

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

1^{ER} TALLER TÉCNICO SOBRE EL PEZ ESPADA EN EL OPO SUR

Examinar el estado actual de los conocimientos, identificar las fuentes de datos disponibles, revisar los supuestos de evaluación del pez espada en el OPO Sur

(por videoconferencia)

15-17 de diciembre de 2020

INFORME DE LA REUNIÓN

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. Antecedentes | 1 |
| 2. Objetivos | 2 |
| 3. Diseño del taller | 2 |
| 4. Descripción del taller | 2 |
| 4.1. Panorama general | 2 |
| 4.2. Presentaciones | 2 |
| 4.3. Presentaciones en vivo y discusiones | 4 |
| 5. Referencias..... | 15 |
| 6. Recomendaciones de los participantes | 16 |
| 7. Plan de trabajo | 19 |
| Anexo 1. Agenda | 20 |
| Anexo 2. Lista de participantes | 22 |
| Anexo 3. Resúmenes de las presentaciones grabadas | 26 |
| Anexo 4. Preguntas guía | 30 |

1. ANTECEDENTES

El mandato de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), en virtud de la Convención de Antigua, es asegurar la conservación y el uso sostenible a largo plazo de los atunes, las especies afines y otras especies en el Océano Pacífico oriental (OPO), lo que consigue mediante la promoción, coordinación y realización de investigaciones científicas, y la adopción de medidas de conservación y ordenación. Esto incluye al pez espada, que en el OPO es objetivo tanto de las pesquerías de palangre de alta mar como de las pesquerías costeras y recreativas.

El personal de la CIAT evaluó por última vez la población de pez espada del OPO sur en 2011 ([Hinton y Maunder 2012](#)), usando un modelo de evaluación integrado ajustado a un índice de abundancia basado en datos de palangre y a datos de frecuencia de talla de múltiples pesquerías. La especie está incluida en el plan de trabajo de investigación del personal ([IATTC-95-08](#)), y está programada una evaluación de referencia para 2021.

Este taller, que establecerá las bases para la evaluación, tiene como objetivo promover la colaboración entre el personal de la CIAT, la Secretaría de la Comunidad del Pacífico (SPC), y científicos de Miembros y no Miembros Cooperantes (CPC) de la CIAT.

2. OBJETIVOS

El taller (ver agenda en el Anexo 1), y su trabajo preparatorio, reunió a científicos interesados en contribuir a este esfuerzo regional. Los objetivos fueron: 1) promover una investigación regional del pez espada en el OPO sur; 2) examinar el estado actual de los conocimientos sobre la población; 3) construir un modelo conceptual de la población y la pesquería; 4) identificar y comprender los conjuntos de datos disponibles de diferentes pesquerías/regiones que pueden ser usados en la evaluación; y 5) planear los próximos pasos para el proceso de evaluación.

En este informe se repasan las actividades y discusiones llevadas a cabo durante la videoconferencia.

3. DISEÑO DEL TALLER

Debido a las limitaciones de tiempo, las presentaciones individuales fueron pregrabadas y se pusieron a disposición de los participantes en un canal seguro antes del taller. El personal moderó un foro en línea de temas de interés antes del taller y preparó una revisión resumida de la literatura; las conclusiones de los trabajos presentados y la revisión por temas se presentaron durante la reunión por videoconferencia (Anexo 1) como base para las discusiones y las decisiones posteriores. La reunión por videoconferencia se celebró en la plataforma Zoom y consistió en tres sesiones diarias, de tres horas cada una, dedicadas a la discusión de los temas. El foro en línea estuvo abierto del 16 de noviembre al 17 de diciembre de 2020 y la reunión por videoconferencia tuvo lugar del 15 al 17 de diciembre, de 1300 a 1600 h PST (2100-0000 h UTC).

4. DESCRIPCIÓN DEL TALLER

4.1. PANORAMA GENERAL

El taller fue dirigido y presidido por la Dra. Carolina V. Minte-Vera, del Programa de Evaluación de Poblaciones, y fue inaugurado por el Coordinador de Investigaciones Científicas de la CIAT, el Dr. Alexandre Aires-da-Silva. Los siguientes miembros del personal fueron nombrados relatores: Haikun Xu y Jon López (Día 1), Cleridy Lennert-Cody y Shane Griffith (Día 2), Mark Maunder y Juan Valero (Día 3). Al taller asistieron 52 participantes externos (Figura 1) y 22 miembros del personal de la CIAT (Anexo 2).

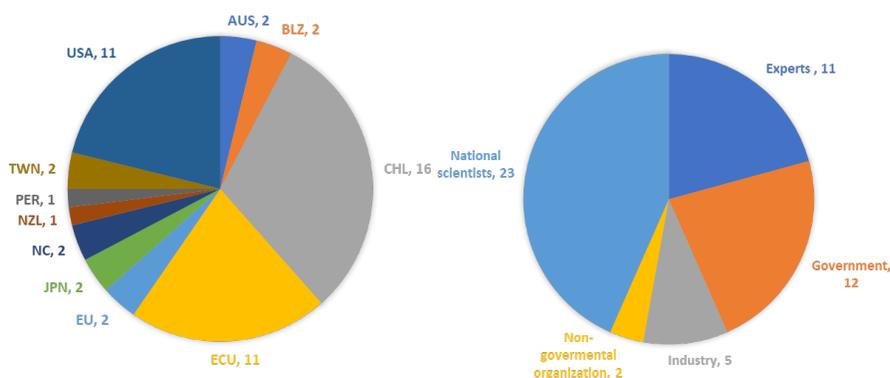


FIGURE 1. Number of external participants of the videoconference of the 1st Technical Workshop on Swordfish in the southern EPO according to their connecting location (left) and type of affiliation.

FIGURA 1. Número de participantes externos en la videoconferencia del 1^{er} Taller Técnico sobre el Pez Espada en el OPO sur según su ubicación de conexión (izquierda) y tipo de afiliación.

4.2. PRESENTACIONES

Se presentaron catorce presentaciones grabadas antes de la videoconferencia en vivo (ver los resúmenes

en el Anexo 3):

Estructura de la población / modelo conceptual

[Aguila, R.D.](#), Sepulveda, C., Aalbers, S., Bremer, J.A. Un enfoque innovador para resolver la estructura genética de la población del pez espada del Pacífico: integración de datos genómicos y de marcado electrónico

Barría, P., Mora, S., Urzúa, A., González, F., Ortega, J., Miranda, H., Ponce, F., González, A., Devia, D., Lazo, J. Modelo conceptual del ciclo de vida del pez espada (*Xiphias gladius*) en el Océano Pacífico Sur Oriental

[Cerna, F.*](#), Cid, L., Cabello, R., Vidal, L. Edad y Crecimiento en pez espada del Pacífico sur-este frente a Chile

[Espíndola, F.](#) Influencia del ENSO en la distribución espacio-temporal de las capturas del pez espada en el Océano Pacífico Sur.

[González, F.](#), Cortez, B., Faudez, V., Barría, P. Unidad poblacional del pez espada en Océano Pacífico Sur Oriental

Moore, B. Revisión de la biología, la estructura poblacional, las pesquerías y la condición del pez espada en el Océano Pacífico

[Sepulveda, C.*](#) Aalbers, M.S. Resumen de los estudios de marcado electrónico del pez espada en la costa oeste de EE. UU. (Investigación PIER 2005-2020)

[Zárate, P.](#), Clavijo, L., Cari, I. Marcaje del pez espada (*Xiphias gladius*) en aguas chilenas.

Biología

[Mora, S.](#), Ortega, J.C., Barría. Aspectos reproductivos del pez espada (*Xiphias gladius*) en el Pacífico sur oriental

[Cerna](#), [op. cit.] crecimiento, longevidad

Moore, B [op. cit.] mortalidad natural

Definiciones de las pesquerías

Pizarro, A.G. Barría, P. Caracterización de la pesquería del pez espada (*Xiphias gladius*) en Chile

Datos nacionales

Devia, D., González, A., Mora, S., Ortega, J., Miranda, H., Barraza, A., Cerna, F., Urzúa, A., Gonzalez, F., Barría, P. Composición de datos del pez espada (*Xiphias gladius*) en las pesquerías de Chile.

Índices de abundancia

Barraza, A., Barría, P., Miranda, H. (IFOP-Chile). Estimación de un modelo estadístico para la CPUE estandarizada

Modelado

[Espíndola, F.](#) (IFOP-Chile). *Modelo de evaluación de stock para el pez espada en el Océano Pacífico Sur*

[Ducharme-Barth, N.](#) Evaluación del pez espada en el Océano Pacífico suroeste: recapitulación de 2017 y propuesta para 2021

[Sculley, M.](#) Evaluación del pez espada en el Pacífico Norte Occidental y Central de 2018

4.3. PRESENTACIONES EN VIVO Y DISCUSIONES

En el primer día de la videoconferencia, la Presidenta presentó los antecedentes de la evaluación del OPO sur de 2021, un resumen de la [evaluación de 2011](#) y una revisión de la información sobre la estructura de la población que incluyó elementos de las presentaciones grabadas, así como el modelo conceptual para la población del pez espada del OPO sur. El segundo día se centró en biología y datos, con énfasis en los índices de abundancia. El tercer día se centró en las recomendaciones de los participantes y en el plan de trabajo futuro sobre la evaluación de la población. Se invitó a los autores de las presentaciones grabadas a complementar la información las discusiones debates.

Modelo de 2011

El modelo de evaluación anterior para el pez espada tenían las siguientes características:

- Implementado en la plataforma SS3
- Usó el enfoque de modelo de caso base
- Los límites de la población fueron el paralelo 5°S y el meridiano 150°O
- Modelo de un área (sin desplazamiento modelado)
- Enfoque de áreas como flotas: áreas costeras y de alta mar separadas por el meridiano 90°O
- Seis pesquerías definidas, tres en cada área (“alta mar”, al oeste de 90°O: F1, F3 y F5; y “costeras”, al este de 90°O: F2, F4, F6):
 - F1 - CHL LL industrial
 - F2- CHL artesanal + PER
 - F3 y F4 - Palangre “similar a JPN” (JPN, KOR, TWN, OTH)
 - F5 y F6 – ESP palangre
- Las selectividades eran invariables con el tiempo, excepto en el caso de F6, que tenía un bloque de tiempo en la selectividad (antes de 2000 y después de 1999).
- Índices de abundancia derivados de datos de palangre: uno para cada área obtenido a partir de la CPUE de la flota japonesa (escala de 1 por 1 por categorías de anzuelos por canasta ($APC < 8$; $8 < APC < 12$; $12 < APC < 16$; y $APC \geq 16$) estandarizado mediante un modelo MLG delta-lognormal que incluye variables de tiempo, latitud-longitud, APC. Ambos índices se ajustan asumiendo un $CV = 0.2$
- Periodo de tiempo: 1945-2010, el modelo parte de condiciones vírgenes, desviaciones de reclutamiento estimadas a partir del año 1964
- Modelo de dos sexos con diferentes supuestos de crecimiento para machos y hembras, variabilidad de talla por edad $CV = 10\%$
- Modelo anual con desove estacional (en los trimestres 1 y 2)
- Los datos sin información estacional se asignaban al trimestre 2
- Mortalidad natural (M) supuesta de 0.4
- Edad máxima del acumulador en el modelo fijada en 15 años
- Supuesto reproductor-recluta: curva de Beverton-Holt con una inclinación de 1 (sensibilidad 0.75)
- Los datos disponibles incluían datos de composición por talla para cada pesquería, excepto la F2, y datos de composición por edad para F1 y F2
- Para los datos de composición por edad: el modelo predijo menos peces en el grupo plus que los observados en los datos, lo que indica la necesidad de revisar los supuestos de M (o el desplazamiento)

- En el caso de las pesquerías “similares a las de Japón”, el modelo predijo menos animales pequeños y muy grandes que los observados en los datos, lo que indica la necesidad de revisar los supuestos de M y de la curva de selectividad; tal vez se necesiten curvas más flexibles, como los *splines*
- El modelo estimó una biomasa estable hasta 1965, seguida de un descenso hasta 1995 y un aumento constante después, siguiendo el índice de abundancia. El aumento del índice de abundancia es simultáneo al aumento de las capturas generales, que coincidió con la llegada de la flota española
- Se estimó que la mortalidad por pesca era estable y muy baja
- El RMS se estimó en 25,000 t ($B_{RMS}/B_0 = 0.2$)
- $B_{reciente}/B_{RMS} = 10.40$
- $F_{mult} = 17.92$ ($F_{mult} = F_{RMS}/F_{act}$)

La cobertura espacial del modelo de evaluación se superpuso con el modelo chileno (misma área, Espíndola 2010) y la evaluación de la WCPFC (que incluyó el área de traslape de jurisdicción entre la CIAT y la WCPFC en el OPO, al sur de 4°S, 150°O-130°O).

Evidencias de la estructura de la población

Para este taller se adoptó la siguiente definición operacional de población: "Grupos de peces que tienen una interacción limitada, de manera que la pesca de un grupo tiene un impacto limitado en la dinámica del otro grupo". Se presentaron estudios sobre las áreas de desove del pez espada, las áreas de cría, la genómica, los desplazamientos, la variación del ciclo vital, la distribución espacial de las capturas por década, la variación espacial de las tendencias de las capturas, la distribución espacial de la CPUE nominal para la flota japonesa y la coreana, y las tendencias de la CPUE para la flota japonesa, y posteriormente se discutieron estos temas.

El **Dr. Chugey Sepúlveda** comentó su presentación grabada "Resumen de los estudios de marcado electrónico del pez espada en la costa oeste de EE. UU.", en la que señaló que los peces espada marcados frente a California se desplazaban con frecuencia a través de los límites poblacionales existentes que se suponen actualmente para la evaluación del pez espada en el Océano Pacífico norte. Comentó que la mayoría de los peces espada marcados se desplazaban estacionalmente desde California hacia el Océano Pacífico oriental (OPO) (hacia el sur o el sureste a lo largo de Baja California y hacia la línea ecuatorial) o hacia la unidad de ordenación del Pacífico Norte Occidental y Central (PNOC) (hacia el oeste o el suroeste en dirección a las islas de Hawái). Su equipo ha pasado recientemente a utilizar transmisores Argos montados en la aleta dorsal de los peces espada, una tecnología que ha permitido generar seguimientos multianuales. Hasta la fecha, los trabajos de marcado han demostrado que los peces espada marcados frente a la costa occidental de Estados Unidos no se han desplazado al oeste de la longitud de 165°O ni al sur de la línea ecuatorial. Los peces espada marcados frente a California tienden a alejarse de las zonas de alimentación del sur de California en enero y febrero hacia regiones subtropicales y tropicales. Para algunos individuos, se han documentado cambios en los movimientos verticales y horizontales diarios alrededor de 17°N-24°N 140°O-148°O durante la supuesta temporada de desove. Esta es una región que también coincide con informes anteriores de altos índices gonadales-somáticos y puede representar un área donde puede ocurrir una potencial actividad de desove. El trabajo de marcado también ha identificado repetidos desplazamientos estacionales en los que los peces regresan al mismo lugar de marcado en años posteriores (lo que sugiere alguna forma de fidelidad estacional al sitio). Sepúlveda señaló que su equipo continuará conectando los datos de desplazamiento horizontal y datos de desplazamiento vertical a largo plazo en un esfuerzo por proporcionar información sobre las áreas de alimentación y posible desove en el Pacífico. Los análisis genéticos que se están llevando a cabo con

colaboradores del Laboratorio de Alvarado-Bremer intentan abordar mejor las cuestiones relativas a la estructura poblacional utilizando varias técnicas diferentes simultáneamente. El Dr. Sepúlveda también subrayó la importancia de la retención de marcas y de los seguimientos multianuales para comprender los patrones de desplazamiento interanuales y la estructura de la población. En el pasado, ha sido difícil registrar los desplazamientos del pez espada durante periodos prolongados (>1 año); sin embargo, con los recientes cambios tanto en las técnicas de colocación de marcas como en la tecnología de las mismas, su equipo está obteniendo un acceso fiable a conjuntos de datos multianuales. Sepúlveda terminó declarando que los datos que su equipo ha recolectado hasta la fecha no apoyan las actuales hipótesis de delimitación de la estructura de la población para el Pacífico norte y que su equipo continuará los esfuerzos de marcado con la esperanza de comprender mejor los patrones de desplazamiento estacional de esta especie.

La Presidenta señaló que Chile descubrió que en su pesquería se capturan más hembras, lo que podría sugerir una diferencia de género en los comportamientos de desplazamiento.

La **Dra. Karen Evans** informó que se han analizado los SNP¹ para investigar la conectividad; no encontraron ninguna diferenciación entre los peces recolectados en Australia y en el Pacífico occidental y central. Seguirán realizando análisis genéticos y sus resultados se presentarán en la próxima reunión científica de la WCPFC. Han estado marcando y recolectando muestras de tejido simultáneamente. Con respecto a los datos de marcado, declaró que solo se observó una parte del patrón de desplazamiento (solo unos meses). Es posible que existan diferencias de género en los patrones de desplazamiento, pero hasta ahora no hay un marcador genético para el sexo que pueda utilizarse para discriminar las muestras de tejido tomadas. Las muestras se almacenan para ser analizadas una vez que dicho marcador esté disponible. La Presidenta preguntó si había algún marcado cerca de 150°W, donde estaba el límite de la evaluación de la población de 2011, para ayudar a determinar el límite occidental de la población. La **Dra. Karen Evans** dijo que apenas ha habido muestreo en esa zona pero que están explorando algunas opciones para la Polinesia Francesa, pero que llevará tiempo.

Dos participantes preguntaron por el origen del supuesto del límite sur de la población en la [evaluación del pez espada del Pacífico norte](#). La Presidenta aclaró que se basa en el análisis de conglomerados de áreas espaciales con respecto a las tendencias de las capturas de palangre (un estudio realizado por Ichinokawa y Brodziak). La **Dra. Michelle Scully**, autora de la presentación grabada de 2018 “Evaluación del pez espada del Pacífico Norte Occidental y Central”, confirmó esa información y añadió que ese límite se estableció para la evaluación de 2009 y que el Grupo de Trabajo sobre Peces Picudos inspeccionó la información de marcado, genética y de muestreo biológico y reevalúa el supuesto con nuevos datos cada año. El grupo de trabajo mantiene ese supuesto a menos que haya pruebas claras que demuestren lo contrario, que no ha sido el caso hasta ahora.

El **Dr. Alvarado-Bremer** comentó la presentación grabada “Un enfoque innovador para resolver la estructura genética de la población del pez espada del Pacífico: integración de datos genómicos y de marcado electrónico” de la que es coautor. Los estudios genéticos muestran más de una sola población en el Océano Pacífico; los marcadores genéticos analizados muestran diferencias entre distintos lugares del Océano Pacífico. Las pruebas genéticas también han aportado evidencias de la heterogeneidad del OPO sur sobre otras zonas. Aunque la naturaleza de la estructura de la población del pez espada del Pacífico no está tan bien definida como la de otras regiones, existe un consenso desde el punto de vista genético de que la población del pez espada del Pacífico no es una única unidad panmíctica y que existe heterogeneidad entre las regiones.

En cuanto al muestreo para los estudios genómicos, el **Dr. Alvarado-Bremer** señaló que su laboratorio

¹ SNP: Polimorfismo de nucleótido único

cuenta con 2000 muestras de tejidos de pez espada obtenidas en un estudio colaborativo con la CIAT. Esas muestras no tienen la calidad necesaria para las técnicas de secuenciación de próxima generación. Para llevar a cabo estos estudios se necesitan muestras de aletas de alta calidad procedentes de animales vivos o recientemente muertos (antes de que se produzca el *rigor mortis*), conservadas en alcohol y refrigeradas. En los climas tropicales el ADN se degrada más rápidamente que en aguas más frías. Por ello, es necesario tomar más muestras a bordo de buques pesqueros.

El **Dr. Brad Moore** complementó su presentación grabada "Revisión de la biología, la estructura poblacional, las pesquerías y la condición del pez espada en el Océano Pacífico" destacando que existe heterogeneidad en los rasgos del ciclo vital en el Océano Pacífico, corrigiendo las diferentes medidas de talla utilizadas (de la mandíbula inferior a la cauda furcal vs. del ojo a la cauda furcal). En cuanto a las curvas de crecimiento utilizadas, hay nueva información disponible. La **Dra. Jessica Farley** confirmó un nuevo trabajo sobre crecimiento realizado en Australia con otolitos. El patrón de crecimiento es más lento y la talla asintótica es menor que la de los peces muestreados en Chile.

La **Dra. Fidelina González** comentó sobre su presentación grabada "Unidad poblacional del pez espada en Océano Pacífico Sur Oriental" que se encontró diferenciación entre la población del OPO sur, un grupo de Nueva Zelanda y otras cuencas oceánicas, dentro de una región de control de ADNmt (273 pares de bases en una sección específica de ADNmt ubicada entre ETAS y CSB de la región de control (Jemt et al. 2015; Viñas et al. 2010; Lu et al. 2006; Alvarado-Bremer 1995; Altschul et al. 1990), y cuando se analizó el ADNmt completo, 800+ pares de bases, no se encontró diferenciación).

El **Dr. Alvarado-Bremer** comentó que también realizaron un estudio del ADNmt de 50 peces, con todos los pares de bases, y que los resultados presentados por la Dra. González parecen intrigantes. Hará el análisis de su conjunto de datos exclusivamente con la sección utilizada por el estudio presentado por la Dra. González (los más de 200 pares de bases de alguna sección del ADNmt completo). Los resultados son, aparentemente, similares a los de otras especies.

Conclusión: El enfoque integrador, consistente en combinar múltiples herramientas como el marcado electrónico, la genómica, las pesquerías y los estudios biológicos para obtener un panorama completo, fue señalado por varios participantes como el camino a seguir para el estudio de la estructura de la población del pez espada en el Océano Pacífico.

Modelo conceptual

Un participante observó que las capturas palangreras recientes parecen coincidir con las áreas en las que se encontraron hembras con un alto índice gonadosomático, y que la CPUE estandarizada no parece mostrar mucho efecto de los buques. Preguntó si podría faltar una covariable. Siguió una discusión con el representante de Japón, que se presenta a continuación junto con la discusión sobre los índices de abundancia.

El **Dr. Patricio Barría** hizo un resumen de la presentación grabada "Modelo conceptual del ciclo de vida del pez espada (*Xiphias gladius*) en el Océano Pacífico Sur Oriental". Señaló que Chile cuenta con información de animales que oscilan entre los 100 cm y los 330 cm de medida de la mandíbula inferior a la cauda furcal. El modelo conceptual para el pez espada del OPO sur (Figura 2) se basa en las migraciones de búsqueda de alimento y de reproducción y plantea dos preguntas: i) ¿qué tan al norte van a desovar los adultos? y ii) ¿cuál es el área de los juveniles? La población está altamente asociada a la dinámica de la corriente de Humboldt. Las áreas bajo la influencia de la corriente de Humboldt son áreas de alta productividad. La influencia de la corriente de Humboldt puede llegar hasta 200-300 millas de distancia del continente e incluso hasta 100°O. La mayor productividad primaria se da en las áreas frontales. La alta densidad de presas en la zona costera proporciona áreas de alimentación. En enero-febrero los individuos

grandes/maduros se desplazan hacia el este para alimentarse, la CPUE también aumenta en la pesquería chilena en esa época, luego se desplazan hacia el norte de julio a septiembre. Las turbulencias posteriores empujan a los peces a desplazarse hacia el oeste y desaparecen. Se dirigen a las zonas de desove para aumentar la supervivencia de los huevos/larvas. La isoterma de 24°C determina la zona de desove, pero no se sabe exactamente a dónde van. Cuando los peces terminan de desovar, se alejan de la zona de desove para ir a buscar alimento. No se sabe mucho sobre la etapa de vida temprana. La concentración de juveniles desciende cerca de la costa, pero se sabe poco sobre los desplazamientos de los juveniles. Sin embargo, se han encontrado juveniles desde el continente hasta a 60 millas de Perú.

El **Dr. Mora** añadió que el patrón del índice gonadosomático se ha encontrado en otros estudios de animales de la costa chilena (es decir, desove en verano). Los datos sobre la cantidad de ácidos grasos apoyan la misma conclusión. Las hembras a partir de una determinada talla son siempre más frecuentes que los machos en las pesquerías chilenas con redes de deriva (es decir, en áreas someras) en el mismo rango de tallas.

Un participante preguntó por qué la flota chilena no utiliza palangre. El **Dr. Patricio Barría** respondió que la pesca con red agallera, a diferencia de la pesca palangrera, no utiliza cebo y no requiere buques grandes, por lo que es una razón económica. Los buques de palangre son grandes (normalmente >18 m) mientras que los de red son más pequeños (<18 m). Cuando se utilizan redes, los pescadores pueden calar la red donde se producen los frentes oceánicos, de forma perpendicular, ya que los animales se desplazan a través de los frentes. El **Dr. Chugey Sepúlveda** comentó que se trata de una estrategia de pesca muy diferente a la que se utiliza en el OPO norte, donde los peces están repartidos en alta mar y el arte de palangre es más eficaz (a 60-80 km de la costa).

El reciente aumento de la población puede estar asociado al incremento de la densidad de calamares, que son una presa importante para el pez espada. El **Dr. Francisco Ponce** añadió que el SWO que viene del sur en Chile come caballa.

La **Dra. Patricia Zárate** agregó que se encontraron hembras desovadoras alrededor de la Isla de Pascua. El **Dr. Francisco Ponce** agregó que las larvas se desplazan por las montañas marinas de Nazca debido a los remolinos.

El **Dr. Patricio Barría** señaló que el mapa de capturas mostraba las capturas anuales y el trabajo de Hinton sugiere que el pez espada en los hemisferios norte y sur se comporta de forma diferente en las distintas estaciones y que un mapa de capturas por estación sería más informativo para ayudar a determinar la estructura espacial. En el mapa de capturas por trimestre, es posible que las áreas con capturas elevadas sean áreas de reproducción/desove. Si las capturas grandes en los trópicos se producen en enero/febrero, deberían corresponder a la población del sur. Las capturas elevadas en otros trimestres deberían corresponder a la población del norte.

Se recomendó examinar los mapas de la CPUE japonesa por temporada para ayudar a decidir los límites espaciales. Los mapas estacionales fueron elaborados y discutidos al día siguiente (Figura 3).

Conclusión: El modelo conceptual (Figura 2) que alterna las migraciones hacia las áreas de alimentación en la zona de influencia de la corriente de Humboldt y hacia las áreas de desove en aguas cálidas está respaldado por los patrones estacionales de las capturas de las flotas palangreras industriales, y el esfuerzo y la CPUE de la flota japonesa (Figura 3). Se necesitan más análisis para aclarar el alcance de las migraciones.

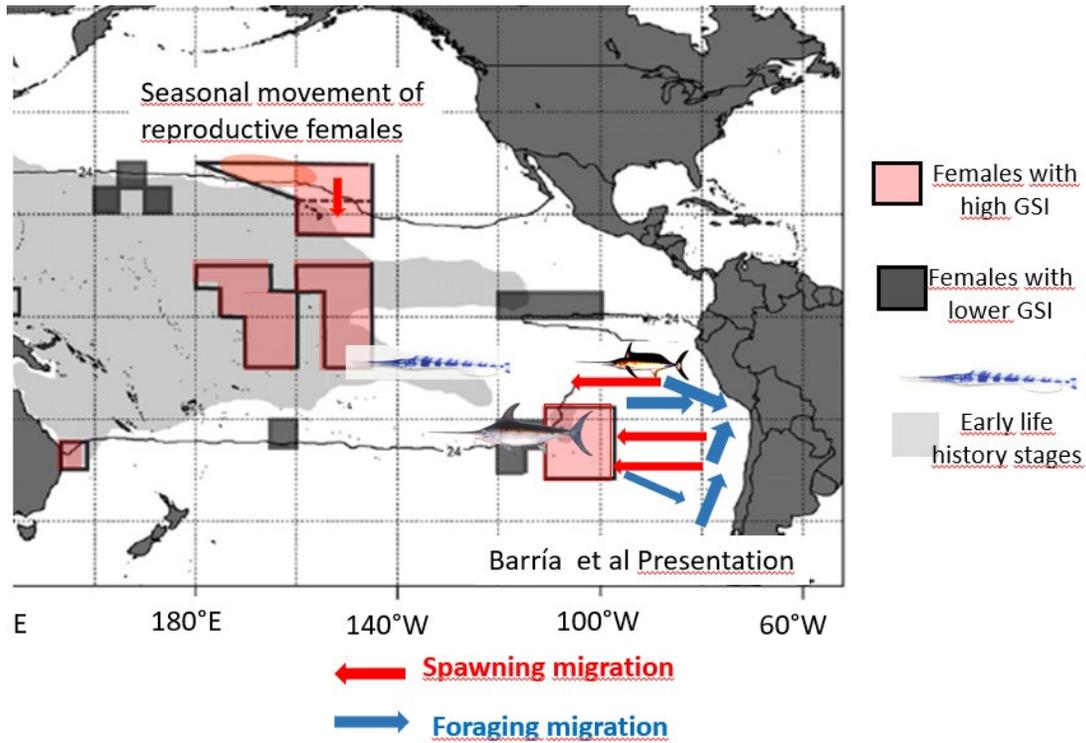


FIGURE 2. Conceptual model for the S EPO swordfish (Barría *et al.*) overlaid on map of known spawning and early life history areas (compiled by Lu *et al.* 2016).

FIGURA 2. Modelo conceptual para el pez espada del OPO sur (Barría *et al.*) superpuesto sobre un mapa de áreas conocidas de desove y ciclo vital temprano (compilado por Lu *et al.* 2016).

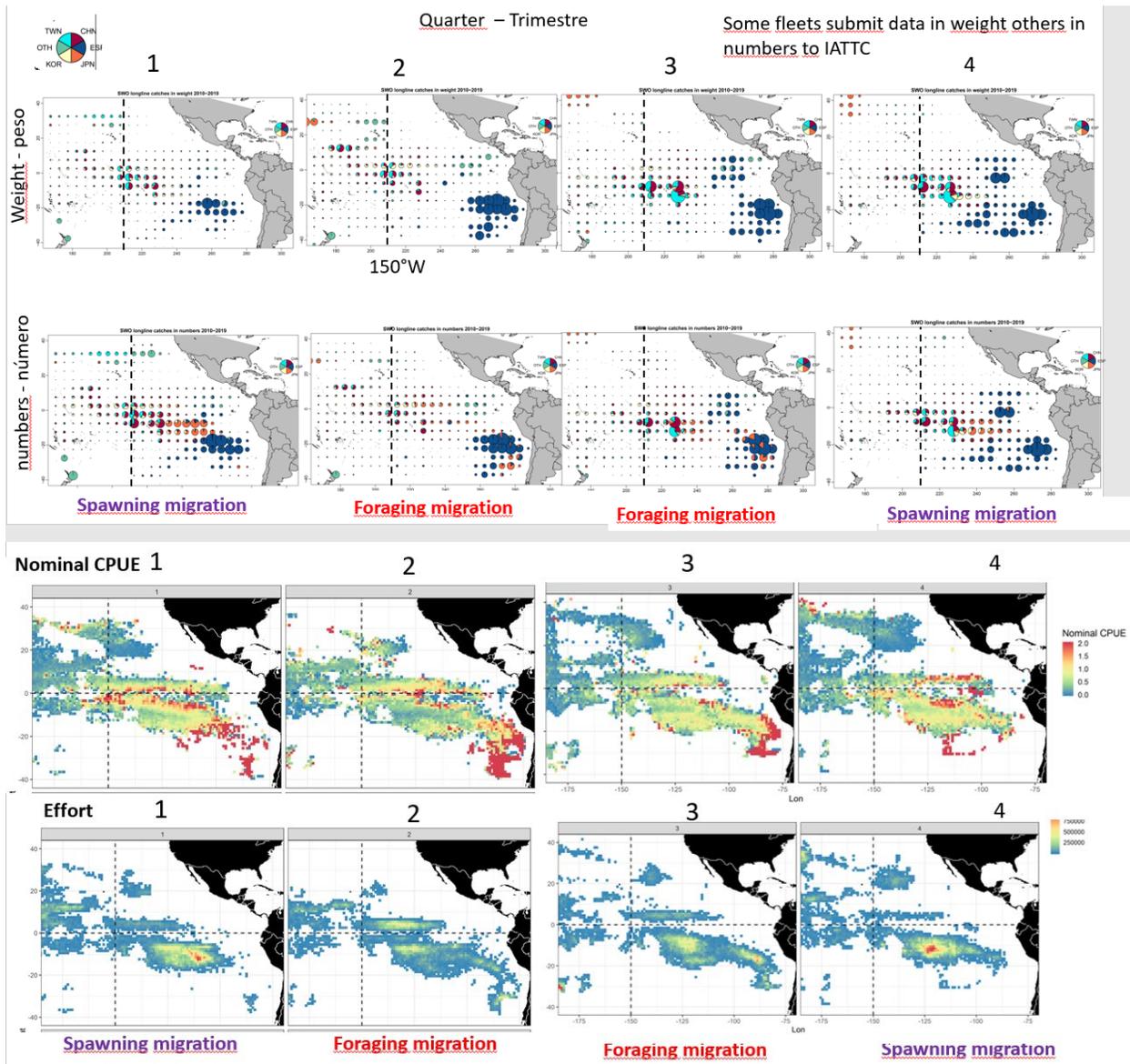


FIGURE 3. Catches (2010-2019) reported to the IATTC in weight and number by the industrial longline fleets. Nominal CPUE and effort for the Japanese fleet aggregated by quarter pointing to the corresponding migration season of the conceptual model of swordfish in the south EPO. The dashed lines are the 150°W meridian and the equator.

FIGURA 3. Capturas (2010-2019) reportadas a la CIAT en peso y número por las flotas palangreras industriales. CPUE nominal y esfuerzo de la flota japonesa agrupados por trimestre señalando la estación de migración correspondiente del modelo conceptual del pez espada en el OPO sur. Las líneas punteadas son el meridiano 150°O y la línea ecuatorial.

Supuestos de la estructura de la población para la evaluación de 2021

La Presidenta propuso contar con una estructura de la población en la evaluación que permita añadir una banda de 0 a 10°N, como pesquerías, y otra área al sur de la línea ecuatorial, ya que sería más fácil excluir esa banda en caso de que se investigue un supuesto alternativo de la estructura de la población. Además, se sugirió una sensibilidad de ampliar el límite occidental hacia 155°O (para abarcar áreas que parecen ser continuas en las capturas).

Guillermo Morán, de Ecuador, señaló que el pez espada es importante para Ecuador y que este país proporcionaría datos para complementar la información que falta en las áreas del límite norte de la población de pez espada del OPO sur, en el OPO tropical, para obtener un panorama más completo.

El **Dr. Nicholas Ducharme-Barth**, de la SPC, ofreció su ayuda en términos de datos que puedan ser necesarios para modelar cualquier sensibilidad si el límite de la población se extiende hacia el oeste, hasta 155°O.

Un participante señaló que, en evaluaciones anteriores, el supuesto del modelo de caso base era tener un límite norte en 5°S y propuso que se mantuviera ese caso base, pero que se realizaran análisis en los que se incluyan las capturas (área) hacia el norte. No estaba claro si los peces en 10°N venían a desovar al área de desove del sur. Se necesitan más estudios para aclarar la importancia de los animales al norte de 5°S para la población del sur. El límite norte no está claramente definido, por lo que es necesario seguir investigando.

Un participante preguntó si las capturas palangreras de México (al norte de 10°N) eran tan bajas que no aparecían en los mapas. ¿Qué ocurre con ello? ¿Se evaluará de alguna manera? Se señaló que la tecnología que permite el marcado multianual (y estacional) se ha aplicado solo en los dos últimos años, pero ya está mostrando el desplazamiento desde el sur de Estados Unidos hacia el Ecuador, especialmente durante los meses de febrero-abril, por lo que parece que quizás los individuos al norte del Ecuador que se desplazan hacia el sur no están incluidos. **Scott Alberts** comentó que a partir de los datos de desplazamiento que tienen (marcado en la costa de California) una gran proporción de peces espada se desplazan hacia el sur, hacia la línea ecuatorial, pero no más allá del Ecuador. Pero puede haber sesgo debido a que hay menos marcado en los trópicos.

Un participante preguntó si existía la posibilidad de incluir áreas más al norte, ya que el marcado muestra un desplazamiento desde el norte hasta zonas cercanas a la línea ecuatorial y, dado que parece más fácil, dejar los datos una vez que están en el modelo en lugar de incluir nuevos datos si son necesarios. Parece que los peces cambian de comportamiento cerca de la línea ecuatorial y desaparecen durante más tiempo. La Presidenta señaló que el tiempo es limitado para explorar todas las hipótesis. El **Dr. Alexandre Aires-da-Silva** reconoció que los datos de marcado muestran una conectividad más fuerte que la supuesta en las evaluaciones del ISC, pero la cantidad de conectividad [con la población del sur] no está clara y se necesitan más datos para explorar la conectividad. Aclaró que, en este momento, ampliar a las latitudes del norte puede ser prematuro dado el limitado marcado y otra información para un área geográfica más amplia. Alentamos la continuación del marcado del pez espada para mejorar la definición de los límites de la población.

La Presidenta propuso explorar los datos de la flota española, que pesca pez espada, además de los datos de la flota japonesa, definir alternativas o refinamientos a dos estructuras espaciales, una similar a la utilizada por Hinton en 2011, y otra que incluya las áreas cercanas a la línea ecuatorial.

Un participante de Chile señaló que están de acuerdo con los límites anteriores utilizados en la última evaluación, pero no están seguros del límite que cruza hacia el norte de la línea ecuatorial porque allí hay una barrera ecológica. Creen que los límites anteriores de la evaluación son buenos.

Conclusión: El grupo acordó celebrar una breve reunión de seguimiento para discutir la estructura de la población después de los análisis adicionales y, si éstos no pudieran realizarse por alguna razón, el personal mantendría el anterior supuesto sobre la estructura, con la adición de una pesquería ecuatorial que podría incluirse o excluirse como hipótesis alternativas.

Supuestos biológicos

Crecimiento

El **Dr. Francisco Cerna** explicó que la edad máxima de las hembras estimada para las capturas chilenas fue de 17 años, basándose en las espinas de las aletas. Los datos de edad se validaron para los dos primeros años usando datos de incrementos diarios, y un incremento de crecimiento para un pez marcado. Los incrementos diarios en los otolitos de peces de más de 2 años no se han usado porque son pequeños y frágiles, y hay compresión de los anillos. Se necesita una sección de otolito bien pulida para que los anillos sean visibles. El recuento de anillos en los otolitos no ha dado buenos resultados en los peces más viejos, por lo que se utilizan las espinas de las aletas anales que son más fáciles de manipular. Las tasas de crecimiento son más rápidas en los peces chilenos que en los capturados en Hawái. El **Dr. Patricio Barría** añadió que la curva de crecimiento estaba basada en datos de la flota de palangre y que existe información por sexo, y hay claves de edad-talla disponibles para cada año. Un participante comentó que la disponibilidad de las claves de talla-edad permite introducir los datos de edad y talla en el modelo de evaluación y estimar el crecimiento dentro del modelo, así como explorar la variación del crecimiento por año.

La **Dra. Jessica Farley** presentó un estudio realizado en el Océano Pacífico occidental y central en el que se compara la determinación de la edad de peces con rayos de aleta y con otolitos, y la conclusión es que es posible que la determinación de edad con rayos de aleta subestime la edad en el grupo de mayor edad. Añadió que están planeando utilizar la disminución del radiocarbono de bomba para validar la edad del pez espada.

Un participante sugirió tener un grupo plus de una edad más joven en el modelo de evaluación para tomar en cuenta posibles sesgos en la determinación de la edad de los peces más viejos.

Biología reproductiva

Dr. Patricio Barría: El número de hembras maduras en las capturas chilenas no es alto; al final del año hay pocas y no son suficientes para producir una ojiva de madurez. La forma en que establecen la madurez es midiendo el diámetro de los ovocitos y aplicando la escala que DeMartini desarrolló para Hawái. No han encontrado muchas etapas 6-7 (completamente maduras en la escala de DeMartini). Existen dos estudios que podrían utilizarse para la evaluación de la población: Isla de Pascua y Hawái. Hay variación en la talla en la madurez, y la forma funcional debe ser discutida ya que también afectará a la estimación de la mortalidad natural, dependiendo del método utilizado. El **Dr. Sergio Mora** comentó que miden la cantidad de grasa por pez por talla, lo que está relacionado con el periodo reproductivo. Esta información podría usarse para determinar la madurez promedio por talla. Los datos de la cantidad de grasa por pez por talla fueron comparados con los datos de talla en la madurez de la Isla de Pascua y coinciden bien.

Relaciones talla-peso, peso-peso y talla-talla

Un participante de Chile afirmó que ellos tienen algunos años de datos de talla-peso que podrían usarse para derivar relaciones talla-peso para machos y hembras. El **Dr. Patricio Barría** complementó que los datos se tomaron de la flota de palangre industrial desde 2001 hasta 2010, cuando todos los viajes llevaban un técnico científico a bordo. Después de 2010, los armadores no estaban obligados a llevar un técnico científico a bordo. Se obtuvo información sobre el peso total y el peso del tronco, así como la

medida del ojo a la cauda furcal y la medida de la mandíbula inferior a la cauda furcal, a partir de las cuales se podrían estimar las relaciones.

Mortalidad natural

El **Dr. Mark Maunder** presentó su ecuación recién desarrollada para representar la mortalidad natural por edad desde los juveniles hasta los adultos. La ecuación describe una elevada mortalidad natural para los juveniles, igual para ambos sexos, y disminuye hacia la edad adulta. La mortalidad natural luego aumenta a medida que los individuos maduran y es diferente entre machos y hembras. Se sugieren valores por defecto para algunos de los parámetros basados en enfoques descritos en la literatura.

Posteriormente se discutió sobre el enfoque de la mortalidad natural que debe adoptarse y sobre otra información que podría usarse como sustituto (por ejemplo, las tasas de depredación de juveniles). El **Dr. Nicholas Ducharme-Barth** señaló que la SPC tiene la intención de volver a plantear escenarios específicos por edad para la próxima evaluación de pez espada del Océano Pacífico y quizás utilizar el meta-análisis publicado sobre el ciclo vital. La **Dra. Ana Alegre**, que ha estudiado el contenido estomacal de varias especies pelágicas frente a las costas de Perú, señaló que no ha encontrado peces espada en los estómagos de los marlines y tiburones que ha estudiado. La **Dra. Iliá Cari** (y posteriormente, la **Dra. Patricia Zárate**) mencionó que existe información sobre contenidos estomacales recogidos en Chile. La Dra. Cari mencionó que, con base en el análisis de dieta e isótopos estables, hay indicios de que el pez espada es un componente de la dieta de los tiburones pelágicos. Por lo tanto, al considerar los índices de abundancia, es importante considerar la abundancia de los depredadores. Otro participante mencionó que los tiburones se alimentan de pez espada en el sur de Chile. El **Dr. Patricio Barría** también añadió que tienen datos sobre el peso de los juveniles que podrían utilizarse para derivar la mortalidad natural de los juveniles.

Supuestos de población-reclutamiento

El **Dr. Nicholas Ducharme-Barth** señaló que para la evaluación del pez espada de la WCPFC en 2021 en el OPOC sur, aplicarán un enfoque similar al utilizado en el pasado para los atunes, una gama de opciones de inclinación en lugar de un solo valor.

Un participante sugirió que se estudiara el método de Brodziak para desarrollar funciones de densidad de probabilidad *a priori* para el parámetro de inclinación. El **Dr. Mark Maunder** sugirió que, antes de utilizar ese método, deberían revisarse los supuestos del mismo, ya que algunos parecen poco fiables. Afirmó que las consideraciones espaciotemporales y oceanográficas podrían ser más útiles para las predicciones en lugar de las variaciones en la relación población-reclutamiento, para las poblaciones que son desovadores pelágicos altamente fecundos, como el pez espada.

Índices de abundancia

Se mostraron los índices preliminares de abundancia que utilizan los datos japoneses, así como las tasas de captura nominal de las flotas españolas y los índices de abundancia derivados de la estandarización de la captura y el esfuerzo de las flotas chilenas de palangre y de redes de deriva. También se mostraron los cambios en la CPUE y la distribución de la flota palangrera chilena en un año. Los índices japoneses muestran una tendencia creciente con un aumento abrupto después del año 2010. Se mencionó una revisión sobre los cambios en las artes de pesca de la flota japonesa, y se muestra la introducción de palos de luz a mediados de la década de 1990. Los índices españoles y chilenos parecen más estables.

Un participante señaló que añadir la identificación de los buques y los anzuelos entre flotadores (AEF) al modelo de estandarización de los datos de captura y esfuerzo de Japón no parece tener mucho efecto y preguntó si los modelos pueden estar pasando por alto una covariable importante y si puede haber alguna covariable que pueda utilizarse para indicar los cambios de objetivo. El **Dr. Ijima**, de Japón, mencionó que

puede haber un cambio de objetivo, y que puede haber un cambio hacia el pez espada desde 2010, pero aún no existen datos sólidos que lo respalden. Además, comentó que no tienen datos sobre el uso de palos de luz ni indicios de que su uso pueda tener un efecto en las tasas de captura de pez espada, o si se introdujo rápida o lentamente a lo largo del tiempo, por lo que no sabe si el efecto se produjo con el tiempo ni cómo. Su opinión es que podría haberse introducido de forma gradual y por ende el efecto es paulatino. Recomendó cortar la serie o hacer un bloque de tiempo en el modelo de evaluación alrededor del año 2000 para tomar en cuenta los cambios de artes de pesca. Por último, señaló que al utilizar AEF, el material de la línea también es importante: antes (antes de 1994) se utilizaban sobre todo materiales naturales que son más pesados que los materiales artificiales utilizados después (nylon). Por lo tanto, era necesario aumentar el número de AEF para que el arte pescara en la profundidad deseada. La serie se dividió en 1994 al usarla para producir índices de abundancia, porque es difícil estandarizar esos cambios de arte, y en 1994 es cuando se implementó el nuevo sistema de bitácora que cuenta con información sobre el material del arte.

Un participante preguntó si se había tenido en cuenta la talla de los peces en la estandarización con el modelo espaciotemporal, ya que en el caso de la flota japonesa la talla varía considerablemente según el área. No se consideraron las tallas. Se sugirió que se tomaran en cuenta al elaborar los índices.

Un participante señaló que si se utiliza el enfoque de áreas-como-flotas, es importante reconocer la migración estacional, y que los peces espada de diferentes tallas aparecen en diferentes áreas.

Un participante preguntó sobre los datos de la flota española y si los datos de bitácora estarían disponibles para obtener índices de abundancia. El **Dr. Josu Santiago** dijo que evaluarán hasta qué punto podrían proporcionar la información detallada que existe desde hace 15 años sobre ubicación (de VMS) y datos operacionales (de bitácoras). También tienen un nivel mínimo de cobertura por observadores y pueden tener información sobre datos de talla y sexo. La **Sra. Lucia Sarricolea Balufo** declaró que España está dispuesta a colaborar plenamente con la evaluación de la población.

El **Dr. Alan Barraza Saez** comentó sobre su presentación grabada, "Estimación de un modelo estadístico para la CPUE estandarizada", que hace algún tiempo consideraron modelos espaciotemporales pero debido a las necesidades computacionales y de datos decidieron usar un MLG Tweedie, considerando ubicación y tiempo, pero que también podía incluir profundidad.

En cuanto a los índices chilenos, el personal sugirió que el modelado espaciotemporal podría utilizarse para la CPUE y las composiciones por talla y que el personal evaluaría los recursos disponibles para colaborar/ayudar en la construcción de modelos espaciotemporales por parte de los colegas chilenos. El personal señaló que una de las ventajas de incluir datos de talla en la estandarización es obtener una distribución de tallas que represente el índice de abundancia, en lugar de utilizar únicamente la frecuencia de tallas de las pesquerías para representar el índice.

El **Dr. Fernando Espíndola** comentó sobre la mención a su presentación grabada, "Influencia del ENSO en la distribución espaciotemporal de las capturas del pez espada en el Océano Pacífico Sur", que lo que se mostraba como agotamiento durante un año pueden ser en realidad cambios en las tasas de captura debido a cambios en las condiciones oceanográficas. La parte espacial de esto es importante porque la mayoría de las capturas se producen en el área sur (donde hay una gran presencia de remolinos). Por lo tanto, este "agotamiento" no es realmente el agotamiento de una cohorte a lo largo del tiempo, sino el efecto de la oceanografía.

La **Dra. Patricia Zárate** mencionó que han utilizado datos satelitales para relacionar las condiciones ambientales con las tasas de captura de los buques de palangre y de red de deriva.

Como conclusión general en cuanto a la biología, la delegación chilena ofreció compartir los datos y la información necesarios para varios de los procesos biológicos que se están modelando.

5. REFERENCIAS

ALTSCHUL, S.F., GISH, W., MILLER, W., MYERS, E.W. & LIPMAN, D.J. 1990. Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology* (90): 94-98. USA.

ALVARADO-BREMER, J.R. 1995. Assessment of morphological and genetic variation of the swordfish (*Xiphias gladius* Linnaeus): Evolutionary implications of allometric growth and of the patterns of nucleotide substitution in the mitochondrial genome. Thesis. Graduate Department of Zoology, University of Toronto, Toronto.

JEMT, E., PERSSON, Ö., SHI, Y., MEHMEDOVIC, M., UHLER, J. P., DÁVILA LÓPEZ, M., & FALKENBERG, M. (2015). Regulation of DNA replication at the end of the mitochondrial D-loop involves the helicase TWINKLE and a conserved sequence element. *Nucleic acids research*, 43(19): 9262-9275.

LU, C. P., CHEN, C. A., HUI, C. F., TZENG, T. D., & YEH, S. Y. (2006). Population genetic structure of the swordfish, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758), in the Indian Ocean and west pacific inferred from the complete DNA sequence of the mitochondrial control region. *Zoological studies*, 45(2): 269-279.

VIÑAS, J., PÉREZ-SERRA, A., VIDAL, O., ALVARADO BREMER, J. R., & PLA, C. (2010). Genetic differentiation between eastern and western Mediterranean swordfish revealed by phylogeographic analysis of the mitochondrial DNA control region. *ICES Journal of Marine Science*. 67(6): 1222-1229.

6. RECOMENDACIONES DE LOS PARTICIPANTES

Se redactó y discutió una lista de recomendaciones de los participantes del taller. Se aclaró que estas recomendaciones debían considerarse más bien como una guía para la próxima evaluación, así como prioridades de investigación y sugerencias a seguir para mejorar los conocimientos sobre el pez espada y dilucidar incertidumbres que mejoren las evaluaciones futuras. También se señaló que, para algunas recomendaciones, las muestras pueden estar disponibles, pero para realizar el estudio se necesitarán colaboraciones, equipos, capacitación y financiamiento. Las recomendaciones son prioridades registradas para ayudar a buscar la financiación que permita iniciar las investigaciones regionales.

Recomendaciones derivadas de las discusiones realizadas en el 1^{er} Taller Técnico sobre el Pez Espada en el OPO sur

I. Evaluación del OPO sur de 2021:

A. Modelo/supuesto

1. Analizar los datos de la CPUE española para buscar información sobre la estructura de la población.
2. Estudiar la estacionalidad de las tasas de captura estandarizadas en la zona ecuatorial para discriminar la cronología de los movimientos de la población del norte y de la población del sur.
3. Estimar modelos espaciotemporales con datos de frecuencia de talla para explorar los patrones estacionales de migración desde el OPO norte y el OPO sur hacia las zonas ecuatoriales bajo la hipótesis de Hinton y Deriso de que el pez espada en los hemisferios norte y sur se comporta de forma diferente.
4. Decidir la estructura de la población del caso base con base en esos análisis.
5. En caso de que no haya evidencias concluyentes a principios de febrero de 2021, se incluirán en el modelo los datos para el supuesto de la estructura de la población de 2011 (150°O al sur de 5°S) y se añadirá la banda ecuatorial (5°S a 10°N) para probar hipótesis alternativas.
6. Añadir datos al oeste de 150°O como sensibilidad.
7. Explorar el modelo de Maunder para la mortalidad natural.
8. Ajustar el modelo de cese de crecimiento.
9. Incluir la incertidumbre en la longevidad (la edad máxima puede estar subestimada).
10. Explorar la variación del crecimiento a lo largo de los años.
11. Explorar la probabilidad *a priori* de la inclinación, teniendo en cuenta los supuestos del enfoque.
12. Utilizar la proporción de grasa por pez por talla como una aproximación a la madurez por talla.
13. No transformar la madurez por talla en madurez por edad debido al sesgo añadido; usar la madurez por talla directamente en la evaluación.
14. Actualizar las relaciones talla-peso, mandíbula inferior a la cauda furcal-ojo a la cauda furcal, y peso procesado-peso total con datos multianuales de Chile y otras flotas (si están disponibles).
15. Estimar la relación peso seco-peso total a partir de los datos de Chile para aplicarla al método de Lorenzen para la mortalidad de juveniles.
16. Explorar los datos de contenido estomacal de los estudios ecosistémicos para evaluar si la mortalidad por depredación sería alta para los peces espada juveniles.

B. Datos

1. Incluir los datos de composición por talla y edad por sexo cuando estén disponibles.
2. Cuando se usen los datos de palangre japoneses para estimar los índices de abundancia, comenzar la serie en 1994 debido a los cambios en el material de la línea principal, que pasó de ser de fibra

natural (más pesada) a nylon (más ligera). Los pescadores necesitan usar más AEF para llegar a la misma profundidad cuando usan nylon que cuando usan fibra natural. Por lo tanto, AEF tendrá un efecto diferente en esas dos situaciones.

3. Incorporar los datos de Ecuador.
4. Incorporar datos operacionales de España en los análisis de estandarización de la CPUE.
5. Explorar modelos espaciotemporales para producir índices de abundancia, incluir datos de talla en las estandarizaciones (se pueden usar datos de Japón, Corea, España y Chile para producir índices).
6. Incluir datos chilenos de claves de edad-talla como datos condicionales de edad por talla.

Recomendaciones para la investigación

II. Investigación

A. Estructura de la población/desplazamiento

1. Aplicar un enfoque integral para la discriminación de las poblaciones utilizando múltiples herramientas, de forma coordinada y colaborativa a nivel regional, con un diseño de muestreo que permita avanzar en la comprensión de la estructura poblacional del pez espada en el OP, como los que se describen a continuación.
2. Marcar peces con una nueva tecnología de marcado que permita realizar seguimientos multianuales.
3. Continuar con el desarrollo de marcas que sean menos invasivas para los animales y más fáciles de mantener fijas durante más tiempo.
4. Tomar muestras de tejido de animales vivos y conservarlas en alcohol (y refrigeradas) para futuros trabajos genéticos, estudios genómicos, estudios de isótopos estables y componentes bioquímicos específicos, en particular cuando se marquen animales.
5. Recompensar a los pescadores que devuelvan las marcas además de muestras de gónadas de los peces marcados.
6. Estudiar los marcadores genéticos sexuales para poder discriminar el sexo del pez espada.
7. Volver a analizar los datos genéticos disponibles en la sección específica de ADN mitocondrial estudiada por la Dra. González para compararlos con otras muestras disponibles (discusión entre F. González y Alvarado-Bremer).
8. Continuar con los programas de marcado actuales.
9. Muestrear y marcar peces en las áreas de desove para análisis genéticos y de desplazamiento a fin de determinar el origen de los peces desovadores, con enfoque especial en el Océano Pacífico central ecuatorial, alrededor de 150°O, y áreas al noroeste de Rapa Nui (20°S, 100°O), para determinar el origen de esos desovadores y elucidar el área de desove de la población del OPO sur.
10. Volver a analizar los datos de profundidad en los seguimientos de animales marcados para detectar posibles cambios de comportamiento que puedan deberse al desove y hacer un mapa de esas áreas.
11. Revisar continuamente los supuestos sobre la estructura de la población en las evaluaciones del pez espada con base en la información biológica más actualizada.
12. Continuar estudiando los procesos oceanográficos de mesoescala que influyen en los procesos poblacionales del pez espada, la estructura poblacional y la conectividad.

B. Biología

1. Intentar determinar la edad de individuos más grandes utilizando otolitos para abordar la posible subestimación de anillos en las espinas, como se ha demostrado en los estudios de Australia.
2. Continuar con la validación de los incrementos de crecimiento de peces grandes.
3. Explorar la variación del crecimiento a lo largo de los años.
4. Monitorear las presas y los depredadores (calamares, tiburones) para entender los cambios en los índices de abundancia del pez espada y hasta qué punto esto puede estar relacionado con el aumento de la densidad de presas y la disminución de la densidad de depredadores.
5. Recolectar datos de sexo siempre que sea posible (por ejemplo, observadores a bordo) para entender las diferentes estrategias de ciclo vital según el sexo.

III. Datos

1. Notificar datos de composición por talla y edad por sexo cuando estén disponibles.
2. Añadir más características de las artes de pesca en los datos que deben recolectarse en las bitácoras y por los observadores a bordo, como el uso de palos de luz en los palangreros u otros cambios tecnológicos que puedan aumentar la capturabilidad del arte para el pez espada.
3. Continuar los estudios sobre los cambios en los objetivos de las flotas de palangre.

7. PLAN DE TRABAJO

Los participantes del taller acordaron el siguiente plan de trabajo:

| TABLA 1. Plan de trabajo para la evaluación del pez espada en OPO sur | |
|---|--|
| 2021 | |
| Enero | Trabajar con colegas de Chile, España, Ecuador y la SPC en la preparación de los datos |
| | Realizar análisis de la estructura de la población |
| | Consolidar las estimaciones de captura |
| | Consolidar las distribuciones de frecuencia de talla |
| Febrero | Continuar los estudios sobre los cambios en los objetivos de la flota japonesa |
| | Estimar índices de abundancia |
| | Reunión por Zoom sobre la estructura de la población/índices |
| | Estimar la curva de cese de crecimiento |
| | Calcular M por edad y sexo |
| | Incluir datos y nuevos supuestos en el modelo más reciente de SS3 |
| Marzo | Ajustar el modelo de caso base |
| | Explorar sensibilidades |
| | Reunión por Zoom sobre los resultados del modelo |
| Abril | Preparar informe |
| Mayo | Presentación en SAC-12 |

En cuanto al plan de trabajo, el **Dr. Patricio Barría** señaló que puede ser algo complicado para los científicos chilenos, ya que tienen vacaciones colectivas en febrero. Podría ser difícil para ellos participar en una reunión en febrero. También señaló que podrían necesitar un plan de trabajo más específico para la preparación de los datos.

ANEXO 1. Agenda

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL
1^{ER} TALLER TÉCNICO SOBRE EL PEZ ESPADA EN EL OPO SUR
Examinar el estado actual de los conocimientos, identificar las fuentes de datos disponibles, revisar los supuestos de evaluación del pez espada en el OPO Sur
(por videoconferencia)
15-17 de diciembre de 2020

Objetivos

El taller, y su trabajo preparatorio, reunirá a científicos interesados en contribuir a este esfuerzo regional. Los objetivos son: 1) promover una investigación regional del pez espada en el OPO sur; 2) examinar el estado actual de los conocimientos sobre la población; 3) construir un modelo conceptual de la población y la pesquería; 4) identificar y comprender los conjuntos de datos disponibles de diferentes pesquerías/regiones que pueden ser usados en la evaluación; y 5) planear los próximos pasos para el proceso de evaluación.

Agenda tentativa de la videoconferencia

Día 1

1. Introducción a la reunión
2. Mención de las presentaciones grabadas
3. Antecedentes de las cuestiones relativas al pez espada en el OPO
4. Modelo de Stock Synthesis previo de la CIAT para el pez espada: descripción y análisis
5. Estructura de la población / Modelo conceptual de la dinámica
 - a. Presentación generalDiscusión

Día 2

6. Presentación general sobre biología:
 - a. Crecimiento
 - b. Mortalidad natural
 - c. Reproducción (madurez, fecundidad, frecuencia)Discusión sobre biología
7. Definiciones de las pesquerías
8. Revisión de las fuentes de datos:
 - a. Captura por arte y área
 - b. Otros datos para el ajuste del modelo (por ejemplo, marcado)
 - c. Composición (edad, talla, peso, composición por sexo, relación talla-peso, relación peso eviscerado-peso completo)
 - d. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Discusión sobre fuentes de datos – enfoque en los índices de abundancia

Día 3

9. Discusión sobre modelado
 - a. Hipótesis dominantes
 - b. Otras incertidumbres
10. Revisión de las recomendaciones
11. Plan de trabajo para la mejora del modelo

ANEXO 2. Lista de participantes

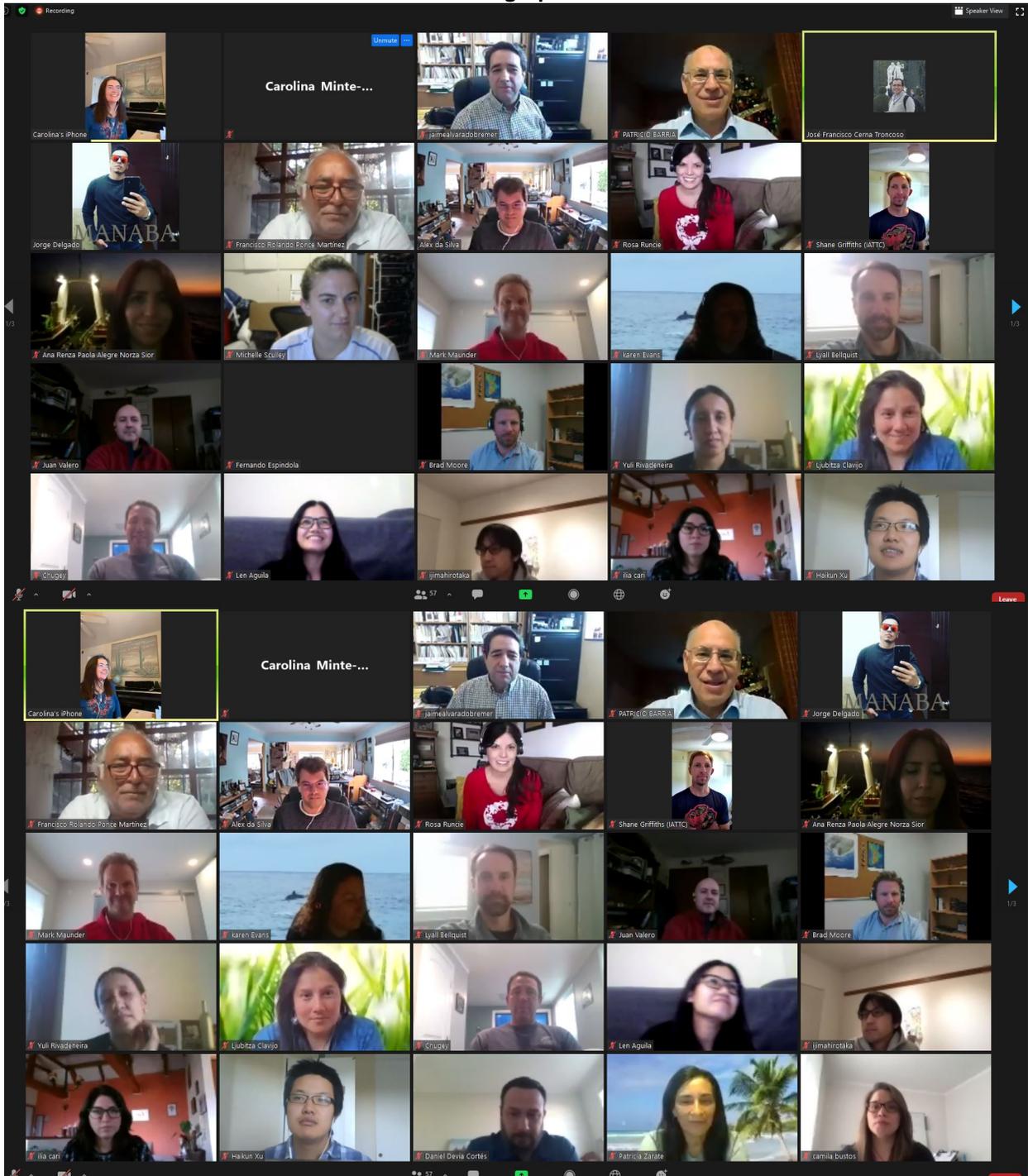
1^{er} Taller Técnico sobre el pez Espada en el OPO Sur 1st Technical Workshop on Swordfish in the South EPO

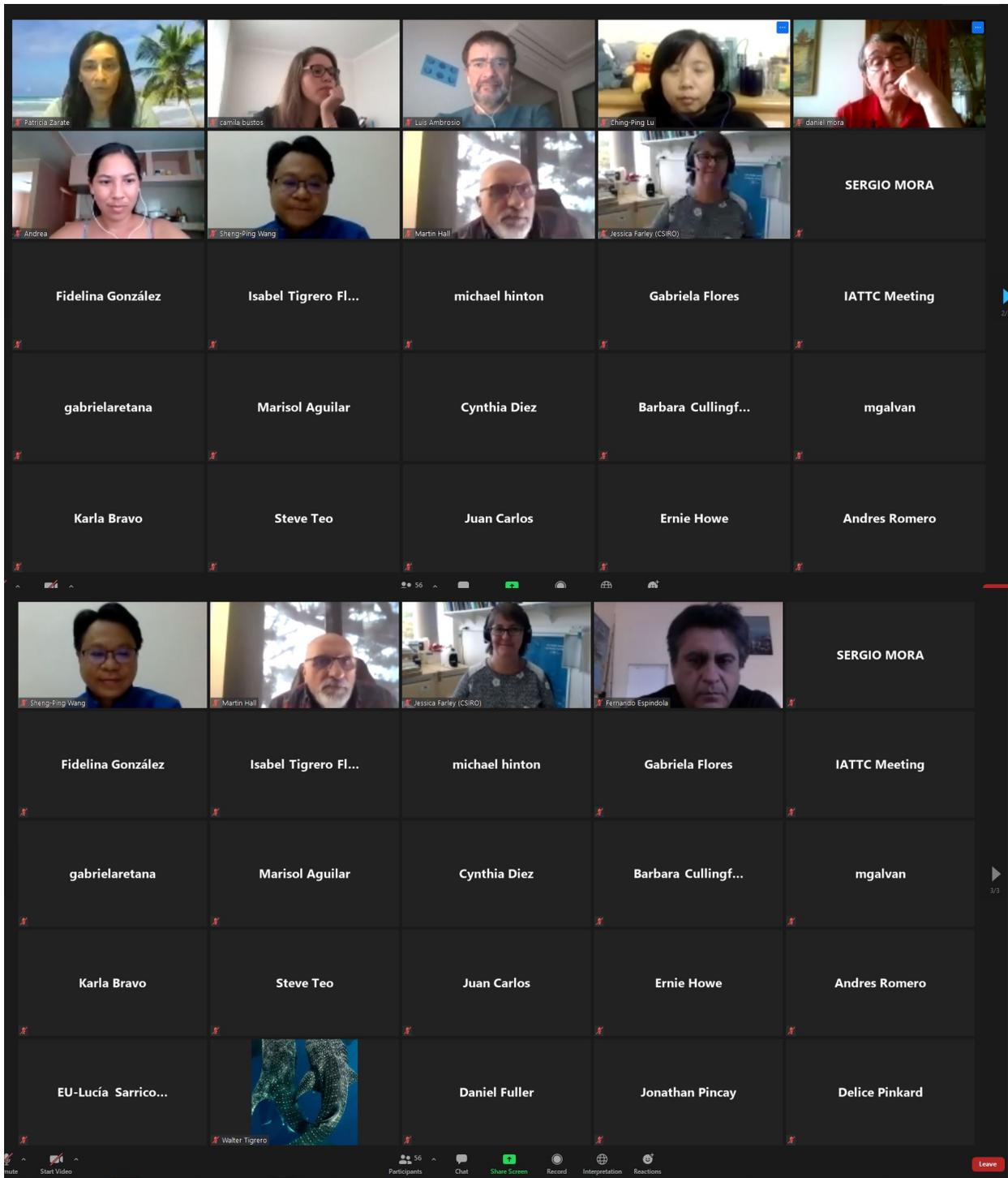
ASISTENTES - ATTENDEES

| Name | Affiliation | Location | email |
|--------------------------|---|----------|--|
| Aalbers, Scott | Pier | USA | Saalbers@hotmail.com |
| Aguila, Roselyn | Texas A&M University at Galveston | USA | raguila@tamu.edu |
| Alcivar, John | Pacific Marines Services SERMAPAC | ECU | jalcivar76@gmail.com |
| Alegre, Ana | IMARPE | PER | palegre@imarpe.gob.pe |
| Alvarado-Bremer, Jaime | Texas A&M University at Galveston | USA | jaimeab@tamu.edu |
| Ambrosio, Lui | Tunacons | ECU | lambrosio66@gmail.com |
| Barraza-Saez, Alana | Instituto de Fomento Pesquero | CHL | alan.barraza@ifop.cl |
| Barría, Patricio | Instituto de Fomento Pesquero | CHL | patricio.barria@ifop.cl |
| Bellquist, Lyall | The Nature Conservancy | USA | lyall.bellquist@tnc.org |
| Bravo, Karla | Subsecretaría de Recursos Pesqueros | ECU | kbravo@produccion.gob.ec |
| Bustos Molina, Lezlie C. | Subsecretaria de Pesca y Acuicultura | CHL | lbustos@subpesca.cl |
| Cari, Ilia | Instituto de Fomento Pesquero | CHL | ilia.cari@ifop.cl |
| Cerna, José | Instituto de Fomento Pesquero | CHL | francisco.cerna@ifop.cl |
| Clavijo, Ljubitzza | Instituto de Fomento Pesquero | CHL | ljubitza.clavijog@gmail.com |
| Costain, Jorge | Transmarina | ECU | jcostain@transmarina.com |
| Delgado, Jorge | Subsecretaría de Recursos Pesqueros | ECU | jdelgado@produccion.gob.ec |
| Delgado, Luciano | Subsecretaría de Recursos Pesqueros | ECU | ldelgados@produccion.gob.ec |
| Devia, Daniel | Instituto de Fomento Pesquero | CHL | daniel.devia@ifop.cl |
| Ducharme-Barth, Nicholas | South Pacific Community | NC | nicholasd@spc.int |
| Espíndola, Fernando | Instituto de Fomento Pesquero | CHL | fernando.espindola@ifop.cl |
| Evans, Karen | CSIRO | AUS | karen.evans@csiro.au |
| Farley, Jessica | CSIRO | AUS | jessica.farley@csiro.au |
| Flores, Gabriela | Subsecretaría de Recursos Pesqueros | ECU | gflores@produccion.gob.ec |
| González, Andres | Instituto de Fomento Pesquero | CHL | andres.gonzalez@ifop.cl |
| González, Fidelina | Universidad de Concepción | CHL | fgonzale@udec.cl |
| Hamer, Paul | South Pacific Community | NC | paulh@spc.int |
| Howe, Ernie | Ministry of Finance | BLZ | ernie.howe@bhsfu.gov.bz |
| Ijima, Hirotaka | Japan Fisheries Research and Education Agency | JPN | ijima@affrc.go.jp |
| Jackson, Alexis | The Nature Conservancy | USA | alexis.jackson@tnc.org |
| Lazo, Jorge | Universidad Católica | CHL | jorge.lazo@ucsc.cl |
| Lee, Huihua | NOAA/National Marine Fisheries Service | USA | huihuallee@gmail.com |
| Lu, Ching-Ping | National Taiwan Ocean University | TWN | michellecplu@gmail.com |
| Moore, Brad | National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA) Ltd | NZL | bradley.moore@niwa.co.nz |
| Mora, Sergio | Instituto de Fomento Pesquero | CHL | sergio.mora@ifop.cl |
| Morán, Guillermo | Empresa Privada | ECU | gamv6731@gmail.com |

| | | | |
|-------------------------|---|-----|--|
| Ortega, Juan | Instituto de Fomento Pesquero | CHL | juan.ortega@ifop.cl |
| Pincay, Jonathan | Subsecretaria de Recursos Pesqueros | ECU | jpincaye@produccion.gob.ec |
| Piner, Kevin | NOAA/National Marine Fisheries Service | USA | Kevin.Piner@noaa.gov |
| Pinkard, Delice | Ministry of Finance | BLZ | delice.pinkard@bhsfu.gov.bz |
| Ponce, Francisco | Consultor Privado | CHL | ponce.martinez.francisco@gmail.com |
| Rivadeneira, Yuli | Subsecretaría de Recursos Pesqueros | ECU | yrivadeneira@produccion.gob.ec |
| Runcie, Rosa | Southwestern College | USA | rosaruncie@gmail.com |
| Santiago, Josu | Azti | EU | jsantiago@azti.es |
| Sarricolea, Lucia | Secretaría General de Pesca | EU | lsarricolea@mapa.es |
| Sculley, Michelle | NOAA/National Marine Fisheries Service | USA | michelle.sculley@noaa.gov |
| Sepulveda, Chugey | Pfleger Institute of Environmental Research | USA | chugey@pier.org |
| Teo, Steve | NOAA/National Marine Fisheries Service | USA | steve.teo@noaa.gov |
| Tigrero, Walter | Ministerio de Economía y Finanzas | ECU | wtigrero@produccion.gob.ec |
| Uozumi, Yuji | Japan Tuna Fisheries Co-operative Association | JPN | uozumi@japantuna.or.jp |
| Urzúa, Ángel | Universidad Católica | CHL | aurzua@ucsc.cl |
| Wang, Sheng-Ping | National Taiwan Ocean University | TWN | wsp@mail.ntou.edu.tw |
| Zarate, Patricia | Instituto de Fomento Pesquero | CHL | patricia.zarate@ifop.cl |
| IATTC-CIAT Staff | | | |
| Minte-Vera, Carolina | IATTC | USA | cminte@iattc.org |
| Aguilar, Marisol | IATTC | USA | maguilar@iattc.org |
| Aires da Silva, Alex | IATTC | USA | alexdasilva@iattc.org |
| Cullingford, Barbara | IATTC | USA | bcullingford@iattc.org |
| Fuller, Daniel | IATTC | USA | dfuller@iattc.org |
| Galvan, Monica | IATTC | USA | mgalvan@iattc.org |
| Griffiths, Shane | IATTC | USA | sgriffiths@iattc.org |
| Hall, Martin | IATTC | USA | mhall@iattc.org |
| Hinton, Michael | IATTC | USA | Mgh121703@gmail.com |
| Kang, Geoyoung | IATTC | USA | gkang@iattc.org |
| Lennert, Cleridy | IATTC | USA | clennert@iattc.org |
| Lopez, Jon | IATTC | USA | jlopez@iattc.org |
| Maunder, Mark | IATTC | USA | mmaunder@iattc.org |
| Morgan, Jeff | IATTC | USA | jmorgan@iattc.org |
| Parraga, Jorge | IATTC | USA | jparraga@iattc.org |
| Pulvenis, Jean-Francois | IATTC | USA | jpulvenis@iattc.org |
| Romero, Andres | IATTC | USA | aromero@iattc.org |
| Ureña, Enrique | IATTC | USA | eurena@iattc.org |
| Valero, Juan | IATTC | USA | jvalero@iattc.org |
| Xu, Haikun | IATTC | USA | hkxu@iattc.org |
| Zuñiga, Alejandra | IATTC | CRI | alezt@hotmail.com |
| Diez, Cynthia | Interpreter | | cdiez@cardisocr.com |
| Retana, Gabriela | Interpreter | | gaby.retana@gmail.com |

Fotos grupales





ANEXO 3. Resúmenes de las presentaciones grabadas

Aguila, [R.D.](#), Sepulveda, C., Aalbers, S., Bremer, J.A. An innovative approach to solve the genetic population structure of Pacific Swordfish: integrating genomics and electronic tagging data

Sin resumen

Barraza, A., Barría, P., Miranda, H. (IFOP-Chile). *Estimación de un modelo estadístico para la CPUE estandarizada* (uploaded on 10/Dec/2020) [EN: *Estimation of a statistical model for standardized CPUE*]

Abstract:

In Chile, systematic monitoring of the swordfish fishery has been carried out from 2001 to 2020, in the artisanal drift-net fleet and a surface longline fleet that had industrial and artisanal vessels. One of the goals of the study is to analyze an index of relative abundance of the different fishing areas and fleets that catch swordfish, through the estimation of the catch per unit of effort (CPUE), considering factors related to vessel characteristics, temporal and geographical characteristics of the fishing area, etc.

CPUE modelling is based on a compound Gamma-Poisson GLM (Zhang, 2013), which corresponds to a particular case of a Tweedie GLM (Jørgensen, 1987; 1997), which allows us to simultaneously model the number of analysis units (set or trip) with catch along with the associated catch quantity. The historical records of the longline fleet correspond to 2001-2018, where 15,115 sets were observed, and the historical records of the drift-net fleet are from 2001-2018, with a total of 1,599 trips.

Regarding the CPUE in the longline fleet, its catch is composed of immature fish, while the catch of the drift-net fleet is composed of mature fish. The CPUE estimate for the longline and drift-net fleets that target swordfish has positive trends with inter-annual variations in the southern EPO fishing areas.

Resumen:

En Chile, se han realizado monitoreos sistemáticos de la pesquería del pez espada desde el año 2001 hasta el 2020, en la flota redera artesanal y una flota palangrera de superficie, que tenía embarcaciones industriales y artesanales. Uno de los propósitos del estudio es analizar un índice de abundancia relativa de las diferentes zonas de pesca y flotas que capturan pez espada, por medio de la estimación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), considerando factores relacionados con las características de la embarcación, características temporales y geográficas del lugar de pesca.

La modelación de la CPUE, se basa en un GLM Gamma-Poisson compuesto (Zhang, 2013), que corresponde a un caso particular de un GLM Tweedie (Jørgensen, 1987; 1997), el cual, nos permite modelar simultáneamente el número de unidades de análisis (lance o viaje) con captura junto con la cantidad de captura asociada. Los registros históricos de la flota palangrera corresponden al período 2001-2018, donde se observaron 15.115 lances, y los registros históricos de la flota redera son del período 2001-2018, con un total de 1.599 viajes.

Respecto de los resultados de la CPUE en la flota palangrera, su captura está constituida por ejemplares inmaduros, en cambio, en la flota redera, su captura está constituida por ejemplares maduros. La estimación de CPUE para la flotas palangreras y rederas que capturan como especie objetivo el pez espada presentan tendencias positivas con variaciones interanuales en las zonas de pesca del OPSO.

Barría, P., Mora, S., Urzúa, A., González, F., Ortega, J., Miranda, H., Ponce, F., González, A., Devia, D., Lazo, J. Modelo conceptual del ciclo de vida del pez espada (*Xiphias gladius*) en el Océano Pacífico Sur Oriental

Sin resumen

Cerna, F., Cid, L., Cabello, R., Vidal, L. Edad y Crecimiento en pez espada del Pacífico sur-este frente a Chile

Sin resumen

Devia, D., González, A., Mora, S., Ortega, J., Miranda, H., Barraza, A., Cerna, F., Urzúa, A., Gonzalez, F., Barría, P. Composición de datos del pez espada (*Xiphias gladius*) en las pesquerías de Chile.

Sin resumen

Ducharme-Barth, N (SPC- South Pacific Community). *Stock assessment of swordfish in the southwest Pacific Ocean: 2017 recap & 2021 proposal* (uploaded on 08/Dec/2020).

Sin resumen

Espíndola, F. (IFOP-Chile). *Influencia del ENSO en la distribución espacio-temporal de las capturas del pez espada en el Océano Pacífico Sur* (uploaded on 11/Dec/2020)

Resumen

Se determinó el patrón de distribución espacio-temporal de los rendimientos de pesca (tasa de captura) de pez espada (*Xiphias gladius*) de la flota palangrera industrial chilena, mediante el uso de series de tiempo. Se empleó información de las bitácoras de pesca registradas por observadores científicos entre enero de 2001 y diciembre de 2005. Se observó un ciclo anual característico en los rendimientos de pesca, con valores altos de marzo a julio-agosto, y desplazamientos de la flota palangrera de sur a norte de 38° a 32°S, en un rango de TSM de 17° a 19°C. Posteriormente, los rendimientos disminuyeron en dirección norte desde los 32°S con TSM mayores a 20°C. Este patrón espacio-temporal fue determinado con una alta coherencia cuadrada (79%) en las series temporales de las tasas de captura nominal y la componente latitudinal. Además, para la serie temporal de la tasa de captura nominal se establecieron fluctuaciones de baja frecuencia con períodos de 28, 38 y 59 días. Esta variabilidad intraestacional en los rendimientos de pesca estaría relacionada con las variaciones de mesoescala en las condiciones oceanográficas frente a las costas de Chile. Posteriormente, usando datos ambientales provenientes de sensores remotos, se determinó los cambios en la posición espacial de la isoterma de 18°C en relación a los cambios espacio temporal de los rendimientos de pesca (CPUE) del pez espada. Se obtuvieron coeficientes de correlación entre el centro de gravedad latitudinal (CGL) de la CPUE y

Espíndola, F. (IFOP-Chile). *Modelo de evaluación de stock para el pez espada en el Océano Pacífico Sur* (uploaded on 11/Dec/2020)

Resumen

Se presenta la evaluación de stock del pez espada (*Xiphias gladius*) en el océano Pacífico sur (OPS), la cual ha experimentado cambios debido a las hipótesis empleadas, plataforma de trabajo y disponibilidad de datos. En un comienzo, se asumió un proceso espacial que diferencia los efectos selectivos con los de un patrón de residencia local edad-específico. Es decir, una porción de una clase de edad en un área para un año dado es modelado como un proceso separable entre una preferencia por edad a un área y a un efecto año. Sin embargo, los resultados no fueron adecuados ya que el parámetro área, permanecía constante para todas las áreas. Posteriormente, se adopta otro esquema de evaluación, en que cada flota opera en una única zona de pesca y no existiría un patrón edad-específico, ya que la información disponible indica que hay sólo un limitado intercambio de individuos de un área geográfica a otra. Luego, el modelo de evaluación es conducido usando el código de programación ADMB, bajo el esquema de edad-estructurado e integrando las diferentes fuentes de información biológica-pesquera. Y finalmente, se avanza en la implementación del código de evaluación en la plataforma de evaluación Stock Synthesis. El modelo de evaluación del pez espada se encuentra en estado de desarrollo, ya que quedan aún por hacer diferentes pruebas al modelo, como el análisis retrospectivo, perfil de verosimilitud y peso de los datos usados en el modelo. Además, de evaluar otros supuestos estructurales, dada la alta presencia de diferentes flotas que operan en diferentes áreas y vulneran diferentes individuos de la población. En general, el modelo de

evaluación tiene un adecuado ajuste a los desembarques, para los índices de abundancia y en menor medida las estructuras de tamaños para las diferentes flotas que operan el OPS. Esto debido principalmente a que las diferentes flotas presentan efectos selectivos distintos en función del arte de pesca, en la zona donde operan y por año. De acuerdo al modelo de evaluación, los reclutamientos habrían presentado anomalías negativas a comienzos de la serie, sin embargo, esta tendencia se revierte a mediados de los 70, alcanzando valores significativos en los 80 y finales de los 90. Producto de los últimos reclutamientos la biomasa desovante ha crecido sosteniblemente, luego de alcanzar su mínimo en el año 1985. Al final del período analizado, la biomasa desovante se encuentra cercana a las 41 mil toneladas. En términos de la reducción de la población, esta se encontraría al 60%, valor por sobre en nivel biológico de referencia objetivo del 50%.

González, F. , Cortez, B., Faudez, V., Barría, P. Unidad poblacional del pez espada en Oceano Pacífico Sur Oriental

Sin resumen

Moore, B. Review of biology, stock structure, fisheries and status of swordfish in the Pacific Ocean

Sin resumen

Mora, S., Ortega, J.C., Barría. Aspectos reproductivos del pez espada (*Xiphias gladius*) en el Pacifico sur oriental [Reproductive aspects of the swordfish (*Xiphias gladius*) in the south eastern Pacific Ocean]

Sin resumen

Pizarro, A.G. Barría, P. *Caracterización de la pesquería del pez espada (Xiphias gladius) en Chile* [EN: *Characterization of the swordfish (Xiphias gladius) fishery in Chile*] (uploaded on 10/Dec/2020)

Abstract:

This presentation reviews the development of the swordfish (*Xiphias gladius*) fishery in Chile since the first records in the 1940s. The National Fishing Service (Servicio Nacional de Pesca) database was used to describe the historical series of landings, while data collected by scientific observers on board fishing vessels and in the main landing ports of these fleets were used to characterize the operation of the fleets that catch swordfish, as well as the composition of their catches and landings. Finally, data provided by the Economics Section of the IFOP from Customs information was used for the analysis of swordfish exports.

The results showed that, for more than 40 years, the swordfish fishery was an artisanal coastal activity whose landings did not exceed 500 tons per year. However, in the mid-80s, the opening of the international market led to the development of a large artisanal drift-net fleet as well as an industrial longline fleet, which resulted in an exponential growth in landing levels. In the 2000s, the increase in the international price of oil caused a progressive decrease in the fishing operations of the longline fleet, registering its last trips in 2018.

In recent years, landings of swordfish in the country were around 6,000 tons per year, positioning Chile as one of the main countries exploiting this resource in the southern EPO. During the 2019 season, the artisanal drift-net fleet represented more than 99.8% of these landings, of which 66% was exported (mainly to Europe), which created important economic income for this artisanal activity.

Resumen:

Se reseña el desarrollo de la pesquería del pez espada (*Xiphias gladius*) en Chile desde los primeros registros realizados en la década de los 40's. Para la descripción de la serie histórica de los desembarques se utilizó la base de datos del Servicio Nacional de Pesca, mientras que para la caracterización de la operación de las flotas que capturan pez espada, y la composición de sus capturas y desembarques se

emplearon los datos levantados por observadores científicos desplegados a bordo de embarcaciones pesqueras y en los principales puertos de desembarque de estas flotas. Finalmente, para el análisis de las exportaciones de pez espada se usaron datos aportados por la Sección Economía del IFOP a partir de información de Aduanas.

Los resultados mostraron que por más de 40 años la pesquería de pez espada era una actividad artesanal costera cuyos desembarques no superaban las 500 toneladas anuales. Sin embargo, a mediados de la década de los 80's, la apertura del mercado internacional impulsó el desarrollo de una gran flota redera artesanal así como una flota palangrera industrial, lo que originó un crecimiento exponencial en los niveles de desembarque. En la década del 2000 el incremento del precio internacional del petróleo provocó la disminución progresiva de las operaciones de pesca de la flota palangrera, registrando sus últimos viajes el año 2018.

En los últimos años, los desembarques de pez espada en el país oscilaron en torno a las 6.000 toneladas anuales, posicionando a Chile como uno de los principales países que operan sobre este recurso en el Pacífico Sur Oriental. Durante la temporada 2019 la flota redera artesanal representó más del 99,8% de estos desembarques, exportándose el 66% de este recurso, principalmente a Europa, lo que generó importantes ingresos económicos a esta actividad artesanal.

Sepulveda, C.* Aalbers, M.S. (PIER - Pflieger Institute of Environmental Research). *An overview of swordfish electronic tagging studies off the U.S. West Coast* (PIER Research 2005-2020) (uploaded on 08/Dec/2020).

Sin resumen

Sculley, M. 2018 Western and Central North Pacific Swordfish assessment (uploaded on 13/Dec/2020)

Sin resumen

Zárate, P. Clavijo, L. & Cari, I.. *Marcaje del pez espada (Xiphias gladius) en aguas chilenas* (uploaded on 13/Dec/2020)

Sin resumen

ANEXO 4. Preguntas guía

1. Estructura de la población

- ¿Qué evidencia hay de una población distintiva en el OPO sur?
- ¿Cuál es el límite norte?
- ¿Cuál es el límite occidental?
- ¿Cuánto se mezclan con otras poblaciones?
- ¿Deberíamos incluir capturas que tal vez también estén incluidas en otras evaluaciones (áreas de traslape)?

2. Modelo conceptual

- ¿Dónde están las áreas de desove? ¿Cuándo están en esas áreas?
- ¿Existen áreas donde no desovan? ¿Cuándo están en esas áreas?
- ¿Dónde pasan los primeros ciclos vitales? ¿Cuándo están en esas áreas?
- ¿Están asociados con alguna condición oceanográfica o característica topográfica?
- ¿Cuáles son las profundidades de ocupación durante el día y la noche? ¿Cómo afectan esos comportamientos la capturabilidad de las artes de pesca?
- ¿Cuál es la escala de tiempo que mejor se aproximaría a la dinámica (trimestral o anual)?
- ¿Podemos usar un modelo de un área que se aproxime a cualquier dinámica espacial usando el enfoque de "áreas como flota"? ¿O necesitamos un modelo espacial real?

3. Biología:

a. Crecimiento

- Los machos y las hembras crecen de manera diferente.
- ¿Qué curva de crecimiento usar? ¿Hay alguna actualización del estudio de Cerna? ¿Cómo deberíamos modelar el crecimiento juvenil? (Como se indica en SAC-02-09: "la función de crecimiento describió bien al pez espada adulto, pero no el rápido crecimiento alométrico de los juveniles")
- ¿Hay algún intento de validar mejor la edad?
- ¿Existen estudios que comparen los laboratorios? ¿Cómo se comparan los métodos utilizados en el OPOC con los utilizados en el OPO?
- ¿Cuál es la variabilidad de la talla por edad de los machos y las hembras?
- ¿Existen estudios de marcado de animales grandes para informar las tasas de crecimiento de esas tallas?
- ¿Hay alguna actualización de la relación talla-peso, relación peso eviscerado-peso completo de Cerna? ¿Existe algún estudio realizado en la flota española?

b. Mortalidad natural

- ¿Cuál es la edad máxima registrada para machos y hembras?
- ¿La mortalidad natural debería ser diferente para machos y hembras?
- ¿La mortalidad natural debería ser diferente por edad?
- ¿Existen estudios de marcado para informar la mortalidad natural por talla o edad?
- ¿Existen estudios de marcado para informar la longevidad?

c. Reproducción (madurez, fecundidad, frecuencia de desove)

- ¿Qué parámetros reproductivos deberíamos usar (inclinación, madurez, fecundidad)?
- ¿En dónde ocurre el desove y en qué condiciones?
- ¿Qué supuestos de la relación población-reclutamiento deberíamos considerar? (inclinación, variabilidad del reclutamiento)

4. Definiciones de las pesquerías

- Se definieron seis flotas en el modelo anterior:

| Pesquería | Descripción | Área principal de operación |
|------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| F1 | Chile, palangre industrial | Alta mar – al oeste de 90°O |
| F2 | Chile, artesanal, y Perú | Costera – al este de 90°O |
| F3 | Japón y similar, palangre | Alta mar |
| F4 | Japón y similar, palangre atunero | Costera |
| F5 | España, palangre | Alta mar |
| F6 | España, palangre | Costera |

- ¿Deberíamos mantenerlas o definir otras?
- ¿Están esas definiciones/límites apoyados por datos de frecuencia de talla u otra información?
- ¿Debemos añadir las capturas artesanales de Ecuador?
- ¿Sus selectividades cambian según la estación (por ejemplo, debido al movimiento de los peces o a cambios en la oceanografía)?
- ¿Existen cambios a lo largo del tiempo en las estrategias de pesca que podrían informar los cambios en la selectividad?
- ¿Necesitamos una estructura espacial en las pesquerías aparte de costera/de alta mar?

5. Revisión de las fuentes de datos:

d. Captura por arte y área

- ¿Los datos de captura de palangre son precisos?
- ¿Cuáles son las capturas de las flotas artesanales?
- ¿Hay descartes conocidos en alguna flota?
- ¿Necesitamos convertir el peso procesado a peso entero?

e. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

- ¿Cómo se comparan las CPUE de Japón, Corea y España?

- ¿Qué variables de las artes deberíamos usar en la estandarización?
- ¿Se usan palos de luz? ¿Cuándo se introdujo su uso?
- ¿Deberíamos usar variables oceanográficas en la estandarización? ¿Cuánto influyen en la capturabilidad? ¿Es necesario incluir la profundidad?
- ¿Deberíamos usar modelos espaciotemporales delta-lognormales o MLG deltalognormales para la estandarización? (para asegurar que toda el “área” sea cubierta cada año y para aplicar la ponderación por área)
- ¿Hay algún cambio espacial en las pesquerías?

f. Otros datos (por ejemplo, marcado)

- ¿Existen otros datos que podrían usarse para ajustar el modelo de evaluación (por ejemplo, datos de incremento de crecimiento de experimentos de marcado, desplazamiento (recapturado condicionado) o marcado y recaptura)?

g. Composición (edad, talla, peso, composición por sexo, relación talla-peso, relación peso eviscerado-peso completo)

- ¿Cuál es la composición por talla/edad/sexo de la flota chilena? ¿Cómo se estima?
- ¿Cuál es la composición por talla/edad/sexo de las flotas de JPN/KOR/CHN/TWN? ¿Cómo se estiman?
- ¿Cuál es la composición por talla/edad/sexo de la flota española? ¿Cómo se estima?
- ¿Existen composiciones por talla/edad/sexo para otras flotas?

6. Modelado

- ¿Cuáles son las principales hipótesis para explicar la dinámica del SWO en el OPO sur?
- ¿Cuáles son las principales incertidumbres que hay que abordar?
- ¿Deberíamos usar el enfoque de mejor evaluación o un enfoque de análisis de riesgos?

7. Plan de trabajo

- ¿Cuál es el cronograma/plan de trabajo para la evaluación?