

## INFORME DE LA REUNIÓN DE 2015 DEL GRUPO DE TRABAJO DE ICCAT SOBRE MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE STOCK (WGSAM)

*(Miami, Estados Unidos – 16-20 de febrero de 2015)*

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

La reunión se celebró en la Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Universidad de Miami, Miami, Estados Unidos, del 16 al 20 de febrero de 2015. Las disposiciones locales las llevó a cabo el Dr. David Die, con el apoyo financiero de la NOAA a través del Cooperative Institute of Marine and Atmospheric Studies (CIMAS). El Dr. Paul de Bruyn, en nombre del Secretario Ejecutivo de ICCAT, expresó su agradecimiento a la Universidad de Miami por acoger la reunión y facilitar las disposiciones logísticas.

El Dr. Michael Schirripa, Relator del Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stocks, presidió la reunión. El Dr. Schirripa dio la bienvenida a los participantes (el Grupo) y procedió a revisar el orden del día que fue adoptado sin cambios (**Apéndice 1**).

La lista de participantes se adjunta como **Apéndice 2**.

La lista de documentos presentados a la reunión se adjunta como **Apéndice 3**.

Los siguientes participantes actuaron como relatores de las diversas secciones del informe:

| <i>Sección</i> | <i>Relatores</i> |
|----------------|------------------|
| 1, 4, 8 -10    | P. de Bruyn      |
| 2              | G. Diaz          |
| 3, 6, 7        | M. Karnauskas    |
| 6, 11          | M. Lauretta      |
| 12             | M. Schirripa     |

### 2 Puntos de referencia límite (LRP) y evaluación de estrategias de ordenación (MSE)

El documento SCRS/2015/030 (construyendo una MSE para NSW0: parte 1) describía cómo se construyó un procedimiento inicial de una evaluación de estrategia de ordenación (MSE) para evaluar los posibles resultados de cuatro procedimientos de ordenación diferentes. Los procedimientos consistían en una combinación de dos modelos de evaluación (los modelos de producción Schaefer y Fox, ambos implementados con ASPIC) y dos objetivos de ordenación diferentes (uno menos conservador  $B_{\text{target}} = B_{\text{RMS}} * 1,0$  y  $F_{\text{target}} = F_{\text{RMS}} * 1,0$ , y uno más conservador  $B_{\text{target}} = B_{\text{RMS}} * 1,20$  y  $F_{\text{target}} = F_{\text{RMS}} * 0,80$ ). Las medidas del rendimiento utilizadas para medir el éxito de los cuatro procedimientos de ordenación fueron: absoluto y variación en los desembarques, la mortalidad por pesca media por encima de  $F_{\text{RMS}}$  por año, la biomasa del stock reproductor media por encima de  $B_{\text{RMS}}$  cada año y la probabilidad de que el stock estuviera sobrepescado y experimentando sobrepesca cada año. Basándose en las ocho medidas del rendimiento consideradas, el modelo de producción de Schaefer unido al elemento de referencia más conservador superó a los otros tres procedimientos de ordenación. Esta combinación de modelo de evaluación y objetivos de ordenación tuvo como resultado la probabilidad más baja de sobrepesca sin ninguna repercusión en los desembarques. Está previsto continuar este trabajo para ampliar su utilidad y sus conclusiones.

El Grupo convino en que presentar a la Comisión resultados de MSE usando un "gráfico web" y con la lista de medidas de rendimiento tal y como aparecen en el documento, es un buen punto de partida. El Grupo debatió si presentar este gráfico web con una lista de medidas de rendimiento en la próxima reunión del SWGSM y solicitar información a los gestores sobre las medidas de rendimiento que los gestores consideran útiles en la evaluación de diferentes estrategias de ordenación. El Grupo discutió si la interpretación de este tipo de gráfico que usa varios modelos operativos (OM) podría ser difícil y si podrían explorarse opciones para resumir o promediar los resultados. El Grupo observó que, en el marco del GBYP, se está considerando una MSE para el atún rojo y que el Grupo de especies de atún blanco ya ha empezado a llevar a cabo una MSE que está en marcha. Este trabajo podría ser un ejemplo útil para presentar al SWGSM. Se resaltó la importancia de utilizar

más de un modelo operativo (OM) ya que los resultados de un modelo podrían ser diferentes de los del otro (por ejemplo, RMS diferente).

El documento SCRS/2015/020 (Evaluación de la estrategia de ordenación - Estudio de caso del atún blanco) describe un marco genérico de MSE basado en un estudio sobre el atún blanco. El procedimiento de ordenación (MP) evaluado utilizaba modelos dinámicos de biomasa ya que 9 de las 12 matrices de estrategia de Kobe II facilitadas por el SCRS estaban basadas en modelos ASPIC o BSP. El enfoque precautorio (PA) requiere anticipar resultados indeseables y que se tomen medidas para reducir las probabilidades de que se produzcan. Esto requiere determinar cuan bien logran sus objetivos las medidas de ordenación teniendo en cuenta la incertidumbre, es decir, gestionar el riesgo. La presentación proporcionaba un ejemplo de cómo hacer esto utilizando la MSE, es decir, determinando en qué condiciones un método simple de evaluación de stock puede usarse para lograr objetivos de ordenación. Aunque los modelos de producción han sido criticados por ser demasiado simplistas para reflejar la dinámica real de la población, el documento demostraba que pueden proporcionar asesoramiento robusto en ciertas condiciones. Se demostró que si no se conoce la forma de la función correcta de la función de producción (es decir, la función de producción Fox o logística), entonces la F objetivo debe reducirse. Esto significa que existe un valor económico para mejorar los conocimientos científicos. El desarrollo de distribuciones previas para los puntos de referencia (es decir, los basados en RMS) utilizados para proporcionar asesoramiento sobre ordenación era más importante que desarrollarlas para los parámetros de población, como la tasa de crecimiento de la población.

El Grupo observó que para el estudio de caso del atún blanco, los resultados de la simulación mostraban que la forma del modelo de producción tenía un efecto más importante que las distribuciones previas sobre  $r$  y  $k$ . Dado este resultado, el Grupo recomendó que cuando se usen modelos de producción, también debería prestarse atención a los supuestos de la función de producción utilizada. En las simulaciones, todas las hipótesis del modelo operativo estaban igualmente ponderadas. El Grupo discutió si este había sido siempre el caso y se indicó que en el caso del atún rojo del sur, todas las hipótesis del modelo operativo no reciben igual ponderación. Se planteó el tema de usar varias normas de control de la captura (HCR) por la redundancia. Se discutió sobre que diferentes LRP y HCR pueden tener diferentes propiedades y, por lo tanto, pueden combinarse o promediarse para desarrollar asesoramiento de ordenación o proporcionar orientaciones para establecer un TAC. Con miras a las simulaciones, la presentación incluía también una lista de cinco objetivos de ordenación. Aunque el Grupo estuvo totalmente de acuerdo en que los objetivos de ordenación son un elemento obligatorio de cualquier MSE, se produjo un acuerdo general respecto a que la estrategia de ordenación para lograr dichos objetivos puede depender de estado del stock. En otras palabras, no es lo mismo gestionar un stock saludable situado en el "cuadrante verde" del diagrama de Kobe que gestionar un stock que está totalmente situado en el "cuadrante rojo" (es decir, sobrepecado y experimentando sobrepesca).

El Grupo mantuvo amplias discusiones respecto a la próxima reunión del Grupo de trabajo permanente de ICCAT para mejorar el diálogo entre gestores y científicos pesqueros (SWGSM), sobre cómo avanzar en el concepto de identificar objetivos de ordenación, desarrollar estrategias de ordenación, LRP, HCR y MSE dentro de ICCAT. De manera más específica, el Grupo consideró que era importante contar con preguntas/solicitudes específicas del SCRS a los gestores que puedan ayudar a que el trabajo del SCRS avance. Por ejemplo, la Rec. 11-13 requiere que los stocks saludables se mantengan en dicha condición con una "elevada probabilidad". Pero, ¿qué es una elevada probabilidad? Este concepto está claramente relacionado con los niveles aceptables de riesgo que los gestores están dispuestos a asumir y no es una cuestión que los científicos puedan, o deban, responder. El Grupo advirtió que aunque esta cuestión, entre otras, se planteó durante la primera reunión del SWGSM en 2014, los gestores no estaban preparados para facilitar respuestas durante dicha reunión. Se produjo un acuerdo general en las discusiones del Grupo respecto a que, sin objetivos de ordenación claros, los LRP y las HCR no pueden ser desarrollados y el proceso MSE no puede iniciarse. Sin embargo, el Grupo convino que los científicos aún pueden ayudar a los gestores en esta tarea. Para el desarrollo de LRP, HCR y MSE, los objetivos de ordenación deben ser alcanzables, específicos y deben estar numéricamente evaluados. Por ejemplo, objetivos de ordenación como "maximizar el uso" o "se tomarán medidas cuando se alcance un punto de referencia umbral" no proporcionan orientaciones para la MSE, mientras que un objetivo de ordenación como "mantener el stock en la zona verde con una probabilidad superior al 80%" es alcanzable, suficientemente específico y tiene resultados mensurables. Para ayudar en este proceso, el Grupo discutió si podría presentarse a la Comisión una lista de ejemplos de objetivos de ordenación que puedan ser numéricamente evaluados (por ejemplo, 75% de probabilidades de mantener el stock en el cuadrante verde). Además, los resultados de las diferentes LRP y HCR desarrollados para lograr estos objetivos de ordenación deberían también presentarse a la Comisión. De esta forma, y a falta de mejores indicaciones de la Comisión, el SCRS podría continuar avanzando en la MSE. El Grupo acordó la importancia primordial de un diálogo fluido entre los científicos y los gestores para establecer HCR y MSE.

El Grupo mantuvo una larga discusión sobre los diferentes usos de la MSE, ya que pueden usarse para evaluar modelos operativos y supuestos, evaluar indicadores del stock para desarrollar HCR y estimar los costes asociados, y para desarrollar LRP y HCR que sean robustos ante diferentes fuentes de incertidumbre. La discusión señaló que los resultados de la MSE pueden mostrar que, en algunos casos, las evaluaciones de stock podrían hacerse más simples utilizando modelos más simples y que, en determinadas circunstancias, podría reducirse la frecuencia con que se realizan las evaluaciones de stock. Por ejemplo, la MSE mostró que en el caso del atún rojo del sur (SBFT), pueden usarse prospecciones aéreas de juveniles y CPUE para hacer un seguimiento de las tendencias de la población y proporcionar orientaciones para la ordenación. En el caso del SBFT, la MSE demostró que invertir en la recopilación de datos para mejorar la estimación de la CPUE e invertir en prospecciones aéreas puede tener como resultado una ordenación mejor sin la necesidad de realizar grandes inversiones en otros programas de recopilación de datos independientes o dependientes de la pesquería.

Independientemente del objetivo de la MSE, el Grupo se mostró de acuerdo en que la MSE no puede llevarse a cabo sin objetivos de ordenación claros. El Grupo acordó que la expectativa de la Comisión parece ser que la MSE se use para desarrollar LRP y HCR que sean robustos ante importantes fuentes de incertidumbre. Sin embargo, se discutió que esto no impide al SCRS utilizar la MSE para otros propósitos que considere oportunos y que los resultados de dichas MSE puedan presentarse a la Comisión cuando lo considere pertinente.

El Grupo también debatió si la HCR y los objetivos de ordenación deberían ser coherentes para diferentes pesquerías o stocks. Se indicó que en la WCPFC, los objetivos de ordenación difieren según la especie. El Grupo se preguntó si los objetivos de ordenación para las diferentes especies eran distintos o si las estrategias de ordenación eran diferentes mientras que los objetivos de ordenación eran los mismos. Esta discusión puso de relieve la necesidad de contar con una definición común para términos como “objetivos de ordenación” o “estrategias de ordenación”. En cualquier caso, el Grupo discutió si podrían desarrollarse LRP y HCR genéricos que, a su vez, pudieran adaptarse a las características de los diferentes stocks gestionados por ICCAT. Independientemente de si los LRP y las HCR son específicos de las especies o no, el Grupo acordó que deben ser robustos para lograr los objetivos de ordenación teniendo en cuenta las incertidumbres asociadas a las hipótesis de los modelos operativos.

Se planteó una pregunta interesante durante la discusión respecto a implementar HCR para especies que no son objetivo en todas las pesquerías de ICCAT. Más específicamente, el Grupo discutió si la adopción de LRP y HCR en las pesquerías en las que controlar F supone un mayor reto, se vería beneficiada de la implementación de MSE. Este podría ser el caso de pesquerías multiespecíficas como las pesquerías de cerco tropical en África occidental.

El Grupo mantuvo amplias discusiones sobre los que puede hacerse para explicar mejor el concepto de LRP, HCR y MSE a los gestores, para que puedan adoptar estos enfoques en las pesquerías de ICCAT. En particular, se llegó a un acuerdo sobre la necesidad de explicar mejor que LRP y HCR no son sinónimo de pérdidas en el rendimiento a largo plazo y que pueden tener como resultado rendimientos mejores y más estables en comparación con otros enfoques de ordenación. Se discutió también que las incertidumbres que los gestores consideran importantes deberían incorporarse a la MSE para desarrollar LRP y HCR que sean robustos ante estas incertidumbres. La historia ha demostrado que las fuentes de incertidumbre se han usado como excusa para poner en cuestión los resultados de las evaluaciones de stock y el asesoramiento de ordenación que requiere reducciones en las capturas. En resumen, y sin entrar en los detalles técnicos específicos de la MSE, los científicos deberían hacer un mejor trabajo para demostrar a los gestores que el LRP y la HCR no tienen como resultado una pérdida de rendimiento a largo plazo y que pueden ser robustos ante diferentes fuentes de incertidumbre. El Grupo reconoció que el gráfico web discutido en el SCRS/2015/030 podría ser una herramienta excelente para presentar este tipo de resultados.

El Grupo se mostró de acuerdo en que las hipótesis en los modelos operativos (por ejemplo, inclinación o funciones stock reclutamiento) a veces son demasiado simplistas y en que usando supuestos simplistas el rango de estrategias de ordenación evaluadas puede verse limitado. El Grupo indicó la necesidad de cambiar a modelos internamente más complejos y de ser más creativos.

En el proceso de desarrollar MSE para probar las opciones de ordenación que incorporan incertidumbres, el Grupo consideró que era importante para el Grupo de especies identificar estas incertidumbres clave. Aunque se ha indicado a los Grupos de especies que identifiquen fuentes de incertidumbre que puedan afectar a los resultados de las evaluaciones de stock, el Grupo debatió la posibilidad de desarrollar un cuestionario con preguntas específicas que puedan ayudar a identificar incertidumbres que deberían ser incorporadas en el proceso de MSE que sea similar al cuestionario desarrollado por el Imperial College para el atún rojo (Leach *et al.* 2014).

### 3 Incorporación de los cambios oceanográficos y medioambientales en el proceso de evaluación

#### *Estudio de simulación*

El Grupo indicó que el contexto para el estudio de simulación procede del plan de trabajo del WGSAM de 2014. Durante este tiempo, se acordó que la simulación se diseñaría durante la reunión de 2015, con recomendaciones para la reunión de 2016. Uno de los objetivos de la presente reunión era formar tres grupos de trabajo ad hoc para llevar a cabo las siguientes tareas: 1) Crear un conjunto de variables medioambientales e información sobre artes, 2) vincular las variables a las distribuciones de peces y llevar a cabo simulaciones y 3) analizar los resultados mediante GLM u otros métodos.

El objetivo del ejercicio de simulación es, generalmente, entender cómo se introducen mejor las variables medioambientales en el proceso de evaluación. Por ejemplo, podrían introducirse explícitamente como vinculadas a algún proceso en el modelo de evaluación de stock o como una variable en el proceso de estandarización de la CPUE. El ejercicio de simulación produciría un conjunto de datos de palangre simulados al que podrían aplicarse diferentes métodos de análisis. Está previsto que este tema sea tratado repetidamente por el Grupo de métodos ya que el concepto evoluciona y aparecen nuevas preguntas sobre investigación. Se indicó que varios participantes habían construido simuladores de palangre que podrían, potencialmente, servir de base para el trabajo que se debe llevar a cabo.

La línea temporal del proyecto se estableció de la siguiente manera: el diseño y los métodos de la simulación se establecerán en la presente reunión, durante el año se llevarán a cabo métodos y los resultados se presentarán durante la reunión de 2016.

Se observó también que este estudio se relaciona con varios puntos del orden del día de la reunión de 2015 del Subcomité de ecosistemas, incluidos:

3. Desarrollar una lista de objetivos relacionados con el ecosistema que sean prácticos y mensurables.
4. Examinar el progreso que se ha realizado a la hora de implementar la ordenación pesquera basada en el ecosistema y las evaluaciones de stock mejoradas.

Posteriormente se presentaron estudios y documentos relacionados.

#### *Hábitats preferidos de los juveniles y adultos de atún rojo del Atlántico: desde la ecología a la ordenación*

La presentación del SCRS/P/2015/002 de Druon *et al.* describía un esfuerzo multinacional para estudiar los hábitats preferidos de los juveniles y adultos de atún rojo del Atlántico. Los autores reunieron datos de presencia de diferentes fuentes (observadores, prospecciones científicas, etc.) con una cobertura relativamente alta tanto en zonas de desove (golfo de México y Mediterráneo), así como en el Atlántico. Los datos de presencia se compararon con datos oceanográficos de satélites y modelos y se utilizó un análisis de conglomeración para describir las diferentes preferencias de hábitats del atún rojo al reproducirse y al alimentarse. Los autores proporcionaron mapas de hábitats potenciales que realísticamente se parezcan a algo de la dinámica biológica (por ejemplo, estacionalidad de desove dentro del Mediterráneo). Los autores arguyeron que la información podría ser útil para fines de evaluación de stock y de ordenación en diferentes formas. Por una parte, las anomalías de hábitat podrían ayudar a comprender la probabilidad de migraciones transatlánticas a lo largo del tiempo y a interpretar los resultados obtenidos con las diferentes metodologías (como la microquímica de otolitos) que sugieren impulsos migratorios desde el oeste hacia el este (Fraile *et al.* 2014). Por otra parte, los mapas de hábitats podrían usarse para producir series temporales de abundancia relativa/disponibilidad en diferentes zonas, que podrían alimentar modelos de evaluación de stock espacialmente explícitos (Taylor *et al.* 2011) de forma similar a cómo pueden usarse los datos electrónicos (Galuardi *et al.* 2014). A escala más local, la expansión/contracción de hábitats adecuados podría aportar información sobre cambios en la capturabilidad para una flota determinada y podría incorporarse en el proceso de estandarización de la CPUE.

El Grupo indicó que el trabajo de modelación del hábitat podría aportar información para una amplia gama de fines. Por ejemplo, se podría usar el modelo de hábitat para crear un índice de adecuación del hábitat que varíe cada año y dicho índice podría usarse para entender mejor cuando los cambios en la CPUE podrían deberse a cuán concentrados están los peces basándose en el área de un hábitat adecuado. Se observó que el atún rojo y el atún blanco son dos especies para las que este enfoque podría ser especialmente útil. El trabajo podría usarse también para calibrar prospecciones independientes de las pesquerías o para dirigir prospecciones aéreas. Además, en lugar de incorporar mecánicamente la información sobre hábitat en una evaluación de stock, la

información podría utilizarse para elaborar hipótesis acerca de cómo está previsto que cambie la productividad en el tiempo. El Grupo observó que este trabajo tiene mucho más potencial que solo la estandarización de la CPUE.

El presentador aclaró que aunque la presentación informaba sobre climatologías, la información anual sobre hábitat para los últimos diez años está disponible en el sitio web del Centro de investigación conjunta de la UE. Se planteó una pregunta respecto a cómo podrían derivarse el "hábitat de alimentación" y el "hábitat de reproducción" sin datos que confirmen específicamente las actividades de los peces en dicha ubicación. Se aclaró que las designaciones se habían hecho, no necesariamente para diferenciar diferentes comportamientos, sino que estaban pensadas para servir de designaciones amplias de diferentes distribuciones espaciales y estacionales. Se planteó otra pregunta respecto a hasta cuándo podría remontarse el análisis en el tiempo. Dado que el modelo está basado en información derivada de los satélites, el análisis está básicamente restringido a mediados de los 90, cuando se empezó a disponer de esta información. Sin embargo, otra posibilidad para poder remontar el análisis históricamente serían aproximaciones de otras fuentes de datos, especialmente si es suficiente una menor resolución espacial.

Se indicó que el presente estudio era muy exhaustivo, pero que tal vez podrían incorporarse otras fuentes de datos. Dado que el estudio se basa bastante en conjuntos de datos dependientes de la pesquería, se señaló que sería útil proporcionar una base real al modelo con más datos independientes de la pesquería o con datos de marcado electrónico. Las marcas electrónicas, como desventaja, son muy diferentes a causa de los puntos limitados de colocación y recaptura. Combinar estas fuentes de datos podría suponer un reto debido a las diferencias en las escalas espaciales y en la autocorrelación espacial.

Se mantuvo una discusión sobre el tema de usar solo variables de la superficie del mar, que son las únicas variables de que se dispone cuando se utilizan datos de satélites. En aguas templadas en las que las aguas superficiales están bien mezcladas y la termoclina es relativamente profunda, las condiciones de la subsuperficie probablemente se parecen a las condiciones de la superficie. En otras zonas podría no ser así. No existe una solución inmediata a este tema, pero podrían considerarse otras variables derivadas de fuentes de datos alternativas.

#### ***Un método para estimar las tasas de mezcla del stock basado en datos de composición por tallas o por edades***

El documento SCRS/2015/027 describía un método para usar la composición por tallas o por edades para estimar las tasas de mezcla del stock. La idea general del documento es que si dos poblaciones que contribuyen a una zona de mezcla tienen distintas composiciones por edades y pueden obtenerse muestras representativas de la estructura por edad de ambas poblaciones y de la zona de mezcla, entonces podría estimarse el porcentaje de la contribución de los stocks a la zona de mezcla comparando las composiciones por edad. Se estableció una simulación preliminar con las dos poblaciones estructuradas por edad con un reclutamiento variable y una migración forzada medioambientalmente a una zona de mezcla, que variaba por año y por edad. Se utilizó un modelo implementado en un marco de trabajo bayesiano para estimar el efecto medioambiental forzante y el porcentaje de contribución de cada stock a la zona de mezcla. Solo con un error de proceso estocástico alrededor de la función medioambiental, el modelo pudo estimar bien estas cantidades. Se realizaron análisis preliminares para considerar el efecto de algún error en la determinación de la edad sobre la robustez de los resultados.

El Grupo observó varias formas en las que podría alterarse la simulación para representar situaciones más realistas. En primer lugar, el error en la determinación de la edad es a menudo una función de la edad y, por ello, se sugirió que el error se implemente de esta manera. Si el método se va a intentar con el atún rojo, habría otra serie de cuestiones relacionadas con la separación por edades. Se indicó que podría ser posible modelar el proceso de separación de edades y probar hipótesis diferentes acerca de los sesgos en la determinación de la edad. En segundo lugar, la información sobre abundancia de los dos stocks, junto con la varianza alrededor de las estimaciones de abundancia, podría incorporarse fácilmente en el marco de trabajo, lo que permitiría estimar la probabilidad de migración desde cada zona. En tercer lugar, se indicó que podría haber algún problema con la obtención de muestras de poblaciones puramente "mezcladas" o puramente "independientes", dado que diferentes sectores de la población podrían migrar en momentos diferentes. Esto podría ser particularmente problemático para esta simulación en los casos en los que peces de diferentes tallas o edades migran en momentos diferentes. Por último, se recomienda que la simulación incluya un análisis de sensibilidad relacionado con el tamaño de la muestra, es decir, si el método sigue funcionando bien con varios grados de muestreo no representativo. El presentador se mostró de acuerdo en que estos análisis de sensibilidad serían útiles antes de intentar aplicar el método a datos reales. El siguiente paso sería incorporar en la simulación varias formas de error observacional relacionado con la recopilación de datos de una especie específica, para entender el rendimiento del método bajo limitaciones realistas.

***Evolución de la distribución espacial de los caladeros para la flota española de curricán de atún blanco (*Thunnus alalunga*) en el Atlántico norte oriental, años 2000 a 2013***

El documento SCRS/2015/025 describía cómo la distribución geográfica anual de la actividad de la flota española de curricán se estima por medio de un programa de muestreo basado en un número de entrevistas a los patrones llevadas a cabo en los desembarques en los principales puertos pesqueros de la costa del Atlántico español y del golfo de Vizcaya. Se hace un mapa con la posición geográfica recopilada por marea, en latitud y longitud (1x1 grados) mes a mes para cada año. La flota de curricán se dirige al atún blanco (*Thunnus alalunga*) desde junio a noviembre y opera en aguas de alta mar del Atlántico nororiental y el golfo de Vizcaya. Basándose en la información recogida en las entrevistas, se presenta la evolución espacial del caladero de la flota de curricán para las temporadas de pesca desde 2000 a 2013.

Varios participantes indicaron que el golfo de Vizcaya funciona como un área oceanográfica separada en comparación con el resto del Atlántico, y que algunas tendencias observadas en alta mar podrían no observarse en el golfo de Vizcaya.

***Diseño de estudio propuesto para las mejores prácticas al incluir información medioambiental en los índices de abundancia de ICCAT***

Actualmente, es un hecho generalmente aceptado que la variación climática del planeta y su efecto en los océanos está aumentando. Teniendo en cuenta esta creciente variación, los relativamente pequeños niveles de tolerancia para la temperatura y la naturaleza altamente migratoria de los túnidos y especies afines que recaen bajo el mandato de ICCAT, son oportunos y necesarios métodos para representar las respuestas de los túnidos a su entorno cambiante. Lo más importante es cómo se manifiestan estos factores en los índices de abundancia y, en el caso de ICCAT, en los índices de captura por unidad de esfuerzo (CPUE). El estudio propuesto en el documento SCRS/2015/031 utilizará un simulador de palangre como modelo operativo para generar conjuntos de datos en los que se sepa con certeza la verdadera abundancia del stock y el medioambiente. Estos conjuntos de datos se analizarán con dos métodos comparativos: (1) usando los datos medioambientales como una covariable en la estandarización de la CPUE mediante un modelo lineal generalizado y (2) usando los datos dentro del modelo de evaluación de stock explícitamente para modular la capturabilidad. Los criterios utilizados para evaluar cada método incluirán la bondad del ajuste, el grado de incertidumbre y la parsimonia del modelo.

A continuación se produjo una amplia discusión sobre el tema de cómo se establecería dicha simulación para contestar a cuestiones pertinentes para ICCAT y cómo y cuándo se definirían las cuestiones pertinentes. Se indicó que sería deseable definir las cuestiones de investigación antes de construir la simulación, con el fin de no complicar demasiado la simulación innecesariamente. Por otra parte, no sería deseable hacer la simulación tan rígida que no tenga ninguna utilidad para posibles cuestiones de investigación que puedan surgir. Se acordó que sería útil centrarse de forma general en los tipos de cuestiones de investigación antes de embarcarse en los detalles de la simulación. En general, el grupo expresó su interés en una simulación para aportar información sobre cómo representar mejor los efectos medioambientales sobre una determinada especie con los datos disponibles. Básicamente, para responder a esta cuestión sería necesario simular un efecto medioambiental en un pez, extraer una muestra de las distribuciones simuladas con una flota pesquera idealizada y luego probar si el efecto medioambiental podría recuperarse mediante un análisis de los datos. Se indicó que, a grandes rasgos, el medio ambiente puede tener dos tipos de efectos sobre una población: un efecto sobre la distribución, o un efecto sobre la productividad del stock. Probablemente, estos dos efectos no son mutuamente exclusivos, pero en la práctica pueden ser difíciles de diferenciar. Este tema podría ser también el centro de cuestiones a resolver con el ejercicio de simulación.

Se mantuvo una discusión sobre las especies específicas en las que centrarse para un ejercicio inicial de simulación. El pez espada es una especie con relativamente muchos datos, las flotas están bien definidas y los trabajos recientes sugieren que el medio ambiente tiene mucha influencia a la hora de dar forma a sus distribuciones. Se mencionó al patudo como otra especie posiblemente candidata ya que también cuenta con muchos datos. Para las interacciones entre especies, se pensó que el pez espada y la tintorera sería un buen conjunto para simular.

Gran parte de la discusión se destinó al establecimiento específico del ejercicio de simulación. Se destacó que imitar exactamente el mundo real no era tan importante como simplemente conocer el "verdadero" mundo de simulación y entender si puede predecirse. Sin embargo, al mismo tiempo existe el deseo de hacer que la simulación sea suficientemente similar a un escenario real de forma que los resultados puedan ser aplicables. Se recomendó que, en general, no deberían incluirse complejidades a menos que sean directamente relevantes para la cuestión. Se pensó que el paso que mayor reto supone al establecer el escenario es modelar la relación medio

ambiente-pezu. Se observó que algunos trabajos existentes, incluido el trabajo realizado por miembros del Grupo, podrían aportar información a la hora de definir estas relaciones. Por ejemplo, existen ya modelos sobre hábitat y están disponibles para cinco especies: atún blanco, atún rojo, rabil, listado y atún rojo del sur. Podrían usarse relaciones cuantitativas de estas fuentes para definir los vínculos entre las variables medioambientales y las distribuciones de los peces para las simulaciones.

Se produjeron discusiones adicionales sobre el nivel de complejidad que sería necesario incluir en la simulación. Las opiniones del Grupo eran muy variables respecto a este tema. Se mencionó que podría ser importante simular no solo las distribuciones de peces, sino también los patrones de alimentación, pero que esto podría surgir también como una propiedad emergente debido a la competición por el cebo simulada. Se consideró que la formación de bancos era potencialmente crítica, dependiendo de cómo se aplicara al modelo. Además, sería difícil representar un comportamiento realista de los peces, ya que los pescadores no pescan aleatoriamente en una determinada celda, pescan en áreas con características específicas de escala reducida. La discusión se centró también en el nivel de resolución espacial y temporal necesario y en si se establecería la simulación en tres dimensiones o en una parrilla de dos dimensiones con ecuaciones para describir los procesos pertinentes relacionados con la profundidad. Por último, se discutieron los pros y los contras de usar un modelo de una sola especie frente a un modelo multiespecífico.

El Grupo discutió los tipos de análisis que se llevarían a cabo una vez se hubiera ejecutado la simulación. Se sugirió que los análisis iniciales deberían ser muy simples, añadiéndoles posteriormente más complejidades. Un primer objetivo podría ser un único índice, que una vez estandarizado adecuadamente, reflejaría correctamente la señal de abundancia. Un segundo paso podría ser incluir efectos medioambientales explícitamente en el modelo de evaluación de stock. Esto requeriría una evaluación de stock real de la población simulada. Si el simulador contara con múltiples flotas, deberían tomarse decisiones sobre cómo se completaría la estandarización entre las flotas.

Se formaron los siguientes Grupos de trabajo ad hoc:

Grupo 1 - Diseño general del estudio y configuración del simulador: Michael Schirripa, Phil Goodyear, Patrick Lynch.

Grupo 2 - Recopilar y asimilar datos oceanográficos y de los artes, tomar decisiones de cómo deberían distribuirse los peces: Guillermo Diaz, Barb Muhling, Miguel Santos, Andrés Domingo, Mandy Karnauskas, Jiangang Luo, Patrick Lynch.

Grupo 3 - Análisis de los datos simulados; crear análisis (GLM o internos del modelo de evaluación de stock) para reproducir la abundancia del stock: Matt Lauretta, John Walter, Rui Coelho, Michael Schirripa, Toshihide Kitakado, Haritz Arrizabalaga.

Estos tres grupos de trabajo ad hoc se reunieron por separado e informaron luego al Grupo de trabajo general de lo siguiente:

*Resumen del grupo 1: Diseño general del estudio y configuración del simulador:*

Michael Schirripa fue nombrado responsable del grupo para supervisar los diversos componentes del estudio de simulación. La primera decisión que se tomó fue que el autor de la simulación intentaría incorporar una GUI en el marco del modelo, o cambiar el marco de simulación para que fuera más fácil, de tal forma que los usuarios no tengan que depender completamente del autor para ejecutar la simulación. La segunda tarea fue definir la pregunta específica de investigación que se va a abordar explícitamente. Se decidió que el objetivo del ejercicio de simulación inicial sería responder a la cuestión: "Asumiendo que las distribuciones del pez espada están motivadas por cambios en el entorno oceanográfico, ¿cómo se estima mejor la abundancia histórica del stock?: 1) Ignorando un efecto medioambiental, 2) incorporando una variable medioambiental en el proceso de estandarización del índice de abundancia, 3) vinculando la variable medioambiental a un proceso dentro del modelo de evaluación o 4) usando los métodos 2 y 3 anteriores. Se discutió también la configuración de la simulación. Se decidió que, inicialmente, solo se usaría un arte con una única configuración, junto con una especie, en todo el Atlántico norte. El esfuerzo pesquero simulado se distribuiría de acuerdo con el esfuerzo de palangre conocido. Para obtener esta información, este grupo de trabajo ad hoc solicitó a Estados Unidos, Canadá, España, Portugal y Japón que proporcionaran el número de lances de palangre, por latitud y longitud, mes y año. Se observó que podrían surgir bastantes retos con los acuerdos de confidencialidad y, en dichos casos, los datos de resolución 5x5 que ya están disponibles, podrían ser suficientes. El marco temporal preferido de la simulación sería 1950-2010 o el que los datos permitan.

Configuración de la simulación: 1 arte, 1 especie, 1 configuración del arte, número de lances por latitud, longitud, mes y año.

Los peces simulados se distribuirán en profundidad estimando probabilidades a partir de datos PSAT. Estos datos deberían proporcionar observaciones sobre la cantidad de tiempo que los peces pasan en varias temperaturas por temperatura en latitud, longitud y profundidad. El esfuerzo de la flota distribuido por distribución histórica del esfuerzo por cuadrículas de 5x5 o una resolución más fina si es posible. Se modelarán varias tendencias de abundancia.

*Resumen del Grupo 2: oceanográficos.* Recoger y asimilar datos oceanográficos y de los artes.

Guillermo Díaz fue elegido responsable de este grupo de trabajo *ad hoc*. La tarea asignada al grupo de trabajo de los datos era encontrar datos de temperatura, por capa de profundidad, para 1950-2010, en un formato que pueda introducirse fácilmente en el modelo de simulación. Se discutieron temas relacionados con la disponibilidad de los datos. Los modelos oceanográficos, como HYCOM, pueden proporcionar estimaciones de la temperatura por profundidad mundiales, pero estos modelos solo llegan hasta mediados de los 90 como muy pronto. Además, los datos de temperatura de la superficie del mar de alta resolución solo están disponibles desde principios de los 80, cuando empezó la cobertura por satélite. Por tanto, obtener datos de temperatura de los 50 a la resolución deseada podría ser un gran reto. Los responsables de la simulación destacaron que la calidad de los datos era más importante que el ciclo de tiempo, y por tanto que podrían modificarse los años a incluir en la simulación.

El Grupo era también responsable de obtener datos de marcado PSAT de pez espada, que se utilizarían para entender el tiempo que el pez pasa en varias temperaturas. Esto, a su vez, se utilizaría para parametrizar la relación medio ambiente-distribución de los peces en la simulación. Se produjo una breve discusión sobre cómo se utilizarían exactamente los datos de satélite para crear esta relación, lo que incluye si se requerirían o no perfiles de profundidad y/o profundidad-temperatura adicionales.

*Resumen del grupo 3: Análisis de los datos simulados*

John Walter fue designado responsable de este grupo de análisis. En resumen, se encargó al grupo analizar los datos que les entregó el grupo de simulación, para determinar si podían extraer una señal de abundancia más correcta y potencialmente identificar un factor medioambiental pertinente. El grupo afirmó que su medición del rendimiento del ejercicio de estandarización de la CPUE sería el nivel de correlación de los índices de CPUE derivados con el índice de abundancia conocido (que continuaría desconocido para los analistas durante la etapa de análisis). El grupo elaborará un conjunto de índices de diversos tratamientos, para ver cual se ajusta más estrechamente.

El grupo discutió los pros y los contras de incluir diversos niveles de ruido en el conjunto de datos que se va a entregar a este grupo de análisis. Para llevar a cabo una verdadera prueba a ciegas de la capacidad del análisis para recrear valores conocidos, idealmente se le facilitarán al grupo de análisis diversas variables medioambientales; un valor verdadero, un valor verdadero con ruido añadido y una variable puramente aleatoria. Esto permitiría un escenario más realista, en el que se dispone de diversas variables medioambientales, y solo algunas de ellas podrían ser explicativas. Se mantuvo una discusión sobre si debían incluirse o no otras variables externas en el conjunto de datos, por ejemplo, el número de anzuelos entre flotadores. Por una parte, esto haría que el conjunto de datos fuera más realista, pero por otra, para separar las fuentes de error al determinar efectos medioambientales podría ser muy ventajoso empezar con un conjunto de datos simplificado.

Se sugirió reunirse durante la reunión del SCRS para debatir los progresos realizados con el ejercicio de simulación y para considerar hitos intermedios. Por ejemplo, podría presentarse un documento a las plenarios del SCRS sobre cómo se construyó el conjunto de datos simulados. Se desarrollará un plan de estudio y se incluirá un calendario sugerido de reuniones e hitos.

*Cuestión 1:* Si la abundancia de pez espada varía debido a algún factor medioambiental, ¿podemos obtener una señal de abundancia correcta solo con la CPUE, incluir el medio ambiente en el GLM, e incluir el medio ambiente en el modelo de evaluación?

***Medición del rendimiento: correlación del índice de CPUE con una señal de abundancia conocida***

*Expectativas de las necesidades del Grupo de simulación:* CPUE, latitud, longitud, año, mes y factores medioambientales con diversos grados de información, pero desconocidos para los analistas, por ejemplo SST

(SST verdadera), SST2 (SST1 + normal aleatoria ( $0, \sigma^2$ )), SST3 (variable normal aleatoria  $N(\mu, \sigma^2)$ ) donde  $\mu$  y  $\sigma^2$  son la media y la varianza de la temperatura en la serie.

*Plazo preliminar (fecha prevista de finalización; programa específico por decidir)*

|                    |                                                                                                                                                                                |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Junio de 2015      | Obtener la CPUE simulada                                                                                                                                                       |
| Septiembre de 2015 | Evaluar/modelar CPUE separadas de acuerdo con SOP<br>CPUE~año+área+arte+temporada+Medio ambiente+año*área + ...y otras interacciones como RE                                   |
| Diciembre de 2015  | Distribuciones DLN, Binomial negativa, Tweedie si es necesario                                                                                                                 |
| Enero de 2016      | Evaluar/modelar CPUE separadas de acuerdo con procedimientos alternativos<br>Evaluar el rendimiento de las CPUE calculando la correlación con una señal de abundancia conocida |
| Febrero de 2016    | Probar los índices en SPM - ¿podemos conciliar la tendencia de abundancia?<br>Presentar dos documentos para la reunión del Grupo de trabajo sobre métodos de 2016              |

*Documentos que se tienen que presentar*

2/3 documentos para la reunión del Grupo de trabajo sobre métodos de 2016

1. Especificaciones de las simulaciones
2. Estimación y rendimiento de la CPUE en el modelo SPM

*Términos de referencia del grupo de análisis*

1. Estimar las CPUE estandarizadas de acuerdo con procedimientos operativos estándar
2. Estimar las CPUE estandarizadas con el medio ambiente

#### 4 Examen del nuevo método de ICCAT para estimar EFFDIS

El Grupo fue informado de la situación actual del contrato propuesto de EFFDIS que solicitó el SCRS. La Secretaría explicó que tras la convocatoria de ofertas inicial no se había presentado ninguna propuesta y por ello se había ampliado el plazo. Se indicó que esta ampliación había tenido como resultado la presentación de una propuesta y que en un futuro cercano la propuesta sería evaluada y si se consideraba adecuada, podría concedérsele el contrato. Sin embargo, esto provocaría un retraso en las fechas límite iniciales para la presentación de los resultados de EFFDIS. Continúa estando previsto presentar los resultados preliminares del contrato EFFDIS durante la reunión del Subcomité de ecosistemas y se recomendó que miembros del WGSAM estén presentes en dicha reunión para evaluar los aspectos técnicos del ejercicio.

#### 5 Examen del protocolo de la CPUE para los actuales criterios de inclusión

El Grupo examinó el protocolo y la tabla de criterios de revisión para las series de CPUE. Se discutió sobre el hecho de que el método de puntuación general estaba pensado para proporcionar una medición a cada criterio para los índices individuales, no para crear una puntuación global para clasificar los índices. La principal intención de la tabla de criterios es facilitar la determinación de si una serie de CPUE es adecuada para incluirla en los modelos de evaluación de stock. Durante la evaluación de atún blanco, el Grupo discutió si la tabla podría presentar posibles formas de generar ponderaciones para los índices dentro del modelo de evaluación, y se recomendó que el WGSAM lo examinara más en profundidad. Se señaló que sería necesario un mayor desarrollo para hacer que los criterios sean útiles para la ponderación cuantitativa de las CPUE.

La inclusión de la serie de CPUE depende del modelo de evaluación, y se recomienda tener en cuenta la estructura del modelo. El ejercicio requiere tiempo, sin embargo, una vez que se lleva a cabo la evaluación inicial, las evaluaciones posteriores del mismo índice durante futuras evaluaciones deberían requerir mucho menos tiempo. Fue difícil evaluar algunos de los criterios durante las reuniones de los grupos de especies. Por ejemplo, una evaluación de los criterios biológicamente plausibles podría ser más fácil si se desarrollaran herramientas mejoradas para permitir una evaluación más objetiva de este criterio. Algunas de las métricas podrían combinarse para simplificar la tabla y agilizar el proceso de revisión de la CPUE. Por ejemplo, el Grupo

discutió si eliminar la fracción de captura de la tabla. La tabla ha estimulado las discusiones en numerosas ocasiones y para múltiples evaluaciones. El Grupo acordó que una versión revisada de la tabla fuera examinada en la próxima reunión del WGSAM. El Presidente formará un grupo de trabajo *ad hoc* para crear una tabla revisada.

## 6 Desarrollo de una plantilla para unificar los datos de la CPUE del pez espada del Atlántico norte

En las observaciones introductorias se destacó que el objetivo del día era debatir un método para combinar los índices de CPUE. Se formaría un grupo de trabajo *ad hoc* para debatir el tema de obtener datos de alta resolución manteniendo a la vez la seguridad y la confidencialidad de los mismos. Se recordó al Grupo que dicha actividad era importante para mejorar la capacidad de hacer un seguimiento de las tendencias de abundancia del stock cuando está cambiando la disponibilidad/distribución del stock (por ejemplo, debido a influencias medioambientales) y esto no pueden reflejarlo los índices desarrollados por las CPC individuales.

Se presentaron consideraciones para la estimación de la varianza de los modelos de estandarización de dos etapas (SCRS/2015/029). Se recomendó usar el estimador exacto de Goodman para los modelos de dos etapas y usar el negativo binomial o Poisson para los datos de captura diferenciados, lo que simplifica la estimación del modelo de la media y de la varianza sujeto a lograr supuestos de distribución. Se proporcionaron normas básicas generales junto con códigos estadísticos para la selección del modelo, la bondad del ajuste y la estandarización de la CPUE. Se indicó que los casos en que los datos contienen un elevado número de capturas cero plantean un problema, y que los modelos de ceros aumentados y de dos etapas se recomiendan exactamente para estos casos.

***Un método para combinar índices de abundancia entre las flotas que permita precisión en la asignación de covariables medioambientales a la vez que mantiene la confidencialidad de la información espacial y temporal facilitada por las CPC***

En el documento SCRS/2015/032 se presentó un método y se facilitaron códigos estadísticos para combinar la información sobre captura y esfuerzo que permite a los científicos de las CPC individuales asignar covariables medioambientales clave (u otras) a cada observación, y posteriormente asignar las observaciones a categorías más toscas de resolución espacial (por ejemplo celdas de 5x5 o áreas mayores) y temporal (por ejemplo, un mes) que mantienen los requisitos en cuanto a nivel de confidencialidad. Los conjuntos de datos resultantes preservan los vínculos entre los factores que se pueden probar y las tasas de captura, así como el nivel observacional de variabilidad requerido para probar las hipótesis estadísticas a la vez que mantienen los requisitos en cuanto a confidencialidad y pueden posteriormente combinarse para desarrollar un único índice estandarizado que sea más robusto ante los cambios en la capturabilidad de cada flota en el tiempo.

La discusión se centró en dos temas principales del documento: 1) temas relacionados con la confidencialidad, y la aplicación general del método y 2) el tema de incorporar las variables medioambientales. Primero se discutió el tema de la resolución espacial de los conjuntos de datos y la definición de áreas estadísticas o de otro tipo. Un participante preguntó acerca de la utilidad de mantener el uso de las áreas estadísticas de ICCAT en dicho análisis. Se aclaró que las áreas ICCAT se utilizan solo para enmarcar el concepto, pero que podría especificarse cualquier área. El escenario ideal sería contar con información espacial en la menor resolución posible. Esto permitiría realizar más análisis espaciales, por ejemplo aplicando análisis de conglomeración u otros análisis de multivariantes, a dicho conjunto de datos para clasificar áreas de similitud. Se mencionó el trabajo de Longhurst (2006), que trataba sobre diferentes áreas de hábitat dentro del océano, sin embargo, se indicó que estas áreas, aunque útiles, podrían ser aún demasiado grandes para la estandarización de la CPUE. Otra posibilidad sería utilizar información sobre el uso del hábitat basada en el ciclo vital de las especies para definir las áreas.

Se observó que la práctica aceptada en ICCAT es proporcionar datos agregados con una resolución espacial de 5x5 grados. Sin embargo, esta resolución podría no solucionar todos los problemas en cuanto a confidencialidad de todos los países. Para solucionar este tema podría aplicarse un filtro, para dejar de lado intervalos en los que las muestras existentes sean confidenciales. Se indicó que esta práctica podría conducir, potencialmente, a una pérdida de información importante en la zona límite de la pesquería. A continuación se produjo una discusión sobre el tema de incluir variables medioambientales, y sobre temas de escalación con los datos disponibles. Se observó que con variables de escala toscas obtenidas de datos de satélite, la resolución de los datos podría no ser la misma que las escalas de uso del hábitat real de los peces. Además, teniendo en cuenta la naturaleza del palangre, y la amplia zona geográfica que puede cubrirse en un único lance, es poco realista hacer corresponder exactamente los parámetros medioambientales con las ubicaciones precisas de la captura. A pesar de esta dificultad, la temperatura de la superficie del mar a gran escala debería ser una medida del contenido térmico global del océano en ese lugar y en ese momento, y esto debería ser útil al vincularlo a la dinámica del stock.

Pueden incorporarse también variables medioambientales adicionales en el marco de trabajo, y pueden adaptarse a la especie en cuestión. Se destacó que el documento estaba pensado como un concepto a desarrollar más en profundidad, más que como una herramienta final.

Las principales ideas en el documento trataban sobre el tema de hallar un mecanismo para mantener los datos de elevada resolución a la vez que se intentan solucionar los temas relacionados con la confidencialidad. El Grupo consideró el documento un gran paso adelante en este sentido y que la metodología propuesta sería un marco de trabajo útil. Independientemente de si se incluyen o no variables medioambientales en el proceso, el marco de trabajo sigue siendo muy útil para simplemente poner a disposición de los analistas conjuntos de datos a nivel de lance. El Grupo sugirió avanzar en dicho enfoque y probarlo con un pequeño grupo de CPC que estén dispuestas a participar. Se mencionaron el pez espada y el atún rojo como posibles especies de prueba teniendo en cuenta los trabajos y/o discusiones existentes sobre combinar índices de abundancia para estas especies. El Grupo se mostró de acuerdo en que este enfoque era útil y sugirió que el informe y las conclusiones deben ser examinados por cada CPC para confirmar que los métodos son coherentes con los requisitos en cuanto a confidencialidad. Está previsto también que cuando el método sea probado por las CPC individuales, saldrán a la luz más temas que podría ser necesario solucionar. Se pensó que la mejor forma de avanzar el método podría ser mediante un pequeño grupo en una reunión de preparación de datos, porque las variables particulares a incluir variarían de una especie a otra. En general, el documento debería considerarse un intento inicial para una metodología estándar destinada a retener datos de alta resolución que debería mejorarse a través de un proceso iterativo.

El Grupo indicó que el método presentado podría responder a la petición del Grupo de trabajo de científicos y gestores pesqueros para respaldar la evaluación del stock de atún rojo del oeste de hallar formas de combinar los datos para la creación de índices de CPUE. Dado que el Grupo de especies de atún rojo está haciendo ya progresos en este sentido, este Grupo de trabajo propone iniciar un esfuerzo paralelo y aplicarlo al pez espada, en un esfuerzo de incluir los datos medioambientales y estimar la CPUE combinada.

Se formó el siguiente Grupo de trabajo ad hoc para explorar la metodología y su aplicación al pez espada, que inicialmente incluía a: Matt Lauretta, Alex Hanke y Rui Coelho.

El método descrito en el SCRS/2015/032 está pensado para mantener la confidencialidad de los datos a la vez que se preserva el nivel de detalle a nivel de lance y permite la asignación de factores medioambientales precisos. El método mantiene las variables clave utilizadas en la mayoría de estandarizaciones estadísticas de CPUE (**Tablas 1 y 2**).

El Grupo sobre métodos examinó el documento SCRS/2015/032, que trata sobre la necesidad de combinar los datos de las CPC al crear índices de CPUE. Aunque sería ideal que los científicos tuvieran acceso a conjuntos de datos completos, la metodología descrita representa un paso intermedio que conservaría los detalles a nivel de lance. El Grupo se mostró de acuerdo en que el método presentado en el documento proporciona una buena plantilla para unificar los datos de pez espada y atún rojo y tiene la flexibilidad necesaria para adaptarse a las necesidades de cada grupo de especies. Los científicos de las CPC individuales deberían confirmar que los métodos propuestos en el documento cumplen los requisitos en cuanto a confidencialidad de las CPC individuales. El Grupo de trabajo sobre métodos recomienda que los grupos de especies examinen este enfoque.

La sesión de la tarde se dedicó a grupos de trabajo separados para diseñar el estudio de simulación.

## **7 Glosario de ICCAT: revisión del papel del WGSAM en su desarrollo**

Es necesario actualizar el glosario actual de ICCAT, una necesidad ya señalada por el WGSAM en reuniones anteriores. La actualización debería considerar los glosarios elaborados por otras OROP de túnidos y especialmente los glosarios relacionados con la evaluación de estrategias de ordenación, dado que es en este campo de investigación donde debe considerarse añadir muchos términos al glosario de ICCAT. Se realizó una propuesta al GT sobre cómo se podría llevar a cabo la actualización del glosario de ICCAT. Los autores de dicha propuesta presentarán un borrador del glosario actualizado a las sesiones plenarias del SCRS de 2015.

## **8 Catálogo de software de ICCAT: examen del proceso para incorporar nuevos métodos tanto en la evaluación de stock como en el catálogo de software**

La Secretaría mencionó una nueva iniciativa sobre cómo dinamizar el catálogo de software de ICCAT de forma que se fomente el desarrollo de software y la innovación y que sea flexible respecto a las necesidades del SCRS

a la vez que se asegura la fiabilidad, estabilidad, verificabilidad, responsabilidad y la capacidad de soporte del software. Se indicó que los procedimientos deberían ser también coherentes con las mejores prácticas de otras partes, es decir con las de otras OROP y organismos responsables de desarrollar asesoramiento basado en el software.

El procedimiento es:

1. Contactar con los relatores de los grupos de especies y presentarles un resumen de los antiguos requisitos y los temas adicionales que hayan surgido desde el establecimiento del catálogo de software, por ejemplo, relacionadas con el plan estratégico, el marco de asesoramiento de Kobe, SISAM/WCSAM, evaluaciones recientes y el uso de métodos de evaluación de stock como parte de los procedimientos de ordenación (MP) al llevar a cabo evaluaciones de estrategias de ordenación (MSE).
2. Solicitar a los Relatores que examinen si los requisitos antiguos siguen siendo adecuados o necesitan actualizarse y proponer un conjunto de requisitos revisados.
3. Solicitar a los Relatores que utilicen estos nuevos requisitos para "certificar" la nueva versión de ASPIC (como ejemplo).
4. Sondear las opiniones de las personas que han desarrollado el software ya que si el proceso se vuelve demasiado complejo, no se desarrollará ningún software.
5. Sondear las opiniones de otras OROP y organismos que utilizan métodos de evaluación de stock.
6. Presentar los resultados del ejercicio al SCRS, que aprobará un nuevo protocolo.

## 9 Colaboración con otros GT sobre métodos de evaluación de stock (ICES, OROP, etc.)

La Secretaría informó al Grupo de las actividades en curso para mejorar la colaboración entre ICCAT e ICES respecto a temas de interés común. Las Secretarías de las dos organizaciones se han puesto en contacto para identificar campos clave de colaboración. En el pasado, ICES e ICCAT han celebrado reuniones de evaluación de stock conjuntas (por ejemplo, tiburones) y han celebrado cursos de formación conjuntos. Además, miembros del SCRS y de la Secretaría de ICCAT han realizado revisiones por pares de evaluaciones de stock de ICES. La Secretaría sugirió que sería adecuado y deseable mejorar la colaboración entre el SCRS de ICCAT-ICES. Sería beneficiosa la colaboración en el desarrollo de métodos de evaluación de stock, por ejemplo, mediante la Iniciativa estratégica sobre métodos de evaluación de stocks (SISAM). Está previsto celebrar reuniones conjuntas entre el Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stocks (WGSAM) de ICCAT y el Grupo de trabajo de ICES sobre métodos de evaluación de stocks de peces (WGMG). Además, los expertos identificados en ambas organizaciones deberían mantener un estrecho contacto para mejorar y desarrollar nuevos métodos de evaluación. Asimismo, sería conveniente colaborar en temas de captura fortuita y tiburones, a través del Grupo de especies de tiburones y el Subcomité de ecosistemas de ICCAT. Sería también conveniente aumentar la participación de expertos científicos de ICES en las evaluaciones de stock de tiburones de ICCAT y viceversa. Debería identificarse a expertos cualificados e invitarles a estas reuniones cuando proceda.

El Grupo de trabajo de métodos de evaluación pesquera de la NOAA de Estados Unidos manifestó su interés en colaborar en esta iniciativa. En general, el Grupo se mostró de acuerdo en que esta colaboración podría ser útil y una reunión conjunta podría ser productiva.

## 10 Otros asuntos

En el Grupo de especies de 2014 se presentaron los resultados del modelo de evaluación basado en la captura para el listado y el objetivo de esta presentación es discutir la posibilidad de usar métodos basados en la captura, como el de Martell y Froese (2012) en evaluaciones de stock de ICCAT. Este es un método sencillo que utiliza series de datos de captura, de forma ideal de stocks que empiezan desde poblaciones sin explotar hasta poblaciones sobreexplotadas. Los resultados del modelo son estimaciones de RMS,  $r$  y  $K$  de los stocks como distribuciones probabilísticas. El código R es público y el método ha sido validado con estimaciones de evaluaciones de stock de peces analíticas de RMS en una amplia gama de pesquerías, incluidas las de especies de túnidos.

El Grupo discutió la utilidad de este método para evaluaciones futuras y, especialmente, para stocks pobres en datos. Se observó que este método es más útil cuando ha habido un contraste observado en la captura, específicamente, un periodo en el que se ha superado RMS y los niveles de captura han descendido. Se indicó que el supuesto de capturabilidad constante podría ser problemático para algunas pesquerías, por ejemplo las de túnidos tropicales, donde un cambio en las prácticas pesqueras hacia pesca dirigida a los DCP es probable que

cause un cambio en la capturabilidad que podría tener como resultado mayores capturas en el tiempo, independientemente de las tendencias en la abundancia. El esfuerzo también se consideró un factor en los niveles de captura. El Grupo comentó la utilidad para los tiburones, para los que se dispone de información relativamente buena sobre su ciclo vital pero se desconocen las capturas. Se observó que utilizar una distribución previa sobre la tasa intrínseca de crecimiento,  $r$ , mejoraría la capacidad de estimar la capacidad de transporte y RMS.

Se presentó un estudio de simulación que exploraba el uso de mediciones basadas en la talla máxima respecto a diversos niveles de mortalidad por pesca (SCRS/2015/028). El método se basa en el principio de que la distribución por tallas de la captura es una característica importante de una población considerada en las evaluaciones de stock. Las tallas medias y máximas son indicadores fácilmente comprensibles de la salud de la población. La media está claramente definida y se comprende fácilmente, pero las propiedades de la máxima la convierten en un parámetro de referencia menos adecuado para incluir en evaluaciones de stock. NZ50 es el número mínimo de observaciones que incluirá peces  $\geq a$  a un amplio umbral de tallas definido la mitad del tiempo. El concepto se amplía para definir LN50, N, la talla máxima más pequeña (L) prevista en la mitad de los conjuntos N de observaciones.

Se comentaron los posibles efectos del crecimiento dependiente de la densidad, mortalidad, fecundidad y fuerza de la cohorte. La fuerza de la cohorte no se consideró un factor tan importante ya que la mayor parte de la variación en la talla se debe a la variación individual en el crecimiento y no está muy influida por la fuerza de la cohorte en las tallas más grandes. Sería útil una comparación del método con evaluaciones de stocks ricos en datos para evaluar su utilidad. La definición de unidad de muestra podría ser una consideración importante, por ejemplo, los torneos, en las que puede medirse el número total de ejemplares capturados para lograr el umbral. El método proporciona un buen indicador de cambios en la mortalidad por pesca ya que es más sensible que el estimador de la talla media. El rendimiento en relación con la especie objetivo, y específicamente los cambios en la selectividad a lo largo del tiempo, merece un mayor análisis. Se espera que el estimador de la talla máxima sea sensible a cambios en la selectividad, y una posible solución sería hacer un seguimiento de una parte de la pesquería que se dirija a peces grandes y en la que, por tanto, sea menos probable observar un cambio en la selectividad o, en cualquier caso en la que la selectividad sea una constante cuando se dirige de forma constante a los peces más grandes. Las inquietudes relacionadas con cambios en la selectividad podrían solucionarse con una simulación más profunda. El desfase temporal de los cambios en la talla máxima es mayor que los estimadores medios basados en la talla, que probablemente son más sensibles a la variabilidad en el reclutamiento. Para la selección del valor umbral, un objetivo del percentil 90 de la distribución de probabilidad acumulativa podría ser una buena norma general. Se facilitaron al grupo los programas y el código fuente para los estimadores.

El documento SCRS/2015/033 presentaba un análisis preliminar del número de lances de palangre necesarios para muestrear la riqueza de la especie (incluidas la especie objetivo y las especies de captura fortuita) de las especies interceptadas por una flota de palangre que opera en el Atlántico sudoeste. Para los fines de este estudio, los datos observados a bordo tomados en la flota de palangre pelágico uruguayo (2005-2007) fueron analizados a dos escalas diferentes (5x5 y 10x10) usadas comúnmente por las Partes de ICCAT para comunicar los datos de Tarea II. En ambos casos, se seleccionaron celdas con más de 100.000 anzuelos observados. Se llevaron a cabo curvas de rarefacción y extrapolaciones basadas en la muestra (lances de palangre) para cada celda. Considerando todas las celdas de 5x5, ninguna de las curvas llegó a una asíntota. Basándose en sus muestras de referencia, se estimó que, de media, sus asíntotas hubieran alcanzado ~370 lances de palangre (rango = 75-1000 lances). De media, el 95% de la riqueza estimada de la especie se alcanzaría con ~200 lances de palangre (rango = 51-472 lances). Para las celdas de 10x10 se obtuvieron resultados similares. La riqueza de la especie alcanzaría sus asíntotas en ~410 lances de palangre (rango = 567-844). A este nivel espacial, el 95% de la riqueza estimada de la especie se muestrearía con 275 lances de palangre (rango = 40-724 lances). Las áreas de elevada riqueza de la especie son las que se encuentran en el borde de la plataforma continental y requieren un mayor esfuerzo de muestreo (lances de palangre) para alcanzar el 95% de la riqueza estimada de la especie. Dichos valores para nuestra región de estudio se encontraban en aproximadamente 470 y 720 en las celdas de 5x5 y 10x10, respectivamente. En alta mar, estos valores respectivos eran 51-62 y 40-124 lances. Aunque nuestros análisis deben considerarse preliminares, esperamos que fomenten la discusión sobre la cobertura mínima de observadores necesaria para obtener información fiable de todas las especies que son interceptadas por la pesquería de palangre pelágico.

El Grupo comentó que los resultados aportarían mucha información para el Subcomité de ecosistemas que está explorando exactamente estos tipos de mediciones, y recomendó que el documento fuera examinado durante la próxima reunión del Subcomité de ecosistemas.

El documento SCRS/2015/034 presentaba información sobre el programa de marcado uruguayo. En el periodo 2012-2013 se marcaron en total 1.364 ejemplares con dos marcas, siendo la tintorera (*Prionace glauca*) la especie más representada (92,6%). Durante 2012-2014 se consignaron 14 recapturas de tintorera y 1 de marrajo dientuso (*Isurus oxyrinchus*) que habían sido doblemente marcados. Del total de recapturas consignadas, 11 tenían dos marcas y 4 solo una. Ocho tiburones estuvieron en libertad más de 3 meses, 4 fueron recapturados con dos marcas y 4 con una sola (3 marcas dardo con cabeza de acero inoxidable (SSD)) y 1 marca pequeña intramuscular con cabeza de plástico (PIMS). Aunque hay pocos datos disponibles, parece que las PIMS y las SSD funcionarían mejor que las marcas dardo con punta de plástico (PDAT), al menos en los tiburones. Las estimaciones de retención de marcas a partir del marcado doble indican una preferencia de selección del tipo de marca por especie.

Se comentó que tener en cuenta el tipo de marca es una consideración importante en las estimaciones de pérdidas de marcas para los modelos de captura-recaptura.

El Grupo reiteró la recomendación anterior del WGSAM en 2010 y aprobada por el SCRS sobre los elementos mínimos a incluir en las tablas de los resúmenes ejecutivos.

SCRS/P/2015/003 demostró que existen varios enfoques para probar los métodos de evaluación de stock, por ejemplo, auto prueba, prueba cruzada, verificación cruzada, simulación Monte Carlo y evaluación de estrategias de ordenación. La Conferencia mundial sobre métodos de evaluación de stock (WCSAM, Deroba et al. 2014) utilizó la autoprueba y la prueba cruzada con conjuntos de datos de 14 stocks y 30 métodos de evaluación de stock, es decir, Diferencia retardada (1), análisis de población virtual (4), captura estadística por edad (21) y producción excedente (4). La autoprueba y la prueba cruzada demostraron ser útiles para ayudar a establecer la robustez de los métodos. Sin embargo, se consideró que la verificación cruzada era demasiado complicada para hacerla a gran escala. En la verificación cruzada se ajusta un modelo a la primera parte de una serie temporal, posteriormente se proyectan las dinámicas hacia adelante y se comparan con los ajustes realizados a toda la serie temporal.

Uno de los objetivos principales de la evaluación de stock es proporcionar asesoramiento sobre el efecto de las acciones de ordenación, es decir, facilitar una descripción de las características de un stock y permitir que la reacción biológica que se está explotando sea predicha racionalmente y dichas predicciones sean probadas. La WCSAM consideró que la verificación cruzada era demasiado complicada para llevarla a cabo para 14 stocks y 30 métodos, pero debería ser viable para 1 stock y 1 método. Por tanto, la verificación cruzada es una importante herramienta para evaluar el poder de predicción de los modelos utilizados para el asesoramiento en materia de ordenación (por ejemplo, Tidd, 2012).

Se presentó el trabajo de una verificación cruzada preliminar utilizando la última evaluación mediante VPA del atún rojo del Atlántico este. Existen diversos métodos de evaluación de stock para el atún rojo, por ejemplo, el VPA, SS, iSCAM, SCAL, SAM, y ssss. La norma es obtener diferentes resultados entre y dentro de los métodos de evaluación de stock. Por lo tanto, es necesario un método formal de prueba con el fin de proporcionar asesoramiento robusto y decidir qué escenarios incluir en una matriz de estrategia de Kobe II y desarrollar modelos operativos para usar en una MSE.

Con suerte, si otros desarrolladores o grupos de trabajo sobre métodos de evaluación de stock lo consideran útil, se llevarán a cabo estudios comparativos, por ejemplo, en colaboración con ICES o SISAM.

En la verificación cruzada, el posible método de evaluación se ajusta recortando por detrás, es decir, eliminando sucesivamente datos del año  $n$ ,  $n-1$  a  $n$ , proyectando posteriormente al año  $n$  basándose en los ajustes de la evaluación, es decir, verificación cruzada retrospectiva. Se han utilizado dos enfoques, a saber,

validación basada en el modelo e independiente del modelo.

En la validación basada en el modelo se comparan los elementos de referencia basados en un modelo, por ejemplo, las cantidades utilizadas para la ordenación, como  $B/B_{RMS}$  y  $F/F_{RMS}$ . En la validación independiente del modelo el procedimiento es ejecutarlos, y se identifica el modelo que mejor funciona comparando los valores de datos observados y predichos. Si las series de CPUE se consideran representativas de la dinámica del stock, pueden usarse como una medida de validación independiente del modelo.

En <http://rscloud.iccat.int/Tutorials/MSE/programme.html> está disponible un ejemplo de verificación cruzada en forma de tutorial.

## 11 Recomendaciones

1. El Grupo recomendó que los participantes en el WGSAM y los científicos nacionales con experiencia técnica en la estimación de EffDIS asistan a la reunión del Subcomité de ecosistemas para participar en la evaluación de los aspectos técnicos de la nueva metodología de EFFDIS que va a desarrollar un prestatario.
2. El Grupo recomendó que el trabajo de verificación cruzada se amplíe a más stocks y a más métodos de evaluación de stocks.
3. El Grupo recomendó que, para facilitar la adopción por parte de ICCAT de LRP, HCR y varias estrategias de ordenación, se presenten al SWGSM ejemplos de la utilidad y los beneficios de estos enfoques de ordenación. Esto debería facilitar el diálogo con los gestores y ayudar en las discusiones sobre la definición de objetivos de ordenación y otros elementos necesarios requeridos para que el SCRS avance en este trabajo.
4. El Grupo recomendó que, como respuesta a la petición del SWGSM, se discutan factores sociales y económicos para su posible inclusión en MSE futuras e invitó a presentar ejemplos en la próxima reunión del WGSAM.
5. El Grupo recomendó que en la próxima reunión del SWGSM se presenten ejemplos de objetivos de ordenación y medidas del rendimiento como las que se han ilustrado en el gráfico web.
6. El Grupo reiteró que, para las tablas de los Resúmenes ejecutivos, los Grupos de especies deberían seguir el formato recomendado por el WGSAM y adoptado por el SCRS en 2010.
7. El Grupo insta de nuevo a las CPC a proporcionar un acceso limitado a los datos de CPUE para cada operación de acuerdo con las necesidades y prioridades identificadas por los diferentes grupos de especies y subcomités. El método descrito en el documento SCRS/2015/032 ofrece un posible enfoque para lograr esta tarea.

## 12 Adopción del informe y clausura

El informe fue adoptado durante la reunión. El presidente del WGSAM expresó su agradecimiento a los organizadores locales por el excelente trabajo de organización de la reunión y a los participantes por su eficacia y el gran trabajo realizado. La Secretaría reiteró su agradecimiento a la Universidad de Miami (RSMAS) por la excepcional organización de la reunión y por el cálido apoyo prestado a los participantes. La reunión fue clausurada.

## Referencias

- Deroba, J. J., Butterworth, D. S., Methot, R. D., De Oliveira, J. A. A., Fernandez, C., Nielsen, A., and Hulson, P. J. (2014). Simulation testing the robustness of stock assessment models to error: some results from the ICES strategic initiative on stock assessment methods. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, fst237.
- Leach, Adrian W., Polina Levontin, Johnson Holt, Laurence T. Kell, and John D. Mumford. 2014. "Identification and prioritization of uncertainties for management of Eastern Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*)." *Marine Policy* 48: 84-92.
- Longhurst, A.R. (2006). *Ecological Geography of the Sea*. 2nd Edition. Academic Press, San Diego, 560p.
- Tidd, A. N., Hutton, T., Kell, L. T., & Blanchard, J. L. (2012). Dynamic prediction of effort reallocation in mixed fisheries. *Fisheries Research*, 125, 243-253.

**Tabla 1.** Conjuntos de datos en bruto visibles solo para las CPC. Las columnas sombreadas representan columnas que hacen los datos confidenciales pero que generalmente no se incluyen en las estandarizaciones de CPUE y, por tanto, no son necesarios para el conjunto de datos combinado.

| <i>Lance</i> | <i>Buque</i> | <i>Lat</i> | <i>Long</i> | <i>Fecha</i> | <i>Captura</i> | <i>Especies</i> | <i>Esfuerzo</i> | <i>Mes</i> | <i>PABELLÓN</i> | <i>Área</i> | <i>SST</i> | <i>Prof.</i> | <i>Arte</i> |
|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|------------|-----------------|-------------|------------|--------------|-------------|
| 1            | Snoopy       | 45         | 22.45       | 3/2/2011     | 2              | BFT             | 1000            | 3          | 1               | 1           | 24         | 1000         | deep        |
| 1            | Snoopy       | 47         | 25.56       | 3/2/2011     | 2              | SWO             | 1000            | 3          | 1               | 1           | 24         | 1000         | deep        |
| 2            | PeterPan     | 35         | 22          | 3/2/2011     | 1              | SWO             | 800             | 4          | 2               | 7           | 26         | 1000         | deep        |
| 2            | PeterPan     | 34.33      | 22          | 3/2/2011     | 4              | BET             | 800             | 4          | 2               | 7           | 26         | 1000         | deep        |
| 3            | PeterPan     | 23.5       | 21          | 3/2/2011     | 4              | BET             | 1200            | 5          | 3               | 6           | 25         | 1000         | deep        |
| 4            | Loco         | 26.32      | 22.2        | 3/2/2011     | 56             | YFT             | 1300            | 5          | 3               | 6           | 25         | 1000         | deep        |
| 5            | Unlucky      | 38.42      | 23.3        | 3/2/2011     | 4              | BET             | 1000            | 5          | 3               | 6           | 25         | 1000         | deep        |
| ...          | ...          | ...        | ...         | ...          | ...            | ...             | ...             | ...        | ...             | ...         | ...        | ...          | ...         |

**Tabla 2.** Conjuntos de datos que pueden compartirse, después de haber sido limpiados.

| <i>Lance</i> | <i>Captura</i> | <i>Especie</i> | <i>Esfuerzo</i> | <i>Mes</i> | <i>PABELLÓN</i> | <i>Área</i> | <i>SST</i> | <i>Profundidad</i> | <i>Arte</i> |
|--------------|----------------|----------------|-----------------|------------|-----------------|-------------|------------|--------------------|-------------|
| 1            | 2              | BFT            | 1000            | 3          | 1               | 1           | 24         | 1000               | deep        |
| 1            | 2              | SWO            | 1000            | 3          | 1               | 1           | 24         | 1000               | deep        |
| 2            | 1              | SWO            | 800             | 4          | 2               | 7           | 26         | 1000               | deep        |
| 2            | 4              | BET            | 800             | 4          | 2               | 7           | 26         | 1000               | deep        |
| 3            | 4              | BET            | 1200            | 5          | 3               | 6           | 25         | 1000               | deep        |
| 4            | 56             | YFT            | 1300            | 5          | 3               | 6           | 25         | 1000               | deep        |
| 5            | 4              | BET            | 1000            | 5          | 3               | 6           | 25         | 1000               | deep        |
| ...          | ...            | ...            | ...             | ...        | ...             | ...         | ...        | ...                | ...         |