricción) (**Figura 23**).

Las estimaciones en equilibrio resultantes para varios puntos de referencia biológicos se presentan en la **Tabla 14**; las curvas en equilibrio se presentan en la **Figura 24**. Las estimaciones de incertidumbre derivadas de los errores estándar de la N terminal en la serie temporal se presentan en la **Figura 25** y el diagrama de fase de Kobe en la **Figura 26**. Los niveles actuales (2013) de SSB y F sugieren que el stock está sobrepescado y experimentando sobrepesca.

4.2.4. Síntesis de los resultados de la evaluación

El Grupo discutió las limitaciones y los puntos positivos de los diversos métodos de evaluación utilizados para evaluar la situación del stock de pez espada del Mediterráneo y los puntos comunes y las diferencias en los resultados obtenidos. Se produjo un consenso entre los modelos respecto a que el stock había descendido en los 80 y había permanecido estable o creciendo ligeramente desde entonces. Sin embargo, los modelos XSA, ASPIC y BSP proporcionaban diferentes estimaciones de la abundancia absoluta, lo que hacía que produjeran estimaciones muy diferentes de la situación del stock. El BSP era el más optimista, que hallaba que el stock nunca había caído por debajo de Brms y que la F actual era muy inferior a Frms. De acuerdo con ASPIC, el stock había caído por debajo de Brms a principios de los 90 pero ahora está recuperado por encima de Brms. La F actual se encontraba aproximadamente en la mitad de Frms. Por el contrario, la XSA dio como resultado que el stock actual estaba sobrepescado y experimentando sobrepesca.

Al igual que en la evaluación anterior, el Grupo ponderó las limitaciones de ambos modelos, teniendo en cuenta los datos disponibles, y consideró que el XSA proporciona una evaluación de la situación del stock más fiable que los modelos de producción. Se citaron varias razones que sirvieron de información al Grupo para llegar a esta conclusión:

- los datos de captura por edad proporcionan información adicional sobre la productividad del stock en comparación con los modelos de producción que solo usan la captura en biomasa y los índices de abundancia relativa.
- la información sobre captura por edad utilizada es mejor que la utilizada en la última evaluación ya que es más completa en las muestras de frecuencias de tallas que caracterizan la captura por talla de años recientes.

- La falta de contraste en los índices de abundancia relativa hace que los resultados del modelo de producción sean bastante inciertos porque la productividad del stock (estimaciones de r y K) está muy pobremente definida por los datos. Esto afecta específicamente a los resultados de ASPIC que no tienen información adicional sobre la productividad del stock proporcionada por las distribuciones previas facilitadas al BSP. Es también el resultado de la falta de índices de abundancia relativa para el periodo en el que estaba previsto que la abundancia del stock hubiera descendido (1975-1985) a medida que la captura aumentaba.

Cabría señalar que el enfoque de utilizar los resultados de XSA para las proyecciones y la determinación del estado del stock es también coherente con evaluaciones previas. No obstante, los resultados del XSA tienen una importante incertidumbre.

Las estimaciones históricas del XSA sugieren que, desde los 90 en adelante, la SSB ha permanecido relativamente estable, con pocas evidencias de ninguna tendencia. En los diez últimos años existen algunos indicios de una reducción de F y del reclutamiento. Al igual que en la mayoría de implementaciones del XSA, las estimaciones recientes a partir del VPA son las más inciertas y cualquier tendencia ascendente se encuentra dentro del rango de variabilidad interanual observado en la serie temporal en un momento anterior. A pesar de esta incertidumbre, las estimaciones del estado de la población a partir del XSA indican que el stock permanece en el cuadrante rojo ya que la SSB actual (2013) es aproximadamente un 65% inferior que B_{RMS} y F es el doble que F_{RMS} . Estos resultados, no obstante, se basan en análisis deterministas y el nivel de incertidumbre en estas estimaciones no ha sido evaluado.

4.3 Evaluación de escenarios de ordenación

Los resultados del modelo XSA fueron proyectados hacia adelante en el marco de diferentes escenarios de explotación. Cada escenario de ordenación fue simulado 500 veces para un periodo de 25 años y, al igual que en la última evaluación, el tamaño de la población y el volumen de los desembarques se estimaron a partir de las ecuaciones de captura y descenso exponencial usadas habitualmente. Además, se asumió que: (a) la mortalidad natural anual iguala 0,2 para todas las edades y (b) las desviaciones del reclutamiento anual eran similares al periodo 2003-2012 (se realizó un remuestreo a partir de los valores residuales del reclutamiento ajustados a los datos recientes). En cada simulación se estimaron la captura total, el reclutamiento, la captura y la biomasa del stock reproductor (SSB) por año. Todos los escenarios se realizaron utilizando Fisheries Library en el marco de R (FLR) (<http://www.flr-project.org/>, Kell et al. 2007).

Se examinaron cuatro escenarios de ordenación para todo el Mediterráneo. El primer escenario (caso base) asume una continuación del patrón actual de explotación sin ningún cambio, es decir la mortalidad por pesca (F) por edad para todo el periodo de proyección será igual a la de 2013 (último año de la evaluación). El segundo escenario asume una reducción de F del 20% sin ningún cambio en el patrón de selección. Teniendo en cuenta que ciertas flotas han adoptado recientemente el palangre mesopelágico, que tiene un patrón de selección diferente al de superficie (**Figura 27**), el tercer y cuarto escenario asumen un cambio de selección hacia el arte mesopelágico para el 50% del esfuerzo total. De forma similar que los escenarios 1 y 2, el escenario 3 asume ningún cambio en la F global, mientras que el escenario 4 asume una reducción del 20%.

Los resultados indican que con la F actual, la SSB aumentará (**Figuras 28 y 29**) bajo ambos patrones de explotación. Sin embargo, incluso en el caso de una reducción del 20% de la F actual, la SSB continuaría sin alcanzar el nivel más elevado de la serie temporal, es decir, los niveles de finales de los 80. Si el patrón de selección cambia hacia el arte mesopelágico, se alcanzarán rendimientos ligeramente más elevados.

Las **Figuras 30, 31 y 32** muestran las proyecciones y estimaciones históricas mediante XSA de SSB, F y la captura relativa a los elementos de referencia del RMS. Aunque tanto SSB como F permanecerán por debajo de los niveles de RMS, la captura estará cerca de RMS aún si F se reduce hasta el 80% de los niveles actuales. Esto se debe a la forma de las curvas de equilibrio (**Figura 24**), en las que incluso aumentando F en un orden de magnitud superior a F_{RMS} (0,25) los resultados en el rendimiento descienden solo en aproximadamente un 30%.

5 Recomendaciones

5.1 Estadísticas e investigación

- Presentación de datos: El Grupo observó la importante mejora, en términos de declaración de datos, dentro de los plazos de ICCAT, incluso cuando no está programada una evaluación de stock analítica. Sin embargo, el envío tardío de los datos sigue produciéndose, lo que impide su uso durante la evaluación de stock. Por lo tanto, el Grupo reiteró la necesidad de que los datos se envíen dentro de los plazos establecidos por ICCAT.
- Participación de la Partes contratantes de ICCAT en el Grupo de evaluación de stock: El Grupo constató un aumento importante de la participación, especialmente de científicos de diversas Partes contratantes que cuentan con pesquerías importantes de pez espada. Esto ha tenido obvias consecuencias positivas en la capacidad del Grupo de interpretar de forma precisa las tendencias en la pesquería y de proporcionar mejor asesoramiento a la Comisión. El Grupo instó a que las reuniones futuras cuenten con este nivel de participación.
- Captura: Todos los países que capturan pez espada (como especie objetivo o como captura fortuita) deberían comunicar las estadísticas de captura, captura por talla (por sexo) y esfuerzo por zonas lo más pequeñas posible (rectángulos de 5° para el palangre y de 1° para otros artes) y por mes. El Grupo indicó que es importante recopilar datos de talla junto con los datos de captura y esfuerzo para proporcionar CPUE significativas.
- Descartes: Las medidas de ordenación recientemente adoptadas podrían haber aumentado los niveles de descarte, por lo tanto el Grupo indicó que los países participantes deberían mejorar sus estimaciones de descartes de pez espada juvenil, cuando sea posible, y presentar dicha información a la Secretaría de ICCAT.
- CPUE: El Grupo señaló que se había desarrollado una nueva serie de CPUE y recomendó la recopilación y recuperación de datos históricos para aumentar el periodo que cubre esta serie temporal. Por ejemplo, deberían recopilarse y evaluarse los datos nominales presentados en De Metrio *et al.* (1999) para una posible estandarización. El Grupo recomendó que los palangres mesopelágicos y los palangres de superficie de deriva tradicionales de UE-Italia sean considerados como dos artes diferentes y en el futuro se desarrollen series de CPUE separadas. El Grupo reiteró la necesidad de que la CPUE tenga en cuenta la estratificación geográfica de la captura por arte y mes utilizando mediciones estándar del esfuerzo para cada arte (por ejemplo, número de anzuelos para el palangre, longitud de las redes para las redes de enmalle) en una escala lo más fina posible (rectángulos de 5° para el palangre y de 1° para otros artes). Además, el Grupo recomendó también considerar otras características del arte (por ejemplo, el uso de dispositivos que atraen con luz, estilo del anzuelo, tipo de cebo, etc.) durante la estandarización de la CPUE. Aunque la CPUE por edad es el dato de entrada habitual para los análisis estructurados por edad, el grupo reconoció que esto debe basarse en un nivel mayor de muestreo, no meramente en la sustitución de los datos actuales. Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo más muestreos para que las CPUE puedan desarrollarse por edad. Para lograr este objetivo, el Grupo indicó que es importante recopilar datos de talla junto con los datos de captura y esfuerzo para proporcionar CPUE significativas.
- Medio ambiente: El Grupo recomendó que continuaran los trabajos para identificar mejor los efectos del medio ambiente sobre la biología, la ecología y las pesquerías de pez espada. Los futuros análisis de la CPUE deberían centrarse en desarrollar métodos adicionales para incorporar explícitamente la variabilidad medioambiental en el modelo, así como la influencia del medio ambiente en la distribución de reproductores y juveniles.
- Estudios sobre selectividad de los artes: Se insta a realizar más investigaciones sobre el diseño y uso de los artes con el fin de minimizar la captura de peces espada de edad 0 y aumentar el rendimiento y la biomasa reproductora por recluta de esta pesquería. El Grupo recomendó que se lleven a cabo más estudios sobre las recientemente desarrolladas pesquerías de palangre mesopelágico, debido al impacto que estas nuevas pesquerías podrían tener en términos de composición de la captura, series de CPUE, distribución por tallas de la captura y, consecuentemente, sobre la evaluación de la situación del stock y la formulación del asesoramiento en materia de ordenación.
- Mezcla de stocks y límites de ordenación: Considerando las diferencias en los patrones de CPUE y captura entre las diferentes pesquerías del Mediterráneo, trabajos de investigación adicionales, lo que incluye campañas de marcado (tanto electrónico como convencional), así como investigaciones genéticas, para definir las variaciones temporales en el patrón de distribución espacial del stock, contribuirán a mejorar la delimitación, la ordenación y la evaluación del stock. El grupo señaló también la necesidad de intensificar las investigaciones en colaboración y multidisciplinarias teniendo en cuenta

estratos de muestreo de escala fina (por ejemplo, cuadrículas de 1°) y trimestrales, destinadas a mejorar la delimitación precisa del límite actual entre los stocks de pez espada del Atlántico norte y Mediterráneo.

- Próxima reunión de evaluación de stock de pez espada del Mediterráneo: Se recomienda que la próxima evaluación de stock de pez espada se realice no antes de 2017 ya que no hay señales de que el stock esté descendiendo. Esto permite tiempo para aumentar las series temporales de datos de captura y esfuerzo y para avanzar en las investigaciones básicas y en los métodos de evaluación. Cabe señalar que para esta sesión se requerirán los datos hasta el año anterior a la reunión, inclusive.

5.2. Ordenación

La información disponible sobre la situación del stock de pez espada del Mediterráneo indica un patrón relativamente estable para la biomasa en décadas recientes, soportando capturas que han oscilado entre 10.000 y 16.000 t. Tras la adopción por parte de la Comisión de varias recomendaciones desde 2007, incluidas las relacionadas con la prohibición de redes de deriva y especialmente las medidas de ordenación para el pez espada del Mediterráneo adoptadas en la [Rec. 11-03], las capturas declaradas han descendido significativamente respecto al nivel de 2000, siendo en 2012 y 2013 los valores mínimos de las tres últimas décadas. Y las capturas declaradas de pez espada juvenil de menos de 90 cm han descendido también en una media del 54% en los dos últimos años en comparación con los niveles de la década del 2000. Las vedas estacionales y la introducción del palangre mesopelágico por parte de algunas flotas han contribuido al descenso observado en las capturas de juveniles.

En los últimos 20 años los niveles de biomasa parecen estar bastante estables. Esta situación sigue siendo la misma desde la última evaluación. Sin embargo, los niveles de mortalidad por pesca muestran una tendencia decreciente desde 2010 y es probable que esto se deba principalmente a las medidas de ordenación adoptadas por la Comisión. En cualquier caso, existe una incertidumbre considerable respecto a la situación del stock en relación con los objetivos del Convenio, debida principalmente a la falta de señales claras en los datos y a la falta de índices de abundancia antes de 1987. El Grupo recomienda mantener las actuales medidas de ordenación respecto al pez espada del Mediterráneo adoptadas en la [Rec. 13-04] hasta que más investigaciones aumenten nuestra confianza en su efecto sobre el stock.

Sin embargo, el Grupo señala que las medidas de ordenación recientemente adoptadas por ICCAT podrían haber aumentado los niveles de descartes de pez espada de talla inferior a la regulada y por tanto recomienda un estrecho seguimiento de la pesquería y que las CPC declaren adecuadamente a ICCAT cada componente de la mortalidad del pez espada del Mediterráneo.

Las medidas de ordenación han tenido un impacto positivo, sin embargo, el Grupo señaló también que el número de buques incluidos en el registro ICCAT de buques autorizados a capturar pez espada del Mediterráneo es superior al de los buques que están activos en cada CPC. El Grupo recomienda que la Comisión considere las implicaciones de este posible exceso de capacidad.

6 Otros asuntos

El Grupo de trabajo no debatió otros asuntos.

7 Adopción del informe y clausura

Un borrador del informe fue adoptado durante la reunión y se finalizó la adopción por correspondencia.

El Presidente expresó su agradecimiento a los participantes por el gran trabajo realizado.

La reunión fue clausurada.

Bibliografía

- Akyol, O., and T. Ceyhan. 2013. Age and growth of swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the Aegean Sea. *Turk. J. Zool* 37:59-64.
- Anon. 2011. Report of the 2010 ICCAT Mediterranean Swordfish Stock Assessment Meeting (*Madrid, Spain, June 28 to July 2, 2010*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT 66(4): 1405-1470.
- Anon. 2008. Mediterranean Swordfish Stock Assessment Session (*Madrid, Spain, September 3 to 7, 2007*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(4): 951-1038.
- De Metrio, G., Cacucci M., Megalofonou P., Santamaria N. and Sion L. 1999. Trend of swordfish fishery in a Northern Ionian Port in the years between 1978 and 1997. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49: 94-99.
- ICCAT 2013. Report of the 2012 Meeting of the ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 69(3): 1354-1426.
- Jensen, A. L. (1985). Comparison of catch curve methods for estimation of mortality. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 114; pp.743-747.
- Kell, L.T. and A. Kell. 2011. Comparison of age slicing and statistical age estimation for Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 66(4):1522-1534.
- McAllister, M. 2014. A generalized Bayesian surplus production stock assessment software (BSP2). ICCAT Collective Volume of Scientific Papers. SCRS/13/100.
- Mejuto, J. and J. M. de la Serna. 1993. A preliminary analysis to obtain a size weight relationship for the Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 40(1):149-154.
- Rodionov, S.N. (2004) A sequential algorithm for testing climate regime shifts. *Geophysical Research Letters* R 31(9), doi: 10.1029/2004GL019448.
- Shepherd, J. G. “Extended survivors analysis: An improved method for the analysis of catch at age data and abundance indices.” *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 56.5 (1999): 584-591.
- Szuwalski, C.S., Vert-Pre, K.A., Punt, A.E., Hilborn, R., and Branch, T. A. (2014). Examining common marine fisheries assumptions about recruitment: a meta-analysis of recruitment dynamics for worldwide marine fisheries. *Fish and Fisheries*: in press.
- Ssentogo, G. W. and P. A. Larkin (1973). Some simple methods for estimating mortality rates of exploited fish populations. *J. Fish. Res. Board Can.* 30; pp. 695-698.
- Stanley, R. D., M. McAllister, P. Starr and N. Olsen, 2009. Stock assessment for bocaccio (*Sebastes paucispinis*) in British Columbia waters. Department of Fisheries and Oceans Canada (DFO) Publication: *Canadian Science Advisory Secretariat Research Document* 2009/ 055: xiv + 200 p.
- Tserpes, G. and N. Tsimenides. 1995. Determination of age and growth of swordfish, *Xiphias gladius* L., 1758, in the eastern Mediterranean using anal-fin spines. *Fish. Bull.* 93:594-602.
- Tserpes, G., and Peristeraki P. 2004. Catchability differences among the longlines used in the Greek swordfish fishery. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56: 860 -863.
- Tserpes, G., Peristeraki, P., Di Natale, A. and Mangano A. 2011. Analysis of swordfish (*Xiphias gladius*) catch rates in the central-eastern Mediterranean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 66(4): 1495-1505
- Walter J. F. and Cass-Calay S. 2012. Identifying biologically implausible interannual variability in CPUE indices; with application to Atlantic yellowfin tuna. ICCAT SCRS/2012/039.
- Wetherall, J., Polovina, J. and S. Ralston. Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. In *ICLARM Conf. Proc.* pages 53–74, 1987.

TABLAS

Tabla 1. Tabla resumen de Tarea I para el stock de pez espada del Mediterráneo (*Xiphias gladius*): captura total (t) por arte y pabellón principales (los datos de 2013 son preliminares).

Tabla 2. Catálogo de pez espada del Mediterráneo (1985-2013) de Tarea I frente a Tarea II por stock, pesquería principal (combinaciones pabellón-arte clasificadas por orden de importancia) y año (1980 a 2013). [El esquema de colores de Tarea II tiene una concatenación de caracteres (“a”= T2CE existe; “b”= T2SZ existe; “c”= CAS existe) que representa la disponibilidad de datos de Tarea II en las bases de datos de ICCAT].

Tabla 3. Captura por edad de pez espada del Mediterráneo, 1985-2013, estimada utilizando la función de crecimiento actual con el protocolo de separación de edades.

Tabla 4. Índices de abundancia relativa considerados en la reunión. MoGN pesquería de red de enmalle de deriva de Marruecos, SpLL palangre español, TuGN redes de enmalle turcas, TuLL palangre turco, SiLL palangre siciliano, SiGN redes de enmalle sicilianas, GrLL palangre griego y LiLL palangre de Liguria. Los índices y los años en gris no se usaron en los modelos de evaluación porque se derivaron de conjuntos de datos muy limitados (TuGN y TuLL) o de observaciones que podrían haber estado sesgadas por cambios de ordenación.

Tabla 5. Criterios usados para comparar y documentar las características de los índices de abundancia relativa para el pez espada del Mediterráneo.

Tabla 6. Coeficientes de correlación entre índices de abundancia relativa usados en la evaluación del pez espada del Mediterráneo. MoGN Pesquería de red de enmalle de deriva de Marruecos, SpLL palangre español, TuGN redes de enmalle turcas, TuLL palangre turco, SiLL palangre siciliano, SiGN redes de enmalle sicilianas, GrLL palangre griego y LiLL palangre de Liguria.

Tabla 7. Captura asociada con cada índice usado en la evaluación de stock y calculado con el fin de establecer un esquema de ponderación estadístico alternativo en los modelos de producción. MoGN pesquería de red de enmalle de deriva de Marruecos, SpLL palangre español, TuGN redes de enmalle turcas, TuLL palangre turco, SiLL palangre siciliano, SiGN redes de enmalle sicilianas, GrLL palangre griego y LiLL palangre de Liguria. Todas las estimaciones proceden de informes de Tarea I con las excepciones de las cifras en rojo o azul. Los valores rojos son estimados, no obtenidos directamente de Tarea I. Los valores azules son estimaciones realizadas durante la reunión a partir de datos recopilados en Liguria pero declarados a ICCAT como desagregados.

Tabla 8. Estimaciones iniciales de los parámetros y limitaciones para la búsqueda de parámetros para los ensayos de ASPIC.

Tabla 9. Ensayos de sensibilidad desarrollados con el modelo Aspic SP.

Tabla 10. Opciones de control usadas en el ensayo de XSA.

Tabla 11. Medias posteriores y CV de los parámetros estimados a partir de cuatro ensayos de BSP. El año de inicio era 1950, el error de observación de la media $\sigma=0,2$, se utilizaron todos los índices, con distribuciones previas de base.

Tabla 12. Números por edad del stock (en 000) al inicio del año obtenidos mediante el modelo XSA.

Tabla 13. Mortalidad por pesca por edad obtenida a partir del modelo XSA.

Tabla 14. Puntos de referencia biológicos.

FIGURAS

Figura 1. Capturas anuales de Tarea I de pez espada del Mediterráneo (t) por arte y año.

Figura 2. Mapa del Mediterráneo con las principales localizaciones mencionadas en el informe. El límite Atlántico/Mediterráneo usado por ICCAT se encuentra en la longitud 5°W. También se muestra el límite administrativo provincial aproximado para el Mediterráneo usado por Marruecos.

Figura 3. Distribuciones de talla de Tarea II y de muestras de CAS del pez espada del Mediterráneo por año, pabellón, flota, puerto, arte y tipo de información disponible.

Figura 4. Distribución de tallas de pez espada del Mediterráneo (LJFL) a partir de la CAS presentadas por las CPC (arriba) y de muestras de talla (abajo).

Figura 5. Distribuciones de talla del pez espada del Mediterráneo (LJFL) por año y funciones de densidad acumulativas por año.

Figura 6. Diagrama de mosaico de las distribuciones de muestras de talla por año-mes para el pez espada del Mediterráneo (izquierda) y diagrama de cajas de la distribución de tallas (LJFL) por mes (derecha).

Figura 7. Distribución de tallas del pez espada del Mediterráneo por tipo de arte, densidad y funciones de densidad acumulativas.

Figura 8. Resumen de las sustituciones y extrapolaciones de los datos de talla y CAS de Tarea II para estimar la CAS total del pez espada del Mediterráneo para el periodo 2006-2013.

Figura 9. Captura por edad del pez espada del Mediterráneo 1985-2013 estimada por el método de separación de edades usando la función actual de crecimiento por edad (Tserpes y Tsiménides, 1995).

Figura 10. Peso medio por edad estimado por año para el pez espada del Mediterráneo a partir de las matrices de CAS y CAA.

Figura 11. Índices de abundancia relativa usados en la evaluación del pez espada del Mediterráneo. Todos los índices están escalados a sus medias individuales para facilitar la comparación de las tendencias y el grado relativo de variabilidad. MoGN pesquería de red de enmalle de deriva de Marruecos, SpLL palangre español, TuGN redes de enmalle turcas, TuLL palangre turco, SiLL palangre siciliano, SiGN redes de enmalle sicilianas, GrLL palangre griego, LiLL palangre de Liguria e IoLL palangre del Jónico septentrional. El índice IoLL se utilizó únicamente en el análisis de sensibilidad porque es un índice nominal.

Figura 12. Tendencias de abundancia relativa calculadas reescalando y alisando los índices. Todos los índices estaban escalados para tener una media de cero y una desviación estándar de 1,0 (símbolos). Los índices escalados fueron posteriormente ajustados a una función de alisado (líneas). MoGN pesquería de red de enmalle de deriva de Marruecos, SpLL palangre español, TuGN redes de enmalle turcas, TuLL palangre turco, SiLL palangre siciliano, SiGN redes de enmalle sicilianas, GrLL palangre griego, LiLL palangre de Liguria e IoLL palangre del Jónico septentrional. La línea sólida más gruesa representa la función de alisado ajustada a todos los índices escalados juntos.

Figura 13. Ajustes a los índices en la moda de la distribución posterior para los cuatro ensayos BSP.

Figura 14. Funciones de densidad de probabilidad previas (línea discontinua) y posteriores (línea continua) para K y r para los cuatro ensayos de referencia.

Figura 15. Mediana e intervalos de confianza del 80% para los cuatro ensayos de referencia.

Figura 16. Estimaciones de la tendencia de la biomasa y la mortalidad por pesca relativas a partir del ensayo del caso base de ASPIC.

Figura 17. Estimaciones del estado relativo del stock en 2013 a partir de ensayos de bootstrap del caso base del modelo ASPIC. Los histogramas marginales presentan la distribución de 500 bootstraps, los puntos de color y el sombreado indican la densidad de cuantiles de los resultados bivariantes.

Figura 18. Estimaciones XSA de la serie temporal histórica del reclutamiento, SSB, captura y mortalidad por pesca.

Figura 19. Estimaciones de la serie temporal XSA retrospectiva.

Figura 20. Estimaciones XSA de la F por edad, las líneas representan los alisadores lowess.

Figura 21. Relación stock reclutamiento de Beverton y Holt (arriba izquierda) y diagramas de diagnóstico pertinentes.

Figura 22. Evaluación del cambio de régimen en el reclutamiento usando el algoritmo STARS; la zona sombreada proporciona la desviación estándar y la media del reclutamiento antes del cambio de régimen.

Figura 23. Relación stock reclutamiento de Beverton y Holt (arriba izquierda) para el periodo 2003-2012 y diagramas de diagnóstico pertinentes.

Figura 24. Curvas de equilibrio basadas en el peso previsto, madurez, m por edad, patrón de selección y SRR.

Figura 25. Estimaciones de incertidumbre de la serie temporal histórica basada en errores estándar de las N terminales.

Figura 26. Diagrama de fase de Kobe basado en los resultados del XSA y puntos de referencia de los análisis del rendimiento en equilibrio.

Figura 27. Patrones de selectividad relativa para los palangres de superficie de deriva (actuales) y mesopelágicos basados en los tres últimos años de datos.

Figura 28. Proyecciones basadas en el patrón de selección actual y en dos niveles de F (captura) diferentes: statu quo (azul) y 80% del actual (rojo).

Figura 29. Proyecciones basadas en un patrón de selección mixto (50:50 actual y mesopelágico) y en dos niveles de F (captura) diferentes: statu quo (azul) y 80% del actual (rojo).

Figura 30. Proyecciones y estimaciones históricas mediante XSA de la SSB relativa a BRMS asumiendo, bien los patrones de selección actuales o mixtos (leyenda del panel superior). Para ambos patrones de selección se asumieron dos niveles de F diferentes: actual (2013) y 80% del actual (leyenda del panel derecho).

Figura 31. Proyecciones y estimaciones históricas mediante XSA de la F relativa a FRMS asumiendo, bien los patrones de selección actuales o mixtos (leyenda del panel superior). Para ambos patrones de selección se asumieron dos niveles de F diferentes: actual (2013) y 80% del actual (leyenda del panel derecho).

Figura 32. Proyecciones y estimaciones históricas mediante XSA de la captura relativa a RMS asumiendo, bien los patrones de selección actuales o mixtos (leyenda del panel superior). Para ambos patrones de selección se asumieron dos niveles de F diferentes: actual (2013) y 80% del actual (leyenda del panel derecho).

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden Del Día

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos.

Apéndice 4. BSP1. Derivación de la distribución previa informativa para r.

Apéndice 5. BSP2. Ensayos de sensibilidad y diagnóstico del modelo de producción excedente bayesiano.

Apéndice 6. Detalles del ajuste del modelo ASPIC.