

COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

DÉCIMA REUNIÓN

San Diego, California (EE. UU.)

13-17 de mayo de 2019

DOCUMENTO SAC-10-14

CONSIDERACIONES ECOSISTÉMICAS

Shane Griffiths y Leanne Fuller

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Impacto de las capturas	2
3. Otra fauna	8
4. Interacciones tróficas	10
5. Medio ambiente físico.....	12
6. Indicadores ecológicos	14
7. Evaluación de riesgos ecológicos	17
8. Modelado de ecosistemas	18
9. Acciones de la CIAT y el APICD relativas a consideraciones ecosistémicas	19
10. Acontecimientos futuros.....	19
11. Agradecimientos	20

1. INTRODUCCIÓN

El Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO (1995) estipula que los Estados y los usuarios de los recursos acuáticos vivos deberían conservar los ecosistemas acuáticos y establece que las medidas de ordenación deberían asegurar la conservación no sólo de las especies objetivo, sino también de aquellas especies pertenecientes al mismo ecosistema¹. En 2001, la Declaración de Reikiavik sobre Pesca Responsable en el Ecosistema Marino elaboró esos principios con un compromiso de incorporar un enfoque ecosistémico en la ordenación de la pesca.

En consonancia con esos instrumentos, una de las funciones de la CIAT de acuerdo a la Convención de Antigua de 2003 es “adoptar, en caso necesario, medidas y recomendaciones para la conservación y administración de las especies que pertenecen al mismo ecosistema y que son afectadas por la pesca de especies de peces abarcadas por la presente Convención, o que son dependientes de estas especies o están asociadas con ellas, con miras a mantener o restablecer las poblaciones de dichas especies por encima de los niveles en que su reproducción pueda verse gravemente amenazada”.

Consecuentemente, la CIAT ha reconocido cuestiones ecosistémicas en muchas de sus decisiones de

¹ El Código también dispone que las medidas de ordenación deberían asegurar que se mantenga la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos y se protejan las especies en peligro y que los Estados deberían evaluar los impactos de factores ambientales sobre las poblaciones y especies objetivo que pertenecen al mismo ecosistema o estén asociados a las poblaciones objetivo, o sean dependientes de las mismas, y evaluar la relación entre las poblaciones en el ecosistema.

ordenación desde 2003. El presente informe presenta un breve resumen de los conocimientos de los impactos directos e indirectos de las pesquerías atuneras en el Océano Pacífico oriental (OPO) sobre las poblaciones de especies y grupos funcionales ecológicos y la estructura del ecosistema, controlado por la fuerza de las interacciones depredador-presa.

El informe no sugiere objetivos para la incorporación de consideraciones ecosistémicas en la ordenación de las pesquerías de atunes o peces picudos, ni tampoco ninguna medida nueva de ordenación. Su propósito principal es más bien cuantificar y evaluar los enfoques ecosistémicos a la pesca (EEP) de la Comisión, a través de herramientas actuales disponibles para evaluar la condición del ecosistema, y demostrar cómo la investigación ecosistémica puede contribuir al asesoramiento de ordenación y al proceso de toma de decisiones.

No obstante, la perspectiva que se tiene del ecosistema se basa en el pasado reciente; no hay casi ninguna información disponible sobre el ecosistema antes de comenzar la explotación. Además, el medio ambiente está sujeto a cambios en una variedad de escalas temporales, incluyendo las bien conocidas fluctuaciones de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y cambios a más largo plazo, tales como la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés) y otros cambios relacionados con el clima, incluyendo, por ejemplo, el calentamiento, anoxia y acidificación oceánica.

Además de notificar las capturas de las principales especies de atunes y peces picudos, el personal estima las capturas (retenidas y descartadas) de especies no objetivo. En este informe se presentan datos sobre esas especies en el contexto del efecto de la pesquería sobre el ecosistema. Mientras que se dispone de información relativamente buena sobre las capturas de atunes y peces picudos en la pesquería entera, este no es el caso para las especies de captura incidental. La información es completa para los buques cerqueros grandes² que llevan observadores a bordo bajo el Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (APICD). La información detallada sobre la captura incidental retenida y descartada por los buques cerqueros pequeños y gran parte de la flota palangrera es limitada, mientras que prácticamente no existe información alguna sobre las capturas incidentales y descartes por buques pesqueros que usan otros tipos de artes (por ejemplo, red agallera, arpón y artes deportivas ([SAC-07-INF-C\(d\)](#); [SAC-08-07b](#))).

En los documentos de reuniones previas del Comité Científico Asesor (CCA) se presenta información detallada sobre estudios ecosistémicos previos (por ejemplo, [SAC-08-07a](#)). El trabajo actual y planeado relacionado con el ecosistema del personal de la CIAT se resume en el Plan Científico Estratégico ([IATTC-93-06a](#)) propuesto y en el Informe de Actividades e Investigaciones del Personal (SAC-10-01).

2. IMPACTO DE LAS CAPTURAS

2.1. Evaluaciones de especies individuales y descripción de los datos disponibles

Una perspectiva ecosistémica requiere un enfoque sobre cómo la pesquería podría haber cambiado varios componentes del ecosistema. Este informe presenta información actual sobre los efectos de las pesquerías atuneras sobre las poblaciones de especies individuales en el OPO. Las secciones 2.2 y 2.3 del presente informe se refieren a la información sobre la biomasa actual de cada población. No se describen explícitamente los efectos de la abundancia de depredadores y presas. Las secciones 2.4-2.7 incluyen datos de captura de los buques cerqueros grandes y las pesquerías atuneras de palangre a gran escala (en lo sucesivo “pesquerías palangreras”) notificadas a la CIAT.

Se usaron los datos de observadores a bordo disponibles al personal de la CIAT en marzo de 2019 para proveer estimaciones de capturas totales (capturas retenidas más descartes) en lances sobre objetos

² Capacidad de acarreo superior a 363 t

flotantes (OBJ), atunes no asociados (NOA) y delfines (DEL) por buques cerqueros grandes en el OPO, salvo indicación contraria. Los datos de 2017 y 2018 deberían considerarse preliminares.

No se dispone de datos completos para buques cerqueros pequeños, palangreros, y de otros tipos. Por ejemplo, la variabilidad considerable en los formatos de los informes de datos de palangre por CPC³ individuales a lo largo del tiempo limita la aplicación de los datos de captura y esfuerzo a análisis científicos ([SAC-08-07b](#), [SAC-08-07d](#), [SAC-08-07e](#)). Algunas capturas de especies no objetivo por las pesquerías palangreras en el OPO son notificadas a la CIAT, pero a menudo en un formato altamente resumido (por ejemplo, agregaciones mensuales de captura por grupos taxonómicos amplios ("elasmobranquios", por ejemplo) y sin verificación de si la captura reportada fue extendida a captura total ([SAC-08-07b](#)). Estos datos de captura de especies no objetivo por las pesquerías de palangre se obtuvieron usando las "Estadísticas de Captura de Tarea I" de las extracciones anuales brutas notificadas a la CIAT de acuerdo a las especificaciones para la provisión de estos datos descritas en el Anexo A del memorándum 0144-410, del 27 de marzo de 2019, de conformidad con la Resolución [C-03-05](#) sobre provisión de datos. Debido a las limitaciones de los datos antes descritas, en el presente documento estos datos se consideran "datos de muestra" y, por lo tanto, las estimaciones deberían considerarse como estimaciones mínimas. En marzo de 2019 se disponía de datos de muestra preliminares para 2017.

Debido a la carencia de datos de captura de la pesquería palangrera, en la reunión SAC-08 ([SAC-08-07e](#)) se discutió un informe sobre el establecimiento de estándares de datos y requisitos de informes mínimos para los programas de observadores en palangreros. De conformidad con el párrafo 7 de la Resolución [C-11-08](#), el CCA adoptó un [requisito](#) de suministro de datos operacionales de observadores por los CPC. Se han logrado algunos avances en los informes de datos de palangre y unos pocos CPC han proporcionado a la CIAT datos operacionales de observadores por lance individual. Por ejemplo, se presentó un resumen de los informes de observadores de palangre por los CPC en la reunión SAC-09, y el personal notó que solamente dos CPC habían presentado datos de observadores de 2013, el año en el que entró en vigor la Resolución [C-11-08](#), hasta finales de 2017 ([SAC-09 INF A](#), Tabla 3). El personal también señaló inconsistencias con las unidades de notificación del esfuerzo de pesca y recomendó el uso del número de anzuelos, en lugar de los "días efectivos de pesca" actualmente notificados, lo que permitiría extrapolar a la flota palangrera los datos de captura notificados por los observadores, permitiendo así hacer estimaciones de la captura total que se efectuará. A medida que mejore la notificación de datos, se dispondrá de mejores estimaciones de las capturas palangreras en versiones futuras del presente informe.

2.2. Atunes

El personal presenta informes de la condición de los atunes patudo ([SAC-10-06](#)), aleta amarilla ([SAC-10-07](#); [SAC-10-08](#)) y barrilete ([SAC-10-09](#)). El Grupo de Trabajo sobre el Aleta Azul del Comité Científico Internacional para los Atunes y Especies Afines en el Océano Pacífico Norte (ISC) terminó su [evaluación de la población](#) en 2018, y el Grupo de Trabajo sobre el Albacora del Norte del ISC terminó su [evaluación de la población](#) en 2017. Se espera que estos grupos de trabajo del ISC presenten sus avances en la reunión SAC-10.

En la Tabla A-2a del Documento [SAC-10-03](#) se presentan estimaciones preliminares de las capturas de atunes y bonitos en el OPO durante 2018.

2.3. Peces picudos

En las secciones G-J del [Informe de la situación de la pesquería 16](#) de la CIAT se presenta información sobre los efectos de las pesquerías atuneras sobre el pez espada, marlín azul, marlín rayado y pez vela. [El personal](#) realizó evaluaciones de las poblaciones de pez espada (OPO sur 2011, OPO norte 2014), marlín

³ Miembros y no Miembros Cooperantes de la CIAT

rayado (2010), pez vela del Pacífico oriental (2013) y marlín azul (2013, 2016). El Grupo de Trabajo sobre Peces Picudos del ISC realizó evaluaciones de las poblaciones de [marlín rayado \(2015\)](#), [marlín azul del Pacífico \(2016\)](#) y [pez espada del Pacífico norte \(2018\)](#); también tiene actualmente en curso una evaluación del marlín rayado del Pacífico occidental y central para 2019.

No se han realizado evaluaciones de las poblaciones de marlín negro y el marlín trompa corta, aunque datos históricos publicados en la [serie de boletines de la CIAT](#) antes de 2008 señalan tendencias en las capturas, esfuerzo y capturas por unidad de esfuerzo (CPUE).

En la Tabla A-2b del Documento [SAC-10-03](#) se presentan estimaciones preliminares de las capturas de peces picudos en el OPO durante 2018.

2.4. Mamíferos marinos

Mamíferos marinos, especialmente los delfines manchado (*Stenella attenuata*), tornillo (*S. longirostris*) y común (*Delphinus delphis*) se encuentran a menudo asociados a atunes aleta amarilla en el OPO. Los pescadores de cerco comúnmente lanzan la red alrededor de manadas de delfines y los atunes aleta amarilla asociados, y después liberan los delfines mientras retienen los atunes. La mortalidad incidental de los delfines en la pesquería fue alta durante los primeros años de la pesquería, pero ha sido mínima desde principios de la década de 1980.

En la [Tabla 1](#) se presentan estimaciones preliminares de la mortalidad incidental de mamíferos marinos en la pesquería en 2018, y estimaciones correspondientes a 1993-2018 en la [Figura J-1](#). Se observaron mortalidades decrecientes de delfines manchados nororientales y occidentales-sureños, tornillo panza blanca, comunes centrales y otros *delphinidae*. El número de mortalidades fue variable para el delfín común norteño y el delfín tornillo oriental; en el caso del delfín común sureño, el número de mortalidades ha sido generalmente de menos de 60 individuos, con la excepción de picos de 225 ejemplares en 2004, 154 en 2005 y 137 en 2008.

2.5. Tortugas marinas

Las tortugas marinas son capturadas en los palangres cuando toman el cebo en los anzuelos, se enganchan accidentalmente en los anzuelos, o se enredan en las líneas. Se cuenta con pocas estimaciones de la mortalidad incidental de tortugas debida a la pesca con palangre o red agallera. Las tasas de mortalidad en la pesquería palangrera industrial del OPO son probablemente mínimas en los lances "profundos" (alrededor de 200-300 m) dirigidos al atún patudo, y máximas en los lances "someros" (<150 m) para albacora y pez espada. Además, existe una flota importante de buques palangreros artesanales de naciones costeras que también tienen un impacto sobre las tortugas marinas.

TABLA 1. Mortalidad incidental de delfines y otros mamíferos marinos causada por la pesquería de cerco en el OPO, 2018.

Especie y población	Mortalidad incidental	
	Número	t
Delfín manchado de altamar		
Nororiental	99	6.5
Occidental-sureño	197	12.9
Delfín tornillo		
Oriental	252	11.2
Panza blanca	205	12.4
Delfín común		
Norteño	41	2.9
Central	1	0.1
Sureño	18	1.3
Otros mamíferos*	6	0.4
Total	819	47.5

*"Otros mamíferos" incluye las especies y poblaciones siguientes, cuyas mortalidades observadas fueron las siguientes: delfín tornillo centroamericano 3 (0.1 t), delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) 2 (0.2 t) y delfines no identificados 1 (0.1 t).

Las tortugas marinas son capturadas ocasionalmente en las redes de cerco en la pesquería atunera del OPO, generalmente cuando se asocian a objetos flotantes y son capturadas cuando el objeto es cercado. Además, los lances sobre atunes no asociados o atunes asociados a delfines pueden capturar tortugas marinas que están en la zona por casualidad. Las tortugas a veces se enredan en la malla debajo de los dispositivos agregadores de peces (plantados) y se ahogan, aunque la Resolución [C-07-03](#), adoptada en 2007, busca mitigar el impacto de la pesca sobre las tortugas marinas. En algunos casos, se enredan en el arte de pesca y pueden acabar heridas o muertas.

La tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) es, por mucho, la especie de tortuga marina capturada más frecuentemente por los buques de cerco. Le sigue la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y, muy infrecuentemente, las tortugas carey (*Caretta caretta*) y caguama (*Eretmochelys imbricata*) ([Figura J-2](#)). Desde 1990, cuando los observadores de la CIAT comenzaron a registrar esta información, se han registrado solamente tres mortalidades de tortugas laúd (*Dermochelys coriacea*). Algunas tortugas no son identificadas por estar demasiado lejos del buque o porque no había suficiente luz para permitir al observador identificarla.

Se presentan estimaciones preliminares de las mortalidades e interacciones de tortugas en lances por buques cerqueros grandes sobre objetos flotantes (OBJ), atunes no asociados (NOA) y delfines (DEL), durante 2018 en la [Tabla 2](#), y durante 1993-2018 en la [Figura J-2](#). Los datos de mortalidades e interacciones con tortugas en las pesquerías palangreras fueron deficientes ([SAC-08-07b](#)), aunque con mejoras en la notificación de datos, se espera disponer de estimaciones en el futuro (ver sección 2.1).

Las mortalidades de tortugas marinas causadas por la pesca cerquera atunera son probablemente menores que aquéllas debidas a otras actividades humanas, que incluyen explotación de huevos y adultos, desarrollo de playas, contaminación, enredos en, e ingestión de, detritos marinos, y los impactos de otras pesquerías.

TABLA 2. Interacciones y mortalidades de tortugas marinas con buques cerqueros en el OPO, 2018.

	Interacciones				Mortalidades			
	Tipo de lance			Total	Tipo de lance			Total
Especie	OBJ	NOA	DEL		OBJ	NOA	DEL	
Golfina	141	2	39	182	3	-	-	3
Verde del OPO	49	12	2	63	1	-	-	1
Carey	11	4	3	18	-	-	-	-
Caguama	5	2	-	7	-	-	-	-
Laúd	3	1	1	5	-	-	-	-
No identificada	128	21	164	313	-	-	-	-
Total	337	42	209	588	4	-	-	4

2.6. Tiburones y rayas

Se capturan tiburones, como captura incidental u objetivo, en las pesquerías atuneras palangrera y cerquera del OPO, así como en las pesquerías multiespecíficas y de múltiples artes de las naciones costeras.

Se dispone de evaluaciones o indicadores de condición (SSI, de *stock status indicators*) de las poblaciones de tan sólo cuatro especies de tiburones en el OPO: sedoso (*Carcharhinus falciformis*) (Lennert-Cody et al. 2018⁴; [SAC-10-17](#)), azul (*Prionace glauca*) ([Grupo de Trabajo sobre Tiburones del ISC](#)), marrajo dientuso

⁴ Lennert-Cody, C.E.; Clarke, S.C.; Aires-da-Silva, A.; Maunder, M.N.; Franks, P.J.S.; Román, M.H.; Miller, A.J.; Minami, M. 2018. The importance of environment and life stage on interpretation of silky shark relative abundance indices

(*Isurus oxyrinchus*) ([Grupo de Trabajo sobre Tiburones del ISC](#)) y zorro (*Alopias vulpinus*) ([NMFS](#)). Como parte del [Proyecto Océanos Comunes de la FAO](#), en 2017 se finalizaron evaluaciones a escala del Pacífico entero del tiburón marrajo sardinero⁵ (*Lamna nasus*), en el hemisferio sur, y del tiburón zorro ojón⁶ (*Alopias superciliosus*), mientras que la del tiburón sedoso⁷ y una evaluación de riesgo para la población de tiburón ballena del Indo-Pacífico⁸ se completaron en 2018. Las interacciones del tiburón ballena con la pesquería atunera de cerco en el OPO se resumen en el Documento [BYC-08 INF-A](#). Se desconocen los impactos de las pesquerías atuneras sobre las poblaciones de otras especies de tiburones en el OPO.

El personal de la CIAT realizó una evaluación cuantitativa de riesgos ecológicos de los impactos de la pesquería atunera del OPO sobre la manta mobula (*Mobula mobular*), utilizando el enfoque de la Evaluación Ecológica de los Impactos Sostenibles de las Pesquerías (EASI-Fish) recientemente desarrollado por la CIAT, para estudiar la condición de vulnerabilidad de la especie bajo 18 medidas hipotéticas de conservación y ordenación; ésta será presentada en la 9ª reunión del Grupo de Trabajo sobre Captura Incidental (BYC-09-01).

En la [Tabla 3](#) se presentan estimaciones preliminares de las capturas de tiburones y rayas notificadas por observadores a bordo de buques cerqueros grandes en el OPO durante 2018 y estimaciones mínimas de capturas por buques palangreros en 2017 usando datos de muestra (ver sección 2.1). Es importante señalar que la Resolución [C-11-10](#), que entró en vigor en enero de 2012, prohíbe la retención de tiburones oceánicos punta blanca (*Carcharhinus longimanus*) y, por lo tanto se incluyó la captura descartada, notificada bajo la "Estadísticas de Captura y Esfuerzo de Tarea II", un subconjunto de las "Estadísticas de Captura de Tarea I", de conformidad con la Resolución [C-03-05](#) y detallada en el Anexo A del memorándum 0144-410, para proporcionar una mejor estimación de la captura.

En la [Figura J-3](#) se ilustran las capturas de tiburones y rayas en las pesquerías de cerco y de palangre durante 1993-2018. La especie capturadas más comúnmente en la pesquería de cerco es el tiburón sedoso. Las capturas de tiburones fueron generalmente máximas en los lances sobre objetos flotantes (principalmente tiburones sedoso, oceánico punta blanca, martillo (*Sphyrna* spp.) y marrajo (*Isurus* spp.)), seguidos por lances no asociados y, en un nivel mucho más bajo, los lances sobre delfines. Hasta aproximadamente 2007, los tiburones zorro (*Alopias* spp.) ocurrieron principalmente en lances no asociados. Históricamente, los tiburones oceánicos punta blanca eran capturados comúnmente en lances sobre objetos flotantes, pero desde 2005 se han vuelto mucho menos frecuentes. En general, las tasas de captura incidental de mantarrayas (Mobulidae) y rayas pelágicas (Dasyatidae) son máximas en los lances no asociados, seguidos por los lances sobre delfines, y mínimas en lances sobre objetos flotantes, aunque las capturas por tipo de lance pueden ser variables. En la Tabla A-7 del Documento [SAC-10-03](#) se detalla el número de lances cerqueros de cada tipo en el OPO durante 2003-2018.

for the equatorial Pacific Ocean Fish Oceanogr:1-11

⁵ Clarke, S. 2017. Southern Hemisphere porbeagle shark (*Lamna nasus*) stock status assessment. WCPFC-SC13-2017/SA-WP-12 (rev. 2). Décimo tercera sesión ordinaria del Comité Científico de la Comisión de Pesca del Pacífico Occidental y Central. Rarotonga, Islas Cook.

⁶ Fu, D.; Roux, M.-J.; Clarke, S.; Francis, M.; Dunn, A.; Hoyle, S.; Edwards, C. 2018. Pacific-wide sustainability risk assessment of bigeye thresher shark (*Alopias superciliosus*). WCPFC-SC13-2017/SA-WP-11. Rev 3 (11 de abril de 2018). Décimo tercera sesión ordinaria del Comité Científico de la Comisión de Pesca del Pacífico Occidental y Central. Rarotonga, Islas Cook.

⁷ Clarke, S. 2018. Pacific-wide silky shark (*Carcharhinus falciformis*) Stock Status Assessment. WCPFC-SC14-2018/SA-WP-08. Comisión de Pesca del Pacífico Occidental y Central. Busan, Corea.

⁸ Clarke, S. 2018. Risk to the Indo-Pacific Ocean whale shark population from interactions with Pacific Ocean purse-seine fisheries. WCPFC-SC14-2018/SA-WP-12 (rev. 2). Décimo cuarta sesión ordinaria del Comité Científico de la Comisión de Pesca del Pacífico Occidental y Central. Busan, Corea.

Los datos de muestra notificados a la CIAT de las estimaciones mínimas de tiburones capturados por la pesquería palangrera aumentaron para la mayoría de las especies a partir de 2005 (Figura J-3). Las capturas de los tiburones marrajo y azul fueron notificadas a partir de 1993, y aumentaron bruscamente a partir de 2008. Las capturas de tiburón azul superaron las 10,000 t en 2011 y 2013, mientras que las de tiburón zorro superaron las 8,000 t en 2010 y 2011 y disminuyeron rápidamente posteriormente. Las capturas del tiburón sedoso alcanzaron un pico de unas 4,200 en 2013, y las del marrajo de unas 2,500 t en 2014. Las capturas de tiburón oceánico punta blanca alcanzaron casi 300 t en 2009 y, como se mencionó anteriormente, su retención está prohibida desde 2012 en virtud de la Resolución C-11-10; por lo tanto, los datos notificados desde 2012 corresponden a descartes (Figura J-3). Sin embargo, es importante que estos datos de muestra sean interpretados con cautela porque sólo pueden ser considerados como “estimaciones mínimas notificadas” debido a las limitaciones de los requisitos de notificación de datos de especies no objetivo capturadas en la pesquería palangrera que resultan de las resoluciones C-03-05 y C-11-08, documentados en SAC-08-07b (ver también sección 2.1).

Las pesquerías palangreras

TABLA 3. Capturas preliminares, en toneladas, de tiburones y rayas en el OPO por buques cerqueros grandes, por tipo de lance, 2018, y por buques palangreros, 2017. *Los datos de muestra de palangre deberían considerarse estimaciones mínimas de captura debido a la notificación incompleta de datos (ver sección 2.1)

Especie	Cercos			Total	Pala ngre *
	OBJ	NOA	DEL		
Tiburón sedoso (<i>Carcharhinus falciformis</i>)	400	11	20	431	2,626
Tiburón oceánico punta blanca (<i>C. longimanus</i>)	3	-	<1	3	202
Tiburones martillo (<i>Sphyrna</i> spp.)	24	<1	<1	26	186
Tiburones zorro (<i>Alopias</i> spp.)	<1	4	2	7	724
Tiburones marrajos (<i>Isurus</i> spp.)	1	<1	<1	2	1,606
Otros tiburones	31	4	1	36	1,430
Tiburón azul (<i>Prionace glauca</i>)	-	-	-	-	6,908
Mantarrayas (Mobulidae)	16	20	13	49	-
Rayas pelágicas (Dasyatidae)	<1	<1	<1	1	-

artesanales a pequeña escala de los CPC costeros están dirigidas a tiburones, atunes, peces picudos y dorado (*Coryphaena hippurus*), y algunos de estos buques son similares a las pesquerías palangreras industriales en el sentido de que operan en zonas más allá de aguas costeras y jurisdicciones nacionales⁹. Sin embargo, faltan datos esenciales de tiburones de las pesquerías palangreras, y por lo tanto no se pueden producir evaluaciones convencionales y/o indicadores de condición de población (ver síntesis de retos de datos en SAC-07-06b(iii)). Se ha iniciado un proyecto, financiado por la Organización para la Agricultura y el Alimento de las Naciones Unidas (FAO) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) en el marco del programa Océanos Comunes ABNJ (SAC-07-06b(ii), SAC-07-06b(iii)), para mejorar la recolección de datos sobre tiburones de la pesquería palangrera artesanal, particularmente en Centroamérica. En abril de 2018 se inició un estudio piloto para recopilar datos adicionales sobre la pesquería de tiburones y desarrollar y probar diseños de muestreo para un programa de muestreo a largo plazo de la pesquería de tiburones en Centroamérica (Fase 2 del proyecto), y en esta reunión se presentará un informe de avances (SAC-10-16). Los datos obtenidos en este proyecto se incluirán en futuras versiones del presente informe para brindar mejores estimaciones de los tiburones capturados por las distintas

⁹ Martínez-Ortiz, J., Aires-da-Silva, A.M., Lennert-Cody, C.E., Maunder, M.N. 2015. The Ecuadorian artisanal fishery for large pelagics: species composition and spatio-temporal dynamics. PLoS ONE 10(8): e0135136.

flotas palangreras.

2.7. Otros peces grandes

En la [Tabla 4](#) se presentan estimaciones preliminares de las capturas de dorado (*Coryphaena spp.*) y otros peces grandes en el OPO por buques cerqueros grandes durante 2018, junto con las estimaciones mínimas de los

TABLA 4. Capturas preliminares, en toneladas, de especies de peces grandes capturadas comúnmente en el OPO por buques cerqueros grandes, por tipo de lance, 2018, y por buques palangreros, 2017. *Los datos de muestra de palangre deberían considerarse **estimaciones mínimas de captura** debido a la notificación incompleta de datos (ver sección 2.1)

	Cercos				Palangre*
	OBJ	NOA	DEL	Total	
Dorado (<i>Coryphaena spp.</i>)	1,493	4	6	1,503	1814
Peto (<i>Acanthocybium solandri</i>)	255	<1	-	227	308
Salmón (<i>Elagatis bipinnulata</i>) y jurel (<i>Seriola lalandi</i>)	74	1	-	75	-
Opas (<i>Lampris spp.</i>)	-	-	-	-	825
Escolar de canal (Gempylidae)	-	-	-	-	395
Japutas (Bramidae)	-	-	-	-	126

datos de muestra de palangre de 2017. En la [Figura J-4](#) se presenta una serie de tiempo de las capturas de las especies capturadas con mayor frecuencia durante 1993-2018, por tipo de lance y pesquería.

El dorado es la especie de captura incidental notificada con mayor frecuencia en las pesquerías cerqueras y palangreras en el OPO. Es también una de las especies más importantes capturadas en las pesquerías artesanales de las naciones costeras del OPO, lo cual condujo a una evaluación exploratoria de la población ([SAC-07-06a\(i\)](#)) y una evaluación de estrategias de ordenación (EEO) en el OPO sur ([SAC-07-06a\(ii\)](#)). En esta reunión se presentará una identificación de posibles puntos de referencia y reglas de control de extracción para el dorado en el OPO ([SAC-10-11](#)).

Las capturas cerqueras de dorado, peto, salmón y jurel fueron variables, y ocurrieron principalmente en lances sobre objetos flotantes; por otro lado, las capturas de opa, escolar de canal y japutas solamente fueron incluidos en los informes de captura de los datos de muestra de palangre y se observaron aumentos en las capturas. Las estimaciones de palangre para el peto aumentaron después de 2002.

3. OTRA FAUNA

3.1. Aves marinas

Existen aproximadamente 100 especies de aves marinas en el OPO tropical. Algunas de ellas se asocian a depredadores epipelágicos, como peces (especialmente atunes) y mamíferos marinos, cerca de la superficie del océano. Las oportunidades de alimentación para algunas especies de aves marinas dependen de la presencia de cardúmenes de atunes que se alimentan cerca de la superficie. La mayoría de las especies de aves marinas toman sus presas, principalmente calamar (mayormente Ommastrephidae), a menos de medio metro de la superficie, o en el aire (peces voladores, Exocoetidae). Los depredadores subsuperficiales, como los atunes, a menudo impulsan a sus presas hacia la superficie para atraparlas contra el interfaz de agua y aire, donde son accesibles a las aves, que también se alimentan de presas heridas o desorientadas, y de restos de presas grandes.

Algunas aves marinas, especialmente los albatros (de las Galápagos (*Phoebastria irrorata*), patinegro (*P. nigripes*), de Laysan (*P. immutabilis*), y ojeroso (*Thalassarche melanophrys*)) y petreles, son susceptibles a captura en anzuelos cebados en las pesquerías palangreras pelágicas. El albatros de las Galápagos es

motivo de preocupación particular porque es endémico al OPO y anida solamente en las islas Galápagos. Los datos de observadores en buques artesanales no señalan interacciones con albatros durante las faenas de pesca de esos buques. Datos de la pesquería palangrera pelágica estadounidense en el OPO norte indican que ocurren capturas incidentales de albatros patinegro y de Laysan.

La CIAT ha adoptado dos medidas sobre aves marinas (Recomendación [C-10-02](#) y Resolución [C-11-02](#)); además, el Acuerdo sobre la Conservación de Albatros y Petreles (ACAP) y BirdLife International han actualizado sus mapas de las distribuciones de aves marinas en el OPO, y han recomendado directrices sobre la identificación, notificación, manipulación y medidas de mitigación para aves marinas ([SAC-05-INF-E](#), [SAC-07-INF-C\(d\)](#), [SAC-08-INF-D\(a\)](#), [SAC-08-INF-D\(b\)](#), [BYC-08-INF-J\(b\)](#)). Adicionalmente, el ACAP ha informado sobre la condición de conservación de los albatros y los petreles grandes ([SAC-08-INF-D\(c\)](#); [BYC-08-INF-J\(a\)](#)).

Los datos de muestra de palangre de la CIAT relativos a las interacciones con aves marinas fueron deficientes ([SAC-08-07b](#)), aunque con las mejoras en la notificación de datos se espera disponer de estimaciones en el futuro (ver sección 2.1).

3.2. Especies de alimento

El gran número de grupos taxonómicos que ocupan los niveles tróficos medios del ecosistema del OPO,

TABLA 5. Capturas de peces pequeños, en toneladas, por buques cerqueros grandes en el OPO, 2018 (datos preliminares).				
	Tipo de lance			Total
	OBJ	NOA	DEL	
Peces ballesta (Balistidae) y cachúas (Monacanthidae)	56	<1	-	56
Otros peces pequeños	18	<1	-	18
Melvas (<i>Auxis</i> spp.)	315	268	-	583

denominados genéricamente “especies de alimento”, juegan un papel clave al constituir un vínculo trófico entre los productores primarios en la base de la red alimenticia y los depredadores de nivel trófico alto, como los atunes y peces picudos. Los cefalópodos, especialmente los calamares, juegan un papel central en muchas redes alimenticias marinas pelágicas al vincular las biomásas masivas de micronecton, particularmente peces mictrófidos, con muchos depredadores oceánicos. Por ejemplo, el calamar de Humboldt (*Dosidicus gigas*) es una presa común de los atunes aleta amarilla y patudo y otros peces depredadores, pero es también un depredador voraz de peces pequeños y cefalópodos. Cambios en la abundancia y distribución geográfica del calamar de Humboldt podrían afectar el comportamiento de alimentación de los atunes y otros depredadores, afectando quizás su vulnerabilidad a la captura y la estructura trófica de los ecosistemas pelágicos. En vista del alto flujo trófico que pasa por la comunidad de calamares, es importante una investigación concertada de los calamares para comprender su papel como presa y depredador clave.

Algunos peces de alimento pequeños son capturados incidentalmente en el OPO por buques cerqueros en alta mar, principalmente en lances sobre objetos flotantes, y en pesquerías artesanales costeras, pero son generalmente descartados en el mar. Las melvas (*Auxis* spp.), por ejemplo, son una presa común de muchos depredadores de alto nivel trófico, y pueden formar el 10% o más de la biomasa de su dieta. En la [Tabla 5](#) se presentan estimaciones preliminares de las capturas de peces de alimento pequeños por buques cerqueros grandes en el OPO durante 2018, y en la [Figura J-5](#) las capturas durante 1993-2018. Se observaron disminuciones de las capturas de peces teleósteos pequeños durante el periodo de 26 años, mientras que las capturas de peces ballesta fueron variables.

3.3. Peces larvales y plancton

Durante muchos años, científicos del Centro de Ciencias Pesqueras del Sudoeste del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de Estados Unidos recolectaron peces larvales en redes de arrastre de superficie en el OPO. Se descubrió que, de las 314 categorías taxonómicas identificadas, 17 tenían la mayor probabilidad de mostrar efectos de cambios ambientales; sin embargo, la frecuencia, abundancia y distribución de estos grupos clave no mostró ninguna tendencia temporal consistente. Las investigaciones¹⁰ señalan una pendiente longitudinal en la estructura comunitaria de las concentraciones de ictioplancton en la “zona cálida” del Pacífico oriental, con abundancia, riqueza de especies y diversidad de especies altas en el este (donde la termoclina es poco profunda y la productividad primaria es alta), pero bajas y variables en el oeste (donde la termoclina es profunda y la productividad primaria es baja).

Las poblaciones de fitoplancton y zooplancton en el OPO tropical son variables. Por ejemplo, las concentraciones de clorofila en la superficie del mar (un indicador de florecimientos de fitoplancton) y la abundancia de copépodos estuvieron marcadamente reducidos durante el evento de El Niño de 1982-1983, especialmente al oeste de 120°O. Similarmente, las concentraciones de clorofila en la superficie disminuyeron durante el episodio de El Niño de 1986-1987 y aumentaron durante el evento de La Niña de 1988 debido a cambios en la disponibilidad de nutrientes¹¹ y la abundancia de depredadores de zooplancton. Lo mismo ocurrió con los eventos de El Niño en 1997 y de La Niña a mediados de 1998¹².

La composición por especie y talla de zooplancton es a menudo más variable que la biomasa de zooplancton. Cuando aumenta la temperatura del agua, las especies de agua cálida a menudo reemplazan las especies de agua fría en ciertos lugares. La abundancia relativa de copépodos pequeños frente al norte de Chile, por ejemplo, aumentó durante el evento de El Niño de 1997-1998, mientras que la biomasa de zooplancton no cambió¹³.

4. INTERACCIONES TRÓFICAS

Los atunes y peces picudos son depredadores generalistas ampliamente distribuidos, con altos requerimientos energéticos, y son por lo tanto componentes clave de los ecosistemas pelágicos. Los conocimientos de las relaciones ecológicas entre los grandes depredadores pelágicos, y entre ellos y los animales de niveles tróficos más bajos, son limitados, pero son necesarios para desarrollar modelos para evaluar los impactos de la pesca y del clima sobre el ecosistema. Los conocimientos de la ecología trófica de los peces depredadores en el OPO han derivado de análisis de contenido estomacal, y más recientemente de indicadores químicos. Cada especie de atún parece tener una estrategia de alimentación generalizada (alta diversidad de presas y baja abundancia de tipos de presa individual) que varía espacial y ontogenéticamente.

Los análisis de isótopos estables pueden complementar los datos de dieta para delinear los flujos tróficos en las redes alimenticias marinas. Mientras que el contenido estomacal representa una muestra de los

¹⁰ Vilchis, L.I., L.T. Ballance, y W. Watson. 2009. Temporal variability of neustonic ichthyoplankton assemblages of the eastern Pacific warm pool: Can community structure be linked to climate variability? *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers* 56(1): 125-140

¹¹ Fiedler, P.C.; Chavez, F.P.; Behringer, D.W.; Reilly, S.B. 1992. Physical and biological effects of Los Niños in the eastern tropical Pacific, 1986–1989. *Deep Sea Research Part A Oceanographic Research Papers*. 39:199-219

¹² Wang, X.; Christian, J.R.; Murtugudde, R.; Busalacchi, A.J. 2005. Ecosystem dynamics and export production in the central and eastern equatorial Pacific: A modeling study of impact of ENSO. *Geophysical Research Letters*. 32, L02608

¹³ Fiedler, P.C. 2002. Environmental change in the eastern tropical Pacific Ocean: review of ENSO and decadal variability. Administrative Report LJ-02-16. Southwest Fisheries Science Center. La Jolla, CA: National Marine Fisheries Service, NOAA. 38 p

eventos de alimentación más recientes, los isótopos estables de carbono y nitrógeno integran todos los componentes de la dieta entera en el tejido del animal, brindando un historial de interacciones tróficas recientes. Información de resolución más fina es provista por análisis isotópicos de aminoácidos por compuesto (*compound-specific isotope analysis of amino acids*; AA-CSIA). Por ejemplo, se puede determinar la posición trófica de un depredador en la red alimenticia a partir de sus tejidos si se relacionan los aminoácidos de “fuente” (por ejemplo, fenilalanina) con los aminoácidos “tróficos” (por ejemplo, ácido glutámico), que describen los valores isotópicos para los productores primarios y el depredador, respectivamente.

Los estudios tróficos han descubierto muchas de las conexiones tróficas clave en el OPO pelágico tropical, y han formado la base de representaciones de las interacciones en la red alimenticia en un modelo ecosistémico ([Boletín de la CIAT, Vol. 22, No. 3](#)) para explorar los impactos ecológicos de la pesca y del cambio climático. El personal piensa continuar y mejorar la recolección de datos tróficos para muchos componentes del ecosistema del OPO, tales como peces mesopelágicos grandes y pequeños, que conducirán a mejores conocimientos de la dinámica del ecosistema, pero también al desarrollo de un mejor modelo que represente el OPO entero.

Mientras tanto, el personal de la CIAT continuará analizando datos de dieta de varias especies de depredadores recolectados durante dos proyectos de muestreo estomacal en el OPO (1992-1994 y 2003-2005) para seguir desarrollando matrices de dieta para usarlas en modelos de ecosistemas para el OPO, tales como el Proyecto O.2.b (SAC-10-15).

Por ejemplo, se ha iniciado un nuevo proyecto (SAC-10-01a, Proyecto O.1b) para mejorar los conocimientos sobre la interacción entre el espacio y la ontogenia en la ecología trófica del atún barrilete en el OPO. Los primeros informes sobre el contenido estomacal del barrilete en el OPO se limitaron a mediciones del volumen de presas por clase de talla, con los estratos de muestreo determinados *a priori* con base en zonas de presunta alta densidad de barrilete¹⁴. Otros estudios se han enfocado en calcular el peso, número y frecuencia de presas para barrilete muestreado de manera oportunista en el OPO¹⁵. Se ha prestado poca atención a la evaluación cuantitativa de las posibles relaciones entre la oceanografía, la ontogenia y los hábitos de alimentación del barrilete. Esta información es esencial para desarrollar modelos de ecosistemas espacialmente explícitos, incluyendo el modelo del OPO antes mencionado que el personal de la CIAT tiene planeado desarrollar. Cuantificar los vínculos tróficos utilizando este enfoque produce descripciones de la magnitud de la transferencia de biomasa por el ecosistema, y puede ayudar a asignar de forma más fiable proporciones de biomasa de depredadores y presas a estratos espaciales en modelos de ecosistemas espacialmente explícitos, como Ecospace.

Un proyecto separado (SAC-10-INF-E, Proyecto O.1.c) comenzó en 2018 en un intento de mejorar paulatinamente las entradas de parámetros al modelo ecosistémico para el OPO; específicamente, es una revisión de los métodos utilizados para estimar las tasas de consumo de presas, evacuación gástrica y ración diaria, que pueden utilizarse para estimar la relación consumo/biomasa (Q/B) (SAC-10 INF-E). Éste es uno de los parámetros más influyentes en los modelos de ecosistemas de balance de masas (por ejemplo, *Ecopath with Ecosim*), ya que determina el alcance de los flujos de biomasa trófica entre depredadores y presas, y la biomasa permanente que se requiere para estas especies, después de tomar

¹⁴ Alverson, F.G. 1963. El alimento del atún aleta amarilla y del barrilete en el Océano Pacífico oriental tropical. Comisión Interamericana del Atún Tropical, Boletín. 7:293-396

¹⁵ Olson, R.J.; Young, J.W.; Ménard, F.; Potier, M.; Allain, V.; Goñi, N.; Logan, J.M.; Galván-Magaña, F. 2016. Bioenergetics, trophic ecology, and niche separation of tunas. in: Curry B.E., ed. Adv Mar Biol. UK: Academic Press. Table 1. p 223

en cuenta las pérdidas de biomasa debidas a la mortalidad y la pesca. La revisión recomendará el método o métodos más apropiados y factibles para estimar Q/B, con el fin de desarrollar una propuesta de proyecto colaborativo para estimar Q/B experimentalmente.

5. MEDIO AMBIENTE FÍSICO¹⁶

Las condiciones ambientales afectan a los ecosistemas marinos, la dinámica y capturabilidad de los atunes y peces picudos, y las actividades de los pescadores. Los atunes y peces picudos son pelágicos durante todas las etapas de la vida, y los factores físicos que afectan al Océano Pacífico tropical y subtropical pueden ejercer efectos importantes sobre su distribución y abundancia. En este informe se presenta una breve descripción del medio ambiente físico, pero la sección de "Medio ambiente físico" de los documentos [SAC-04-08](#) y [SAC-06 INF-C](#) contiene una descripción más completa de los efectos de la oceanografía física y biológica sobre los atunes, las comunidades de presas y las pesquerías en el OPO.

El medio ambiente oceánico varía en una variedad de escalas temporales, de estacional a interanual, decadal, y más largas (por ejemplo, fases o regímenes climáticos). La fuente dominante de variabilidad en las capas superiores del OPO es denominada El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), una fluctuación irregular que afecta el Océano Pacífico tropical y la atmósfera global en su totalidad. Los eventos de El Niño ocurren a intervalos de entre dos y siete años, y son caracterizados por vientos alisios más débiles, termoclinas más profundas, y temperaturas superficiales del mar (TSM) anormalmente altas en el OPO ecuatorial. La fase contraria de El Niño, denominada comúnmente La Niña, es caracterizada por vientos alisios más fuertes, termoclinas menos profundas, y TSM más bajas. Los cambios en el medio ambiente físico y químico debidos a ENOS tienen un impacto subsecuente sobre la productividad biológica, alimentación y reproducción de peces, aves y mamíferos marinos.

Con respecto a los atunes y peces picudos de importancia comercial, se cree que ENOS causa variabilidad considerable en su reclutamiento y disponibilidad a la captura. Por ejemplo, una termoclina poco profunda en el OPO durante eventos de La Niña puede contribuir a mayor éxito en la pesca atunera de cerco, al comprimir el hábitat térmico preferido de los atunes pequeños cerca de la superficie del mar. Por contraste, durante un evento de El Niño, cuando la termoclina es profunda, los atunes son aparentemente menos vulnerables a la captura, y las tasas de captura pueden disminuir. Además, TSM superiores e inferiores al promedio pueden también causar que estos peces móviles se trasladen a hábitats más favorables, lo que también puede afectar las tasas de captura, ya que los pescadores podrían tener que dedicar más esfuerzo para localizar los peces

Se cree que el reclutamiento de los atunes tropicales en el OPO también es afectado por eventos de ENOS. Por ejemplo, los eventos fuertes de La Niña en 2007-2008 podrían ser parcialmente responsables del reclutamiento bajo de patudo en el OPO, mientras que el reclutamiento máximo ha correspondido a los eventos más fuertes de El Niño en 1982-1983 y 1998 ([SAC-09-05](#)). De igual forma, el reclutamiento del aleta amarilla fue bajo en 2007, mientras que se observó un reclutamiento mayor durante 2015-2016, que correspondió al el evento extremo de El Niño en 2014-2016 ([SAC-09-06](#)).

Los índices de variabilidad en las condiciones oceanográficas y atmosféricas se utilizan comúnmente para dar seguimiento a la fuerza y magnitud de los eventos de ENOS en el Océano Pacífico. Se dispone de varios indicadores para medir ENOS, incluyendo índices de presión atmosférica (por ejemplo, el Índice de Oscilación del Sur (IOS), que mide la diferencia entre la presión atmosférica a nivel del mar en Tahití y Darwin, Australia); índices de temperatura superficial del mar (por ejemplo, el Índice de El Niño Oceánico

¹⁶ Parte de la información en esta sección es de Fiedler, P.C. 2002. Environmental change in the eastern tropical Pacific Ocean: review of ENSO and decadal variability. Mar. Ecol. Prog. Ser. 244: 265-283.

(ONI, por sus siglas en inglés), que mide anomalías en la TSM; índices de radiación de onda larga saliente relacionados con la actividad de tormentas eléctricas, e índices de viento¹⁷. En este informe se presenta el ONI para caracterizar la variabilidad interanual de las TSM, ya que es utilizado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA) como indicador principal de condiciones cálidas de El Niño (ONI $\geq +0.5$) y frías de La Niña (ONI ≤ -0.5) en la región Niño 3.4 en el Océano Pacífico tropical oriental-central¹⁸ ([Figura J-6a](#)). Las categorías de eventos ENOS representadas por el ONI describen la magnitud del evento desde "extremo" hasta "débil" ([Figura J-6b](#)). Por ejemplo, un evento "extremo" de El Niño ocurrió en 1997-1998, seguido de un evento "fuerte" de La Niña en 1998-2000. También se observaron eventos "fuertes" de La Niña en 2007-2008 y 2010-2011. Los valores de la ONI fueron mayores (>2.5) en el evento reciente de El Niño en 2015-2016.

La variabilidad inducida por el clima a escala decadal (o sea, de 10 a 30 años) afecta también al OPO y ha sido descrita a menudo en términos de "regímenes", caracterizados por promedios relativamente estables y patrones en las variables físicas y biológicas. Las fluctuaciones decadales en el afloramiento coinciden con patrones de mayor frecuencia de ENOS, y tienen efectos a escala de cuenca oceánica sobre las TSM y la profundidad de la termoclina similares a aquéllos causados por ENOS, pero a escalas temporales más largas. Por ejemplo, análisis por el personal de la CIAT indicaron que el aleta amarilla en el OPO ha pasado por regímenes de reclutamiento bajo (1975-1982 y 2003-2004) y alto (1983-2002), que se cree son debidos a un cambio en el régimen de productividad primaria en el Océano Pacífico ([SAC-09-06](#)).

Uno de los índices usados para describir fluctuaciones a mayor plazo en el Océano Pacífico es la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés), un patrón de variabilidad climática de larga vida en el Pacífico parecido a El Niño, que sigue patrones interdecadales a gran escala de cambios ambientales y bióticos, principalmente en el Océano Pacífico norte¹⁹, con señales secundarias en el Pacífico tropical²⁰. Al igual que ENOS, las fases de la PDO se han clasificado como fases "cálidas" o "frías". La PDO ha sido usada para explicar la influencia de los impulsores ambientales sobre la vulnerabilidad de los tiburones sedosos afectados por las pesquerías en el OPO²¹. En la [Figura J-7](#) se presenta una serie de tiempo del índice de PDO para mostrar la variabilidad en las fases cálida y fría de la PDO durante 1993-2018. Los valores de la PDO alcanzaron dos picos, 2.79 en agosto de 1997 y 2.62 en abril de 2016, ambos coincidiendo con los eventos extremos de El Niño representados por el ONI.

Se presentan diagramas de tiempo-longitud de Hovmöller para la TSM ([Figura J-8a](#)) y la clorofila-a ([Figura J-8b](#)) para ayudar a visualizar la variabilidad de las TSM y las concentraciones de clorofila-a a lo largo del tiempo. La serie de tiempo de la TSM muestra valores mensuales promedio para el periodo de 1993-2018 promediados para el Pacífico oriental tropical (POTPOT) entre 5°N y 5°S, la misma banda latitudinal utilizada en el ONI para la misma serie de tiempo. Por contraste, las concentraciones mensuales de clorofila-a (mg m^{-3}) se promediaron en la misma área espacial que la TSM pero para 2003-2018, debido a

¹⁷ Barnston, A. 2015. Why are there so many ENSO indexes, instead of just one? <https://www.climate.gov/news-features/blogs/enso/why-are-there-so-many-enso-indexes-instead-just-one>. Climate.gov science & information for a climate-smart nation. USA: National Oceanic and Atmospheric Administration

¹⁸ Dahlman, L. 2016. Climate Variability: Oceanic Niño Index. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-variability-oceanic-ni%C3%B1o-index>. National Oceanic and Atmospheric Administration

¹⁹ Mantua, N.J.; Hare, S.R.; Zhang, Y.; Wallace, J.M.; Francis, R.C. 1997. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bull Am Meteorol Soc.* 78:1069-1079

²⁰ Hare, S.R.; Mantua, N.J. 2000. Empirical evidence for North Pacific regime shifts in 1977 and 1989. *Prog Oceanogr.* 47:103-145

²¹ Lennert-Cody, C.E.; Clarke, S.C.; Aires-da-Silva, A.; Maunder, M.N.; Franks, P.J.S.; Román, M.H.; Miller, A.J.; Minami, M. 2018. The importance of environment and life stage on interpretation of silky shark relative abundance indices for the equatorial Pacific Ocean *Fish Oceanogr*:1-11

la disponibilidad de datos. El gráfico de TSM ([Figura J-8a](#)) muestra claramente los eventos extremos de El Niño de 1997-1998 y 2015-2016, con aguas más cálidas, y los eventos fuertes de La Niña en 1999-2000, 2007-2008 y 2010-2011, con aguas más frías que se extienden a través del POT. La gráfica de clorofila-a ([Figura J-8b](#)) muestra un aumento en las concentraciones de clorofila-a después de los eventos fuertes de La Niña en 2007-2008 y 2010-2011, debido a cambios en la disponibilidad de nutrientes y la abundancia de depredadores de zooplancton (ver sección 3.3).

Ya que este informe se enfoca únicamente en datos de 2018, se proporciona información sobre las condiciones de ENOS de 2018 reportadas por el [Climate Diagnostics Bulletin](#) del Servicio Meteorológico Nacional de Estados Unidos. Las anomalías en las condiciones oceánicas y atmosféricas fueron indicativas de condiciones de La Niña a principios de 2018, condiciones neutras de ENOS de junio a agosto, y condiciones de El Niño en desarrollo de septiembre a diciembre. Las condiciones de ENOS son determinadas por varias condiciones oceánicas y atmosféricas, pero los mapas de datos trimestrales promedio de TSM ([Figura J-9a](#)) en el presente informe brindan una indicación general de la variabilidad estacional de la TSM en el OPO durante 2018. Se desarrollaron aguas más cálidas frente a Centroamérica y se extendieron hacia el oeste durante los trimestres segundo (abril-junio) y tercero (julio-septiembre), mientras que aguas más frías se desarrollaron frente a Sudamérica, particularmente al sur de 20°S en el tercer trimestre.

Dado que cambios en la productividad biológica pueden afectar a las comunidades de presas y depredadores, y que las investigaciones han indicado disminuciones en la productividad primaria, en la [Figura J-9b](#) se muestra la variabilidad a gran escala de las concentraciones trimestrales promedio de clorofila-a (mg m^{-3}) para 2018. Persiste un giro oligotrófico en el OPO alrededor de 20°-40°S, que parece haber retrocedido ligeramente en el tercer trimestre con respecto al resto del año, mientras que se observaron mayores concentraciones de clorofila a lo largo de la costa del continente americano.

6. INDICADORES ECOLÓGICOS

Durante las dos últimas décadas, muchas pesquerías en todo el mundo han ampliado el alcance de la ordenación para considerar los impactos de la pesca sobre especies no objetivo y el ecosistema más en general. Este enfoque ecosistémico a la ordenación pesquera es importante para mantener la integridad y productividad de los ecosistemas y al mismo tiempo maximizar la utilización de los recursos de importancia comercial. Sin embargo, demostrar la sostenibilidad ecológica de las pesquerías del OPO supone un reto importante, dada la amplia gama de especies con distintos ciclos vitales con los que interactúan esas pesquerías. Mientras que se han usado puntos de referencia biológicos para la ordenación de especies objetivo individuales, son necesarias medidas de desempeño y puntos de referencia alternativos para muchas especies no objetivo que carecen de datos de captura y/o biológicos fiables; por ejemplo, se han fijado límites de mortalidad incidental para delfines en la pesquería cerquera del OPO bajo el APICD.

Otro aspecto importante de la evaluación de la sostenibilidad ecológica es asegurar que la estructura y función del ecosistema no sean afectadas negativamente por las actividades pesqueras. Se han propuesto varias métricas o indicadores ecosistémicos para tratar esta cuestión, tales como estructura del tamaño de comunidades, índices de diversidad, riqueza o uniformidad de especies, índices de solape, espectros tróficos de las capturas, abundancia relativa de una especie o grupo indicador, y numerosos indicadores ambientales.

En vista de la complejidad de los ecosistemas marinos, ningún indicador puede por sí solo representar completamente su estructura y dinámica interna. Para poder dar seguimiento a cambios en estos sistemas multidimensionales y detectar los impactos potenciales de la pesca y del medio ambiente, es necesaria una variedad de indicadores. Por lo tanto, en el presente informe se usa una variedad de indicadores que

pueden ser calculados con el software de modelado ecosistémico *Ecopath with Ecosim* (EwE) para describir los cambios a largo plazo en el ecosistema del OPO. El análisis abarca el periodo de 1970-2017, y los indicadores incluidos son: nivel trófico medio de la captura (TL_c), el Índice Trófico Marino (MTI), el Índice de Pesca en Equilibrio (FIB), el índice de Shannon, y tres indicadores que describen el nivel trófico medio de tres componentes, o “comunidades” (TL 2.0-3.5, 3.5-4.0, y >4.0), después de que las pesquerías han extraído biomasa como captura. A continuación, se resumen estos indicadores y los resultados derivados del modelo del ecosistema del Océano Pacífico tropical oriental pelágico (POT)²².

Estructura trófica del ecosistema del OPO. Los enfoques a la ordenación pesquera basados en ecología precisan representaciones exactas de los vínculos tróficos y flujos de biomasa por la red alimenticia. En la ecología de redes alimenticias se usan niveles tróficos (TL) para caracterizar el papel funcional de los organismos y estimar los flujos de energía por las comunidades. En la [Figura J-10](#) se presenta un diagrama simplificado de la red alimenticia, con TL aproximados, de un modelo del POT. Las ballenas dentadas (Odontoceti, TL promedio 5.2), depredadores grandes de calamares (atún patudo grande y pez espada, TL promedio 5.2), y tiburones (TL promedio 5.0) son depredadores de nivel alto. Los otros atunes, piscívoros grandes, delfines (TL promedio 4.8), y aves marinas (TL promedio 4.5) ocupan TL ligeramente inferiores. Los peces epipelágicos pequeños (por ejemplo, melvas y peces voladores, TL promedio 3.2), cefalópodos (TL promedio 4.4), y peces mesopelágicos (TL promedio 3.4) constituyen el alimento principal de muchos de los depredadores de alto nivel en el ecosistema. Los peces pequeños y crustáceos se alimentan de dos grupos de zooplancton, y el microzooplancton herbívoro (TL 2) se alimenta de los productores, fitoplancton, y bacteria (TL 1).

Indicadores ecológicos. En los ecosistemas pelágicos explotados, las pesquerías dirigidas a los peces piscívoros grandes actúan como depredadores ápice del sistema. A lo largo del tiempo, la pesca puede causar que disminuya la composición por tamaño general de la captura, y, en general, los TL de los organismos pequeños son más bajos que aquéllos de los organismos más grandes. El nivel trófico medio de la captura (TL_c) de las pesquerías puede ser una métrica útil del cambio y sostenibilidad del ecosistema porque integra una variedad de información biológica sobre los componentes del sistema. El TL_c es también un indicador de si las pesquerías están cambiando sus prácticas de pesca u objetivo en respuesta a cambios en la abundancia o capturabilidad de las especies objetivo tradicionales. Por ejemplo, reducciones en la abundancia de peces depredadores grandes debidas a la sobrepesca han resultado en que las pesquerías se dirijan progresivamente a especies en niveles tróficos más bajos para seguir siendo rentables. Los estudios que han documentado este fenómeno, conocido como “pesca hacia abajo en la red alimenticia”, han demostrado que el TL_c disminuyó alrededor de 0.1 de un nivel trófico por década.

El Índice Trófico Marino (MTI) es esencialmente igual que el TL_c , pero incluye solamente las especies de alto nivel trófico (generalmente $TL > 4.0$), que son el primer indicador de “pesca hacia abajo en la red alimenticia”. Sin embargo, algunos ecosistemas han cambiado en la otra dirección, de comunidades de TL más bajas a más altas, a veces como resultado de tecnologías mejoradas para permitir la explotación de especies más grandes (denominado “pesca hacia arriba en la red alimenticia”) pero puede también resultar de mejores notificaciones de capturas, si se registran capturas previamente no notificadas de especies depredadoras descartadas, como tiburones.

El índice de Pesca en Equilibrio (FIB) indica si las pesquerías están en equilibrio en términos ecológicos y no están perjudicando la funcionalidad del ecosistema (FIB = 0). Un FIB negativo indica explotación excesiva, cuando las capturas no aumentan de la forma esperada dada la productividad disponible en el sistema, o si los efectos de la pesca son suficientes para perjudicar la funcionalidad del ecosistema,

²² Olson, R.J., y G.M. Watters. 2003. Un modelo del ecosistema pelágico en el Océano Pacífico oriental tropical. Comisión Interamericana del Atún Tropical, Boletín 22(3): 133-218.

mientras que un FIB positivo indica expansión de la pesquería, espacialmente, o a través de una mayor diversidad de especies en la captura.

El índice de Shannon mide la diversidad y la uniformidad del ecosistema. Debido a que el número de grupos funcionales definidos por un modelo ecosistémico es fijo, una disminución del índice indica que la contribución relativa de cada grupo a la biomasa total ha cambiado con respecto a un año de referencia.

Por contraste con el TL_C , el nivel trófico medio comunitario (TL_{MC}) describe esencialmente lo que será el nivel trófico esperado de los componentes del ecosistema después de que la pesca haya extraído biomasa como captura. Tiene tres componentes, conocidos como “comunidades”, que agrupan la biomasa de grupos funcionales en el modelo por nivel trófico: 2.0-3.5 ($TL_{2.0}$), ≥ 3.25 -4.0 ($TL_{3.5}$), y >4.0 ($TL_{4.0}$). Se pueden usar estos indicadores simultáneamente para detectar cascadas tróficas, en las que una disminución de la biomasa de $TL_{4.0}$ debido a la pesca reduciría la presión de depredación sobre $TL_{3.5}$, y por lo tanto incrementaría su biomasa, que a su vez aumentaría la presión de depredación sobre $TL_{2.0}$ y reduciría su biomasa.

Seguimiento del ecosistema del OPO usando indicadores ecológicos. En vista de la utilidad potencial de combinar indicadores ecológicos para describir las distintas estructuras y la dinámica interna del ecosistema del OPO, se estimaron valores anuales de los indicadores de una serie de tiempo de 1970-2017 de capturas anuales y descartes, por especie, para tres modalidades de pesca cerquera, la pesquería de caña, y la pesquería palangrera en el OPO. Se calcularon las estimaciones asignando la captura anual de cada especie de las bases de datos de la CIAT de atunes, captura incidental, y descartes a un grupo funcional pertinente definido en el modelo del ecosistema del POT, y reajustando el modelo Ecosim a la serie de tiempo de capturas para estimar los indicadores ecológicos antes mencionados.

Los valores de TL_C y MTI aumentaron de 4.65 y 4.67 en 1970 a 4.69 y 4.70 en 1991, respectivamente, cuando el esfuerzo de pesca cerquero sobre plantados aumentó significativamente ([Figura J-11](#)). El TL_C siguió disminuyendo a una mínima de 4.65 en 1997, debido a la rápida expansión de la pesquería desde 1993, cuando hubo un incremento de capturas incidentales de especies de alto nivel trófico que también se concentran alrededor de objetos flotantes (por ejemplo, tiburones, peces picudos, peto y dorado). Se observa esta expansión en el índice FIB positivo durante el mismo periodo, y también un cambio en la composición de la comunidad indicada por el índice de Shannon. Para principios de la década de 2000, TL_C , MTI y el índice de Shannon muestran una disminución paulatina, mientras que el FIB aumentó gradualmente desde cero hasta su pico de 0.66 en 2017 ([Figura J-11](#)). Tanto TL_C como MTI alcanzaron sus niveles históricos más bajos de 4.64 y 4.65 en 2017, respectivamente. Desde su pico en 1991, TL_C disminuyó 0.05 de un nivel trófico en los 27 años subsiguientes, o 0.02 niveles tróficos por década.

Estos indicadores generalmente describen el cambio en los componentes explotados del ecosistema, mientras que los indicadores de biomasa comunitaria describen cambios en la estructura del ecosistema una vez extraída la biomasa debido a la pesca. La biomasa de la comunidad $TL_{MC4.0}$ alcanzó uno de sus valores más altos (4.449) en 1993, pero ha seguido disminuyendo hasta 4.443 en 2017 ([Figura J-11](#)). Como resultado de cambios en la presión de depredación sobre los niveles tróficos más bajos, entre 1993 y 2017 la biomasa de la comunidad $TL_{MC3.0}$ aumentó de 3.800 a 3.803, mientras que la de la comunidad $TL_{MC2.0}$ también aumentó, de 3.306 a 3.308.

Conjuntamente, estos indicadores señalan que la estructura del sistema probablemente ha cambiado durante el periodo de 48 años del análisis. Sin embargo, estos cambios, aún si son resultado directo de la pesca, no son considerados ecológicamente perjudiciales, pero los patrones de cambios, particularmente en el nivel trófico medio comunitario, definitivamente justifican la continuación, y posible expansión, de los programas de seguimiento de pesquerías en el OPO.

7. EVALUACIÓN DE RIESGOS ECOLÓGICOS

El objetivo principal de la ordenación pesquera basada en ecosistemas es asegurar la sostenibilidad a largo plazo de todas las especies afectadas, directa o indirectamente, por la pesca. Sin embargo, esto representa un reto importante para las pesquerías que interactúan con muchas especies no objetivo con distintos ciclos vitales, para las cuales se carece de datos de captura y biológicos suficientemente fiables para evaluaciones mono-específicas. Un enfoque alternativo para estas situaciones de datos limitados es la Evaluación de Riesgos Ecológicos (ERE), una herramienta para priorizar acciones de ordenación o recolección de datos e investigaciones adicionales para especies potencialmente vulnerables.

En la presente se define "vulnerabilidad" como el potencial que la productividad una población sea reducida por presión de pesca directa e indirecta. El personal de la CIAT ha aplicado un enfoque de ERE llamado "análisis de productividad-susceptibilidad" (APS) para estimar la vulnerabilidad de especies no objetivo de datos limitados capturadas en la pesquería cerquera del OPO por buques grandes (clase 6) y en la pesquería palangrera. El APS considera la vulnerabilidad de una población como una combinación de su susceptibilidad a captura y mortalidad por una pesquería y su capacidad de recuperación, dada su productividad biológica.

Pesquería de cerco. Actualmente se está revisando una evaluación de tres "pesquerías" de cerco en el OPO, usando 27 especies (3 atunes objetivo, 4 peces picudos, 3 delfines, 7 peces grandes, 3 rayas, 5 tiburones y 2 peces pequeños) que conforman la mayor parte de la biomasa extraída por la flota cerquera en 2005-2013 ([Tabla J-1](#)). En la [Tabla J-1](#) se presentan los valores generales de productividad (p) y susceptibilidad (s) que contribuyeron a la puntuación general de vulnerabilidad (v). La vulnerabilidad fue máxima para elasmobranquios, principalmente la mantarraya gigante (*Manta birostris*), los tiburones zorro ojón (*Alopias superciliosus*) y zorro pelágico (*A. pelagicus*), los tiburones martillo (*Sphyrna mokarran* y *S. lewini*), y el tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*). Los peces picudos, delfines, otras rayas, peces luna, y atunes aleta amarilla y patudo fueron clasificados como moderadamente vulnerables, mientras que las demás especies, todas teleósteos, tuvieron las puntuaciones de vulnerabilidad más bajas ([Tabla J-1](#); [Figura J-12a](#)).

Pesquería atunera palangrera a gran escala. Se realizó una evaluación preliminar de la pesquería palangrera en el OPO para 2016 para 68 especies que tuvieron algún nivel de interacción (capturada, descartada o impactada) con la pesquería ([SAC-08-07d](#)). Hubo 12, 38 y 18 especies clasificadas como de vulnerabilidad baja, moderada y alta, respectivamente ([Figura J-12b](#); [Tabla J-2](#)). De las 18 especies altamente vulnerables, 13 eran elasmobranquios, con los tiburones zorro ojón, tintorera tigre, marrajo, y azul identificados como los más vulnerables, y cinco atunes y peces picudos de importancia comercial (atunes albacora, aleta azul del Pacífico, y aleta amarilla, pez espada, y marlín rayado). Otras especies afines a los atunes y mesópelagicas fueron clasificadas como de vulnerabilidad moderada o baja en la pesquería, aunque cuatro especies (peto, escolar de canal, y las dos especies de dorado) tuvieron puntuaciones de v cercanas a 2.0, muy cerca de ser altamente vulnerables ([Figura J-12b](#); [Tabla J-2](#)).

Impactos acumulativos de las pesquerías "industriales" sobre las especies del OPO. Debido a que una limitación del APS es la incapacidad de estimar los efectos acumulativos de múltiples pesquerías sobre especies de captura incidental de datos escasos, el personal de la CIAT desarrolló en 2018 un nuevo y flexible enfoque espacialmente explícito ([SAC-09-12](#)), la Evaluación Ecológica de los Impactos Sostenibles de las Pesquerías (EASI-Fish), para superar este problema. EASI-Fish utiliza un conjunto reducido de parámetros presentes en el APS, y primero produce un sustituto de la tasa instantánea de mortalidad por pesca (F) de cada especie basada en el "solapamiento volumétrico" de cada pesquería con la distribución de la población. F se utiliza luego en modelos por recluta estructurados por talla para evaluar la vulnerabilidad de cada especie, usando puntos de referencia biológicos convencionales (por ejemplo, F_{RMS} , $F_{0.1}$ y $SSB_{40\%}$). EASI-Fish tiene grandes ventajas sobre el APS, incluyendo: (i) la capacidad de estimar

cuantitativamente la vulnerabilidad específica de las especies con el fin de priorizar especies para la recolección de datos, análisis más detallados, investigación y ordenación; (ii) transferibilidad entre especies con diferentes ciclos vitales (por ejemplo, teleósteos a mamíferos marinos); y (iii) la capacidad de explorar de forma rápida y rentable medidas hipotéticas espaciales y/o temporales de conservación y ordenación que podrían reducir o mitigar el riesgo que supone una pesquería para una especie. En 2018, EASI-Fish fue aplicado con éxito, como "prueba de concepto", a 14 especies que representan una gama de ciclos vitales, incluyendo atunes, peces picudos, especies afines a los atunes, y elasmobranquios capturados en las pesquerías atuneras del OPO ([SAC-09-12](#)). Por lo tanto, se continuará refinando EASI-Fish y se planea reemplazar el APS en ERE futuras de las pesquerías que operan en el OPO. Dado que las pesquerías atuneras del OPO interactúan con al menos 117 grupos taxonómicos ([SAC-07-INF C\(d\)](#)), en los próximos años el personal de la CIAT continuará incluyendo gradualmente más especies en el análisis hasta que se evalúen todas las especies afectadas, tal como se estipula en el PCE quinquenal propuesto. Este año se evaluó la manta mobula, y se presentarán los resultados en la novena reunión del Grupo de Trabajo sobre Captura Incidental ([BYC-09-01](#)).

8. MODELADO DE ECOSISTEMAS

Aunque la metodología de ERE puede ser útil para evaluar los impactos ecológicos de la pesca, generalmente no considera cambios en la estructura o dinámica interna de un ecosistema. A medida que mejoran los programas de recolección de datos y se realizan estudios ecológicos (de dietas, por ejemplo) de los componentes del ecosistema, se pueden usar modelos ecosistémicos de datos menos limitados que representan cuantitativamente las interacciones ecológicas entre especies o "grupos funcionales" ecológicos. Estos modelos son más útiles como herramientas descriptivas para explorar los impactos potenciales de la pesca y/o perturbaciones ambientales sobre componentes del sistema, o la estructura del ecosistema en su totalidad.

El personal de la CIAT ha desarrollado un modelo del ecosistema pelágico en el OPO tropical (Boletín de la CIAT, [Vol. 22, No. 3](#)) para explorar cómo la pesca y la variación climática podrían afectar los animales en los niveles tróficos medianos y superiores. El modelo tiene 38 componentes, incluyendo las principales especies explotadas (los atunes, por ejemplo), grupos funcionales (tiburones y peces voladores, por ejemplo), y especies de importancia para la conservación (por ejemplo, tortugas marinas). Se incluyen las descargas y descartes de la pesca como cinco "artes" de pesca: caña, palangre, y lances cerqueros sobre atunes asociados a delfines, objetos flotantes, y no asociados. El modelo se enfoca en las regiones pelágicas; no se incluyen ecosistemas costeros locales.

El modelo ha sido calibrado a series de tiempo de datos de biomasa y captura de un número de especies objetivo y no objetivo durante 1961-1998. Los programas de recolección de datos en el OPO han mejorado significativamente desde 1998, y estos nuevos datos permitieron que el modelo incluyera datos de captura hasta 2017. Además, se realizaron simulaciones usando estos nuevos datos para evaluar los posibles impactos de la pesquería sobre plantados sobre la estructura del ecosistema (SAC-10 INF-B).

Una deficiencia del modelo, en su forma actual, es que su matriz de dieta subyacente, el componente del modelo que define los vínculos tróficos entre las especies en el ecosistema, se basa en datos del contenido estomacal de peces recolectados hace más de dos décadas (1992-1994). Además, estos datos se complementaron con datos de dieta de otras regiones del Océano Pacífico y más allá donde no había datos locales disponibles para una especie o grupo funcional en particular. Dados los cambios ambientales significativos que se han observado en el OPO en la última década, en forma de algunos de los eventos más fuertes de El Niño registrados, es evidente que existe una necesidad crítica de recolectar información trófica no sólo de especies de importancia económica (por ejemplo, atunes) o de conservación (por ejemplo, tiburones), sino también de sus presas, y de la base de la red alimenticia (es decir, fitoplancton).

Una segunda limitación del modelo es que describe solamente el componente tropical del ecosistema del OPO, y los resultados no pueden ser extrapolados de forma fiable a otras regiones del OPO. Por lo tanto, el trabajo futuro podría apuntar a actualizar el modelo a uno espacialmente explícito que cubra el OPO entero. Esto es un proyecto significativo, pero permitiría una mejor representación del ecosistema y los escenarios del impacto potencial de la pesca y el clima que podrían ser modelados para guiar la ordenación pesquera basada en ecosistemas.

9. ACCIONES DE LA CIAT Y EL APICD RELATIVAS A CONSIDERACIONES ECOSISTÉMICAS

Tanto la Convención de Antigua de la CIAT como el APICD tienen objetivos que versan sobre la incorporación de consideraciones ecosistémicas en la ordenación de las pesquerías atuneras en el OPO. Las acciones tomadas en el pasado pueden encontrarse en [resoluciones](#) adoptadas por la CIAT y el APICD.

10. ACONTECIMIENTOS FUTUROS

Es poco probable, al menos en el futuro cercano, que se disponga de evaluaciones de las poblaciones de la mayoría de las especies de captura incidental. La experiencia del personal de la CIAT con los delfines sugiere que la tarea no es trivial si se desea una precisión relativamente alta. Es posible que en lugar de evaluaciones formales se puedan desarrollar índices para evaluar tendencias en las poblaciones de estas especies, que se hace ahora para el tiburón sedoso.

La mejor forma de facilitar un enfoque ecosistémico a la ordenación pesquera podría ser a través de un enfoque multifacético que implica el desarrollo y seguimiento de indicadores biológica y ecológicamente significativos para especies indicadoras clave y la integridad del ecosistema. Los indicadores ecológicos podrían ser índices agrupados que describen la estructura del ecosistema entero (diversidad, por ejemplo), o componentes específicos (nivel trófico de la captura, por ejemplo), como se presenta en la Sección 6 “Indicadores ecológicos”. Los indicadores biológicos pueden generalmente estar relacionados con una sola especie, tal vez aquéllas de importancia ecológica clave, y tener la forma de puntos de referencia usados comúnmente en la pesca (por ejemplo, F_{RMS}), CPUE, u otras medidas sencillas tales como cambios en el espectro de tallas. Sin embargo, los indicadores usados dependen fuertemente de la fiabilidad de la información disponible del nivel de especie a ecosistema.

La distribución de las pesquerías de atunes y peces picudos en el OPO es tal que incluye probablemente varias regiones con características ecológicas diferentes. Es posible que, dentro de éstas, masas de agua, características oceanográficas o topográficas, influencias del continente, etcétera, generen heterogeneidad que afecte la distribución de las distintas especies y su abundancia relativa en las capturas. Sería ventajoso incrementar los conocimientos de estos estratos ecológicos para poder usarlos en nuestros análisis.

Es importante continuar los estudios de los ecosistemas en el OPO. La capacidad de resolver problemas relacionados con la pesca y el ecosistema crecerá con el número de variables de hábitat, grupos taxonómicos y niveles tróficos estudiados y con series de tiempo de datos más largas.

En el Plan Científico Estratégico propuesto de la CIAT ([IATTC-93-06a](#)) y el informe de las actividades del personal (SAC-10-01) se describe el trabajo ecosistémico futuro. En breve, el trabajo incluirá mejorar las ERE, usando EASI-Fish para identificar especies en riesgo y priorizar investigaciones específicas para cada especie; desarrollar y mantener bases de datos de parámetros biológicos y ecológicos clave (por ejemplo, parámetros de crecimiento); continuar los estudios de dieta para mantener actualizadas las matrices de dieta en los modelos ecosistémicos; desarrollar propuestas de investigación para un muestreo biológico, monitoreos ecosistémicos, e investigaciones de campo sobre experimentos de consumo y evacuación; desarrollar un modelo ecosistémico del OPO espacialmente explícito e indicadores ecológicos, y presentar informes continuos de estimaciones de captura incidental. Se emprendió una revisión de las

investigaciones relacionadas con el ecosistema para mejorar los informes de la CIAT; las mejoras sugeridas están descritas en el Documento SAC-10 INF-B.

11. AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer a Nick Vogel, Joydelee Marrow y Joanne Boster su ayuda con la preparación de datos, a Alex Aires-da-Silva, Nick Webb y Paulina Llano por sus revisiones de este documento, y a Christine Patnode por perfeccionar las figuras. Reconocemos con gratitud las primeras investigaciones sobre el ecosistema realizadas por Robert Olson que contribuyeron a la elaboración de este informe. Su informe inicial de *Consideraciones Ecosistémicas* fue presentado por primera vez en la 8ª reunión del Grupo de Trabajo sobre Evaluación de Poblaciones en 2007 ([SAR-8-17 J](#)) y ha sido actualizado anualmente.

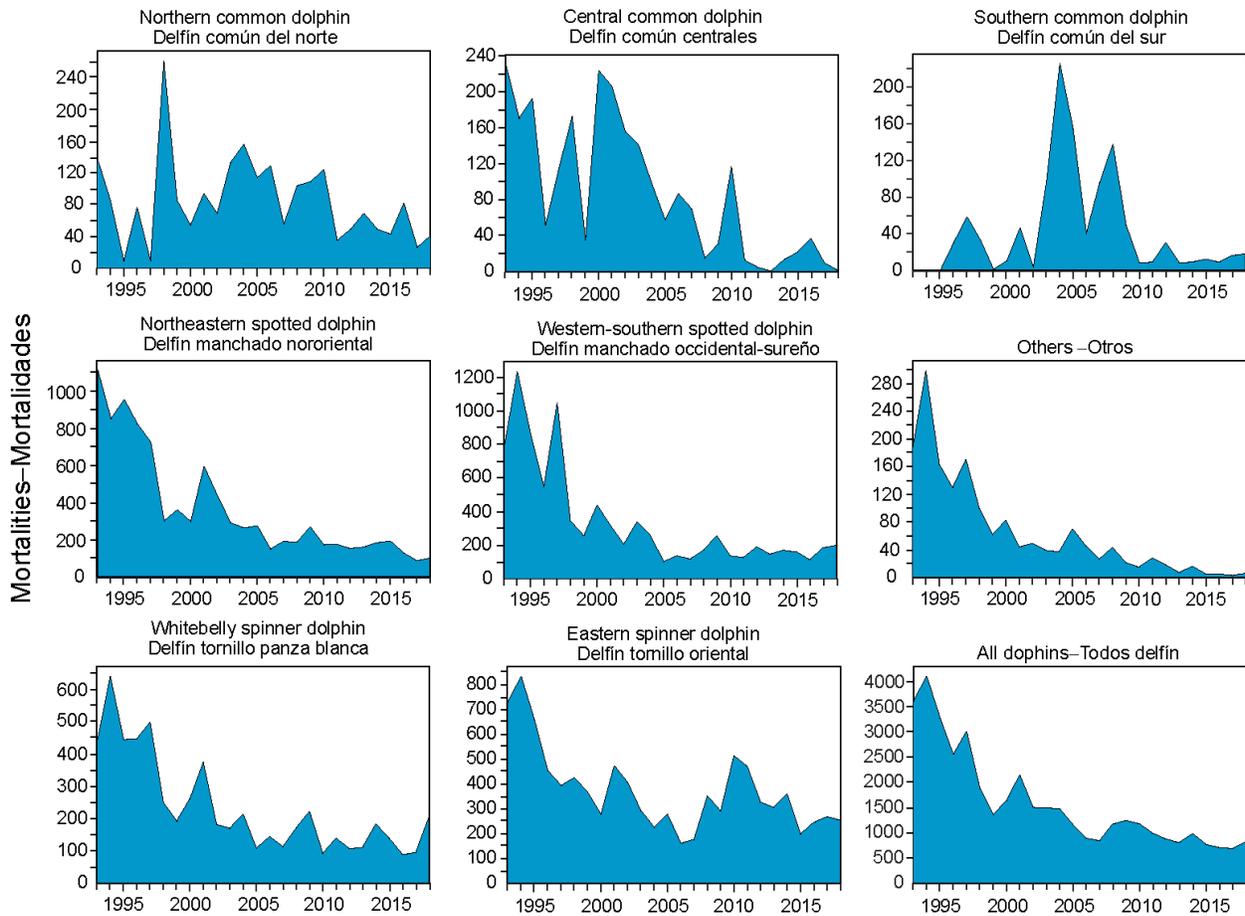


FIGURE J-1. Incidental dolphin mortalities, in numbers of animals by purse-seine vessels, 1993–2018.
FIGURA J-1. Mortalidades incidentales de delfines, en número de animales, 1993–2018.

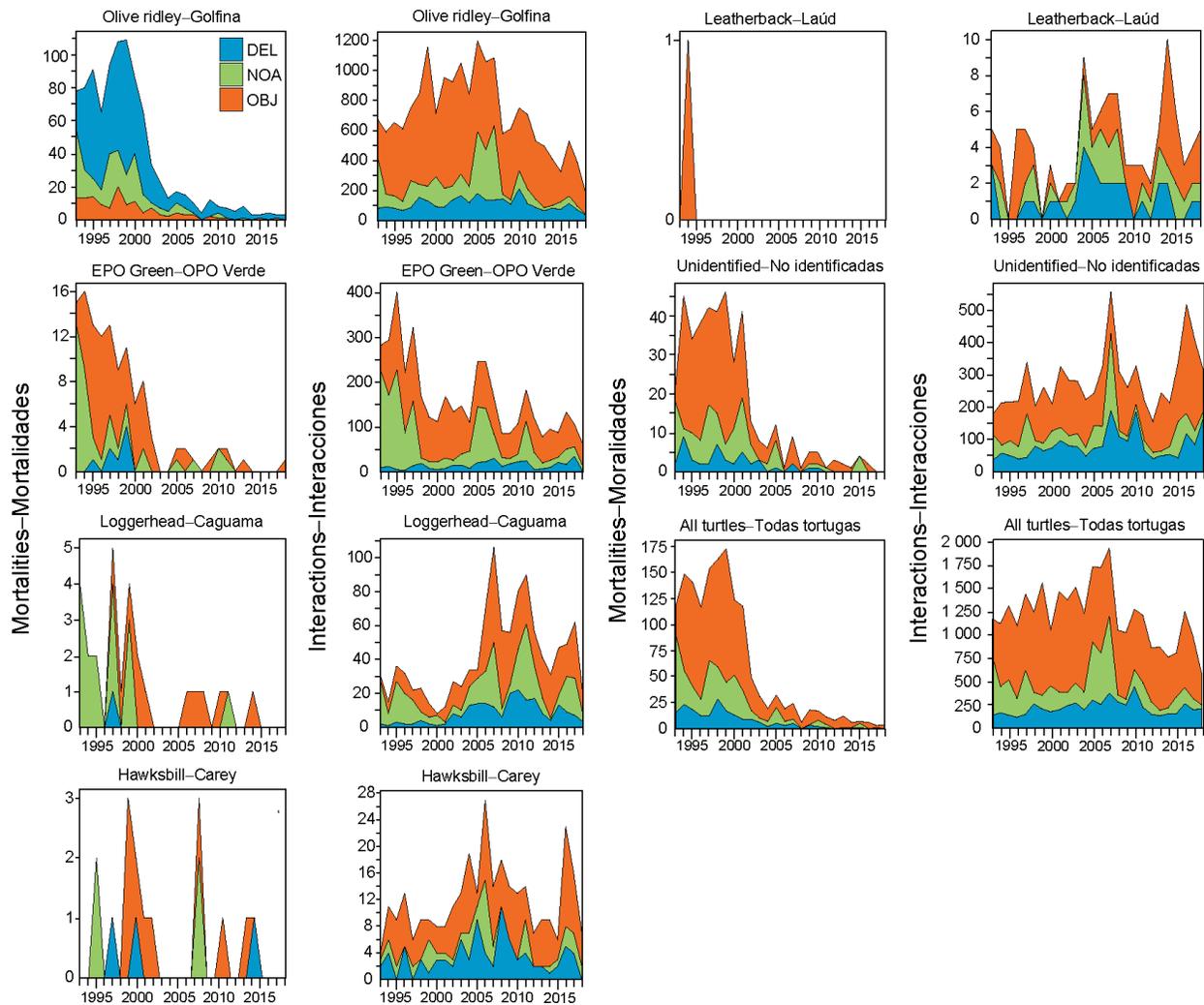


FIGURE J-2. Sea turtle interactions and mortalities, in numbers of animals, for large purse-seine vessels, 1993–2018, by set type (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)).

FIGURA J-2. Interacciones y mortalidades de tortugas marinas, en número de animales, para buques cerqueros grandes, 1993-2018, por tipo de lance (delfín (DEL), no asociado (NOA), objeto flotante (OBJ)).

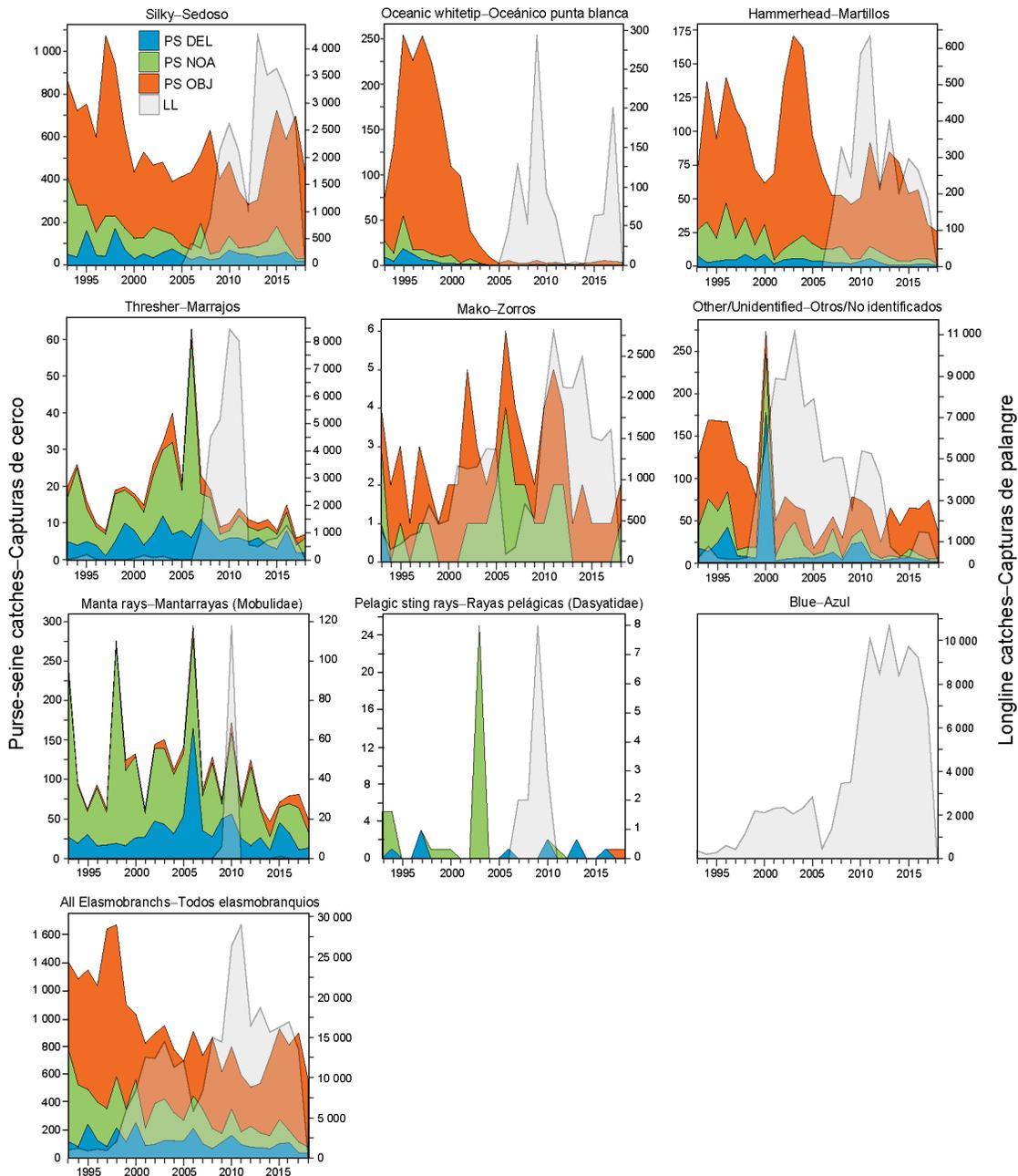


FIGURE J-3. Retained and discarded catches of sharks and rays, in tons, reported by observers aboard large purse-seine vessels, 1993–2018, by set type (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)) (left y-axis). Longline data (right y-axis) are considered to be minimum catch estimates. Data for the past two years should be considered preliminary; longline data for 2018 not currently available.

FIGURA J-3. Capturas retenidas y descartadas de tiburones y rayas, en toneladas, notificadas por observadores a bordo de buques cerqueros grandes, 1993–2018, por tipo de lance (delfín (DEL), no asociado (NOA), objeto flotante (OBJ)). Los datos de palangre (eje y derecho) se consideran estimaciones mínimas de captura. Los datos de los dos últimos años deben considerarse preliminares; los datos de palangre para 2018 no están disponibles.

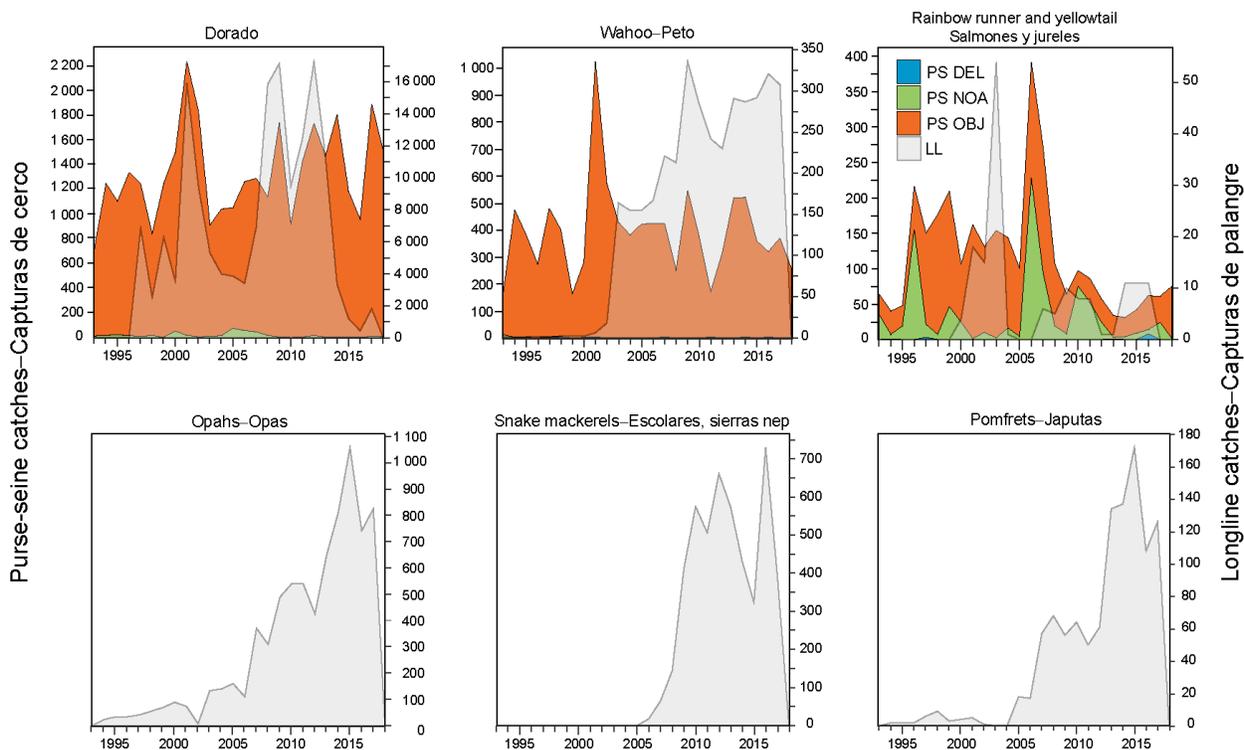


FIGURE J-4. Catches, in tons, of commonly-caught fishes by large purse-seine vessels, 1993–2018, by set type (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)) (left y-axis). Longline data (right y-axis) are considered to be minimum catch estimates. Data for the past two years should be considered preliminary; longline data for 2018 not currently available.

FIGURA J-4. Capturas, en toneladas, de peces capturados comúnmente por buques cerqueros grandes, 1993-2018, por tipo de lance (delfín (DEL), no asociado (NOA), objeto flotante (OBJ)) (eje y izquierdo). Los datos de palangre (eje y derecho) se consideran estimaciones mínimas de captura. Los datos de los dos últimos años deben considerarse preliminares; los datos de palangre para 2018 no están disponibles.

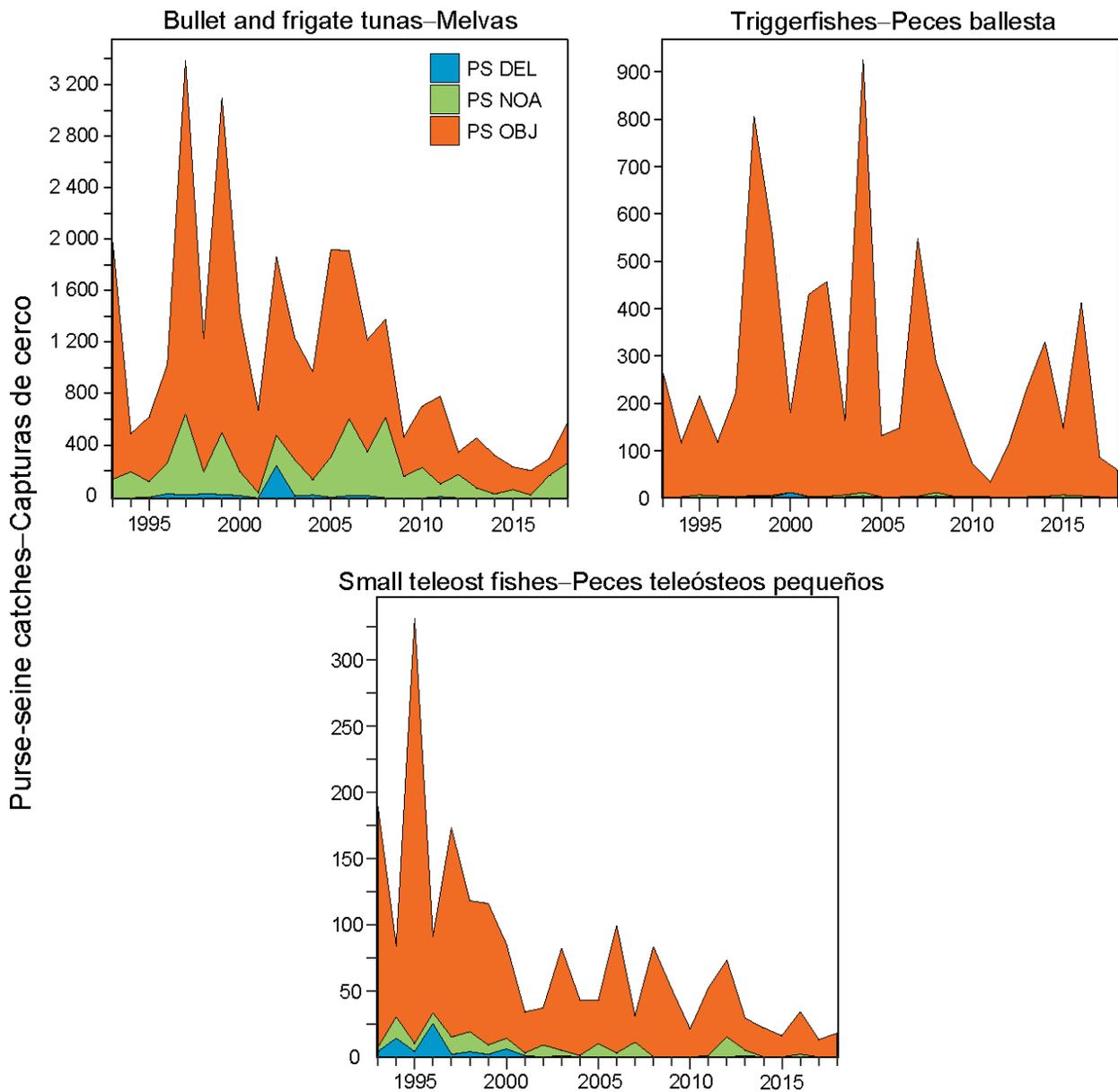


FIGURE J-5. Catches, in tons, of forage fishes by large purse-seine vessels, 1993–2018, by set type (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)).

FIGURA J-5. Capturas, en toneladas, de peces de alimento por buques cerqueros grandes, 1993–2018, por tipo de lance (delfín (DEL), no asociado (NOA), objeto flotante (OBJ)).

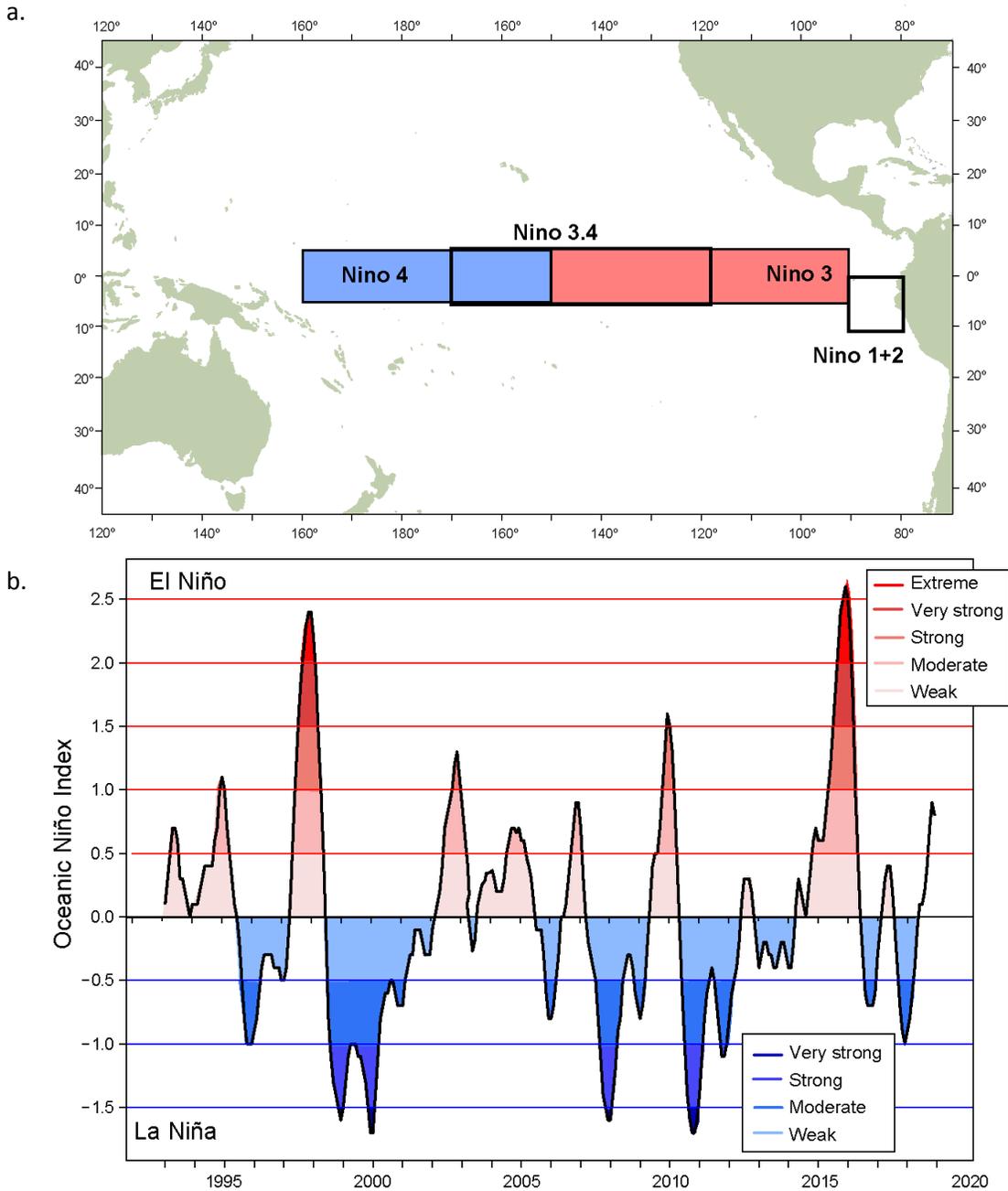


FIGURE J-6. a) El Niño regions used as indicators of El Niño Southern Oscillation (ENSO) events in the Pacific Ocean. The Oceanic Niño Index (ONI) used to monitor ENSO conditions in Niño region 3.4 from 5°N to 5°S and 120°W to 170°W. b) Time series from the start of the IATTC observer program through December 2018 showing the running 3-month mean values of the ONI. ONI data obtained from:

http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

FIGURA J-6 a) Regiones de El Niño utilizadas como indicadores de los eventos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en el Océano Pacífico. El Índice de El Niño Oceánico (ONI) usado para dar seguimiento a las condiciones de ENOS en la región Niño 3.4 de 5°N a 5°S y de 120°O a 170°O. b) Series de tiempo desde el inicio del programa de observadores de la CIAT hasta finales de diciembre de 2018 mostrando los valores del promedio móvil de 3 meses del ONI. Datos del ONI obtenidos de:

http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

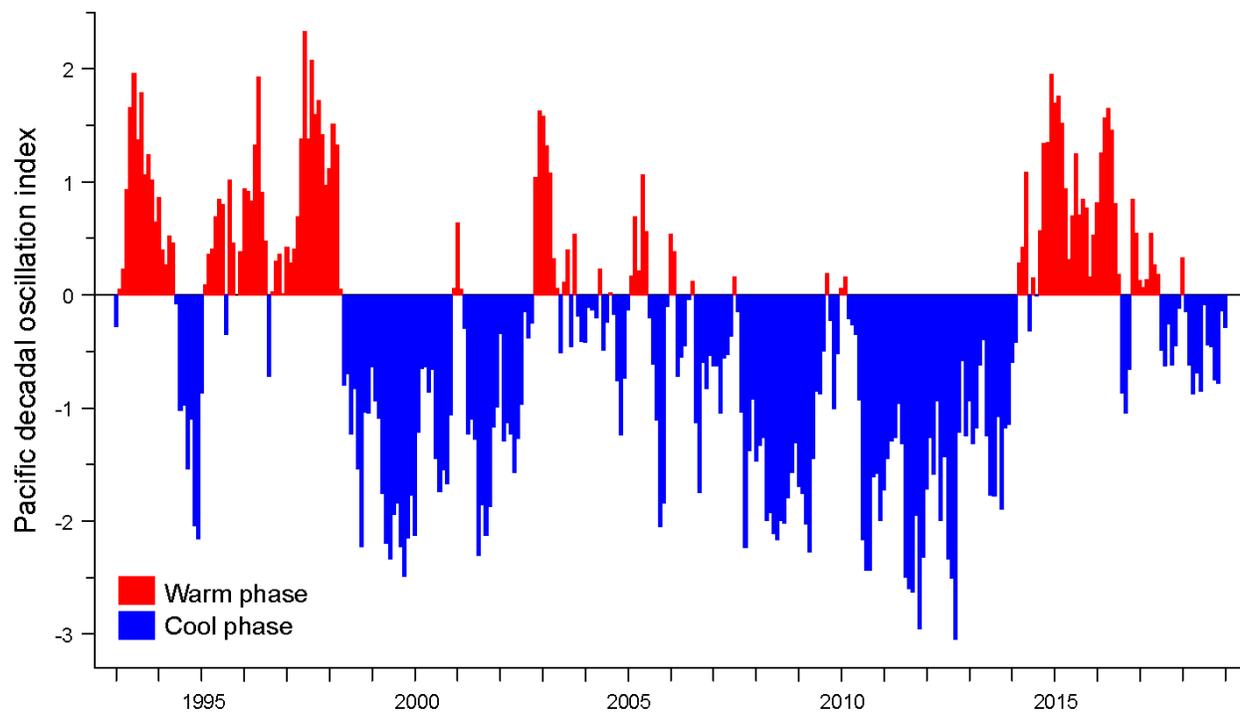


FIGURE J-7. Monthly values of the Pacific Decadal Oscillation (PDO) Index, January 1993–December 2018. PDO data obtained from: <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/pdo/data.csv>

FIGURA J-7 Valores mensuales del índice de Oscilación Decadal del Pacífico (PDO), enero de 1993–diciembre de 2018. Datos de la PDO obtenidos de: <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/pdo/data.csv>

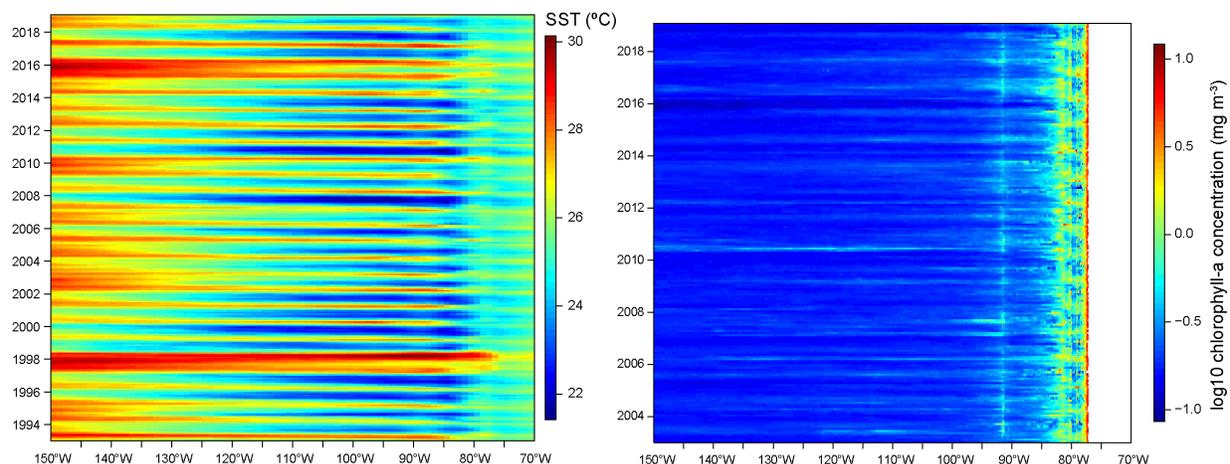


FIGURE J-8. Time-longitude Hovmöller diagram with data averaged across the tropical eastern Pacific Ocean from 5°N to 5°S for a) mean monthly SST for January 1993–January 2019. *NOAA_OI_SST_V2 data provided by the NOAA/OAR/ESRL PSD, Boulder, Colorado, USA, from their Web site at <https://www.esrl.noaa.gov/psd/>* and b) mean monthly chlorophyll-a concentration for January 2003–January 2019. Chlorophyll-a concentration data obtained from ERDDAP, NASA/GSFC/OBPG, downloaded on 27 Mar 2019, Chlorophyll-a, Aqua MODIS, NPP, L3SMI, Global, 4km, Science Quality, 2003–present (Monthly Composite), NOAA, NMFS, SWFSC, ERD, <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/info/erdMH1chlamday/index.html>, DOI: 10.5067/AQUA/MODIS/L3M/CHL/2018.

FIGURA J-8 Diagrama de Hovmöller tiempo-longitud con datos promediados en el Océano Pacífico tropical oriental de 5°N a 5°S para a) la TSM promedio mensual de enero de 1993 a enero de 2019. Datos NOAA_OI_SST_V2 proporcionados por la NOAA/OAR/ESRL PSD, Boulder, Colorado, EE. UU., de su sitio web: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/> y b) concentración promedio mensual de clorofila-a de enero de 2003 a enero de 2019. Datos de concentración de clorofila-a obtenidos de ERDDAP, NASA/GSFC/OBPG, descargados el 27 de marzo de 2019, “Chlorophyll-a, Aqua MODIS, NPP, L3SMI, Global, 4km, Science Quality, 2003–present (Monthly Composite)”, NOAA, NMFS, SWFSC, ERD, <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/info/erdMH1chlamday/index.html> DOI: 10.5067/AQUA/MODIS/L3M/CHL/2018.

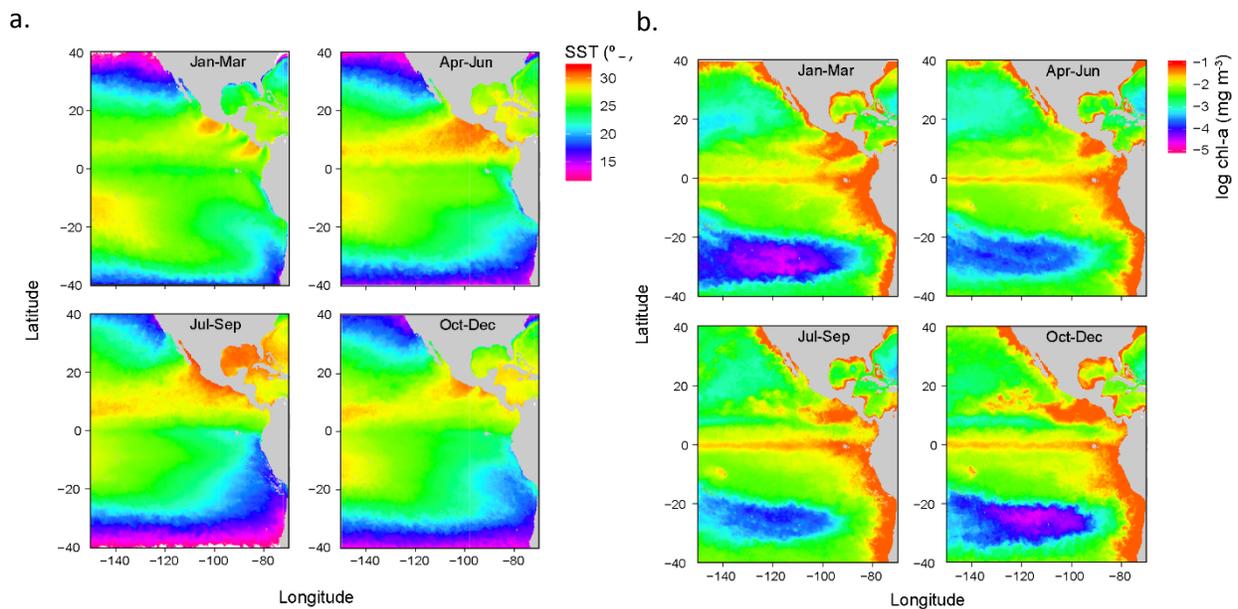


FIGURE J-9. a) Mean sea surface temperature (SST) b) Mean chlorophyll-a concentration mg m^3 for each quarter during 2018. SST data obtained from NOAA NMFS SWFSC ERD on February 11, 2019, “SST, Aqua MODIS, NPP, 4km, Daytime (11 microns), 2003–present (Monthly Composite)”, <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/info/erdMH1sstdmday/index.html>. Chlorophyll data presented as log chl-a concentration, obtained from NOAA CoastWatch on February 1, 2019, “Chlorophyll, NOAA, VIIRS, Science Quality, Global, Level 3, 2012-present, Monthly”, NOAA NMFS SWFSC ERD, <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/info/nesdisVHNSQchlaMonthly/index.html>

FIGURA J-9 a) Temperatura superficial del mar (TSM) promedio b) Concentración promedio de clorofila-a mg m^3 para cada trimestre de 2018. Datos de TSM obtenidos de NOAA NMFS SWFSC ERD el 11 de febrero de 2019, “SST, Aqua MODIS, NPP, 4km, Daytime (11 microns), 2003–present (Monthly Composite)”, <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/info/erdMH1sstdmday/index.html>. Datos de clorofila presentados como concentración log chl-a, obtenidos de NOAA CoastWatch el 1 de febrero de 2019, “Chlorophyll, NOAA, VIIRS, Science Quality, Global, Level 3, 2012-present, Monthly”, NOAA NMFS SWFSC ERD, <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/info/nesdisVHNSQchlaMonthly/index.html>

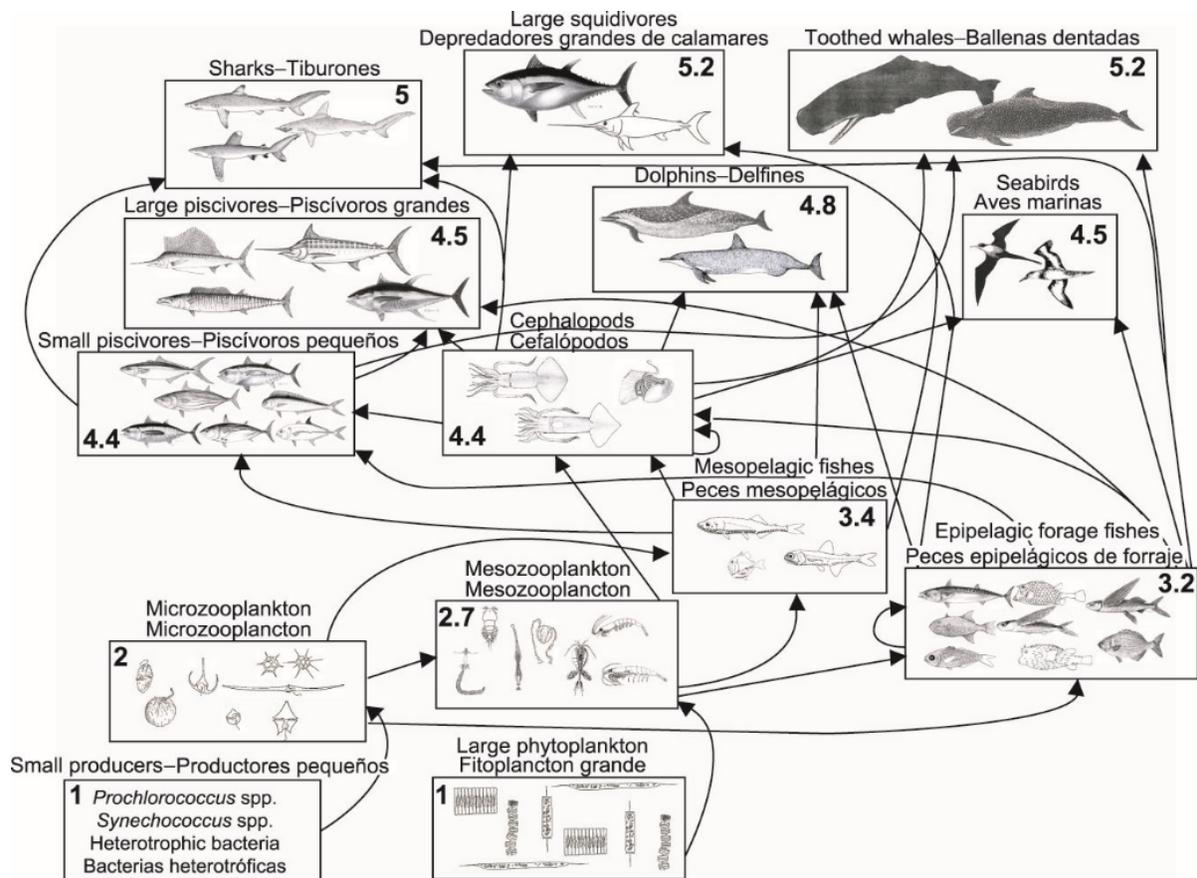


FIGURE J-10. Simplified food-web diagram of the pelagic ecosystem in the tropical EPO. The numbers inside the boxes indicate the approximate trophic level of each group.

FIGURA J-10. Diagrama simplificado de la red trófica del ecosistema pelágico en el OPO tropical. Los números en los recuadros indican el nivel trófico aproximado de cada grupo.

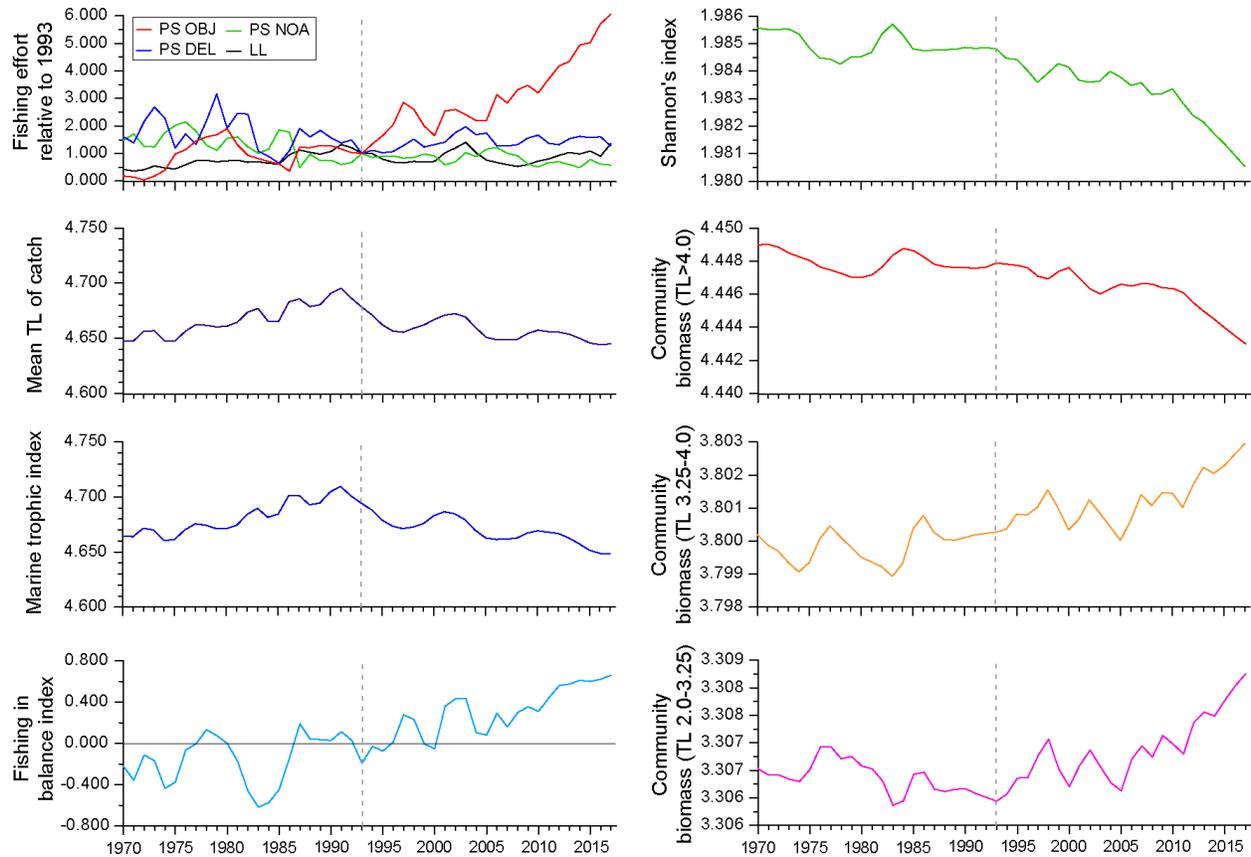


FIGURE J-11. Annual values for seven ecological indicators of changes in different components of the tropical EPO ecosystem, 1970–2017 (see Section 6 of text for details), and an index of longline (LL) and purse-seine (PS) fishing effort, by set type (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)), relative to the model start year of 1993 (vertical dashed line), when the expansion of the purse-seine fishery on FADs began.

FIGURA J-11. Valores anuales de siete indicadores ecológicos de cambios en diferentes componentes del ecosistema tropical del OPO, 1970–2017 (ver detalles en la sección 6 del texto), y un índice de esfuerzo palangrero (LL) y cerquero (PS), por tipo de lance (delfín (DEL), no asociado (NOA), objeto flotante (OBJ)) relativo al año de inicio del modelo de 1993 (línea de trazos vertical), cuando comenzó la expansión de la pesquería cerquera sobre plantados.

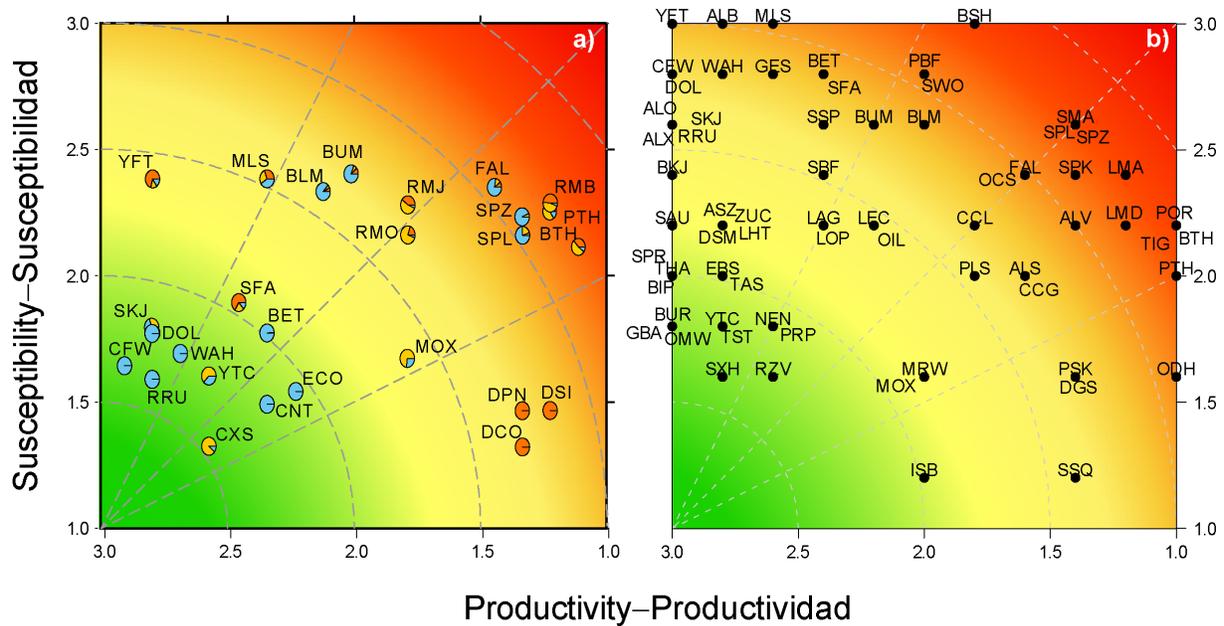


FIGURE J-12. Productivity and susceptibility x-y plot for target and bycatch species caught by the purse-seine fishery (a) with proportion of catch by set type shown in the pie charts, and the longline fishery (b) in the EPO during 2005–2013 and 2017, respectively. Dashed lines represent vulnerability (v) isopleths starting from the origin and have v values of 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0 with categories defined as low ($v \leq 1.0$, green), moderate ($1 < v < 2$, yellow), and high ($v \geq 2.0$, red). See Tables [J-1](#) and [J-2](#) for species codes for each fishery.

FIGURA J-12. Gráfica x-y de productividad y susceptibilidad de especies objetivo y de captura incidental capturadas por la pesquería cerquera (a) con proporción de captura por tipo de lance indicada en los gráficos circulares, y la pesquería palangrera (b) en el OPO durante 2005–2013 y 2017, respectivamente. Las líneas de trazos representan isolíneas de vulnerabilidad (v) a partir del origen y tienen valores de v de 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 con categorías definidas como baja ($v \leq 1.0$, verde), moderada ($1 < v < 2$, amarilla) y alta ($v \geq 2.0$, roja). Ver Tablas J-1 y J-2 para los códigos de especies para cada pesquería.

TABLE J-1. Productivity (p) and susceptibility (s) scores used to compute the overall vulnerability measure (v). Susceptibility scores are shown for each fishery (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)) and as a weighted combination of the individual fishery values. Vulnerability scores rated as low (green), medium (yellow), and high (red). Mean data quality (DQ) scores for susceptibility (s_k) by fishery and productivity DQ p are categorized as green (high: $DQ < 2$), yellow (moderate: $3 < DQ < 2$) and red (low: $DQ \geq 3$).

TABLA J-1. Puntuaciones de productividad (p) y susceptibilidad (s) usadas para computar la medida general de vulnerabilidad v . D. Se señalan las puntuaciones de susceptibilidad para cada pesquería (DEL: delfín; NOA: no asociada; OBJ: objeto flotante) y como combinación ponderada de los valores de las pesquerías individuales. Puntuaciones de vulnerabilidad clasificadas de baja (verde), mediana (amarillo), y alta (rojo). Las puntuaciones promedio de calidad de los datos (DQ) para la susceptibilidad (s_k) por pesquería y productividad DQ p se clasifican en verde (alta: $DQ < 2$), amarillo (moderada: $3 < DQ < 2$) y rojo (baja: $DQ \geq 3$).

Group	Scientific name	Common name	Species code	s_k scores by fishery			p	s	v	DQ s_k scores by fishery			DQ p
				DEL	NOA	OBJ				DEL	NOA	OBJ	
Tunas	<i>Thunnus albacares</i>	Yellowfin tuna	YFT	2.29	2.29	2.57	2.78	2.39	1.41	1.14	1.14	1.14	1.78
	<i>Thunnus obesus</i>	Bigeye tuna	BET	1	2.29	2.57	2.33	1.78	1.03		1.14	1.14	1.78
	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Skipjack tuna	SKJ	1	2.29	2.57	2.78	1.78	0.81		1.14	1.14	2
Billfishes	<i>Makaira nigricans</i>	Blue marlin	BUM	2.29	2.14	2.71	2	2.41	1.73	2.14	2.14	2.14	2.33
	<i>Istiompax indica</i>	Black marlin	BLM	2.14	2.14	2.71	2.11	2.34	1.67	2.14	2.14	2.14	2.22
	<i>Kajikia audax</i>	Striped marlin	MLS	2.29	2.29	2.57	2.33	2.39	1.54	2	2	2	1.89
	<i>Istiophorus platypterus</i>	Indo-Pacific sailfish	SFA	2.43	2.29	1	2.44	1.90	1.06	2	2		2.11
Dolphins	<i>Stenella longirostris</i>	Unidentified spinner dolphin	DSI	2	1	1	1.22	1.47	1.84	1.29			2.44
	<i>Stenella attenuata</i>	Unidentified spotted dolphin	DPN	2	1	1	1.33	1.47	1.73	1.29			2.33
	<i>Delphinus delphis</i>	Common dolphin	DCO	1.71	1	1	1.33	1.33	1.70	1.71			2.56
Large fishes	<i>Coryphaena hippurus</i>	Common dolphinfish	DOL	1	2.14	2.71	2.78	1.80	0.83		2.29	2.29	1.89
	<i>Coryphaena equiselis</i>	Pompano dolphinfish	CFW	1	1	2.86	2.89	1.65	0.66			2.43	3.33
	<i>Acanthocybium solandri</i>	Wahoo	WAH	1	1	3	2.67	1.70	0.77			2.29	2.11
	<i>Elagatis bipinnulata</i>	Rainbow runner	RRU	1	1	2.71	2.78	1.60	0.64			2.29	3.33
	<i>Mola mola</i>	Ocean sunfish, Mola	MOX	1	2.29	2.29	1.78	1.68	1.40		2.43	2.43	3.56
	<i>Caranx sexfasciatus</i>	Bigeye trevally	CXS	1	2.86	1	2.56	1.33	0.55		2.71		3.56
	<i>Seriola lalandi</i>	Yellowtail amberjack	YTC	1	2.43	2	2.56	1.61	0.75		2.43	2.43	2.78
Rays	<i>Manta birostris</i>	Giant manta	RMB	2.43	2.57	2	1.22	2.30	2.21	2.57	2.57	2.57	3.11
	<i>Mobula japanica</i>	Spinetail manta	RMJ	2.29	2.57	2.14	1.78	2.29	1.77	2.43	2.43	2.43	3.33
	<i>Mobula thurstoni</i>	Smoothtail manta	RMO	2.14	2.57	2	1.78	2.17	1.77	2.57	2.57	2.57	3.44
Sharks	<i>Carcharhinus falciformis</i>	Silky shark	FAL	2.29	2.14	2.57	1.44	2.36	2.07	2.14	2.29	2.29	2.22
	<i>Sphyrna zygaena</i>	Smooth hammerhead shark	SPZ	2.14	2.14	2.43	1.33	2.24	2.08	2.14	2.29	2.29	3.33
	<i>Sphyrna lewini</i>	Scalloped hammerhead shark	SPL	2.14	2.29	2.14	1.33	2.17	2.04	2.14	2.29	2.29	2.33
	<i>Alopias pelagicus</i>	Pelagic thresher shark	PTH	2.29	2.14	2.29	1.22	2.26	2.18	2.14	2.29	2.29	2.11
	<i>Alopias superciliosus</i>	Bigeye thresher shark	BTH	2.14	2.29	2	1.11	2.12	2.20	2.14	2.29	2.29	2.22
Small fishes	<i>Canthidermis maculatus</i>	Ocean triggerfish	CNT	1	1	2.43	2.33	1.50	0.84			2.71	4
	<i>Sectator ocyurus</i>	Bluestriped chub	ECO	1	1	2.57	2.22	1.55	0.95			2.57	3.33

TABLE J-2. Species included in the productivity-susceptibility analysis for the large-scale tuna longline fishery in the eastern Pacific Ocean, showing average productivity (p) and susceptibility (s) scores used to compute the overall vulnerability score (v) for each species, rated as low (green), medium (yellow), and high (red).

TABLA J-2. Especies incluidas en el análisis de productividad-susceptibilidad de la pesquería atunera palangrera a gran escala en el Océano Pacífico oriental. indicado las puntuaciones promedio de productividad (p) y susceptibilidad (s) usadas para calcular la puntuación general de vulnerabilidad (v) para cada especie, clasificada como baja (verde), mediana (amarillo), y alta (rojo).

Group	Scientific name	Common name	Nombre común	Code	p	s	v
Grupo	Nombre científico			Código			
Billfishes	<i>Istiompax indica</i>	Black marlin	Marlín negro	BLM	2.00	2.60	1.89
Peces picudos	<i>Istiophorus platypterus</i>	Indo-Pacific sailfish	Pez vela indopacífico	SFA	2.40	2.80	1.90
	<i>Kajikia audax</i>	Striped marlin	Marlín rayado	MLS	2.60	3.00	2.04
	<i>Makaira nigricans</i>	Blue marlin	Marlín azul	BUM	2.20	2.60	1.79
	<i>Tetrapturus angustirostris</i>	Shortbill spearfish	Marlín trompa corta	SSP	2.40	2.60	1.71
	<i>Xiphias gladius</i>	Swordfish	Pez espada	SWO	2.00	2.80	2.06
Tunas	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Skipjack	Barrilete	SKJ	3.00	2.60	1.60
Atunes	<i>Thunnus alalunga</i>	Albacore	Albacora	ALB	2.80	3.00	2.01
	<i>Thunnus albacares</i>	Yellowfin	Aleta amarilla	YFT	3.00	3.00	2.00
	<i>Thunnus maccoyii</i>	Southern bluefin	Aleta azul del sur	SBF	2.40	2.40	1.52
	<i>Thunnus obesus</i>	Bigeye	Patudo	BET	2.40	2.80	1.90
	<i>Thunnus orientalis</i>	Pacific bluefin	Aleta azul del Pacífico	PBF	2.00	2.80	2.06
Elasmobranchs	<i>Alopias pelagicus</i>	Pelagic thresher shark	Zorro pelágico	PTH	1.00	2.00	2.24
Elasmobranquios	<i>Alopias superciliosus</i>	Bigeye thresher shark	Zorro ojón	BTH	1.00	2.20	2.33
	<i>Alopias vulpinus</i>	Common thresher shark	Zorro	ALV	1.40	2.20	2.00
	<i>Carcharhinus albimarginatus</i>	Silvertip shark	Tiburón de puntas blancas	ALS	1.60	2.00	1.72
	<i>Carcharhinus falciformis</i>	Silky shark	Tiburón sedoso	FAL	1.60	2.40	1.98
	<i>Carcharhinus galapagensis</i>	Galapagos shark	Tiburón de Galápagos	CCG	1.60	2.00	1.72
	<i>Carcharhinus limbatus</i>	Blacktip shark	Tiburón macuira	CCL	1.80	2.20	1.70
	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Oceanic whitetip shark	Tiburón oceánico punta blanca	OCS	1.60	2.40	1.98
	<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tiger shark	Tintorera tigre	TIG	1.00	2.20	2.33
	<i>Prionace glauca</i>	Blue shark	Tiburón azul	BSH	1.80	3.00	2.33
	<i>Pteroplatytrygon violacea</i>	Pelagic stingray		PLS	1.80	2.00	1.56
	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Shortfin mako shark	Marrajo dientuso	SMA	1.40	2.60	2.26
	<i>Isurus paucus</i>	Longfin mako shark	Marrajo carite	LMA	1.20	2.40	2.28
	<i>Lamna ditropis</i>	Salmon shark	Marrajo salmón	LMD	1.20	2.20	2.16
	<i>Lamna nasus</i>	Porbeagle shark	Marrajo sardinero	POR	1.00	2.20	2.33

Group	Scientific name	Common name	Nombre común	Code	ρ	s	v
Grupo	Nombre científico			Código			
	<i>Odontaspis noronhai</i>	Bigeye sand tiger shark	Solrayo ojigrande	ODH	1.00	1.60	2.09
	<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>	Crocodile shark	Tiburón cocodrilo	PSK	1.40	1.60	1.71
	<i>Sphyrna lewini</i>	Scalloped hammerhead shark	Cornuda común	SPL	1.40	2.60	2.26
	<i>Sphyrna mokarran</i>	Great hammerhead	Cornuda gigante	SPK	1.40	2.40	2.13
	<i>Sphyrna zygaena</i>	Smooth hammerhead	Cornuda cruz	SPZ	1.40	2.60	2.26
	<i>Isistius brasiliensis</i>	Cookie cutter shark	Tollo cigarro	ISB	2.00	1.20	1.02
	<i>Squalus acanthias</i>	Picked dogfish, Spiny dogfish	Mielga	DGS	1.40	1.60	1.71
	<i>Zameus squamulosus</i>	Velvet dogfish		SSQ	1.40	1.20	1.61
Mesopelagic fishes	<i>Alepisaurus brevirostris</i>	Short snouted lancetfish		ALO	3.00	2.60	1.60
	<i>Alepisaurus ferox</i>	Long snouted lancetfish	Lanzón picudo	ALX	3.00	2.60	1.60
Peces mesopelágicos	<i>Eumegistus illustris</i>	Brilliant pomfret		EBS	2.80	2.00	1.02
	<i>Taractes asper</i>	Rough pomfret		TAS	2.80	2.00	1.02
	<i>Taractichthys steindchneri</i>	Sickle Pomfret	Tristón segador	TST	2.80	1.80	0.82
	<i>Gempylus serpens</i>	Snake mackerel	Escolar de canal	GES	2.60	2.80	1.84
	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>	Escolar	Escolar negro	LEC	2.20	2.20	1.44
	<i>Nesiarchus nasutus</i>	Black gemfish	Escolar narigudo	NEN	2.60	1.80	0.89
	<i>Promethichthys prometheus</i>	Roudi escolar	Escolar prometeo	PRP	2.60	1.80	0.89
	<i>Ruvettus pretiosus</i>	Oilfish	Escolar clavo	OIL	2.20	2.20	1.44
	<i>Lampris guttatus</i>	Opah	Opa	LAG	2.40	2.20	1.34
	<i>Lophotus capellei</i>	Crestfish		LOP	2.40	2.20	1.34
	<i>Masturus lanceolatus</i>	Sharptail mola		MRW	2.00	1.60	1.17
	<i>Mola mola</i>	Sunfish	Pez luna	MOX	2.00	1.60	1.17
	<i>Ranzania laevis</i>	Slender sunfish		RZV	2.60	1.60	0.72
	<i>Omosudis lowii</i>	Omosudid (Hammerjaw)		OMW	3.00	1.80	0.80
	<i>Scombrobrax heterolepis</i>	Longfin escolar		SXH	2.80	1.60	0.63
	<i>Desmodema polystictum</i>	Polka-dot ribbonfish		DSM	2.80	2.20	1.22
	<i>Zu cristatus</i>	Scalloped ribbonfish		ZUC	2.80	2.20	1.22
	<i>Assurger anzac</i>	Razorback scabbardfish	Sable aserrado	ASZ	2.80	2.20	1.22
	<i>Trachipterus fukuzakii</i>	Tapertail ribbonfish		LHT	2.80	2.20	1.22
Tuna-like species	<i>Elagatis bipinnulata</i>	Rainbow runner	Salmón	RRU	3.00	2.60	1.60
Especies afines a los atunes	<i>Seriola lalandi</i>	Yellowtail amberjack	Medregal rabo amarillo	YTC	2.80	1.80	0.82
	<i>Opisthonema oglinum</i>	Atlantic thread herring	Machuelo hebra atlántico	THA	3.00	2.00	1.00
	<i>Sprattus sprattus</i>	European sprat	Espadín	SPR	3.00	2.00	1.00
	<i>Coryphaena equiselis</i>	Pompano dolphinfish	Dorado pompano	CFW	3.00	2.80	1.80

Group	Scientific name	Common name	Nombre común	Code	ρ	s	v
Grupo	Nombre científico			Código			
	<i>Coryphaena hippurus</i>	Common dolphinfish	Dorado	DOL	3.00	2.80	1.80
	<i>Pomadasys jubelini</i>	Sompat grunt	Ronco sompat	BUR	3.00	1.80	0.80
	<i>Scomberesox saurus</i>	Atlantic saury	Paparda del Atlántico	SAU	3.00	2.20	1.20
	<i>Acanthocybium solandri</i>	Wahoo	Peto	WAH	2.80	2.80	1.81
	<i>Euthynnus lineatus</i>	Black skipjack	Barrilete negro	BKJ	3.00	2.40	1.40
	<i>Sarda orientalis</i>	Striped bonito	Bonito mono	BIP	3.00	2.00	1.00
	<i>Sphyraena barracuda</i>	Great barracuda	Picuda barracuda	GBA	3.00	1.80	0.80