



Universidad Católica del Norte
ver más allá

ÁREA DE PESQUERÍAS – FONO/FAX: (51) 209814 – pesquerias@ucn.cl

INFORME FINAL

FIPA N° 2017-65

"BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL TIBURÓN SARDINERO *Lamna nasus* EN CHILE"

PROPONENTE

**: AREA DE PESQUERIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MARINA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE
SEDE COQUIMBO.**

Coquimbo, junio 2021

COMPOSICION Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TECNICO

ID	NOMBRE	TÍTULO/GRADO	FUNCIÓN EN EL PROYECTO
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE			
1	Enzo Acuña	M.Sc. Oceanógrafo	Coordinador general, Distribución espacial, Análisis y elaboración de informes.
2	Pilar Haye	Ph.D. Ciencias Biológicas	Análisis genealógico
3	Alex Cortés	Biólogo Marino	Análisis y Cartografía SIG, Estructura de tallas.
4	Viviana López	Biólogo Marino	Bases de datos EndNote.
5	Christian Véliz	Biólogo Marino	Jefe de cruceros, muestreos a bordo II-IV Regiones.
6	Horacio Pequeño	Biólogo Marino	Muestreos a bordo II-IV Regiones.
7	Cecilia Gatica	Biólogo Marino	Coordinadora muestreo biológico-específico en laboratorio. Digitación datos.
8	Juan Vilchez	Biólogo Marino	Muestreo biológico-específico, muestreo a bordo.
9	N.N. 1	Lic. Sc. Mar	Muestreo biológico-específico en laboratorio.
10	N.N. 2	Lic. Sc. Mar	Muestreo biológico-específico en laboratorio.
CONSULTORES EXTERNOS			
11	Rubén Alarcón	M.Sc. Pesquerías	Distribución, Potencial Reproductivo.
12	Alexander I. Arkhipkin	Ph.D. Marine Biology	Matriz del conocimiento de la especie, Workshop Internacional
13	Malcolm Francis	Ph.D. Zoology	Matriz del conocimiento de la especie, Workshop Internacional
14	Patricia Zárate	Dr. Zoología	Matriz del conocimiento de la especie, Workshop Internacional
15	María T. González	Dr. Cs. Sistemática y Ecología	Matriz del conocimiento de la especie, Workshop Internacional
16	Santiago Montealegre	Dr. Oceanografía Biológica	Matriz del conocimiento de la especie, Workshop Internacional
17	Jorge Colonello	Dr. Ciencias Naturales	Matriz del conocimiento de la especie, Workshop Internacional
18	Andrés Domingo	Lic. Recursos Naturales	Matriz del conocimiento de la especie, Workshop Internacional

Este documento debe citarse:

Acuña, E., R. Alarcón, A. Arkhipkin, R. Coelho, J. Colonello, C. Da Silva, A. Domingo, G. Duhamel, M. Francis, M.T. González, P. Haye, S. Montealegre, G. Mucientes, R. Olson, P. Zárate y A. Cortés. 2018. Biología Reproductiva del Tiburón sardinero *Lamna nasus* en Chile. Pre-Informe Final Corregido FIPA N° 2017-65, 308 pp.

RESUMEN EJECUTIVO

Se informa las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto, que han consistido como elemento clave en la recopilación de la literatura disponible sobre la especie, tanto nacional como internacional, la realización de un Workshop (Taller) Internacional para discutir los elementos centrales relacionados con los objetivos del proyecto y las gestiones para conseguir datos nuevos sobre la especie en todos los océanos del Hemisferio Sur y acceder a los muestreos durante la temporada de pesca.

El Workshop se realizó entre el 22 y el 24 de enero en Coquimbo, con la participación de cinco expertos internacionales, los Drs. Malcolm Francis de Nueva Zelandia, Robert Olson de Estados Unidos, Alexander Arkhipkin de las Islas Falklands, Andrés Domingo de Uruguay, Santiago Montealegre de Brasil y los colegas chilenos Ricardo Sáez de SERNAPESCA, Rubén Alarcón de la Universidad de Concepción, María Teresa González de la Universidad de Antofagasta, Patricia Zárate del Instituto de Fomento Pesquero y Pilar Haye del Departamento de Biología Marina de la UCN. Durante el Workshop se abordó en tres sesiones de trabajo aspectos relacionados con: las pesquerías en las cuales *Lamna nasus* es capturado en el hemisferio sur; antecedentes biológico – pesqueros de dichas capturas, en particular sobre la reproducción de la especie y la distribución espacio – temporal por sexo y talla, con énfasis en los países o áreas de las que provenían los expertos internacionales, pero también de otras fuentes de información. Una cuarta sesión estuvo destinada a analizar otro tipo de información respecto de la especie, principalmente referida a estudios genéticos, de parásitos, marcaje tradicional y satelital y otros como edad y crecimiento. Se propuso realizar recolección de esta información en forma paralela en las distintas áreas de estudio de los participantes con el objeto de contar con información simultánea que más adelante pudiera ser analizada en conjunto. Además se contó con dos presentaciones adicionales, una del Dr. Olson quien abordó el tipo de estudios realizados por la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) luego de la Convención de Antigua, que introdujo el enfoque ecosistémico en su actividad y otra del Sr. Ricardo Sáez de SERNAPESCA, encargado de los temas CITES en esa Institución, con el objeto de tener claridad sobre los compromisos que se deben cumplir con el ingreso de *Lamna nasus* en el Apéndice II de dicha Convención Internacional.

Al final del Workshop, junto con preparar un Reporte de la reunión que se incluye en este Informe, se generó un consenso de los participantes en el sentido que sería de utilidad e importancia para el Grupo de Trabajo conformado, participar presentando una ponencia en la reunión The Sharks International Conference a realizarse en Joao Pessoa, Brasil en junio del 2018. Esta reunión es resultado de un trabajo colaborativo entre SBEEL la Sociedad Brasileña de Estudio de Elasmobranchios, la American Elasmobranch Society (AES) de Estados Unidos y la Fundación Squalus de Colombia, entidades que normalmente tienen sus propias reuniones pero que en esta oportunidad organizaron esta reunión en conjunto. En cumplimiento de tal acuerdo se preparó, con la colaboración de los expertos Drs. Francis y Olson un resumen que fue enviado para participar en dicho evento. Se asistió y participó en el evento The Sharks International Conference donde se realizó una presentación oral aprobada por el Comité Organizador. Posteriormente, posteriormente se participó en la Décimo Cuarta reunión del Working Party on Ecosystems and Bycatch (WPEB) de la ORP Indian Ocean Tuna Commission (IOTC) en Sudáfrica durante la cual se realizó una presentación de una versión actualizada del documento presentado en Joao Pessoa, reunión durante la cual se consiguió información de Sudáfrica y Francia y de la Base de Datos del WPEB. Finalmente, se participó en la Septuagésima reunión Tuna Conference realizada en Lake Arrowhead, California, USA, entre el 20 - 23 de mayo de 2019, auspiciada anualmente por la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT, Inter-American Tropical Tuna Commission, ATTC sigla en inglés) y el Southwest Fisheries Science Center (SWFSC) de NOAA/NMFS.

Se informa sobre la recopilación bibliográfica realizada hasta el momento, que se vio potenciada tanto con el aporte principalmente resultado de la visita de los expertos internacionales invitados al Workshop, como con las búsquedas en las distintas plataformas de publicaciones. Esta actividad se centró en tres aspectos fundamentales: recopilación de información publicada que permitiera la generación de un mapa de presencia de *Lamna nasus* en todo el hemisferio sur; información sobre distribución por talla y sexo y antecedentes sobre la reproducción de la especie en dicho ámbito geográfico.

Con referencia al primer aspecto, además se ha incorporado información de Bases de Datos conseguidas con diversos colegas e Instituciones como el Dr. Jorge Colonello de INIDEP

Argentina y el Dr. Rodrigo Barreto de Brasil, con quienes se tomó contacto durante la reunión The Sharks International Conference realizada en Joao Pessoa, Brasil; de la Dr. Charlene Da Silva de Sudáfrica, el Dr. Pascal Bahr de Francia, Drs. Paul De Bruyn y Fiorellato del Working Party on Ecosystem and Bycatch de IOTC y más recientemente del Dr. G. Duhamel de Francia. Se han realizado gestiones con los colegas japoneses Mikihiko Kai y Yasuko Semba, que tramitan autorización para acceder directamente a la información que poseen y que es ampliamente conocida en la literatura, con el objeto de integrarla en nuestro re-análisis, la que por el momento está incorporada directamente desde sus publicaciones. También se ha incorporado información biológica de la especie, conformando una Base de Datos histórica con la información recopilada tanto a través de los Seguimientos de las Pesquerías de Especies Altamente Migratorias como del recientemente organizado Seguimiento de las Pesquerías de Especies Altamente Migratorias – Enfoque Ecosistémico de los años 2016 - 2018 y coordinar los muestreos con el Instituto de Fomento Pesquero.

Con todos estos antecedentes se ha logrado establecer la presencia de *Lamna nasus*, en todo el Hemisferio Sur, ampliando la franja latitudinal actual hacia el norte lo que ha significado el incorporar un sector de aproximadamente 10° de latitud, en particular frente a la costa norte de Chile, que podría ser considerado como uno de los primeros resultados concretos de este estudio, ya que ello implicará modificar el mapa en uso desarrollado por la IUCN.

El resultado de las actividades anterior se ha consolidado en tres Matrices del conocimiento sobre diversos aspectos de la historia de vida de la especie, una que resume la información disponible en el país, una segunda con antecedentes del Hemisferio Sur incluidos todos los océanos y una tercera con antecedentes de la especie recopilados en el Océano Atlántico Norte.

Luego, con respecto a la estructura de tallas en las capturas chilenas, se ha determinado la importante presencia de juveniles (< 100 cm LH) y sub-adultos (100 cm LH < 145 cm LH en machos y 100 cm LH < 175 cm LH en hembras) de acuerdo al criterio establecido por Francis y Duffy (2005), y el predominio de los machos adultos sobre las hembras adultas. Con respecto a la madurez y talla de madurez, se recopilaron diversas investigaciones realizadas en otras áreas del Hemisferio Sur, dadas las dificultades encontradas frente a la costa de Chile para realizar la

estimación, siendo la más confiable la ya señalada de Francis y Duffy (2005), que establecieron tallas de madurez de 145 - 150 cm LH para machos y 175 - 185 cm LH para hembras. Sin embargo, se ha utilizado una aproximación intermedia que consistió en utilizar la información disponible de la zona centro - norte frente a Chile y combinarla con la información del Atlántico suroeste en latitudes mayores a 50°S, frente a las costas de Argentina y las Islas Falklands/Malvinas, donde ocurre la fase temprana del ciclo reproductivo, ratificado por la presencia de hembras preñadas portando embriones tempranos. Este enfoque permitió hacer unas estimaciones bastante similares a las de Francis & Duffy (2005), con una talla media de madurez que alcanzó a 154,0 cm de longitud horquilla (LH) para los machos y de 175,4 cm LH, para las hembras.

Con respecto a la información sobre el desarrollo embrionario, se pudo establecer un gradiente de talla de los embriones registrados desde la Isla Subantártica Kerguelen hasta frente a la costa centro de Chile, donde se ha encontrado 5 hembras con embriones de tallas cercanas a los 60 - 65 cm LT. Estas dos áreas se postulan como áreas de crianza y de parición, debido a las características de la fracción de la población que predomina o está presente solo en algunos sectores geográficos.

Finalmente, se entrega una recopilación de las resoluciones, acuerdos, recomendaciones, etc. aplicables a la especie o tiburones en general, establecidas por las distintas Organizaciones tanto de Pesca como Regulatorias a nivel internacional o de protección de la fauna silvestre y su comercio como la Convención sobre la conservación de especies migratorias de animales silvestres (CMS) su Memorandum de Entendimiento para la Conservación de los Tiburones (Shark MOU) y CITES.

Se entregan sugerencias de potenciales medidas o acciones de administración para ser consideradas en el manejo de la especie.

EXECUTIVE SUMMARY

The activities developed during the research Project are reported, which involved as a key issue the search of national and international available literature related to the species; the organization of an International Workshop to discuss with selected experts the key elements related to the research project objectives; the search from new unpublished data about the species in all the Southern Hemisphere Oceans and have access to new fisheries information.

The Workshop occurred in January 22 – 24, 20 at Coquimbo, with the participation of five international experts, Drs. Malcolm Francis from New Zealand, Robert Olson from the United States, Alexander Arkhipkin from the Falkland Islands, Andrés Domingo from Uruguay, Santiago Montealegre from Brasil and the Chilean colleagues chilenos Ricardo Sáez from SERNAPESCA, Rubén Alarcón from the Universidad de Concepción, María Teresa González from the Universidad de Antofagasta, Patricia Zárate from the Instituto de Fomento Pesquero and Pilar Haye from the Departamento de Biología Marina of the UCN. During the Workshop three working sessions were developed, related to: Fisheries where *Lamna nasus* is captured in the Southern Hemisphere (SH); biological – fisheries data from these captures, in particular about the species reproduction and the spatio- temporal distribution by sex and size, focused in the countries and areas of origin of the international experts, but also from other sources of information. A fourth session was allocated to analyze other kind of information related to the species, mainly related to genetic studies, parasites, traditional and satellite tagging and others like age and growth. The participants suggested to jointly collecting this kind of information in the different areas that could be later analyzed jointly. Also two additional presentations were done by Dr. Olson who adressed the studies done by InterAmerican Tropical Tuna Commission (IATTC), which included the ecosystem approach in this activity and by Mr. Ricardo Sáez from SERNAPESCA, encarged of CITES in that Institution, with the objective to address the activities related to the fact that *Lamna nasus* was included in Appendix II of that international Convention. By the end of the Workshop, along with the preparation of the Meetin Report included in this Report, a consensus of the participants suggested that it would be useful and important for this Working Group to participate with a presentation in the incoming The Sharks International Conference meeting to be held at Joao Pessoa, Brasil in june 2018. This meeting is

the collaborative work of Brazilian Society of Elasmobranch Studies (SBEEL), the American Elasmobranch Society (AES) of the United States and the Squalus Foundation of Colombia, institutions that normally have their own meetings but that in this opportunity will jointly organize this meeting. Therefore, with the help of the experts Drs. Francis and Olson, an abstract for an oral presentation was sent to participate in this meeting, which was approved by the Organizing Committee and it was then presented. Later, there was also another participation in the 14th meeting of the Working Party on Ecosystems and Bycatch (WPEB) of the Indian Ocean Tuna Commission (IOTC) in South Africa, where an updated version of the document presented at Joao Pessoa was given and this participation was important to gather directly information about *Lamna nasus* from South Africa and France and the WPEB Data Base. Finally there was a presentation at the 70th meeting of the Tuna Conference held at Lake Arrowhead, California, USA, in May 20 – 23, 2019, annually organized by IATTC and the NOAA/NMFS Southwest Fisheries Science Center (SWFSC).

The results of a bibliographic search are given and discussed, which also includes the information brought by the international experts invited to the Workshop, as well as the searching softwares available. This search was centered in three fundamental aspects, searching and recovering published information that could allow us to generate an updated version of the distribution map of the presence of *Lamna nasus* in the whole SH; data of size and sex distribution and reproductive aspects of the species in this geographic area.

With reference to the first aspect, we also obtained valuable information from Data Bases of several colleagues and Institutions like Dr. Jorge Colonello from INIDEP Argentina and Dr. Rodrigo Barreto from Brasil, that were met at The Sharks International Conference realized a meeting at Joao Pessoa, Brasil; of Dr. Charlene Da Silva from South Africa, Dr. Pascal Bahr from France, Drs. Paul De Bruyn and Fiorellato from the IOTC's Working Party on Ecosystem and Bycatch and more recently Dr. G. Duhamel from France. Also the Japanese colleagues Mikihiko Kai and Yasuko Semba, who are trying to get permission to share the raw data they have which is well known from the literature, to include it in the re-analysis, already included from their publications. Also a historic Data Base of biological information from the species has been built, through the Highly Migratory species Fisheries Monitoring Program and more recently

from the Ecosystem Approach of this Monitoring Program of years 2016 – 2019 and coordinate sampling programs with IFOP.

With all these data we have updated the records of the presence of *Lamna nasus*, in all the HS, widening the latitudinal band northward with an increase of approximately 10° of latitude, in particular off the northern Chilean coast, which could be considered as one of the first findings of this study, since it will contribute to modify the actual map developed by IUCN.

The result of the previous activities has been consolidated into three Knowledge Matrices on various aspects of the life history of the species, one that summarizes the information available in the country, a second with information from the Southern Hemisphere including all oceans, and a third with information of the species collected in the North Atlantic Ocean.

With respect to the size structure in Chilean captures, it has been determined that there is an important presence of juveniles (< 100 cm FL) and sub-adults (100 cm FL < 145 cm FL in males and 100 cm FL < 175 cm FL in females) according to the criterion established by Francis y Duffy (2005), and the more abundant presence of adult males over females in the Northern Chilean coast.

With respect to maturity and size at maturity, several research initiatives developed in the SH were analyzed, due to the fact that there were problems to access to biological information to produce the estimates, being the most reliable the one by Francis y Duffy (2005), who determined the size at maturity of 140-150 cm FL for males and 175-185 cm FL for females. However, using an intermediate approach that considered including the available information from Northern Chile and combine it with the information collected south of 50°S from the Southwest Atlantic coasts off Argentina and the Falkland/Malvinas Islands about the initial phases of the reproductive cycle, confirmed by the presence of pregnant females with early stages embryos. This approach allowed to produce estimates similar to those obtained by Francis & Duffy (2005), with a size at maturity of 154,0 cm FL for males and 175,4 cm LH, for females.

With respect to the information about the embryonic development, we have determined that there is a size gradient in the embryo size found since the Subantarctic Kerguelen Island to the Chilean Central, where five females with embryos of around 60-65 cm LT.

Finally, a summary of resolutions, agreements, recommendations, etc. applicable to the species or sharks in general, established by the different International Fisheries Organizations as well as Regulatory to protect wildlife fauna and its commerce and associated issues like the Convention on the Conservation of Migratory species of Wild Animals (CMS), its Memorandum of Understanding on the Conservation of Migratory Sharks (Shark MOU) and CITES.

Suggestions for potential management measures or actions are provided to be considered in the management of the species.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
COMPOSICION Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TECNICO	i
RESUMEN EJECUTIVO	iii
EXECUTIVE SUMMARY	vii
ÍNDICE GENERAL	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
3. ANTECEDENTES	2
3.1. Antecedentes Generales.....	2
3.2. Antecedentes en el hemisferio sur	4
3.3. Antecedentes en Aguas Chilenas.....	5
3.1.1. Recopilación de antecedentes bibliográficos del área.	11
4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.2.....	15
4.2.1. Área de estudio	15
4.2.2. Análisis espaciotemporal de la captura y esfuerzo de pesca	15
4.2.3. Distribución espacial de la densidad poblacional.....	17
4.2.4. Muestreo	18
4.2.4. Composición de tamaños en las capturas	19
4.2.4.1. Tamaño mínimo de muestra de la estructura de tallas	19
4.2.4.2. Composición de tallas en las capturas.....	20
4.2.5. Relación talla-peso	22
4.2.6. Estimadores de tendencia y/o dispersión de la longitud y peso	24
4.2.7. Proporción sexual	25
4.2.8. Proporción de juveniles	25
4.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.3.....	26
4.3.1. Antecedentes.....	26
4.3.2. Madurez sexual.....	26
4.3.3. Condición reproductiva	28

4.3.4.	Talla de madurez sexual	28
4.4.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2.4.....	33
4.4.1.	Reuniones con la Unidad de Biodiversidad, de la División de Administración Pesquera.....	33
5.	RESULTADOS.....	34
5.1.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2.1.....	34
5.1.1.	Identificación.....	35
5.1.2.	Taxonomía.....	36
5.1.3.	Biología	41
5.1.3.1.	Anatomía - Fisiología.....	41
5.1.3.2.	Edad y crecimiento.....	51
5.1.4.	Distribución espacial de <i>Lamna nasus</i> en el hemisferio sur.....	54
5.1.4.1.	Distribución espacial de <i>Lamna nasus</i> en el Océano Pacífico frente a aguas chilenas	54
5.1.4.2.	Distribución espacial de <i>Lamna nasus</i> en el Océano Atlántico	67
5.1.4.3.	Distribución espacial de <i>Lamna nasus</i> en el Océano Indico y parte del Pacífico sudoeste.....	73
5.1.4.4.	Distribución espacial de <i>Lamna nasus</i> en el Océano Austral	77
5.1.4.5.	Distribución espacial actualizada de <i>Lamna nasus</i> en el hemisferio sur	80
5.1.5.	Workshop, Congresos y Reuniones.....	82
5.1.5.1.	Workshop Southern Hemisphere <i>Lamna nasus</i> populations: Fisheries, Spatio - Temporal Distribution and Biology.....	82
5.1.5.2.	Participación en Congreso The Sharks International Conference.....	87
5.1.5.3.	Participación en el 14th Working Party on Ecosystem and Bycatch de IOTC	89
5.1.5.4.	Participación en la 70th Tuna Conference	94
5.1.6.	Matrices del conocimiento.	96
5.1.7.	Programa de investigación ad hoc a la especie.	101
5.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2.2.....	104

5.2.1.	Introducción.....	104
5.2.2.	Desembarques SERNAPESCA.....	105
5.2.3.	Distribución espacial de la densidad poblacional.....	107
5.2.4.	Distribución espacial de las tallas.....	112
5.2.5.	Muestreo	113
5.3.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2.3.....	116
5.3.1.	Revisión bibliográfica	116
5.3.1.1.	Reproducción en condrictios. Generalidades.	116
5.3.1.2.	Madurez y Escala de Madurez	118
5.3.1.3.	Talla de Madurez.....	132
5.4.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2.4.....	142
5.4.1.	Reuniones con la Unidad de Biodiversidad, de la División de Administración Pesquera.....	142
5.4.2.	Conservación y manejo de condrictios.....	143
5.4.2.1.	Regulaciones internacionales	143
5.4.2.1.1.	IPOA Sharks	143
5.4.2.1.2.	Plan de Acción Regional de Conservación y Manejo de Tiburones, Rayas y Quimeras en la Región del Pacífico Sudeste (PAR-Tiburón	146
5.4.2.2.	Regulaciones en la legislación chilena.....	146
5.4.2.2.1.	Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)	147
5.4.2.2.2.	Plan de Acción Nacional para la Conservación de Tiburones	150
5.4.3.	Regulaciones referidas a tiburones en general o <i>Lamna nasus</i> en particular, en los Organismos Internacionales.....	154
5.4.4.	Otras Regulaciones en los Organismos Internacionales.....	157
5.4.5.	Sugerencias de medidas de administración.	160
6.	DISCUSION Y CONCLUSIONES	162
6.1.	DISCUSION.....	162
6.2.	CONCLUSIONES.....	163
7.	REUNIONES y/o TALLERES.....	165

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	170
9. Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico.....	186
9.1 Total de Horas asignadas.....	186
9.2 Total de horas por objetivo específico.....	186
10. ANEXOS.....	189
ANEXO 1 Reporte del Taller Internacional de enero 2018	189
ANEXO 2. Levantamiento de información del Seguimiento Pesquerías Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico Año 2018.....	245
ANEXO 3. Métodos para manejo seguro y liberación de tiburones y rayas.....	273

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Desembarques de <i>Lamna nasus</i> de la flota pesquera artesanal redera en la pesquería del pez espada en aguas chilenas, por Región, años 2015 - 2019.	105
Tabla 2.	Desembarques de <i>Lamna nasus</i> de la flota pesquera artesanal redera en la pesquería del pez espada en aguas chilenas, por región de origen de las naves, años 2015 - 2019.....	106
Tabla 3.	Desembarques de <i>Lamna nasus</i> de la flota pesquera artesanal redera de la Región de Biobío en la pesquería del pez espada en aguas chilenas, años 2015 - 2019.	107
Tabla 4.	Composición por grupos de talla y sexo en las capturas de <i>Lamna nasus</i> en aguas chilenas y proporción de ejemplares maduros e inmaduros por gradiente latitudinal. Fuente: Acuña et al. (2001) Barría et al. (2001 – 2015) y Zárata et al. (2017, 2018).....	112
Tabla 5.	Caracteres distintivos de los estadios de madurez sexual propuestos para el estudio biológico pesquero de peces cartilagosos. En machos solo se incorporan los caracteres externos. Fuente: Colonello <i>et al.</i> (2011).	122
Tabla 6.	Criterios macroscópicos para determinar el estado de madurez sexual en hembras vivíparas (modificado de Colonello et al., 2011).....	123
Tabla 7.	Criterios morfológicos utilizados para determinar el estado de madurez sexual en machos de peces cartilagosos. Fuente: Colonello <i>et al.</i> (2011).	123
Tabla 8.	Índices utilizados para determinar la madurez básica en las hembras de marrajo sardinero (<i>Lamna nasus</i>) basados en los datos de Jensen et al. (2002) para las hembras de marrajo sardinero capturadas entre Georges Bank y los Grand Banks de Terranova, Canadá, durante 1979 - 1999. Adaptado de Walker (2005; Tabla 4.1).	130
Tabla 9.	Organos regionales de ordenación pesquera formadas con apoyo de FAO.	156

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Fig. 1.	Dos versiones de la distribución mundial del tiburón sardinero <i>Lamna nasus</i> . NB: Los límites norte y sur de la población del Hemisferio sur no son bien conocidos y pueden no ser representativos. Fuente: Arriba: IUCN (http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=11200), Abajo: Last & Stevens, 2009).....	3
Fig. 2.	Distribución de frecuencia de tallas de tiburón sardinero obtenido por puerto de desembarque y en alta mar, sexos combinados. Fuente: Acuña <i>et al.</i> (2001).	6
Fig. 3.	Distribución de frecuencia de tallas de tiburones sardineros capturados en alta mar durante el Proyecto FIP N° 2000-11 y FIP N° 2000-03, sexos combinados. Fuente: Acuña <i>et al.</i> (2001).	7
Fig. 4.	Distribución de frecuencia de talla por sexo del tiburón sardinero obtenido en toda el área de estudio. Fuente: Acuña <i>et al.</i> (2001).....	7
Fig. 5.	Nomenclatura de las diversas medidas somatométricas registradas en la especie de tiburón objetivo del estudio. (Dibujo modificado de Shark Trust ID Guide, 2010). El largo dorsal (LD) corresponde a la medida propuesta por Aasen (1963).....	8
Fig. 6.	Subdivisión del área de estudio asociada principalmente con la pesquería del pez espada <i>Xiphias gladius</i> . Fuente: Barría <i>et al.</i> (2016).	16
Fig. 7.	Distribución espacial de la densidad poblacional promedio (ton/mn ²) de jurel (<i>Trachurus murphyi</i>) entre 2010 y 2014.....	17
Fig. 8.	Medidas que se realizan en el clasper (órgano copulador) de los machos. LEC = largo exterior del clasper; ABC = ancho de la base del clasper y LIC = largo interior del clasper (Modificado de Compagno, 1984).....	27
Fig. 9.	Relación entre la longitud del cláspen y la longitud horquilla del tiburón sardinero (<i>Lamna nasus</i>) capturado entre 1961-1963 (arriba) y 1999-2001 (abajo). Tomado de Cassoff <i>et al.</i> (2007).....	29
Fig. 10.	Caracteres distintivos para la identificación de <i>Lamna nasus</i> : Primera aleta dorsal, quillas laterales en pedúnculo caudal y aleta caudal, hocico cónico y dientes tricúspides. Detalles en el texto.	36
Fig. 11.	Descripción original de <i>Squalus cornubicus</i> Gmelin 1789.	38
Fig. 12.	Descripción original y lámina de <i>Lamna nasus</i> (Fuente: Bonnaterre, 1788).	40
Fig. 13.	Rete mirabile suprahepática de <i>Lamna cornubica</i> . A= Punto de confluencia del sistema venoso en el corazón. Abreviaturas: A'= Parte de las venas transversales principales, ubicadas dentro del pericardio; A''= Parte de estas	

venas que se encuentran fuera del pericardio; **B**= Vena anterior del tronco; **B'**= Gran tronco venoso de las paredes musculares laterales; **C**= Red maravillosa derecha, es la parte arterial y su conexión con las arterias indicadas; **C'**= Red maravillosa izquierda, es la parte venosa y su conexión con las venas indicadas; **D.D.**= Los dos lóbulos del hígado; **D'**= Vesícula biliar; **D''**=Conducto biliar; **E.** estómago; **E'**. Porción pilórica del estómago; **F.**= Páncreas (Modificado de Müller, 1841). 42

Fig. 14. Diagrama de las rete mirabile (redes maravillosas) de *Lamna cornubica*. Abreviaturas: **a.cr.r.**= rete de la carótida anterior; **coel.mes.r.**= raíz aórtica coelo-mesentérica; **lat.cut.r.**= rete conectada a vasos laterales cutáneos en músculos del tronco; **lgst.sp.r.**= raíces aórticas espleno-gástrico-espermáticas; **psbr**= rete pseudobranquial; **s.hep.r.**= rete supra-hepática; **s.re.r.**= rete subrenal, bajo los riñones. (Modificado de Burne, 1923). 43

Fig. 15. (A) Lado izquierdo del cráneo de *Lamna cornubica*, disectado de la parte ventral para mostrar las arterias carótidas. A la izquierda se muestra la cavidad craneana (desplazada), como si se viera desde el plano mesial; nervios en negro; arterias en blanco; venas punteadas. Abreviaturas: **a.cr.r.**= rete carótida anterior; **a.cr.a.**= arteria carótida anterior; **aff.psbr.a.**= arteria pseudobranquial aferente; **comm. a.**= rama comisural de la arteria carótida posterior; **eff.br.**= arterias branquiales eferentes; **ep.br.**= arterias epibranquiales; **hy.ep.**, rama hioideo epibranquial de la arteria carótida posterior; **hymd.**, cartílago hiomandibular; **int.cr.a.**= arteria carótida interna; **mx.a.**= arteria maxilar; **opt.n.**= nervio óptico; **p.cr.a.**= arteria carótida posterior; **p.cr.r.**= rete carótida posterior; **psbr.**= rete pseudobranquial. (B) Disección lateral profunda de la región branquial derecha de *L. cornubica*, mostrando las arterias dorsales alimentadoras de las bolsas branquiales y comienzo de la arteria lateral cutánea. Abreviaturas: **aff.psbr.a.**= arteria pseudobranquial aferente; **br.p.**= pared mesial de la bolsa branquial; **eff.br.**= arterias branquiales eferentes; **ep.br.**= arterias epibranquiales; **ex.br.**= cartílago extrabranquial; **jug.v.**= vena yugular; **l.c.**= canal de la línea lateral; **lat.cut.a.**= arteria lateral cutánea inferior; **nut.a.**= arterias dorsales nutritivas de las bolsas branquiales; **sp.**= espiráculo. (Modificado de Burne, 1923). 45

Fig. 16. Disección lateral profunda de la región branquial derecha de *L. cornubica*, mostrando las arterias dorsales alimentadoras de las bolsas branquiales y comienzo de la arteria lateral cutánea. Abreviaturas: **aff.psbr.a.**= arteria pseudobranquial aferente; **br.p.**= pared mesial de la bolsa branquial; **eff.br.**= arterias branquiales eferentes; **ep.br.**= arterias epibranquial; **ex.br.**= cartílago extrabranquial; **jug.v.**= vena yugular; **l.c.**= canal de la línea lateral; **lat.cut.a.**= arteria lateral cutánea; **nut.a.**= arterias dorsales nutritivas de las bolsas branquiales; **sp.**= espiráculo. (Modificado de Burne, 1923). 46

- Fig. 17. Sección transversal del tronco de *L. cornubica*, a nivel de la primera aleta dorsal, mostrando las posiciones del lateral cutáneo, lateral cutáneo inferior y arterias y venas laterales y la columna de músculo irrigado por la rete lateral cutánea. Abreviaturas: a.o.= aorta; l.c.= canal de la línea lateral; lat.cut.a.v.= arteria y vena lateral cutánea inferior; lat.cut.r.= rete lateral cutánea en los músculos del tronco; raíz de la arteria lateral cutánea inferior desde la rete supra-hepática; l.lat.cut.a.v.= arteria y vena lateral cutánea; lat.a.v.= arteria y vena lateral. (Modificado de Burne, 1923)..... 47
- Fig. 18. Arterias hipobranquial y visceral de *L. comubica* vistas desde dorsal. Lado izquierdo del esófago cortado en la derecha para exponer la rete supra-hepática; Arterias, en negro; venas, punteadas. Abreviaturas: **an.**= anastomosis entre arterias lateral cutánea y lateral cutánea inferior; **ao.**= aorta; **b.d.**= ducto biliar; **cff.br.**= arterias branquiales eferentes; **coel.mes.a.**= arteria coelo-mesentérica; **coel.mes.r.**= raíz aórtica coelo-mesentérica; **coll.tr.**= tronco colector de la rete supra-hepática; **comm.1**= comisura que da origen a la arteria hipobranquial media; **comm.2, 3.**= comisuras dan origen a arterias pericárdicas; **d.cor.a.**= arteria dorsal coronaria; **d.int.a.**= arteria intestinal dorsal; **ga.**= arteria gástrica; **h.a.**= arteria hepática; **h.s.**= seno hepático original; **h.v.**= vena hepática; **jug.v.**= vena yugular; **l.**= hígado; **l.gst.a.**= arteria lieno-gástrica; **l.gst.sp.r.**= raíces aórticas lieno-gástricas-espermáticas; **l.lat.cut.a.**= arteria lateral cutánea inferior; ; **l.lat.cut.r.**= raíz de la arteria lateral cutánea desde la rete supra-hepática; **lat.hpbr.a.**= cadena conectora lateral hipobranquial; **md.a.**= arteria mandibular; **m.hpbr.a.**= arteria hipobranquial media; **oes.**= esófago; **p.**= paso entre los senos hepático y espermáticos; **pan.**= pancreas; **pc.a.**= arteria pericárdica; **p.cd.v.**= vena cardinal posterior; **pt.**= borde del peritoneo cortado; **py.**= píloro; **sc.**= escápula; **s.cl.a.**= arteria subclaviana; **s.hep.r.**= rete supra-hepática; **sp.a.**= arteria espermática; **spl.**= bazo; **sp.s.**= seno espermático; **ssc.c.s.**= seno subscápulo-cardinal; **st.**= estómago; **sy.g.**= ganglio simpático; **v.int.a.**= arteria intestinal ventral. (Modificado de Burne, 1923)..... 48
- Fig. 19. (A) Región cloacal y parte posterior del riñon de *Lamna comubica*, mostrando la parte posterior expuesta de la rete subrenal y los vasos sanguíneos en conexión con ella. Abreviaturas: cl.a.= arteria cloacal; cl.v.= vena cloacal; lat.a.= arteria lateral; l.lat.cut.a.= arteria lateral cutánea inferior; kid.= riñon; s.re.r.= rete subrenal. (B) La cloaca y parte posterior del riñon de *L. comubica*, en sección sagital, mostrando la posición y extensión de la rete subrenal. Abreviaturas: abd.p.= poro abdominal; cl.a.= arteria cloacal; cl.v.= vena cloacal; kid.= riñon; r.= recto; sp.sc.= saco espermático; s.re.r.= rete subrenal; u.g.p.= papila uro-genital; u.r.= uréteres; v.d.= vas deferens. (Modificado de Burne, 1923). 49
- Fig. 20. Largo total (L) y largo dorsal (I). Medidas propuestas por Aasen (1963)..... 52

Fig. 21.	(A) Vértebras de tiburón sardinero (porbeagle), mostrando el patrón de bandas marcado por puntos blancos, (B) Valores de Bomba de carbono en anillos de vértebras.....	53
Fig. 22.	Registros de captura de tiburones reportados en los documentos SAC de CIAT (IATTC). Las estrellas muestran las posiciones geográficas de los ejemplares de <i>Lamna nasus</i> reportados por Natario (2017), y los registros entre 20° - 40°S, las posiciones donde potencialmente se podría registrar la presencia de esta especie.....	56
Fig. 23.	Zonas de pesca de la flota artesanal peruana que captura tiburones, entre ellos algunos ejemplares de <i>L. nasus</i> (tomado de Doherty <i>et al.</i> , 2014; Material suplementario) (izquierda) y Cartilla de identificación de Principales especies de Tiburones en el Perú (Pro-Delphinus) (derecha).	57
Fig. 24.	Presencia de <i>Lamna nasus</i> en Perú, de acuerdo con IMARPE (2015) (izquierda) y Romero <i>et al.</i> (2015) (derecha).	58
Fig. 25.	Area de estudio donde se realizaron los lances de pesca de Yáñez <i>et al.</i> (2004), en la cordillera de Nazca.....	60
Fig. 26.	Pesquería industrial y artesanales que operan sobre recursos altamente migratorios en la zona norte y centro de Chile. Fuente: Zárate <i>et al.</i> (2017, 2018).	61
Fig. 27.	Presencia de <i>Lamna nasus</i> , representada por la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) representada en celdas de 5-grados obtenida por observadores en cruceros de investigación con palangre del Japan Marine Fisheries Resources Research Center (JAMARC, arriba) y crucero de investigación con redes a la deriva (drifnet) para capturar <i>Allothunnus fallai</i> y <i>Braminae</i> spp. de JAMARC (abajo). Las cruces significan sin captura (Modificado de Semba <i>et al.</i> , 2013).	65
Fig. 28.	Información sobre presencia de <i>Lamna nasus</i> en el Océano Pacífico Sudeste, tanto publicada como no publicada.	66
Fig. 29.	Medidas corporales del ejemplar macho de <i>L. nasus</i> , registrado en Lahille (1928) Bigelow & Schroeder (1948) en su trabajo sobre los Peces del Atlántico Noroeste señalaron que <i>Lamna</i> está presente frente a Argentina, aunque en ese momento no identificaron la especie como <i>L. nasus</i> sino que como cercanamente relacionada.	67
Fig. 30.	Información sobre presencia de <i>Lamna nasus</i> en el Océano Atlántico Sur, tanto publicada como no publicada.	72
Fig. 31.	Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) representada en celdas de 5-grados obtenida por observadores en la pesquería de palangre de atún de aleta azul del	

	Sur (southern bluefin tuna (SBT). Las cruces significan sin captura. (Modificado de Semba et al., 2013).	75
Fig. 32.	Información sobre presencia de <i>Lamna nasus</i> en el Océano Índico y parte del Océano Pacífico Suroeste, tanto publicada como no publicada.	76
Fig. 33.	Información sobre presencia de <i>Lamna nasus</i> en la zona del Océano Austral, tanto publicada como no publicada.	79
Fig. 34.	Disponibilidad de información sobre distribución <i>Lamna nasus</i> en el Hemisferio Sur, tanto publicada como no publicada y aportada por los investigadores miembros del Equipo de Trabajo, durante o después del Workshop (Argentina, Brasil, Islas Falklands, flota portuguesa, etc.) o conseguida posteriormente por el Consultor.	81
Fig. 35.	Invitación al Workshop internacional.....	83
Fig. 36.	Boxplots de la variación estacional en latitud de hembras maduras (>175 cm LH) de <i>L. nasus</i> con marcas satelitales en Nueva Zelanda (modificado de Francis et al. (2015a, arriba) y distribución espacio-temporal en aguas chilenas en este estudio (abajo).	97
Fig. 37.	Esquema conceptual del conocimiento actual sobre el ciclo reproductivo de <i>Lamna nasus</i> en aguas chilenas.	101
Fig. 38.	Mapa parcial de distribución <i>Lamna nasus</i> en el Hemisferio Sur. Océano Pacífico modificado para visualizar la relación entre las latitudes de Nueva Zelanda y Chile.....	104
Fig. 39.	Distribución espacial de la presencia (número de lances/registros de pesca) de <i>Lamna nasus</i> entre 2000 y 2018.	108
Fig. 40.	Distribución espacial de la presencia (número de lances/registros de pesca) de <i>Lamna nasus</i> entre 2000 y 2018 en el Océano Pacífico central y oriental.	109
Fig. 41.	Distribución espacial de la presencia (número de lances/registros de pesca) de <i>Lamna nasus</i> entre 2000 y 2018 en el Océano Atlántico Sur.....	110
Fig. 42.	Distribución espacial de la presencia (número de lances/registros de pesca) de <i>Lamna nasus</i> entre 2000 y 2018 en el Océano Índico y Pacífico occidental.	110
Fig. 43.	Zonas de pesca de <i>Lamna nasus</i> en el norte de Chile, todas las pesquerías juntas. Fuente: Acuña et al. (2001), Barría et al. SRAM (2001 – 2015) y Zárate et al. (2017, 2018). La leyenda representa la presencia de <i>L. nasus</i> en celdas de 30 x 20 mn.	111
Fig. 44.	Distribuciones de frecuencia de tallas de machos (arriba) y hembras (abajo) de <i>Lamna nasus</i> capturados en el centro - norte de Chile, separados en juveniles (< 100 cm LH; subadultos machos (entre 100 – 145 cm LH), subadultos hembras (entre 100 – 175 cm LH) y adultos machos y hembras (>145 cm LH y >175 cm	

	LH, respectivamente). Fuente: Acuña <i>et al.</i> (2001) Barría <i>et al.</i> (2001 – 2015) y Zárata <i>et al.</i> (2017, 2018).	113
Fig. 45.	Embrión de <i>L. nasus</i> y canal alimentario, foto y dibujo originales de Lohberger (1910), donde se describe las características del estómago del vitelo (yolk stomach o “paunch”). Fotografía de un útero abierto mostrando un embrión en desarrollo entremedio de cápsulas de huevos (Modificado de Jensen <i>et al.</i> , 2002).	118
Fig. 46.	Sistema reproductivo de <i>L. nasus</i> : (A) tracto reproductivo del macho con detalles de la cabeza del epidídimo y la <i>ampulla epididymis</i> y (B) tracto reproductivo de la hembra con detalles de la parte superior del oviducto que llega al ostium (Modificado de Jensen <i>et al.</i> 2002).	119
Fig. 47.	Estados de madurez esquemáticamente ilustrados para tiburones vivíparos aplacentados. (Modificado de Stehmann, 2002).	121
Fig. 48.	Estadios y criterios de madurez sexual en hembras juveniles de peces cartilagosos. Fuente: Colonello <i>et al.</i> (2011).	124
Fig. 49.	Estadios y criterios de madurez sexual en hembras vivíparas de peces cartilagosos. Fuente: Colonello <i>et al.</i> (2011).	125
Fig. 50.	Fotografías de estadios de madurez, en reposo y en ovulación de <i>L. nasus</i> . (A) Ovario de una hembra de 248 cm LH en reposo reproductivo, (B) Ovario maduro de una hembra ovulando de 249 cm LH (Fuente: Natanson <i>et al.</i> (2019), Foto Ovario completo gentileza L. Natanson NOAA).	126
Fig. 51.	Estadios y criterios de madurez sexual en machos vivíparos de peces cartilagosos. Fuente: Colonello <i>et al.</i> (2011).	127
Fig. 52.	Características morfológicas y morfométricas de los órganos reproductores de <i>L. nasus</i> , de acuerdo a Natanson <i>et al.</i> (2019).	131
Fig. 53.	Estimación de la talla de madurez de tiburón sardinero (<i>L. nasus</i>) en el Atlántico Norte para machos y hembras (Jensen <i>et al.</i> 2002); Pacífico Suroeste (Francis & Duffy, 2005) y Atlántico suroeste (Colonello, 2018 y Forselledo (2012). Machos, a la izquierda y Hembras a la derecha.	133
Fig. 54.	Estimación de la talla de madurez de tiburón sardinero (<i>L. nasus</i>) en el Pacífico Sureste y Atlántico Occidental (Argentina e Islas Falkland combinados) para machos (arriba) y hembras (abajo). La línea roja representa el ajuste de la función de madurez y las líneas negras segmentadas el intervalo de confianza a distintos niveles de madurez. La línea azul es la talla al 50% de madurez.	134
Fig. 55.	Embrión grande de <i>Lamna</i> (A), Embrión pequeño de <i>Lamna</i> , (aprox. ½ grande). (B y C). A = Aleta anal; Ba = Aleta ventral; Br = Aleta pectoral; do = estómago; gr = cicatriz; ki = quilla; ksp1-5 = hendiduras branquiales; md =	

	abertura bucal; <i>na</i> = abertura nasal; <i>o</i> = ojo; <i>R1</i> = Primera aleta dorsal, <i>R2</i> = Segunda aleta dorsal; <i>Sch</i> = Aleta caudal. (Modificado de Lohberger 1910).	136
Fig. 56.	Estados embrionarios de <i>L. nasus</i> . A: Embriones en fase temprana; B: macho de 19,8 cm LH (izquierda) y hembra de 20,7 cm LH (derecha); C: vista anterior de la cabeza de un embrión de 9,6 cm LH mostrando la dentadura; D: hembra de 34,2 cm LH; E: cápsulas vacías; F: hembra de 40,3 cm LH; G: hembra de 58,0 cm LH (Francis com. pers.).	137
Fig. 57.	Estados embrionarios tempranos de <i>L. nasus</i> , registrados en las pesquerías de Argentina. Desgraciadamente no se cuenta con medidas de los mismos (Colonello, com. pers.).	138
Fig. 58.	Variación mensual en la talla promedio de embriones de <i>L. nasus</i> de cuatro localidades del Hemisferio sur (símbolos blancos, $n= 39$, $r^2= 0,27$), y del Atlántico noroeste y noreste (símbolos negros, $n= 29$, $r^2= 0,70$). (Adaptada de Francis & Stevens, 2000).	139
Fig. 59.	Registro de hembras preñadas en el Océano Indico y mar de Tasmania (modificado de Semba et al., 2013).	140
Fig. 60.	Embriones a término de <i>L. nasus</i> , registrados en la pesquería de palangre industrial de <i>Xiphias gladius</i> de Chile. (Fuente: Acuña et al., 2001).	140
Fig. 61.	Embriones a término de dos hembras de <i>L. nasus</i> , capturadas en la pesquería redera artesanal de <i>Xiphias gladius</i> de Chile, junio 2020.	141
Fig. 62.	Areas de influencia de las distintas Organizaciones Regionales de Pesca (ORPs) que tienen relación con el manejo de recursos marinos de aguas costeras y oceánicas en los océanos del Hemisferio Sur.	155
Fig. 63.	Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto “Biología reproductiva del tiburón sardinero <i>Lamna nasus</i> en Chile”.	166
Fig. 64.	Capturas de pantalla de las exposiciones y participantes del Taller de Difusión de resultados del proyecto “Biología reproductiva del tiburón sardinero <i>Lamna nasus</i> en Chile”.	167
Fig. 65.	Distribución mundial del tiburón sardinero <i>Lamna nasus</i> (Compagno, 1984; Last & Stevens, 2009).	191
Fig. 66.	Desembarques (toneladas métricas, mt) de tiburón sardinero <i>Lamna nasus</i> en el Atlántico noroeste entre 1961 y 2008 (área NAFO 2-6, Campana et al. 2010).	193
Fig. 67.	Captura por unidad esfuerzo para el palangre (arriba) y red de deriva (abajo) de la flota atunera japonesa en el hemisferio sur. En rojo datos de observadores a bordo de naves comerciales y en celeste prospecciones científicas. Información acumulada entre 1994 y 2011 (Semba et al. 2013).	194

Fig. 68.	Distribución espacial de la densidad relativa de tiburón sardinero (arriba) y esfuerzo de pesca acumulado (abajo) entre 1960 y 2015 en celdas de 5 x 5°. Escala: amarillo (bajo) a rojo (alto) (Hoyle <i>et al.</i> 2017).....	195
Fig. 69.	Capturas (proporción) según arte de pesca en la ZEE de Nueva Zelandia entre 2008 y 2011 (Francis 2013).....	196
Fig. 70.	Distribución espacial de las capturas de tiburón sardinero en la ZEE de Nueva Zelandia según arte de pesca entre 2008 y 2011 (Francis 2013).....	197
Fig. 71.	Distribución temporal (mensual) de las capturas de tiburón sardinero en la ZEE de Nueva Zelandia entre 2008 y 2011 (Francis 2013). FMA = área de manejo pesquero (Fisheries Management Area).	198
Fig. 72.	Distribución espacial de machos (izquierda) y hembras (derecha) de tiburón sardinero según estratos de tamaño. Arriba: juveniles (< 100 cm longitud horquilla, LH), Centro: 100-145/175 cm LH (sub-adultos); Abajo: adultos (> 145/175 cm LH).....	199
Fig. 73.	Capturas anuales de tiburón sardinero entre 1989 y 2015 (arriba) y esfuerzo de pesca de la flota palangrera (número de anzuelos) en la ZEE de Nueva Zelandia entre 1980 y 2015 (Ministry for Primary Industries 2016).....	200
Fig. 74.	Distribución relativa (interpolada) de las capturas de tiburón sardinero en Australia. Arriba: durante el período de operación de la flota palangrera japonesa (1991-1997). Abajo: periodo después de la operación de la flota japonesa (1998-2012). Fuente: Bruce <i>et al.</i> (2013).	202
Fig. 75.	Flotas que participan en la pesquería de pez espada (<i>Xiphias gladius</i>), dorado de altura <i>Coryphaena hippurus</i> y marrajo o mako, <i>Isurus oxyrinchus</i> en Chile, donde se captura tiburón sardinero.	203
Fig. 76.	Distribución espacial de las flotas que participan en la pesquería de pez espada (<i>Xiphias gladius</i>) en Chile.	204
Fig. 77.	Distribución espacial de machos (izquierda) y hembras (derecha) de tiburón sardinero según estratos de tamaño. Arriba: juveniles (< 70 cm LH); Centro: > 145 cm LH; Abajo: adultos (> 175 cm LH).	206
Fig. 78.	Distribución espacial de presencia de tiburón sardinero en pesquerías costeras, principalmente al sur de los 40°S, en Chile.	206
Fig. 79.	Capturas (kg) de tiburón sardinero en Chile según flota entre 2001 y 2016.	207
Fig. 80.	Capturas mensuales (número de ejemplares) de tiburón sardinero en Chile entre 2001 y 2016.	207
Fig. 81.	Distribución total de la flota palangrera pelágica brasileña entre 1979-1998 (arriba) y 1998 - 2007 (Barreto <i>et al.</i> 2015).	208

Fig. 82.	Distribución total de la flota palangrera pelágica brasileña entre 1978 y 2012 (Sant'Ana <i>et al.</i> 2017).....	209
Fig. 83.	Distribución espacial de lances de pesca con palangre en la pesquería pelágica brasileña frente al Estado de Río Grande y la Elevación de Río Grande (arriba) y rendimiento de pesca de tiburón sardinero (abajo).....	210
Fig. 84.	Gradiente latitudinal del rendimiento de pesca (ejemplares/1000 anzuelos) de tiburón sardinero en la pesquería pelágica brasileña frente al Estado de Río Grande.....	211
Fig. 85.	Distribución total de la flota palangrera pelágica uruguaya (puntos azules) y eventos de captura de <i>Lamna nasus</i> (puntos rojos) entre 1982 y 2008 (Pons & Domingo 2010).....	212
Fig. 86.	Distribución espacial de (A) lances de pesca y (B) tasa observada de captura incidental de tiburón sardinero (<i>Lamna nasus</i>) por la flota argentina de surimi en el Atlántico suroccidental desde 2006 a 2012. Celdas con resolución de 0,2°. Las líneas grises son las isobatas de 100, 200 y 1000 m.	213
Fig. 87.	Captura acumulada de tiburón sardinero entre 2006 y 2017 en la flota de arrastre en torno a las Islas Falkland. La línea roja delimita la Zona de Conservación y Manejo Interno de las Islas Falkland (FICZ) y la línea verde la Zona de Conservación Exterior (FOCZ).	215
Fig. 88.	Captura acumulada de tiburón sardinero entre 2006 y 2017 en la flota de palangre de profundidad en torno a las Islas Falklands. La línea roja delimita la Zona de Conservación y Manejo Interna de las Islas Falklands (FICZ) y la línea verde la Zona de Conservación Exterior (FOCZ).....	216
Fig. 89.	Capturas anuales de tiburón sardinero entre 2006 y 2017 en torno a las Islas Falklands debido a la flota de palangre de profundidad (arriba) y la flota de arrastre (abajo).....	217
Fig. 90.	Capturas mensuales de tiburón sardinero entre 2006 y 2017 en torno a las Islas Falkland debido a la flota de palangre de profundidad (arriba) y la flota de arrastre (abajo).....	218
Fig. 91.	Distribución espacial de la presencia de tiburón sardinero en el Pacífico Suroriental y Atlántico Suroccidental. Los puntos representan lances de pesca, y los polígonos representan información acumulada para el área correspondiente.....	220
Fig. 92.	Relación de la longitud externa del cláspes derecho con la longitud horquilla de tiburón sardinero en el Atlántico noroccidental. También se indica la cantidad relativa de calcificación del cláspes y la presencia o ausencia de espermatozoides (Jensen <i>et al.</i> 2002).....	222

Fig. 93.	Ojivas de madurez para machos y hembras de tiburón sardinero en el Atlántico noroccidental: (A) ojivas basadas en la longitud, (B) ojivas basadas en la edad. Se indica la talla/edad media (50%) de madurez (Jensen <i>et al.</i> 2002).	223
Fig. 94.	Composición de tamaños de ejemplares paridos (Francis <i>com. pers.</i> 2018).	224
Fig. 95.	Diferentes estados embrionarios de tiburón sardinero. A: Embriones en fase temprana; B: macho de 19,8 cm (izquierda) y hembra de 20,7 cm (derecha); C: vista anterior de la cabeza de un embrión de 9,6 cm; D: hembra de 34,2 cm; E: cápsulas vacías; F: hembra de 40,3 cm; G: hembra de 58,0 cm (Francis <i>com. pers.</i>).	225
Fig. 96.	Estimación de la talla de madurez de tiburón sardinero (<i>Lamna nasus</i>) en el Pacífico Suroccidental. Arriba: machos; Abajo: hembras (Francis & Stevens, 2000).	226
Fig. 97.	Variación mensual de la longitud media de embriones de tiburón sardinero del Hemisferio Sur (Pacífico Suroccidental; puntos rojos) y del Atlántico Noroccidental (puntos azules) (Francis <i>com. pers.</i>).	227
Fig. 98.	Composición de tamaños de tiburón sardinero capturados en los cruceros de marcaje de noviembre de 2015 y marzo de 2016 (Zárate <i>com. pers.</i>).	228
Fig. 99.	Vista de la cavidad abdominal de una hembra (izquierda) y macho (derecha) de tiburón sardinero juvenil capturado durante los cruceros de marcaje en aguas chilenas (Zárate <i>com. pers.</i>).	229
Fig. 100.	Proporción de estados de madurez de tiburón sardinero en Atlántico sur (Islas Falklands) según estación (izquierda) e intervalo de tamaño (derecha) por sexo (machos: arriba; hembras: abajo). Verano: enero-marzo (Ene - Mar); Otoño: abril - junio (Abr - Jun); Invierno: julio-septiembre (Jul - Sep) y Primavera: octubre - diciembre (Oct - Dic). (Arkhipkin <i>com. pers.</i>).	231
Fig. 101.	Composición de tamaños de tiburón sardinero por sexo en el suroeste (izquierda) y noreste (derecha) de Nueva Zelanda en abril - julio de 1997. El panel inferior incluye ejemplares sin determinación del sexo (Francis & Stevens 2000).	232
Fig. 102.	Composición de tamaños de tiburón sardinero por región, norte (izquierda) y sur (derecha) de Nueva Zelanda, y sexo (machos: arriba; hembras: abajo). La línea segmentada indica aproximadamente la talla media de madurez (Francis <i>et al.</i> 2001).	233
Fig. 103.	Composición de tamaños de tiburón sardinero por región, norte (arriba), suroeste (centro) y sureste (abajo) de Nueva Zelanda en abril-julio de 1993 -2005 (Francis <i>et al.</i> 2007).	234

Fig. 104.	Composición de tamaños de tiburón sardinero por sexo en la ZEE (arriba), norte (centro) y sur (abajo) de Nueva Zelanda para el periodo 1998-2012 (acumulado). Francis (<i>com. pers.</i>).....	235
Fig. 105.	Proporción sexual (machos) de tiburón sardinero entre 1983 y 2013 al norte y suroeste de Nueva Zelanda. Francis (<i>com. pers.</i>).....	236
Fig. 106.	Composición de tamaños de tiburón sardinero por sexo en Australia en abril-julio de 1997. El panel inferior incluye ejemplares sin determinación del sexo. Francis & Stevens (2000).	237
Fig. 107.	Composición de tamaños de tiburón sardinero en la flota palangrera (arriba: artesanal; abajo: industrial) y sexo (machos: izquierda; hembras: derecha) en el Pacífico Suroriental entre 2001 y 2006. La línea roja segmentada representa aproximadamente la talla media de madurez (Zárate, <i>com. pers.</i>).....	238
Fig. 108.	Composición de tamaños de tiburón sardinero en la flota de enmalle (arriba) y espinel artesanal (abajo) y sexo (machos: izquierda; hembras: derecha) en el Pacífico Suroriental entre 2001 y 2006. La línea roja segmentada representa aproximadamente la talla media de madurez (Zárate, <i>com. pers.</i>).....	239
Fig. 109.	Composición de tamaños de tiburón sardinero en la flota palangrera de Uruguay. Las verticales segmentadas representan aproximadamente la talla media de madurez (Andrés Domingo, <i>com. pers.</i>).....	240
Fig. 110.	Composición de tamaños de tiburón sardinero en las capturas de arrastre (izquierda) y palangre (derecha) por sexo (arriba: machos; abajo: hembras) en muestras provenientes de las Islas Falkland. Si indica el tamaño de muestra en cada caso. Arkhipkin <i>com. pers.</i>	242
Fig. 111.	Composición de tamaños (frecuencia relativa) de tiburón sardinero capturado por la flota palangrera de Uruguay y de la flota arrastrera y palangrera de las Islas Falklands.	243

1. OBJETIVO GENERAL

Obtener antecedentes biológico - reproductivos sobre el tiburón sardinero *Lamna nasus* objeto de pesquería directa o como fauna acompañante en las pesquerías chilenas.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1.** Realizar una revisión bibliográfica del conocimiento de la biología y pesca del tiburón sardinero en Chile.
- 2.2.** Caracterizar la estructura espacial de talla, proporción y madurez sexual del tiburón sardinero en aguas chilenas.
- 2.3.** Determinar el ciclo reproductivo y la talla media de madurez del tiburón sardinero en aguas chilenas.
- 2.4.** Sugerir recomendaciones de administración pesquera en base a los resultados obtenidos en los objetivos específicos anteriores.

3. ANTECEDENTES

3.1. Antecedentes Generales

Los peces cartilaginosos, Clase Chondrichthyes son el grupo más antiguo sobrevivientes de vertebrados con mandíbula. Son un grupo de gran tamaño y diversidad que incluye aproximadamente entre 1188 especies de tiburones, rayas y quimeras (Weigmann, 2016). La Subclase dominante corresponde a los Elasmobranchii, que incluye a los tiburones y rayas. Existen alrededor de 509 especies de tiburones asignados a 9 Ordenes, siendo los principales los Carcharhiniformes con 284 especies (55,8%), Squaliformes con 119 especies (23,4%), Orectolobiformes con 45 especies (8,8%) y Lamniformes con 16 especies (3,14%) (Weigmann, 2016). Las pesquerías de elasmobranquios como tales han tenido bajos niveles de producción en comparación con las de teleósteos; los productos han sido generalmente de menor valor, aunque un número significativo son capturados como fauna acompañante (bycatch) en otras pesquerías, como la de atunes y pez espada (Buencuerpo *et al.*, 1998; Francis *et al.*, 2001; Acuña *et al.*, 2002). En los pocos casos en que las pesquerías han apuntado a especies de alto valor, los stocks a menudo han colapsado antes que se implementara un manejo para ellas. Las mayores dificultades que enfrentan los investigadores y administradores intentando evaluar y manejar las poblaciones de tiburones y rayas son la falta de información de calidad, herramientas de manejo y voluntad política (Camhi *et al.*, 1998).

De acuerdo con Compagno (1984) *Lamna nasus* es un tiburón epipelágico, más abundante en áreas de pesca oceánicas y ocasionalmente en áreas cercanas a la costa, prefiere aguas frías (< 18°C) y no ocurre en aguas ecuatoriales. En la Fig. 1, se muestran dos versiones relativamente similares de la distribución mundial actualmente vigente del tiburón sardinero *Lamna nasus*, donde en ambas alternativas se destaca su presencia en latitudes altas en ambos hemisferios, con una distribución centrada en el Océano Atlántico y áreas adyacentes en el hemisferio norte mientras en el hemisferio sur su distribución es circumglobal en una franja latitudinal relativamente similar, aunque se restringe un tanto al sur de Africa. Esta distribución en el hemisferio sur resuelve la duda planteada por Compagno (1984) con respecto a la presencia de *L. nasus* en este sector del mundo.

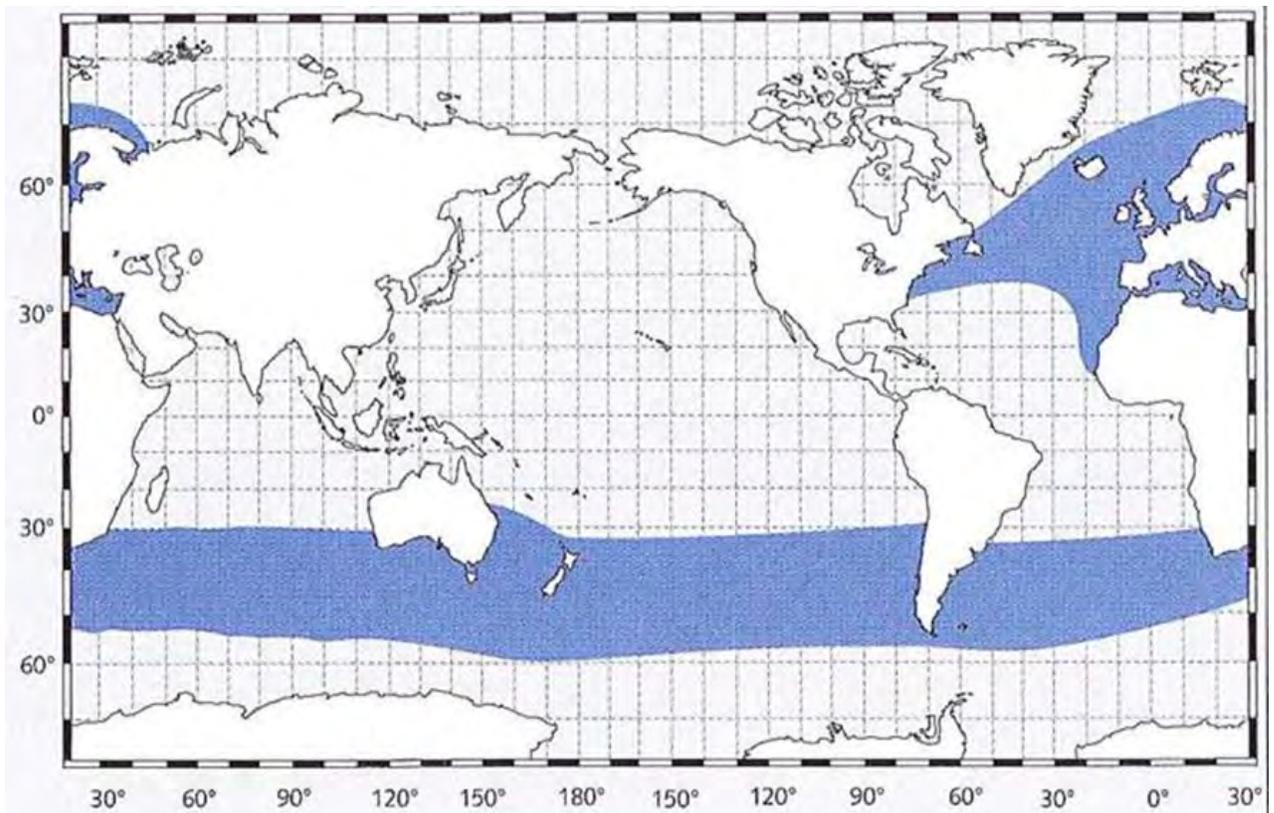


Fig. 1. Dos versiones de la distribución mundial del tiburón sardinero *Lamna nasus*. NB: Los límites norte y sur de la población del Hemisferio sur no son bien conocidos y pueden no ser representativos. Fuente: Arriba: IUCN (<http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=11200>), Abajo: Last & Stevens, 2009).

3.2. Antecedentes en el hemisferio sur

Desde el punto de vista batimétrico, *L. nasus* se encuentra tanto en la superficie como en profundidad, habiéndose capturado hasta por lo menos 366 m (Compagno, 1984). Recientemente, Francis *et al.* (2015) marcaron especímenes obtenidos en palangreros que capturan atún aleta azul, atún ojo grande y pez espada, utilizando marcadores satelitales por periodos entre 72 y 300 días, registraron movimientos horizontales entre cientos a miles de km, con un máximo cercano a los 10.000 km en aguas del hemisferio sur alrededor de Nueva Zelandia. Hembras maduras de la especie realizaron migraciones estacionales latitudinales desde aproximadamente 46 a 48°S en verano hasta los 35 a 38°S durante invierno a primavera, cuando estarían dando nacimiento a sus crías. Los ejemplares realizaron migraciones verticales diarias, realizando inmersiones más profundas durante el día que en la noche, comenzando éstas generalmente al amanecer y terminando al atardecer, con duraciones entre 11 a 15 horas, dependiendo de la duración del día. Todos los tiburones se sumergieron hasta al menos 600 m con un máximo de 1.024 m, permaneciendo la mayor parte del tiempo durante el día en profundidades entre 200 y 600 m, en el océano abierto.

Muy recientemente, en agosto de 2017, durante la 13ava. Sesión regular del Comité Científico de la Western Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC), se presentaron varios importantes documentos que se refieren a la especie: como por ej. Hoyle *et al.* (2017) realizaron un *stock status assessment* de *Lamna* en el hemisferio sur que incluyó la participación de científicos de Argentina, Chile, Japón, Nueva Zelandia y Uruguay. En este documento se reconoce que la estructura poblacional de la especie no está bien comprendida, pero que resulta improbable que ésta corresponda a un stock único bien mezclado para propósitos de manejo, por lo cual los autores definieron cinco subpoblaciones o regiones por longitud 1) Atlántico oeste, 2) Indico oeste/Atlántico este, 3) Indico este, 4) Pacífico oeste y 5) Pacífico este. Los análisis de indicadores, además de proveer series de tiempo para monitorear cambios poblacionales, revelaron patrones espaciales de distribuciones de tamaño y sexo, y relaciones con variables ambientales. Estos análisis son aportes críticos a las evaluaciones de status de stocks porque ayudan a determinar la estructura de los modelos. Forselledo *et al.* (2017) aportaron CPUE estandarizadas de *Lamna* capturados por la flota de longline uruguaya en el Atlántico suroeste

entre 1982 y 2012, correspondientes a 737.637 tons. Además, se presentaron trabajos similares sobre *Lamna* de Nueva Zelandia (Francis & Large, 2017), Argentina (Cortés *et al.* 2017), Japón (Hoyle *et al.*, 2017a) y Chile (Hoyle *et al.*, 2017b).

3.3. Antecedentes en Aguas Chilenas

Durante el año 2000, Acuña *et al.* (2001) realizaron el primer estudio biológico específico sobre los tiburones pelágicos *Prionace glauca* (azulejo), *Isurus oxyrinchus* (marrajo o marrajo dentado) y *Lamna nasus* (tiburón sardinero), en el marco del Proyecto FIP N° 2000-23. El período de muestreo en tierra comenzó en agosto de 2000 y además se realizaron ocho embarques en embarcaciones que operaron en alta mar fuera de la ZEE entre noviembre de 2000 y agosto de 2001. A continuación, se resumen los resultados obtenidos durante ese estudio, relacionados en particular con *L. nasus*.

A pesar de lo anterior es importante señalar que se midió un total 2.591 tiburones: 2.044 marrajos, 831 azulejos y 76 tiburones sardineros, lo que señala la importancia relativa de las tres especies analizadas como fauna acompañante del pez espada *Xiphias gladius*, especie objetivo de la pesca en la cual se capturaron estos tiburones pelágicos. El tiburón sardinero fue capturado principalmente en áreas oceánicas por la flota palangrera, mientras el marrajo fue la especie más costera que es capturada por la flota artesanal. Durante el estudio, las especies desembarcadas en puertos fueron principalmente el marrajo y el tiburón sardinero, los que fueron faenados a bordo siendo eviscerados y llegaron a puerto sólo como troncos sin cabeza y sin cola. El azulejo en tanto normalmente fue descartado y sólo se retenían sus aletas. Los ejemplares de *L. nasus* analizados en el estudio fueron capturados fuera de la Zona Económica Exclusiva de Chile entre los 26° y 36°S, zona donde operó la flota palangrera industrial y una nave palangrera artesanal de Coquimbo. La distribución de frecuencia total del tiburón sardinero mostró dos grupos modales y un rango total de especímenes entre 75 y 245 cm LT, lo que representa a individuos juveniles, sub-adultos y adultos (Fig. 2). Los tiburones muestreados en alta mar fueron principalmente de talla menor (moda 75 cm LT), los cuales son normalmente descartados, mientras que aquellos desembarcados en Coquimbo, son ejemplares de la moda mayor (175 cm LT).

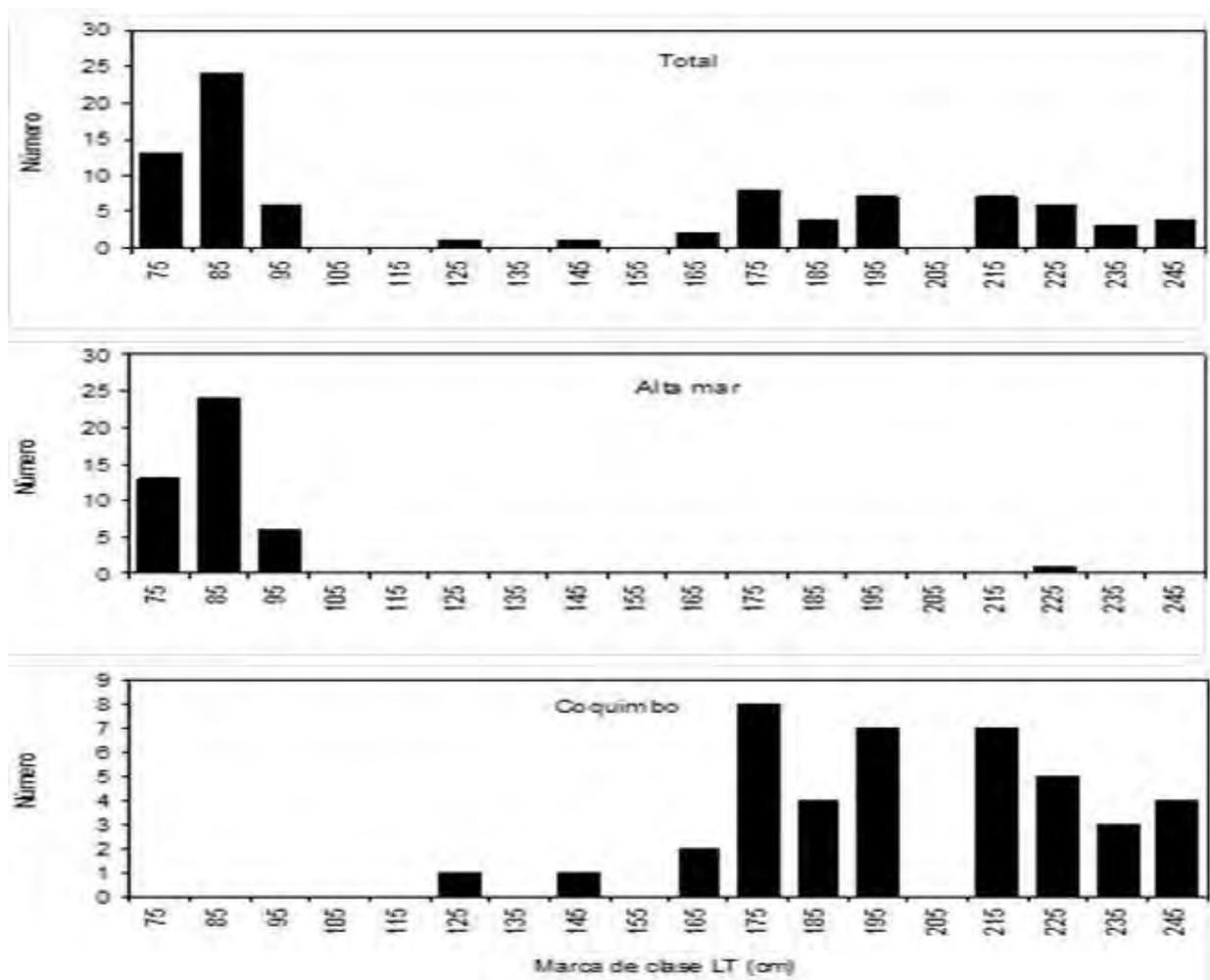


Fig. 2. Distribución de frecuencia de tallas de tiburón sardinero obtenido por puerto de desembarque y en alta mar, sexos combinados. Fuente: Acuña *et al.* (2001).

La distribución de frecuencia de tallas de tiburón sardinero obtenida durante el proyecto FIP N° 2000-23 (Acuña *et al.*, 2001), fueron combinados con aquellos obtenidos durante el proyecto FIP N° 2000-11 de Biología reproductiva y área de desove del pez espada en el Pacífico Sur Oriental (Donoso *et al.*, 2003), por personal de IFOP a bordo de naves palangreras industriales y puestas a disposición por el Consejo de Investigación Pesquera (Fig. 3), longitudes similares a las obtenidas en el proyecto original, pero que permitieron ampliar el rango de tamaños general a 65 y 255 cm LT.

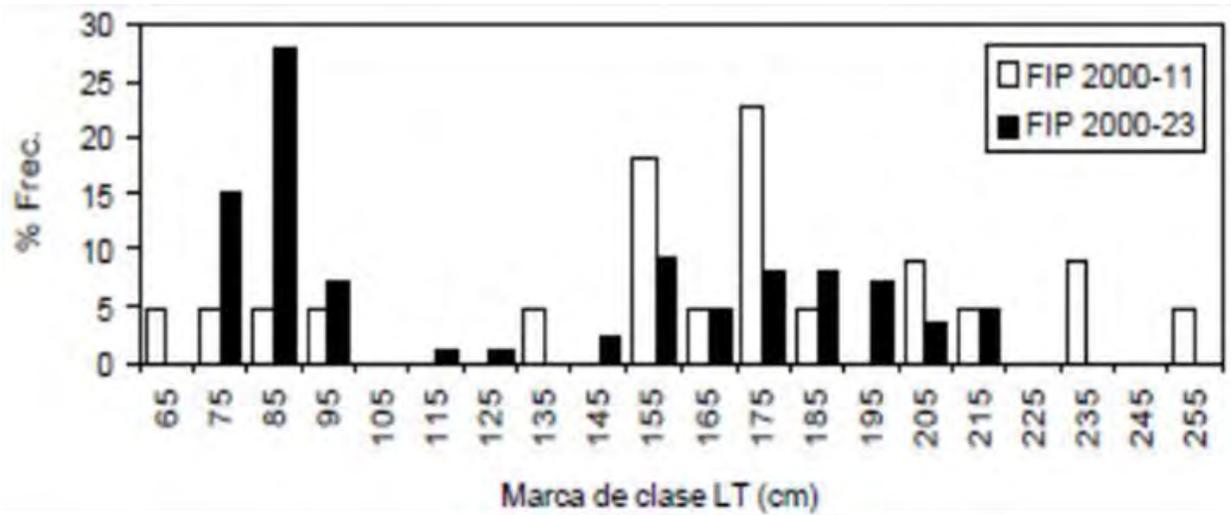


Fig. 3. Distribución de frecuencia de tallas de tiburones sardineros capturados en alta mar durante el Proyecto FIP N° 2000-11 y FIP N° 2000-03, sexos combinados. Fuente: Acuña *et al.* (2001).

Al separar por sexo, se observa que en general ambos sexos están representados en los dos grupos principales de talla registrados, siendo una hembra la de talla mayor (Fig. 4).

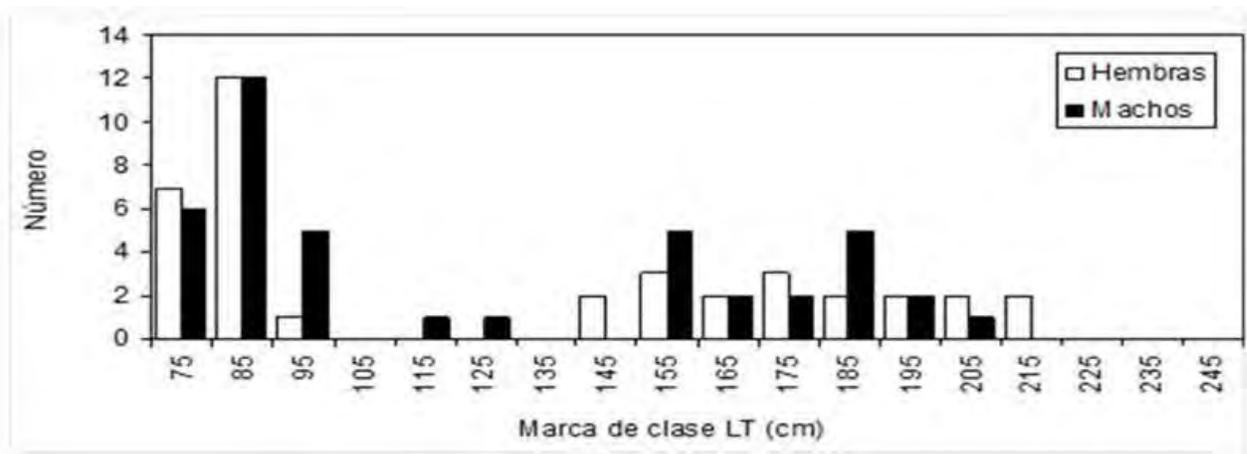
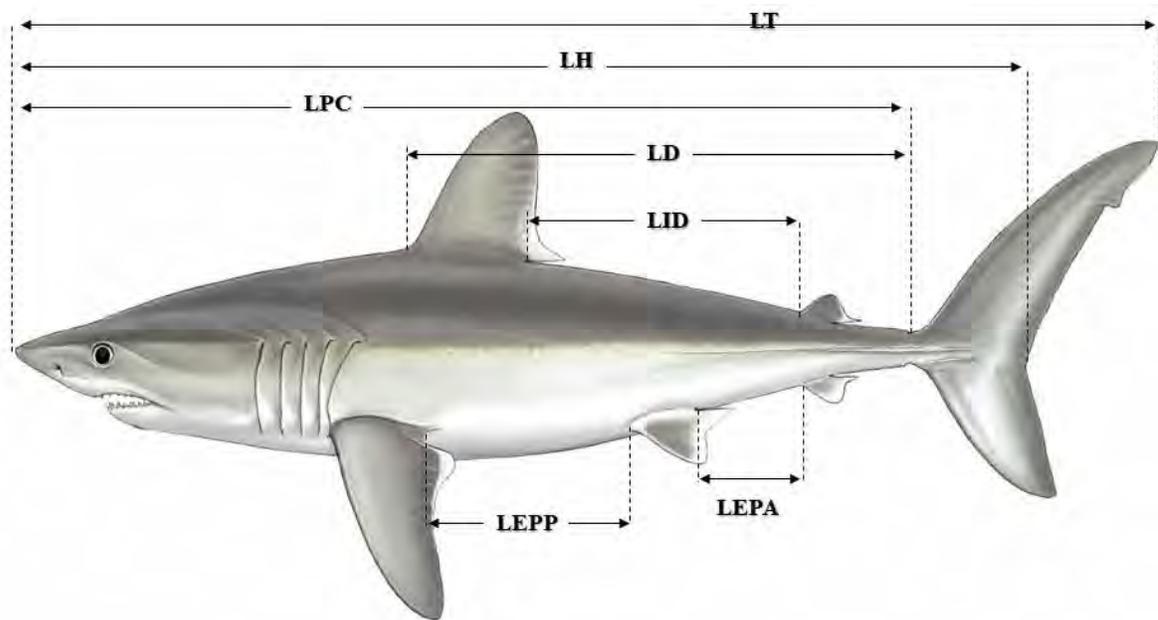


Fig. 4. Distribución de frecuencia de talla por sexo del tiburón sardinero obtenido en toda el área de estudio. Fuente: Acuña *et al.* (2001).

Se obtuvo relaciones morfométricas desde ejemplares completos con el propósito de reconstruir la longitud de los tiburones desembarcados como troncos sin cabeza y sin cola en los puertos de desembarque. El mejor ajuste para las relaciones morfométricas del tiburón sardinero fue obtenido entre la longitud inter-aletas dorsales (LID) y la longitud total (LT) (Fig. 5).



LT:	Longitud Total	LID:	Longitud entre aletas dorsales
LH:	Longitud Horquilla	LEEP:	Longitud Espacio Aleta Pectoral – Aleta Pélvica
LD:	Longitud Dorsal	LEPA:	Longitud Espacio Aleta Pélvica – Aleta Anal
LPC:	Longitud Pre-Caudal		

Fig. 5. Nomenclatura de las diversas medidas somatométricas registradas en la especie de tiburón objetivo del estudio. (Dibujo modificado de Shark Trust ID Guide, 2010). El largo dorsal (LD) corresponde a la medida propuesta por Aasen (1963).

La escasa cantidad de ejemplares de tiburón sardinero, y que en su mayoría correspondió a ejemplares jóvenes sin desarrollo de la gónada, no permitió realizar el estudio histológico planificado. No obstante, se obtuvieron cuatro crías en cada una de las tres hembras capturadas en julio y agosto de 2001 cuya longitud promedio fue de 73,4 cm de Longitud Total (LT), lo que coincide con lo encontrado por Francis & Stevens (2000) en Nueva Zelandia. La talla de parición se estimó en el rango 72 - 73 cm LT. De acuerdo con los meses en que se encontró hembras grávidas con crías a término, se postuló que el período de parición ocurre en invierno (Acuña *et al.*, 2001), lo que coincide con lo señalado por Francis & Stevens (2000) y Francis *et al.* (2015) en Nueva Zelandia, como se señaló anteriormente.

Las radiografías mediante rayos-X fue la técnica que mejores resultados entregó para la observación y lectura de los anillos presentes en las vértebras. Acuña *et al.* (2001) utilizaron diversos filtros para mejorar la observación, en los cuales fue posible distinguir los anillos de

crecimiento, principalmente el de nacimiento y el primer anillo. Se obtuvieron curvas de crecimiento para las tres especies de tiburones explotados por la flota artesanal e industrial nacional, ajustadas a una modificación del modelo de von Bertalanffy, el modelo bifásico (Soriano *et al.*, 1992).

Por otra parte, Acuña *et al.* (2002) estudiaron la importancia de *Lamna nasus* como una de las seis especies de condriactios integrantes de la fauna acompañante del pez espada, y determinaron que en 113 lances de pesca comerciales realizados por dos embarcaciones el tiburón sardinero representó un 3,5%.

Considerando que la carencia de registros de desembarque especie - específicos y que era imperativo contar con características fidedignas para la identificación de las especies o partes de éstas como las aletas, Hernández *et al.* (2009) realizaron una descripción y comparación de caracteres morfológicos para la identificación de las aletas de las tres especies más importantes de tiburones pelágicos capturados y/o comercializados en Chile: el azulejo *P. glauca*, el marrajo *I. oxyrinchus* y el tiburón sardinero *L. nasus*. Además, estos autores desarrollaron claves dicotómicas para la identificación de estas especies usando ya sea la aleta pectoral, la primera dorsal o la caudal, lo que permite en particular diferenciar las especies más similares entre sí *I. oxyrinchus* y *L. nasus*. Este trabajo se complementa con el de Hernández *et al.* (2008) en el cual se realizó un análisis mediante técnicas genéticas de aletas de tiburones capturados en Chile Centro Norte, demostrando que éstas pertenecían a 10 especies de tiburones, siendo *L. nasus* la tercera en abundancia (1,7%).

De acuerdo a lo planteado en la Justificación de este estudio, Barría y Devia (2016) presentaron los avances realizados en nuestro país en la preparación del DENP de *L. nasus* encontrando que no existe información reproductiva para esta especie realizadas en aguas nacionales, como por ejemplo, primera madurez sexual tanto para machos como hembras. Sin embargo, hay que registrar el hecho que ninguno de los trabajos antes descritos brevemente fue considerado en el documento de dichos autores, independientemente del hecho que dichos antecedentes analizados pueden ser considerados como preliminares.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, durante la 13ava. Sesión Regular del Comité Científico de la WCPFC realizada en Rarotonga, Cook Islands, entre el 9-17 de agosto de 2017, se incorporó el primer aporte de información de Chile, presentado por Hoyle *et al.* (2017b) quienes analizaron indicadores poblacionales de *Lamna nasus* en la pesquería chilena del pez espada basados en información recolectada entre 2006 – 2015, en las flotas palangreras industrial y artesanal y algunos años desde 2010 de la flota redera artesanal. Este análisis se realizó en una colaboración entre el NIWA de Nueva Zelandia e IFOP, con el objetivo de explorar la información recolectada por los Observadores Científicos e investigar su utilidad para realizar evaluación de stock de tiburones y si fuera posible desarrollar índices de CPUE para *Lamna* útiles para evaluar el status del stock.

Del análisis de los antecedentes disponibles queda claro que la costa chilena donde ocurre la pesquería del pez espada, hasta el momento única en la cual se puede acceder a ejemplares *Lamna nasus*, representa solo una fracción del área de distribución de esta especie en el Hemisferio Sur y que el integrar información proveniente de otras áreas de este espacio geográfico beneficiaría de gran manera la comprensión de su historia de vida y su estudio en aguas chilenas, y dentro de lo solicitado en este Proyecto, en particular su biología reproductiva. El análisis de los antecedentes recopilados en Nueva Zelandia desde Francis y Duffy (2005) hasta Francis *et al.* (2015) y por Acuña *et al.* (2001) frente a Chile, coinciden en detectar la presencia espacial de hembras grávidas en una franja latitudinal común en ambas áreas y en la misma época de invierno - primavera. Estas similitudes, sin duda apuntan a que es posible reconocer patrones comunes, independiente de las longitudes (°W) a las que se encuentra la especie y llevan a postular como hipótesis de trabajo que se requiere de un enfoque más amplio que las simples “aguas chilenas”. A esto contribuye en forma importante el hecho que en la práctica la pesquería de pez espada, principal fuente de información sobre *Lamna nasus* frente a Chile, solo cubre un sector de la distribución de esta especie, que tal como se le caracteriza es el tiburón que se encuentra en aguas más frías, en consecuencia es evidente que resulta prácticamente imposible describir todas las fases del ciclo reproductivo de la especie en aguas chilenas, a pesar que se han encontrado algunos ejemplares como bycatch en algunas otras pesquerías en el sur del país y citas como la de Reyes & Torres-Florez (2009) que dan cuenta de un macho de 190 cm LT en Isla

Desolación (53°07'S, 75°12'W) en la pesquería palangrera del bacalao *Dissostichus eleginoides* de la XII Región.

En consecuencia, haciéndose cargo de la esencia de la historia de vida de una especie Altamente Migratoria, este Consultor decidió conformar un Equipo Internacional que permita abordar este enfoque sucintamente descrito. Es así que en una primera instancia se ha incorporado a colegas de Brasil, Islas Falklands, Uruguay y Nueva Zelandia, y a través de ellos extendido invitaciones a colegas japoneses, españoles y portugueses que han puesto a disposición datos de diversas series de tiempo o muestreos más reducidos de capturas de *Lamna nasus* en los Océanos Atlántico, Pacífico e Indico, con el objeto de realizar un análisis conjunto de todos estos datos para poner a prueba la hipótesis que esta especie ocupa franjas latitudinales comunes para diversos aspectos biológicos de su historia de vida, a lo ancho de los tres océanos del Hemisferio sur, los que han sido subdivididos en cinco sub-áreas por Hoyle *et al.* (2017), como se describiera anteriormente. La amplitud de la distribución espacial de la especie cubierta de esta forma, asegura poder detectar los patrones comunes que ocurren en distintas áreas geográficas, con el objeto de complementar la falta de información que se ha detectado en otras de rangos latitudinales similares en los otros Océanos y buscar las coincidencias donde existe información en varios de éstos.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.1.

Realizar una revisión bibliográfica del conocimiento de la biología y pesca del tiburón sardinero en Chile.

3.1.1. Recopilación de antecedentes bibliográficos del área.

Independiente de la fuentes sugeridas en las Bases Técnicas de la Licitación, la información contenida en el Informe Final del proyecto FIP N° 2000-23 como línea base, cuando se considere pertinente, se ha estado realizando una revisión exhaustiva de la bibliografía, nacional y

extranjera, científica y técnica, disponible que posibilite complementar la información existente en las bases de datos bibliográficas del Área de Pesquerías de la UCN sobre aspectos específicos biológicos, poblacionales, pesqueros y administrativos de la especie involucrada en el estudio. Se acudió además a las bibliotecas del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), de la Universidad de Concepción y otras Universidades e información disponible generada en el marco de proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) y se solicitó acceso a los Informes de Pesca de Investigación autorizadas por la Subsecretaría de Pesca en la zona de estudio.

Complementariamente, se revisaron Bases de Datos de publicaciones científicas tales como:

- **ASFA** (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts), contiene información desde 1971, con una actualización mensual de 3700 archivos. A partir del 2004, ASFA cuenta con más de 950.000 registros con una cobertura temática en acuicultura, organismos acuáticos, polución acuática, ambientes de aguas salobres, conservación, calidad medioambiental, pesquerías, biotecnología marina, ambientes marinos, meteorología, oceanografía, política, legislación y manejo. ASFA (<http://www.csa.com/>).
- **Oceanic Abstracts**: Posee una cobertura temática en oceanografía biológica, ecología, oceanografía física y química, geoquímica, polución marina, recursos marinos, navegación y comunicaciones, derecho marítimo y biología marina. Contiene información desde 1981 hasta la fecha y tiene una periodicidad de publicación mensual, con aproximadamente 1209 archivos. (<http://www.csa.com/factsheets/oceanic-setc.php>).
- **Science Direct**: Posee una cobertura temática en las áreas científicas, médicas y técnicas. Es un servicio electrónico de información de texto completo, exclusivamente institucional (<http://www.sciencedirect.com/>).
- **Springer link**: Es un servicio de la editorial Springer que posee información de una colección de revistas especializadas con más de 600.000 documentos individuales (<http://www.springer.com>).
- **Google Scholar**: Buscador de bibliografía especializada de la investigación académica para un gran número de disciplinas y fuentes como tesis, libros, resúmenes y artículos de editoriales académicas, sociedades profesionales y universidades (<http://scholar.google.cl/>).

- **ResearchGATE:** red social en Internet y una herramienta de colaboración dirigida a personas que hacen ciencia de cualquier disciplina, con tecnología web 3.0 para científicos e investigadores. La plataforma ofrece acceso gratuito a las aplicaciones Web más modernas, por ejemplo una búsqueda semántica de artículos de revistas científicas en una base de datos con más de 35 millones de registros, foros, grupos de discusión, etc. Tiene más de 150.000 miembros de 21 países diferentes registrados en su plataforma. ResearchGATE se ha diseñado específicamente para cubrir las necesidades de los investigadores, desde el perfil que reúne los datos relativos a las especialidades científicas, proyectos, publicaciones, etc., hasta el algoritmo semántico que realiza búsquedas de resúmenes científicos similares en una base de datos que contiene más de 30 millones de documentos.

Una mención especial en este Objetivo, lo constituyen los documentos generados por la **Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC)** (<http://www.wcpfc.int>), como ya se ha demostrado en el Capítulo Antecedentes. Este es solo un ejemplo ya que en general todas las Organizaciones Regionales de Pesca (ORP), cuentan con series de publicaciones y/o documentos relacionados con la fauna acompañante de pesquerías de Peces pelágicos Altamente Migratorios, como atunes, pez espada, marlines o picudos, etc.

Con la información recolectada se está elaborando un documento y un catálogo de las publicaciones relacionadas con los antecedentes recopilados motivo de este estudio. De la misma manera, se construye una matriz del conocimiento, identificando y valorando (cualitativamente) aquellos aspectos que a futuro necesitan ser incorporados.

El procesamiento de la información consiste en organizar un sistema de consulta a través del software de base de datos bibliográficos ENDNOTE o similar, que se incorpora posteriormente al Sistema de Información de soporte del proyecto. Los datos (referencias) contenidos en el sistema de consulta son el soporte para la búsqueda sistemática de las metodologías, resultados importantes y aportes relevantes al tópico a investigar.

La información recopilada a través de revisión bibliográfica se incorpora en una matriz de conocimiento y del estado de situación de los recursos de interés. Para tal efecto, se utiliza el

formulario Matriz del Estado del Conocimiento, formato desarrollado y publicado por el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (http://www.fip.cl/pdf/estado_conocimiento.pdf). Esta matriz considera un ordenamiento resumido de la información existente usando una escala de clasificación sobre los diferentes ítems de investigación de los recursos pesqueros.

4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.2.

Caracterizar la estructura espacial de talla, proporción y madurez sexual del tiburón sardinero en aguas chilenas.

4.2.1. Área de estudio

Tal como se señalara anteriormente, la principal área de estudio para *Lamna nasus* en aguas chilenas corresponde a las zonas de operación de las flotas pesqueras (y sus puertos de desembarque) orientados a la captura de pez espada (*Xiphias gladius*), los tiburones marrajo (*Isurus oxyrinchus*), azulejo (*Prionace glauca*) y sardinero (marrajo sardinero, *Lamna nasus*) y el dorado de altura (*Coryphaena hippurus*). El área de estudio se divide en 6 regiones, adoptando la subdivisión utilizada por Barría *et al.* (2016) en el Programa de Seguimiento de los Recursos Altamente Migratorios (Fig. 6):

Zona 1: Norte oceánica. Desde 28°S (incluye Aguas Internacionales y ZEE de Islas Oceánicas).

Zona 2: Norte costera. ZEE continental, desde la frontera con Perú hasta los 28°S.

Zona 3: Centro oceánica. Zona oceánica entre 28° y 35°S (incluye Aguas Internacionales y ZEE de Islas Oceánicas).

Zona 4: Centro costera. ZEE continental desde 28° S a 35°S.

Zona 5: Sur oceánica. Zona oceánica desde 35°S al sur.

Zona 6: Sur costera. Zona continental desde 35°S al sur.

4.2.2. Análisis espaciotemporal de la captura y esfuerzo de pesca

Toda especie ocupa un determinado lugar en el espacio, y muchas de ellas se distribuyen en un amplio rango geográfico con distintos niveles de abundancia y/o densidad. En el caso de las especies que tienen importancia comercial, ya sea actual o potencial, es de interés conocer y delimitar aquellas áreas donde la densidad poblacional es atractiva desde el punto de vista del

pescador. Estas áreas son llamadas caladeros o zonas de pesca (Rothschild & Suda, 1977). De aquí que la actividad pesquera extractiva se base en la operación regular y sistemática en tales zonas de pesca, las que frecuentemente son conocidas debido a la propia actividad histórica, transmitiéndose la información entre generaciones.

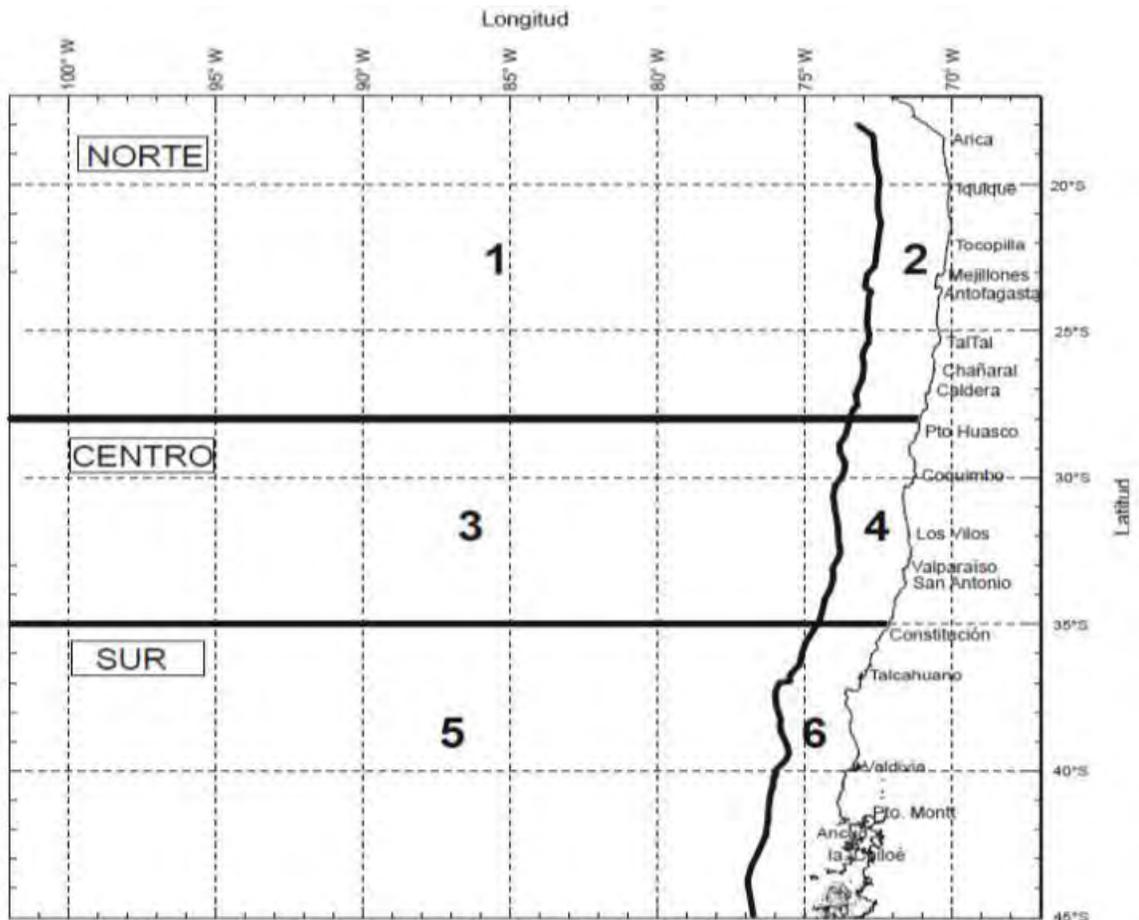


Fig. 6. Subdivisión del área de estudio asociada principalmente con la pesquería del pez espada *Xiphias gladius*. Fuente: Barría *et al.* (2016).

La identificación de caladeros de pesca se realiza integrando la información de los lances de pesca positivos en celdas de 20 x 20 millas náuticas (mn). Luego, la información es incorporada en las cartas náuticas del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) se definen las zonas o caladeros de pesca identificadas.

4.2.3. Distribución espacial de la densidad poblacional

A partir de la información de los rendimientos de pesca del tiburón sardinero, como fauna acompañante en el caso de pesquerías artesanal e industrial frente a Chile, se construyeron cartas de distribución espacial de la densidad poblacional. Para este efecto, se definen celdas de 20 x 20 mn de tamaño y se calcula la densidad media en cada una de las celdas, tal como se realizó, por ejemplo, con la densidad poblacional de jurel (*Trachurus murphyi*) frente a Chile central (Fig. 7, celdas de 10 x 10 mn. Las cartas de distribución se construyen para los datos agregados en distintas escalas temporales dependiendo del análisis específico que se quiera realizar.

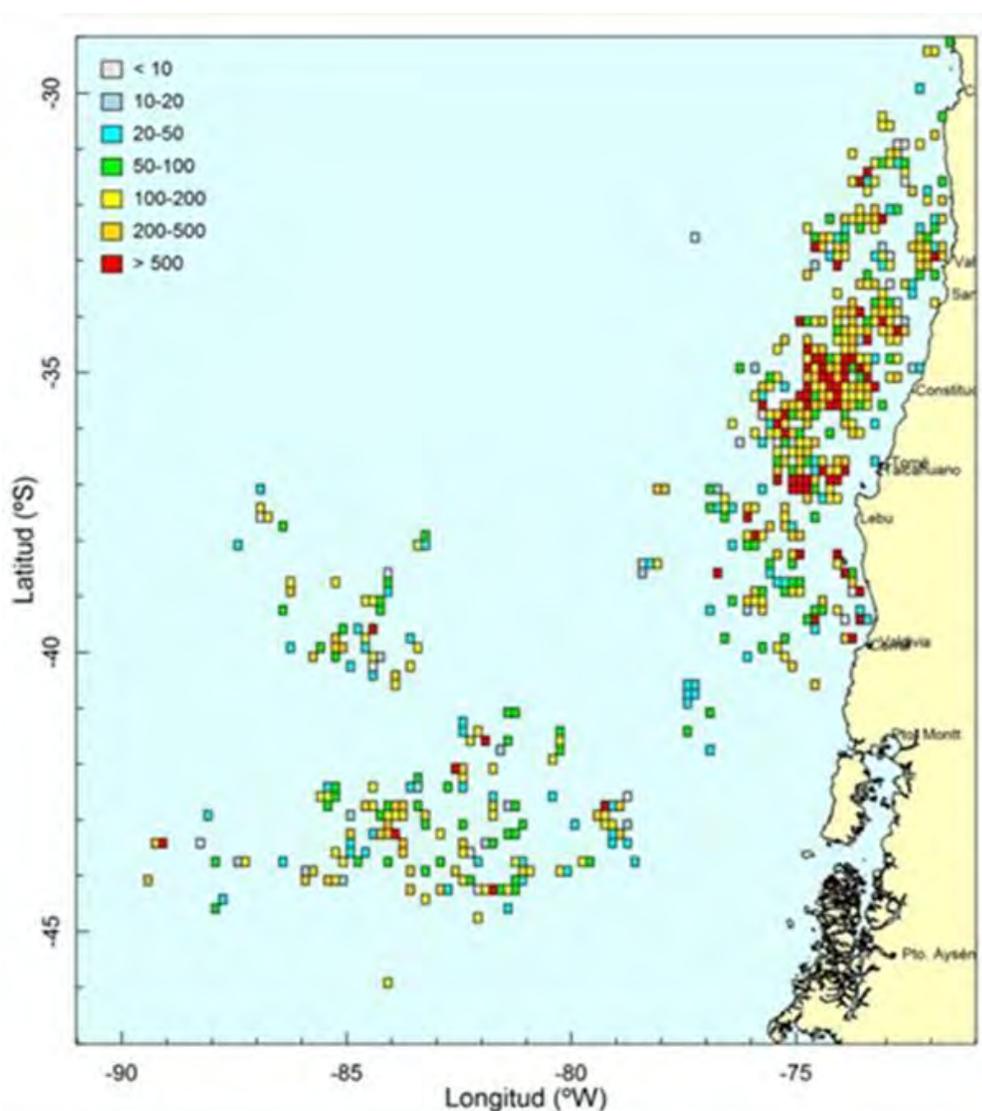


Fig. 7. Distribución espacial de la densidad poblacional promedio (ton/mn²) de jurel (*Trachurus murphyi*) entre 2010 y 2014.

4.2.4. Muestreo

Tal como se determinó durante la ejecución del Proyecto FIP N° 2000-23 (Acuña *et al.*, 2001), el muestreo “costero” de *Lamna nasus* es muy dependiente de la operación de la flota artesanal. Esta flota, por una parte, considera a estos recursos sólo como una alternativa frente a otros de mayor valor económico y es fuertemente dependiente de la disponibilidad de los mismos en áreas accesibles a sus embarcaciones, las que tienen limitaciones de autonomía, lo que genera una estacionalidad marcada en las capturas. En consecuencia, los muestreos no necesariamente se pueden coordinar simultáneamente en toda el área de estudio, debido a la estacionalidad en la actividad extractiva de estos peces, la que determina por lo tanto la posibilidad de acceso a muestras, ni tampoco terminará en forma simultánea por las razones expuestas. Por tal motivo, a continuación, se entregan algunos detalles de la obtención de la información biológica en cada región basado en la experiencia previa del Consultor.

El período de muestreo en la I Región comienza en diciembre de 2000 con la obtención de ejemplares que aparecen como fauna acompañante en la pesquería de la palometa o dorado de altura *Coryphaena hippurus* que es capturada con palangre artesanal. Estas embarcaciones, principalmente faluchos, por sus características operacionales generalmente no se desplazan más allá de 20 millas de la costa. Desde enero hasta junio, las muestras que se pueden obtener corresponden a tiburones capturados como especie objetivo provenientes de la actividad de la flota artesanal marrajera de Iquique, la que generalmente termina en ese último mes.

En la II Región la obtención de muestras comprende el período entre agosto y mayo, ya que en esta zona algunas embarcaciones artesanales capturan a los tiburones marrajo y azulejo como especies objetivo. La captura se realiza mediante “espineles marrajeros”, que se calan a pocos metros de la superficie, usando como carnada jurel o caballa. La actividad de estas embarcaciones cesa en mayo, por las mismas razones señaladas para la I Región.

En la III Región, las actividades de pesca comienzan en noviembre y se extienden hasta marzo. Estas también se realizan con espineles artesanales y se producen más tarde que al inicio de la

actividad en la II Región, debido a que las embarcaciones están dedicadas a la captura de otras especies objetivo antes del período señalado.

En la IV región se registran desembarques, pero no existe una flota o pescadores que se dediquen a los tiburones como pesca objetivo. En esta Región se obtienen tiburones desde plantas congeladoras o en embarques de profesionales en la flota palangrera, cubriendo todo el período del estudio. Estas embarcaciones se dedican a la pesquería del pez espada *Xiphias gladius*, realizando sus actividades extractivas en alta mar, los industriales incluso fuera de la zona económica exclusiva, y entre diciembre y marzo, esta flota no opera.

Finalmente, en los últimos años se ha incorporado más activamente un flota redera artesanal, generalmente proveniente de Lebu en la VIII Región, que opera desde esa región hasta toda la zona norte del país, desde marzo a diciembre.

4.2.4. Composición de tamaños en las capturas

4.2.4.1. Tamaño mínimo de muestra de la estructura de tallas

Para obtener la estructura de tallas de la población estadística del recurso pesquero deseado, se utiliza muestras obtenidas a bordo de las naves y, eventualmente, desde el desembarque en puerto. La definición del tamaño de muestra está supeditada a un muestreo piloto de longitudes del que se calcula el coeficiente de variación de la longitud total ($CV_{(LT)}$, %). A continuación, se presenta los tamaños muestrales (n) para el registro de la estructura de tamaños de un recurso pesquero cualquiera, para un nivel de incertidumbre α de 0,05 considerando un error máximo deseado de 10% ($d = 0,1$) y un coeficiente de variación teórico entre 10 % y 30% calculado según la expresión dada por Cochran (1977), a saber:

$$n \geq \frac{t_{\alpha, \infty}}{\left(\frac{d}{CV_{(LT)}}\right)}$$

donde $t_{\alpha,\infty}$ es el valor de la distribución t-Student para el nivel de incertidumbre α y ∞ grados de libertad. A continuación, se entrega el tamaño de muestra para distintos niveles del coeficiente de variación:

$CV_{(LV)}$ (%)	n ($t_{0,05;\infty}$)
10	196
15	294
20	392
25	490
30	588

4.2.4.2. Composición de tallas en las capturas

Considerando que la presencia de tiburón sardinero en las capturas es principalmente como fauna acompañante, el número de ejemplares es generalmente bajo. Barría *et al.* (2016) para el período 2014 - 2015 dispusieron de solo 796 ejemplares. Luego, la composición por tallas en las capturas en número se determina en escala semestral, y se construye de acuerdo a la suma de las frecuencias de tallas obtenidas en el semestre. Sin embargo, debido a que algunas embarcaciones podrían operar en áreas en que la estructura de tallas sea distinta a aquella de otras operando en otras áreas, entonces para caracterizar la composición de tamaños por área, a la frecuencia de tallas de cada embarcación muestreada se le asigna un ponderador, que está dado por la razón entre la captura de la embarcación muestreada y el peso de la muestra medida; esto es,

$$FP_i = \frac{C_i}{WN_i}$$

donde FP_i es el factor ponderador para las frecuencias de tallas que se estima del barco i , C_i es la captura (toneladas) de la embarcación i muestreada y WN_i es el peso de la muestra obtenida de la embarcación i .

Por lo tanto, la frecuencia mensual a una longitud dada está dada por la siguiente expresión

$$f_{t,j} = \sum_{i=1}^n f_{i,t,j} \cdot FP_i$$

donde $f_{t,j}$ es la frecuencia de la longitud j en el mes t , $f_{i,t,j}$ es la frecuencia de la longitud j en el mes t del barco i ; y FP_i es el factor ponderador para el barco i , n es el número total de frecuencias de tallas obtenidas durante el mes t .

El procedimiento descrito genera distribuciones de frecuencia de tallas insesgadas con respecto a la magnitud de las capturas de las embarcaciones muestreadas. Una vez obtenida la distribución de frecuencias de tallas para el semestre t , el número de peces en el desembarque por tallas o composición por tallas del desembarque se estima expandiendo la distribución de frecuencias de tallas al desembarque, según el siguiente factor de expansión:

$$FE_t = \frac{C_t}{\sum_{j=1}^n w_{j,t} \cdot f_{j,t}}$$

donde FE_t es el factor de expansión en el semestre t , C_t es la captura (o desembarque) en el semestre t (toneladas), $w_{j,t}$ es el peso promedio de los ejemplares de la clase de longitud j en el semestre t que se obtiene de la relación talla-peso especie-específica; $f_{j,t}$ es la frecuencia de ejemplares de la clase de longitud j en el semestre t .

Se destaca que las frecuencias de tallas provienen de muestras aleatorias con probabilidad que se ajusta a un modelo multinomial. Así, si P_j es la probabilidad de encontrar un ejemplar de la clase de tamaño j , muestreado al azar en la población, entonces la probabilidad de observar una longitud de frecuencia f_j es igual a una constante dada por la siguiente expresión:

$$\prod_{j=1}^k P_j^{f_j}$$

donde k es el número total de clases de longitud. Estimadores de máxima verosimilitud se encuentran maximizando la expresión anterior, o bien maximizando la siguiente probabilidad logarítmica

$$\sum_{j=1}^k f_j \ln(P_j)$$

No obstante, el estadístico A introducido por Schnute & Fournier (1980) es más conveniente que la función de probabilidad logarítmica (Fournier *et al.*, 1990; 1991), i.e.

$$A = 2 \sum_{j=1}^k f_j \ln(Q_j / Q_j^*)$$

donde Q_j es la proporción de peces observada a la longitud j y Q_j^* es la probabilidad esperada de que un pez sea de la longitud j . La ventaja de la última expresión es que el estadístico A se distribuye asintóticamente como una variable X^2 .

4.2.5. Relación talla-peso

Unos de los aspectos básicos registrados en los estudios de la biología de cualquier especie son la longitud y el peso de los individuos recolectados. Ambas variables permiten caracterizar parcialmente al stock estudiado, como es el caso de la estructura de tamaños (o peso) o determinar la relación longitud-peso específica.

Algunos de los principales usos de la relación longitud-peso en la investigación pesquera son: (i) permitir la conversión de la longitud de un individuo a peso o viceversa; (ii) estimar el peso medio de los ejemplares de una clase de longitud dada (Beyer, 1987); (iii) convertir la ecuación de crecimiento en longitud en una ecuación de crecimiento en peso; (iv) predecir el peso a la edad, por ejemplo, en modelos de rendimiento por recluta; (v) comparar morfológicamente entre poblaciones de una misma especie; y, (vi) estimar la biomasa de una población edad o talla-estructurada a partir del número de individuos sobrevivientes (abundancia en número), por nombrar algunos.

La relación longitud-peso en la mayoría de las especies marinas, está definida por una ecuación de tipo potencial (medida con error) de la forma:

$$w = aL^b + \varepsilon$$

donde w es el peso (g), L es la longitud (cm o mm), a y b son constantes, ε es la medida de error.

El método de estimación de los parámetros de la relación longitud-peso consiste en Mínimos Cuadrados No Lineales (MCNL), que se basa en minimizar la suma de los errores cuadráticos ($S(\theta)$), partiendo de la Ecuación General para Modelos No Lineales cuya forma es:

$$y = f(\mathbf{X}_u; \Theta) + \varepsilon$$

sea

$$S(\Theta) = \sum_{u=1}^n [y_u - f(\mathbf{X}_u; \Theta)]^2$$

La solución a tal ecuación se obtiene por la derivación del término dentro de la sumatoria respecto de cada parámetro que considera el vector de parámetros θ , de la forma siguiente:

$$S(\Theta) = \sum_{u=1}^n \left[y_u - f(\mathbf{X}_u; \Theta) \left(\frac{\partial f(\mathbf{X}_u; \Theta)}{\partial \Theta} \right)_{\theta=\hat{\theta}} \right]$$

En el caso de la ecuación que describe la relación longitud total (LT) vs. peso total, $w = aLT^b + \varepsilon$, $S(\theta)$, tiene la siguiente forma:

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^n \varepsilon^2 \qquad S(a, b) = \sum_{u=1}^n (w_u - aLT^b)$$

ya que $f(w) = aLT^b$

$$\frac{\partial f}{\partial a} = LT^b \qquad \text{y} \qquad \frac{\partial f}{\partial b} = abLT^{b-1}$$

si $a = a_j$ y $b = b_j$ en la iteración j , entonces se tiene que

$$w_u - f_u^j = [LT_u^b] \cdot [a_{ju} - a_j] + [abLT_u^{b-1}] \cdot [b_{j+1} - b_j]$$

Como el resultado de esta ecuación no puede ser encontrado mediante álgebra tradicional, entonces se debe utilizar un método iterativo para estimar los parámetros a y b , lo que se hace tanto para machos como para hembras, independientemente de la condición reproductiva de los ejemplares estudiados, como para ambos sexos en conjunto.

4.2.6. Estimadores de tendencia y/o dispersión de la longitud y peso

Para cada una de las zonas se calcula los siguientes estimadores:

- Longitud total promedio, mediana y modal.
- Longitud horquilla promedio, mediana y modal.
- Peso total promedio, mediana y modal.

La longitud (total, horquilla) promedio, por sexo, se obtiene según la estimación de la esperanza de la longitud del pez, a partir de la estructura de talla estimada de acuerdo con el diseño señalado previamente.

$$E(\hat{l}) = \hat{l}_{sz} = \sum_{k=1}^K l_k \hat{p}_{szk}$$

donde \hat{l}_{sz} es la longitud promedio estimada para el sexo s en la zona z ; l_k es el intervalo de longitud k ; y \hat{p}_{szk} es la proporción estimada de la longitud k para el sexo s en la zona z .

El estimador de la varianza del estimador \hat{l}_{sz} es:

$$\hat{V}(\hat{l}_{sz}) = \sum_{k=1}^K l_k^2 \hat{V}(\hat{p}_{szk})$$

La mediana de la longitud (total, horquilla) se estima como:

$$l_{med} = \vec{l}_{\frac{n}{2}} \quad (n \text{ impar}) \qquad l_{med} = \frac{\left(\vec{l}_{\frac{n}{2}-1} + \vec{l}_{\frac{n}{2}+1}\right)}{2} \quad (n \text{ par})$$

En tanto que la longitud modal corresponde a aquella que muestra la mayor frecuencia de ocurrencia.

De forma similar a la longitud, el peso total promedio (\hat{w}_{sz}) y su estimador de varianza se estima de la forma:

$$E(\hat{w}) = \hat{w}_{sz} = \sum_{k=1}^K w_k \hat{p}_{szk}$$

$$\hat{V}(\hat{w}_{sz}) = \sum_{k=1}^K w_k^2 \hat{V}(\hat{p}_{szk})$$

4.2.7. Proporción sexual

El estimador de la proporción sexual en número en la captura (\hat{p}_{sz}), por zona (z) se estima como:

$$\hat{p}_{sz} = \sum_{i=1}^{n_i} \frac{X_{zsi}}{X_0} \hat{p}_{szi}$$

y

$$\hat{p}_{szi} = \frac{x_{szi}}{x_{zi}} \quad X_0 = \sum_{i=1}^n X_{zi}$$

donde X es la captura en número en la zona z ; s es el sexo e i es el intervalo de tamaños; \hat{p}_{szi} es la proporción sexual a la talla.

El estimador de varianza de \hat{p}_{sz} es:

$$\hat{V}[\hat{p}_{sz}] = \left[1 - \frac{n_z}{N_z}\right] \frac{1}{n_z} \frac{1}{n_z - 1} \sum_{i=1}^{n_i} \frac{X_{zi}^2}{\hat{X}_z^2} [\hat{p}_{szi} - \hat{p}_{sz}]^2 + \frac{1}{N_z n_z} \sum_{i=1}^{n_i} \frac{X_{zi}^2}{\hat{X}_z^2} \left[1 - \frac{x_{zsi}}{X_{zi}}\right] \frac{1}{x_{zsi} - 1} \hat{p}_{szi} [1 - \hat{p}_{szi}]$$

4.2.8. Proporción de juveniles

La proporción de juveniles (k_0) por zona (z) o ejemplares bajo la talla media de madurez sexual (se estima en el Objetivo Específico N° 3) se estima a partir de la estructura de tallas correspondientes, empleando el siguiente estimador:

$$\hat{p}_{z(k \leq k_0)} = \sum_{k=1}^{k_0} \hat{p}_{zk}$$

El estimador de varianza corresponde a:

$$\hat{V}(\hat{p}_{z(k \leq k_0)}) = \sum_{k=1}^K \hat{V}(\hat{p}_{zk})$$

4.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.3.

Determinar el ciclo reproductivo y la talla media de madurez del tiburón sardinero en aguas chilenas.

4.3.1. Antecedentes

El tiburón sardinero es ovovivíparo y oófago, con baja fecundidad, y por lo tanto, con un tamaño de camada también bajo, en promedio de cuatro individuos (Acuña *et al.*, 2001; Francis & Stevens, 2000; Campana *et al.*, 2001; Campana *et al.*, 2013), y una edad de maduración tardía (Jensen *et al.*, 2002; Campana *et al.*, 2013).

El tamaño promedio de los embriones al nacimiento es 65 - 75 cm Longitud Horquilla (LH) (Francis & Stevens, 2000; Atlántico Noreste), mientras que en el Pacífico Suroeste, ocurre entre 58 y 67 cm (Camhi *et al.*, 2008). Basado en el examen de ejemplares del Atlántico Noreste, Campana *et al.* (2001) y Cassoff *et al.* (2007) encontraron que los machos maduran entre 160 - 190 cm de longitud horquilla (LH) mientras que las hembras maduran entre 205 - 230 cm LH. Resultados similares encontraron Camhi *et al.* (2008), a saber: 155 - 177 cm LH en los machos y 200-219 en las hembras. La longitud horquilla al 50% de madurez (LH_{50%}) se encontró en 174 cm en los machos y en 217 cm en las hembras, según Campana *et al.* (2001), y 166 cm y 208 cm LH en machos y hembras, respectivamente, según Camhi *et al.* (2008). Frente a Nueva Zelanda, los machos maduran entre 140 y 150 cm LH y 170 - 180 cm LH en las hembras (Francis & Duffy, 2005). La edad media de madurez se alcanza en los machos cerca de los 8 años de edad, y 13 en el caso de las hembras (Campana *et al.*, 2001; Campana *et al.*, 2013).

4.3.2. Madurez sexual

Para establecer estados de madurez en los tiburones, en el caso de los machos, Aasen (1966) y Pratt (1979) en *Prionace glauca* y Joung & Chen (1995) en *Carcharhinus plumbeus*, demostraron que el cambio marcado de la relación entre el largo total del cuerpo y el largo del pterigodio o clasper es un índice de madurez. Francis & Duffy (2005) utilizaron datos sobre el desarrollo

(longitud) del clasper, la presencia y ausencia de espermátóforos o espermatozeugnata para establecer la madurez de los machos de tres especies de tiburones pelágicos, entre ellos, el tiburón sardinero frente a Nueva Zelandia.

Luego, la madurez sexual de los machos se infiere a través de la longitud de los claspers (Fig. 8), órganos reproductores masculinos, que se mide entre el margen anterior de la cloaca y el extremo posterior del cláspes. Se calcula la relación entre el cláspes y la longitud horquilla (ILC = Índice Longitud Clasper), de la forma:

$$ILC = \frac{LC}{LH} \cdot 100$$

donde LC es la longitud del cláspes, y LH es la longitud horquilla, en centímetros.

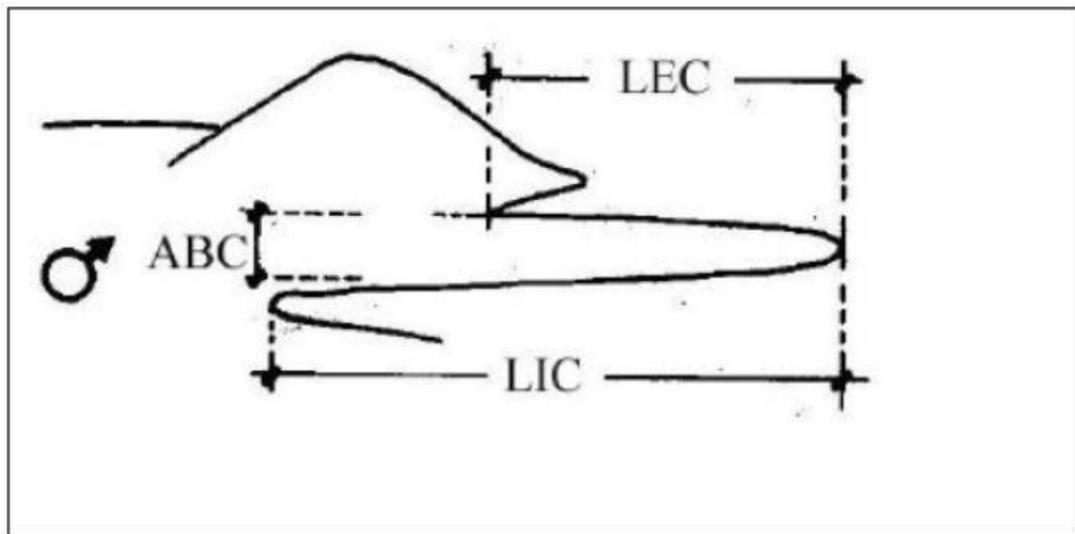


Fig. 8. Medidas que se realizan en el clasper (órgano copulador) de los machos. LEC = largo exterior del clasper; ABC = ancho de la base del clasper y LIC = largo interior del clasper (Modificado de Compagno, 1984).

En el caso de las hembras los estados de madurez se determinan en base a la escala propuesta por Holden & Raitt (1974) que caracteriza a los ejemplares de la siguiente manera (Acuña *et al.*, 2001):

- **Inmaduro (I):** Ovarios pequeños, flácidos y no desarrollados, sin la presencia de huevos en los oviductos.

- **En maduración (II):** Ovarios y oviductos en desarrollo, con contenido visible de huevos.
- **Maduros (III):** Ovarios conteniendo grandes y fuertes huevos vitelados,
- **Maduros y reproductivamente activos (IV):** Huevos fertilizados y/o presencia de embriones en el útero.

La asignación de estadios de madurez en las hembras, según la escala propuesta, se complementa con las características del útero y el diámetro de los huevos de acuerdo a lo planteado por Joung & Chen (1995) y Liu *et al.* (1999).

4.3.3. Condición reproductiva

El seguimiento de la condición reproductiva se realiza a través de la proporción de ejemplares maduros, por sexo, y zona de estudio. Adicionalmente, se estima la proporción de estados de madurez sexual, que se estima por zona como:

$$\hat{p}_{z(EMS)} = \sum_{i=1}^{n_z} \frac{X_{zi}}{X_z} \hat{p}_{z(EMS)i}$$

$$\hat{p}_{z(EMS)} = \frac{n_{z(EMS)}}{n_z}$$

donde $\hat{p}_{z(EMS)}$ es la proporción del estado de madurez (EMS) en la zona z , $n_{z(EMS)}$ es el número de ejemplares del estado de madurez EMS en la zona z , y n_z es el número total de individuos en la zona z . Es estimador de varianza del estimador $\hat{p}_{z(EMS)}$ es similar al estimador de la proporción sexual.

4.3.4. Talla de madurez sexual

En el caso de los machos, se ha observado que la relación entre la longitud del cláser y la longitud horquilla tiende a comportarse como una función sigmoïdal (Cassoff *et al.*, 2007) (Fig. 9).

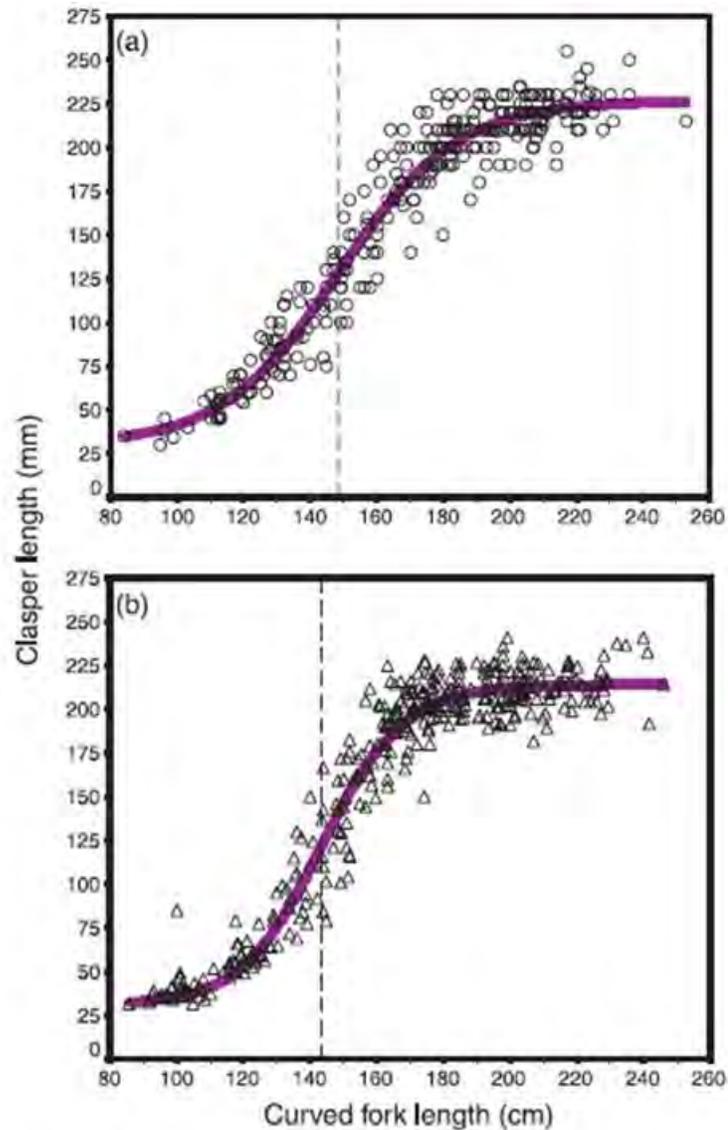


Fig. 9. Relación entre la longitud del cláster y la longitud horquilla del tiburón sardinero (*Lamna nasus*) capturado entre 1961-1963 (arriba) y 1999-2001 (abajo). Tomado de Cassoff *et al.* (2007).

En el caso, de las hembras, se ha observado un comportamiento similar a los peces teleósteos. El propósito de determinar la talla media de madurez sexual en recursos pesqueros se debe a que, frecuentemente, se la utiliza como una de las primeras, sino la primera medida de referencia para regular la actividad extractiva. La idea es asegurar una cantidad tal de reproductores capaces de producir una cantidad de huevos suficiente para que el stock se mantenga (Caddy & Mahon, 1995).

La estimación de la talla media de madurez sexual se realiza, mediante un ajuste de un modelo logístico mediante un estimador de máxima verosimilitud, a la proporción de ejemplares maduros por intervalo o clase de talla (definidos de acuerdo a escalas de madurez macroscópicas), mediante el uso de métodos de remuestreo computacional para estimar intervalos de confianza para la talla media de madurez del 50% (y otros intervalos de talla) (Roa *et al.*, 1999).

Las variables que se utilizan en el ajuste del modelo de madurez son la talla del pez y su estado de madurez, el cual es maduro o inmaduro. Debido a la naturaleza dicotómica de la variable respuesta, los errores del modelo se distribuyen en forma binomial. La siguiente función logística es una consecuencia del supuesto de una relación lineal entre el logaritmo del puntaje logit y una combinación lineal de las variables predictoras (Hosmer & Lemeshow, 1989; Shanubhogue & Gore, 1987):

$$P(l) = \frac{\beta_1}{1 + e^{\beta_2 + \beta_3 l}}$$

donde: $P(l)$ es la proporción que se encuentra madura a la talla l , y β_1 , β_2 y β_3 son los parámetros asintótico, de posición y pendiente, respectivamente. Las estimaciones de estos parámetros, dado un cierto conjunto de datos, se seleccionan desde el punto en el cual el producto de las funciones de densidad binomiales de los puntos es un máximo, o sea, cuando el valor negativo de la función logarítmica de verosimilitud.

$$-\ell(\beta_1, \beta_2, \beta_3) = -C \sum [(h) \ln(P(l)) + (1 + h) \ln(1 - P(l))]$$

es mínimo, donde h es una variable dicotómica ($h=1$ es maduro, $h=0$ es inmaduro), $P(l)$ es la proporción que se encuentra madura a la talla l , C es una constante que no afecta la estimación, y la sumatoria se realiza sobre todas las observaciones. Dada la naturaleza no lineal de las ecuaciones normales, el mínimo se encuentra mediante un algoritmo de iteración (Quasi-Newton). El resultado del ajuste del modelo en la ecuación de $P(l)$ con su función objetivo $-\ell(\beta_1, \beta_2, \beta_3)$, es un vector de estimadores de parámetros y una matriz de covarianza que

representa la incerteza asociada a ellos. Se determina de esta manera una función de madurez sexual a la talla y su rango de incerteza.

Invirtiéndose variables en el modelo de madurez logístico se obtiene la talla al $P\%$ de madurez según la siguiente expresión:

$$l_{p\%} = \frac{1}{\beta_3} \ln \left[\frac{1}{P} \right] - \frac{\beta_2}{\beta_3}$$

y en particular cuando $P\%=50\%$ se tiene que:

$$l_{p\%} = -\frac{\beta_2}{\beta_3}$$

Considerando que las fuentes de error en la estimación de $l_{p\%}$ son los estimadores de los parámetros β_2 y β_3 , que éstos tienen una distribución normal asintótica y están negativamente correlacionados, con media igual al parámetro poblacional y varianza dada por su matriz de covarianza (Johansen, 1984; Chambers, 1977), entonces se puede obtener una distribución empírica de probabilidad para $l_{p\%}$ se puede obtener por remuestreo Monte Carlo desde una distribución normal bivariada para el vector $[\beta_2, \beta_3]$. De la distribución empírica se obtiene los cuantiles de 2,5 y 97,5% de probabilidad mediante el método Bootstrap percentil (Efron & Tibshirani 1982), constituyendo de esta manera el intervalo de confianza del 95%. El algoritmo de remuestreo (MATSIM) realiza toda la operación, utilizando la teoría lineal para la relación entre los estimadores de β_2 y β_3 (Draper & Smith, 1966).

En el algoritmo MATSIM se muestrea libremente de un estimador de parámetro (por ejemplo, β_2) en cada iteración Monte Carlo, y el otro parámetro se calcula utilizando las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \beta_{3,j} &= \hat{\beta}_3 - \hat{r}_{\beta_2, \beta_3} \begin{bmatrix} \hat{S}_{\beta_3} \\ \hat{S}_{\beta_2} \end{bmatrix} \hat{\beta}_2 + \hat{r}_{\beta_2, \beta_3} \begin{bmatrix} \hat{S}_{\beta_3} \\ \hat{S}_{\beta_2} \end{bmatrix} \beta_{2,j} \\ &= \hat{\beta}_3 + \hat{r}_{\beta_2, \beta_3} \begin{bmatrix} \hat{S}_{\beta_3} \\ \hat{S}_{\beta_2} \end{bmatrix} [\beta_{2,j} - \hat{\beta}_2] \end{aligned}$$

En cada iteración, el algoritmo MATSIM selecciona un valor de β_2 desde la distribución normal de probabilidades definida por su estimador y su error estándar, y luego calcula la media de β_3 .

La varianza del estimador de β_3 es la varianza debida a la relación lineal con β_2 más una varianza residual no explicada por la relación. La varianza debida a la relación lineal se transfiere directamente desde β_2 a β_3 a través del remuestreo Monte Carlo de β_2 y su cálculo de β_3 . La varianza residual debe sumarse en cada iteración utilizando la siguiente expresión:

$$\hat{S}_{\beta_3, residual}^2 = \hat{S}_{\beta_3}^2 (1 - \hat{r}_{\beta_2, \beta_3}^2)$$

donde: r^2 es la proporción de la varianza debida a la relación lineal. El algoritmo MATSIM utiliza las últimas dos ecuaciones para definir una distribución normal de probabilidades y realizar una simulación Monte Carlo restringida para obtener β_3 .

El remuestreo se repite en 5.000 iteraciones, con lo que obtendrá una buena representación de la distribución empírica de probabilidades de $l_{P\%}$. El intervalo de confianza para $l_{P\%}$ se obtiene utilizando el método Bootstrap-percentil, es decir, ordenando los $l_{P\%,j}$ de menor a mayor y tomando los valores ubicados en $N_{(\alpha/2)}$ y en $N_{(1-\alpha/2)}$, donde N es el número de iteraciones, como los límites superior e inferior del intervalo de confianza del $100(1-\alpha)\%$. La estimación Monte Carlo de $l_{P\%}$ es el valor correspondiente a la mediana (posición n° $N/2$ en el grupo ordenado de iteraciones) de los $l_{P\%,j}$. Finalmente, tomando $P=0,5$, puede obtenerse la talla mediana de madurez sexual y su intervalo de confianza. Al tomar diversos valores para P (de 10 a 90%, como se indicó más arriba), puede obtenerse un intervalo de confianza para toda la curva de madurez a intervalos discretos. Si la distribución de las variables madurez es normal, entonces la mediana, media y moda deben coincidir.

4.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.4.

Sugerir recomendaciones de administración pesquera en base a los resultados obtenidos en los objetivos específicos anteriores.

4.4.1. Reuniones con la Unidad de Biodiversidad, de la División de Administración Pesquera

Tal como se sugiere en las Bases Técnicas se programaron reuniones con la Unidad Técnica responsable del Proyecto, que corresponde a la Unidad de Biodiversidad, de la División de Administración Pesquera.

En la primera de dichas reuniones se informarán los resultados obtenidos durante la ejecución del Proyecto, bajo el esquema del enfoque propuesto al comienzo de la Propuesta. Los resultados incluirán un análisis de las medidas de administración disponibles en la Ley General de Pesca y Acuicultura vigente, como asimismo legislación comparada de otros países donde el manejo de las pesquerías de condrictios esté más avanzado.

También se incorporaron las regulaciones, restricciones y medidas que se deben considerar por el hecho que *Lamna nasus* esté incorporada tanto en CITES como CMS, como también la clasificación IUCN de Listas Rojas de la especie en su distribución en el hemisferio sur y los Planes de Manejo de Condrictios que llevan adelante distintas Organizaciones Regionales de Pesca (ORP) o Regional Fisheries Management Organizations (RMFOs en inglés), como son principalmente IATTC, WCPFC, IOTC e ICCAT.

Se analizó en conjunto las orientaciones que emanaron de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, a través de la Unidad ya señalada.

5. RESULTADOS

5.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.1.

Realizar una revisión bibliográfica del conocimiento de la biología y pesca del tiburón sardinero en Chile.

Tal como se señalará en la Propuesta Técnica esta recopilación se ha realizado por parte del Equipo de Trabajo acudiendo a las diversas fuentes bibliográficas ofrecidas, pero además se nutrió en forma importante de diversos trabajos aportados por los participantes tanto extranjeros como nacionales durante la realización en enero de 2018 de un Workshop Internacional en Coquimbo, como se puede observar en el contenido del Reporte del Workshop (Anexo 1). Además, se incluyen participaciones en reuniones en instancias técnicas donde se presentó la información recopilada hasta esos momentos, con el objeto de recoger aportes adicionales de colegas internacionales.

Se informa sobre la recopilación realizada de más de 250 trabajos, la mayoría de ellos específicos sobre la especie *Lamna nasus*, y otros más generales, donde ésta es parte en conjunto con varias especies capturadas como fauna acompañante principalmente en pesquerías dirigidas a varias especies pelágicas de atunes, pez espada, dorado de altura, pero también en algunas pesquerías de recursos demersales como la merluza de cola, bacalao de profundidad, calamar y otras especies. Estos documentos fueron ingresados para organizar un sistema de consulta a través del software de base de datos bibliográficos ENDNOTE, con sus respectivos pdfs.

También se han revisado documentos generados por la **Inter American Tropical Tuna Commission (IATTC)**, la **Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC)**, la **Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna (CCSBT)**, **The International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT)**, la **Indian Ocean Tuna Commission (IOTC)** y la **Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR)**, todas Organizaciones Regionales de Pesca que recopilan información de varios países y que potencialmente podrían ser de utilidad, para completar antecedentes sobre *Lamna nasus* y evaluar distintas estrategias de estudio, monitoreo y manejo de fauna

acompañante en general y tiburones en particular, material que se entrega en el **Objetivo específico 2.4**. Sugerir recomendaciones de administración pesquera en base a los resultados obtenidos en los objetivos específicos anteriores.

Para hacerse cargo del cumplimiento de este objetivo, se decidió organizar la revisión bibliográfica en este capítulo centrada en la identificación de la especie, su taxonomía, adaptaciones biológicas y dado el enfoque que se le dio a esta Propuesta, en la presencia y distribución espacial de la especie en el Hemisferio Sur, con el objetivo de recopilar registros existentes del tiburón sardinero en esta área geográfica, poder actualizar el mapa de la figura 1, ya que tal como se señalara anteriormente los límites norte y sur de la(s) población(es) de la especie no son bien conocidos y pueden no ser representativos. Este conocimiento es fundamental para organizar conceptualmente y en la práctica las actividades del Proyecto.

5.1.1. Identificación

Esta revisión apunta a establecer con claridad las características morfológicas de *Lamna nasus* que permiten su identificación inequívoca, en particular con las especies más cercanas, aquellas de la Familia Lamnidae, y luego con aquellas con las cuales comparte presencia en las pesquerías más relevantes tanto en Chile como en el hemisferio sur.

Un análisis de múltiples descripciones y claves como las de Almeida & Biscoito (2019); Compagno (1984, 1985, 1998, 2002, 2016); Duhamel & Compagno (1985); Hurst et al. (2000); Mecklenburg et al. (2018) y McMillan (2019) coincide en que los cuatro caracteres diagnósticos más relevantes para la identificación de *L. nasus* son: Primera aleta dorsal con borde posterior libre y de color blanco; dos quillas en el pedúnculo caudal cuyo lóbulo superior es de mayor tamaño que el inferior, una más prominente y otra secundaria, dientes con una cúspide central y dos laterales más pequeñas, hocico cónico.

Hernández et al. (2009) compararon las aletas pectorales, primeras dorsales y caudales de *Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus* y *Lamna nasus*, las tres especies de tiburones pelágicos más abundantes de la fauna acompañante en la capturas de pez espada en aguas chilenas (Acuña et al.

2001, 2002), con el objeto de poder identificar las especies en las capturas y reconocer las aletas de las mismas en los secaderos de aletas de la zona centro-norte de Chile (Fig. 10).



Fig. 10. Caracteres distintivos para la identificación de *Lamna nasus*: Primera aleta dorsal, quillas laterales en pedúnculo caudal y aleta caudal, hocico cónico y dientes tricúspides. Detalles en el texto.

Las características morfológicas señaladas son suficientes para lograr distinguir a *Lamna nasus* de *Isurus oxyrinchus*, otro lámnido con el cual coexisten en amplias áreas de los océanos Atlántico Norte y los tres Océanos del hemisferio sur.

5.1.2. Taxonomía

La información taxonómica es muy relevante se deben utilizar distintos nombres pues algunas especies han cambiado de nombre desde que fueron descritas y por lo tanto en las búsquedas bibliográficas se deben utilizar distintos nombres, dependiendo de los periodos en los cuales se realizan estas acciones. Para la entrega de la información, se utiliza el procedimiento establecido por la Academia de Ciencias de California (California Academy of Sciences) específicamente en su Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References¹, complementando con las Bases de Datos del World Register of Marine Species (WORMS)² y FishBase³.

¹ <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

² <http://www.marinespecies.org>

³ <https://www.fishbase.de>

cambricus, *Squalus* Turton [W.] 1800: 920 [A general system of nature v. 1] Costas británicas. No existen tipos conocidos. Descripción de la especie por J. Pollerspöck Oct. 2012. • Sinónimo de *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788) -- (Dyldin 2015:46). **Status actual:** Sinónimo de *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788). Lamnidae. Hábitat: marino.

cornubicus, *Squalus* Gmelin [J. F.] 1789:1497 [Caroli a Linné ... Systema Naturae per regna tria naturae v. 1 (pt. 3) (Fig. 11). Cornwall, England, Northeastern Atlantic. No existen tipos conocidos. Llamado *cornubiensis* en Pennant 1812:186. Llamado *Lamna cornutica* en Morris 1898:412. • Sinónimo de *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788) -- (Springer 1973:13, Quéro en Whitehead et al. 1984:87, Compagno 1984:248, Springer 1990:88, Compagno 2001:121, Hoese & Gates 2006:79, Lipej & Dulčić 2010:6, Castro 2011:284, Parin et al. 2014:20, Dyldin 2015:46). **Status actual:** Sinónimo de *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788). Lamnidae. Hábitat: marino.

daekayi, *Oxyrhina* Gill [T. N.] 1861:60 [Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia v. 13 (Suppl.); Based on *Lamna punctata* (non Mitchill) de Storer 1846:252. • Sinónimo de *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788) -- (Compagno 1984:248, Compagno 2001:122, Castro 2011:284, Dyldin 2015:46). **Status actual:** Sinónimo de *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788). Lamnidae. Hábitat: marino.

dekayi, *Isuropsis* Gill [T. N.] 1862:409 [Annals of the Lyceum of Natural History of New York v. 7 (art. 33)]. Basado en *Lamna punctata* de DeKay 1842 (no de Storer). • También Sinónimo of *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788) -- (Compagno 2001:122). • Sinónimo de *Isurus oxyrinchus* Rafinesque 1810 -- (Compagno 1984:242, Compagno 2001:109, Dyldin 2015:46). **Status actual:** Sinónimo de *Isurus oxyrinchus* Rafinesque 1810. Lamnidae. Hábitat: marino.

monensis, *Squalus* Shaw [G.] 1804:350 [General zoology or systematic natural history] Beaumaris, Anglesea Island, Inglaterra. No existen tipos conocidos. Basado en fuentes de literatura. • Sinónimo de *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788) -- (Compagno 1984:248, Compagno 2001:121, Dyldin 2015:46). **Status actual:** Sinónimo de *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788). Lamnidae. Hábitat: marino.

Bloch Fisch. Deutschl. 2. p. 78. n. 2. p. 78. t. 86. Squalus absque foraminibus ad oculos.

Orb. it. chin. p. 385. Squalus ascensionis.

Klein miss. pisc. 3. p. 6. n. 2. Cynocephalus glaucus.

Rondel. pisc. 1. 378. Gesn. nq. p. 609. Will. ichth. 49. t. B. 8.

R. 3. pisc. p. 20. Galeus glaucus.

Bronsson. act. Paris. 1780. p. 665. n. 15. Glauque.

Act. angl. 68. p. 789. t. Brit. zool. 3. p. 84. n. 5. Blue Shark.

Habitat in omni mari frequens, audacissimus, 2½ - 14 pedes longus, glaucus subtus albus, parum asper.

Caput subdepressum; oculi minuti subrotundi iride ochroleuca; dentes fere triangulares, elongati, acuti, non serrati, deorsum retrosumque versi, non raro fossiles; anus caudae proximus; pinnae dorsales muticae glaucae, prior, ventralibus anterior, fere triangularis, altera minor anali albae posterior et aequalis; pectorales maguae, longae; emarginatae ventraleque supra glaucae, subtus albae; caudulis glauca, in 2 lobos partita, quorum inferior triplo brevior.

cornubi- 25. Sq. plica longitudinali ad utrumque caudae latus.

tus.

Bronsson. act. Paris. 1780 p. 667. n. 16. Nez.

Brit. zool. 3. p. 92. n. 11. Borl. Cornub. 265. t. 26. n. 4. Porbeagle.

β) Brit. zool. alt. ed. 3. p. 104. t. 17. Beaumaris Shark.

γ) du Hamel hist. des pech. 2. f. 9. Touille-bocuf?

Habitat in mari Cornubiam alluente, teret, crassus, brevis, 2½ pedes modo longus, varius, parum asper.

Oculi grandes; rostrum conicum, prominens; poris pertusum; rictus amplus, dentibus plurimis oblongis, mobilibus, acutis, basi dilatatis, deorsum retrosumque versis horridus; spiracula 5 maxima; linea lateralis supra oculos orta, angulata, versus finem caudae in plicam terminata; pinna dorsalis prima ante medium corporis fere triangularis; altera multo minor, anali posterior et aequalis; pectorales inter apicem rostri et ventrales fere mediae; cauda in lobos 2 magnos lanceolatos partita, superiore paulo longiore.

cinereus. 26. Sq. spiraculis utrinque septem.

Bronsson. act. Paris. 1780. p. 668. n. 17. Perlon.

Habitat in mari mediterraneo, ad glaucum colore suo satis accedens, 3 pedes longus, parum asper.

Fig. 11. Descripción original de *Squalus cornubicus* Gmelin 1789.

nasus, *Squalus* Bonnaterre [J.P.] (ex Pennant) 1788:10, Pl. 85 (fig. 350) [Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature... Ichthyologie] (Fig. 12). Cornwall, Inglaterra, Atlántico noroeste. No existen tipos conocidos. Basado en el 'Porbeagle' de Pennant 1769:92. •Válido como *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788) -- (Springer 1973:13, Quéro in Whitehead et al. 1984:87, Compagno 1984:248, Bass 1986:100, Menni 1986:434, Robins & Ray 1986:20, Scott & Scott 1988:20, Gubanov & Timoxin 1989:220, Paxton et al. 1989:68, Pequeño 1989:13, Paulin et al. 1989:21, McAllister 1990:29, Nakaya in Amaoka et al. 1990:57, Springer 1990:88, Compagno 1990:82, Miller 1993:467, Last & Stevens 1994:165, Randall 1995:24, Santos et al. 1997:11, Arruda 1997:16, Lucifora & Menni 1998:87, Smith-Vaniz et al. 1999:121, Compagno 1999:478, Hutchins 2001:13, Compagno 2001:121, Soto 2001:65, 90, Bilecenoglu et al. 2002:10, Branstetter in Collette & Klein-MacPhee 2002:30, Compagno 2003:439, Gadig & Gomes in Menezes et al. 2003:25, Nelson et al. 2004:52, Duhamel et al. 2005:58, Golani 2005:9, Hoese & Gates 2006:79, Fricke 2007:25, Fricke et al. 2007:12, White 2008:42, George 2009:34, Lipej & Dulčić 2010:6, Møller et al. 2010:16, Mecklenburg et al. 2011:115, Castro 2011:284, Mollen et al. 2012:32, Naylor et al. 2012:50 see remarks, Page et al. 2013:50, Wirtz et al. 2013 :115 requiere confirmación, Parin et al. 2014:20, Duffy 2015:73, Duffy & Ahyong 2015:106, Dylidin 2015:46, Compagno 2016:1249, Nión et al. 2016:20, Weigmann 2016:15, Mecklenburg et al. 2018:22, Stone & Shimada 2019:633). **Status actual:** Válido como *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788). Lamnidae. Distribución: Casi circumglobal en mares templados (incluido Mar Mediterráneo, Mar Báltico, Mar del Norte). Hábitat: marino.

pennanti, *Squalus* Walbaum [J. J.] 1792:517 [Petri Artedi sueci genera piscium Part 3] Atlantic. No types known. •Sinónimo of *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788) -- (Compagno 1984:248, Compagno 2001:121], Dylidin 2015:46). **Status actual:** Sinónimo of *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788). Lamnidae. Hábitat: marino.

philippii, *Lamna* Pérez Canto [C.] 1886:1 [Anales de la Universidad de Chile Sec. 1, v. 69] Chile. ? MHN (possibly lost). See also Philippi 1887:549 [17 of separate], Pl. 3 (fig. 2)]. •Sinónimo of *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788) -- (Compagno 1984:248, Compagno 2001:122, Castro 2011:284, Dylidin 2015:46). **Status actual:** Sinónimo of *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788). Lamnidae. Hábitat: marino.

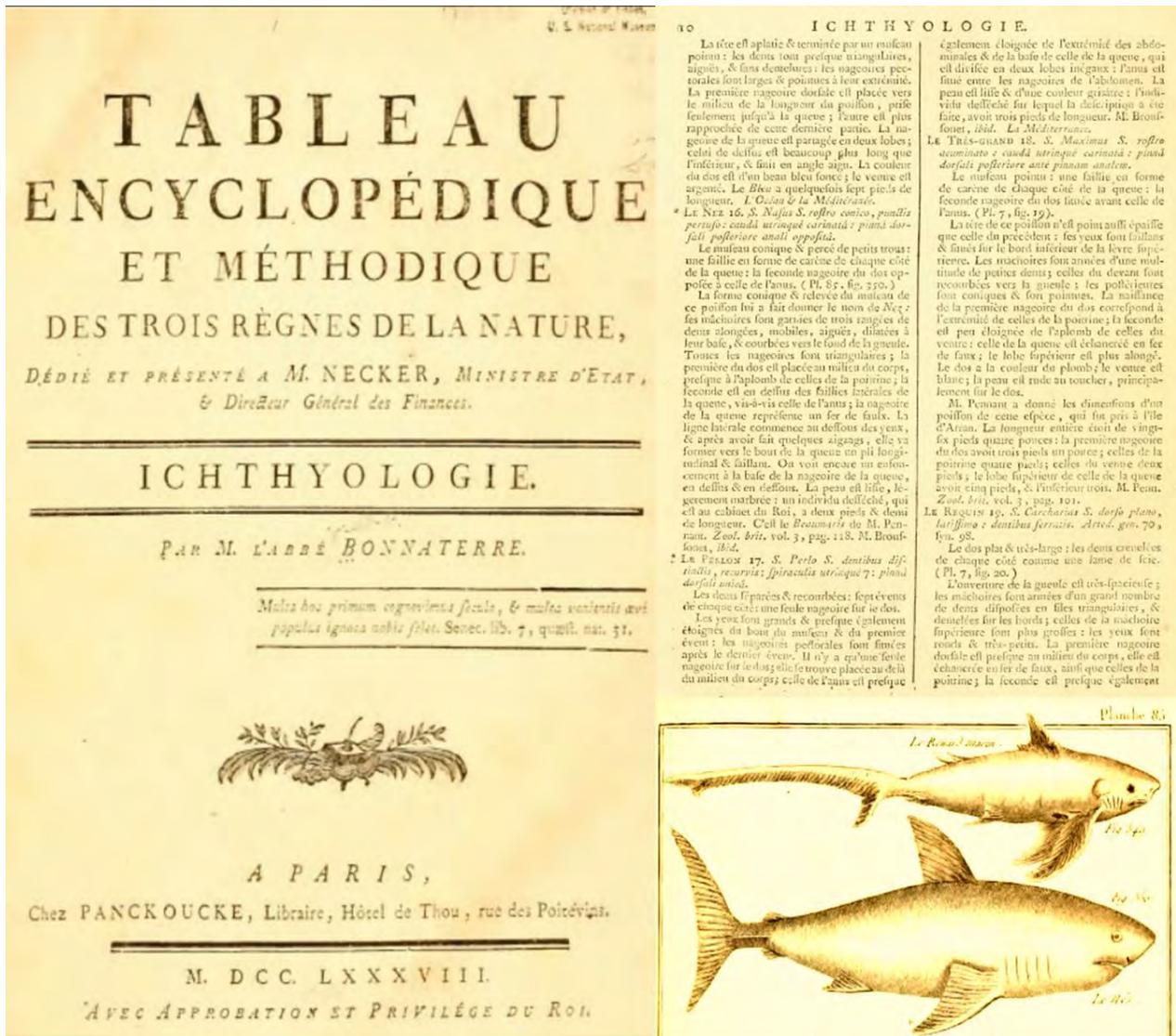


Fig. 12. Descripción original y lámina de *Lamna nasus* (Fuente: Bonnaterre, 1788).

selanonus, *Squalus* Leach [W. E.] (ex Walker) 1818:64, Pl. 2 (fig. 2) [Memoirs of the Wernerian Natural History Society, Edinburgh v. 2 (art. 5); Lochfyne and Zetland, Scotland. Syntypes: College of Edinburgh (1, dry) Lochfyne, (1, jaws) Zetland. •Sinónimo of *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788) -- (Compagno 1984:248, Compagno 2001:122, Dyldin 2015:46). **Status actual:** Sinónimo of *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788). Lamnidae. Habitat: marino.

walkeri, *Selanonius* Fleming [J.] (ex Walker) 1828:169 [A history of British animals] Argyleshire, Britain. Basado en *Squalus selanoneus* of Walker 1769:155 (manuscript). •Sinónimo

of *Lamna nasus* (Bonnaterre 1758) -- (Compagno 1984:248, Compagno 2001:122, Dyldin 2015:46). **Status actual:** Sinónimo of *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788). Lamnidae. Hábitat: marino.

whitleyi, *Lamna* Phillipps [W. J.] 1935:239, Fig. 3 [The New Zealand Journal of Science and Technology v. 16 (n° 4); Island Bay, Wellington, New Zealand. Syntypes: whereabouts unknown. •Sinónimo of *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788) - (Paxton et al. 1989:68, Last & Stevens 1994:166, Compagno 2001:122, Hoese & Gates 2006:79, Castro 2011:284, Dyldin 2015:46). **Status actual:** Sinónimo of *Lamna nasus* (Bonnaterre 1788). Lamnidae. Hábitat: marino.

5.1.3. Biología

5.1.3.1. Anatomía - Fisiología

El tiburón sardinero, *Lamna nasus*, pertenece a un grupo pequeño de tiburones lámnicos (Orden Lamniformes) que poseen modificaciones del sistema vascular que cumplen la función de intercambiadores vasculares de calor de contracorriente (Bone and Chubb 1983; Carey et al. 1981). Estos le permiten retener el calor generado metabólicamente en vez de perderlo al ambiente durante la oxigenación de la sangre en las lamelas branquiales.

Sin, embargo, Müller (1841) fue el primer autor que descubrió y describió la presencia de una rete mirabile (red maravillosa) en el sistema digestivo-hepático de *Lamna cornubica* (sinónimo de *L. nasus*), específicamente la rete supra-hepática (Fig. 13).

Posteriormente, Burne (1923) retomó estos estudios y describió otras tres redes maravillosas asociadas al cerebro y ojos (rete orbital), a la musculatura (rete subcutánea lateral) y a los riñones (rete sub-renal) de *Lamna cornubica* (sinónimo de *L. nasus*), además de la ya descrita por Müller (1841), relacionada al sistema digestivo (rete supra-hepática) (Fig. 14).

Burne (1923) señala que el plan general del sistema vascular de *L. nasus* es similar a aquel típico de otros tiburones, pero que la importancia relativa de sus distintas partes está profundamente alterada.

La rete orbital da origen a dos ramas; la arteria oftálmica magna (un vaso pequeño, para aportar al globo ocular, que surge desde el dorso de la rete por la combinación de varias redes) y una rama cerebral (carótida interna) representada por un manojito de vasos diminutos que sale desde el ápice de la rete y penetra la pared craneal cerca del foramen óptico. Dentro del cráneo, estos vasos se insertan en la dura mater y se unen con la rama comisural de la carótida posterior (Fig. 15, *comm.a.*) para formar arterias cerebrales del tipo normal. En la figura (15) se muestra la anatomía de este sistema de rete, de acuerdo a la descripción de Burne (1923).

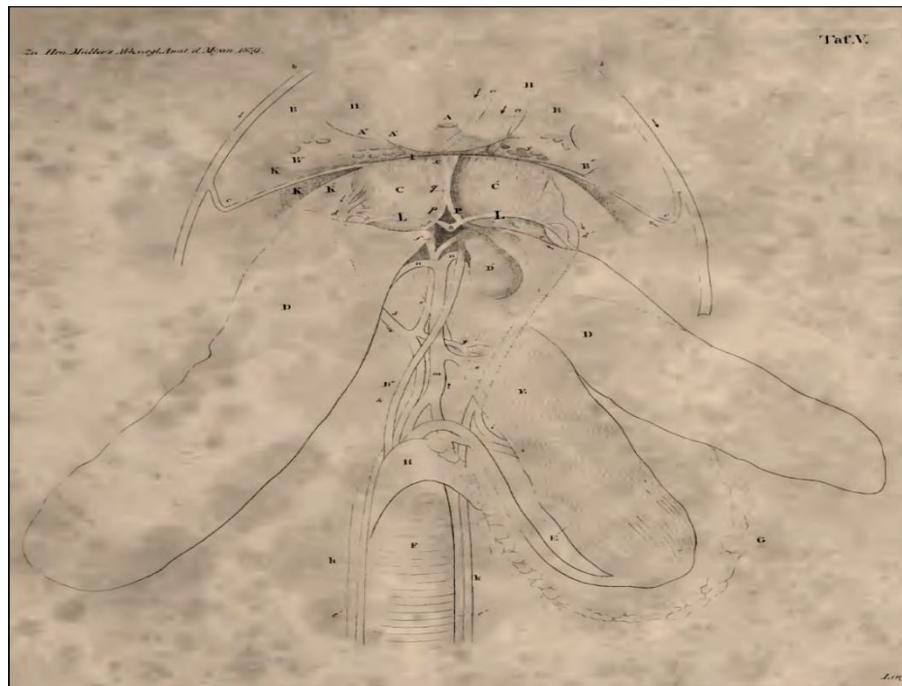


Fig. 13. Rete mirabile suprahepática de *Lamna cornubica*. *A*= Punto de confluencia del sistema venoso en el corazón. Abreviaturas: *A'*= Parte de las venas transversales principales, ubicadas dentro del pericardio; *A''*= Parte de estas venas que se encuentran fuera del pericardio; *B*= Vena anterior del tronco; *B'*= Gran tronco venoso de las paredes musculares laterales; *C*= Red maravillosa derecha, es la parte arterial y su conexión con las arterias indicadas; *C'*= Red maravillosa izquierda, es la parte venosa y su conexión con las venas indicadas; *D.D.*= Los dos lóbulos del hígado; *D'*= Vesícula biliar; *D''*=Conducto biliar; *E*. estómago; *E'*. Porción pilórica del estómago; *F*. = Páncreas (Modificado de Müller, 1841).

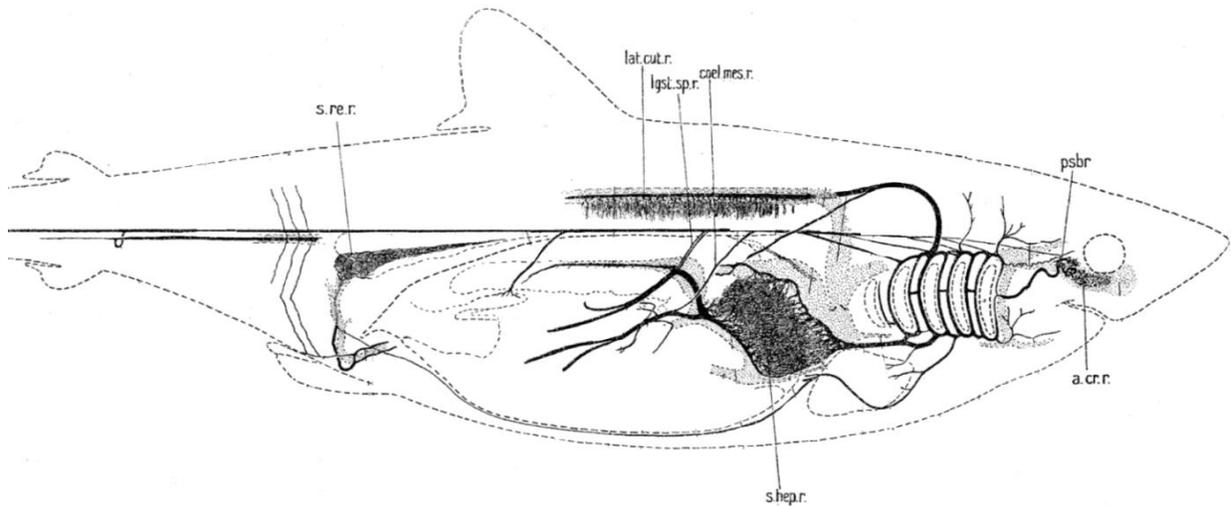


Fig. 14. Diagrama de las rete mirabile (redes maravillosas) de *Lamna cornubica*. Abreviaturas: **a.cr.r.**= rete de la carótida anterior; **coel.mes.r.**= raíz aórtica coelo-mesentérica; **lat.cut.r.**= rete conectada a vasos laterales cutáneos en músculos del tronco; **lgst.sp.r.**= raíces aórticas espleno-gástrico-espermáticas; **psbr**= rete pseudobranquial; **s.hep.r.**= rete supra-hepática; **s.re.r.**= rete sub-renal, bajo los riñones. (Modificado de Burne, 1923).

En la Fig. 16) se muestra un esquema de la región branquial derecha de *L. cornubica*, por ser la parte del sistema vascular donde se inician la arteria lateral cutánea (**lat.cut.a.**), pero donde no existe ninguna rete mirabile.

Los músculos del tronco y aletas pares reciben la mayor parte de su aporte de sangre desde las arterias superficiales cutáneas (una arteria derivada de uno de los vasos dorsales de las bolsas branquiales, las arterias hipobranquial mediana y lateral junto a un par de arterias laterales inferiores que se conectan con los vasos laterales cutáneos en una rete de construcción simple (Fig. 17, **lat.cut.r.**). Debido al patrón alterado del aporte principal de sangre a las vísceras y tronco, la fuente normal de éste (la aorta y sus ramas) es mucho más reducida y muestra signos marcados de atrofia. En la figura (17) se muestra la anatomía de este sistema de rete, de acuerdo a la descripción de Burne (1923).

Burne (1923) señala que prácticamente toda la sangre destinada al sistema digestivo y gónadas no proviene de la aorta dorsal sino que de la porción ventral de los vasos branquiales a través las conexiones hipobranquiales laterales y de las arterias pericárdicas, que atraviesan en su trayecto hacia las vísceras por la rete supra-hepática (Fig. 18, **s.hep.r.**) descubierta por Müller (1841). En

la figura (15) se entrega un esquema de los elementos vasculares que configuran el sistema de la rete supra-hepática de acuerdo a la descripción de Burne (1923).

Finalmente, las ramas cloacales de las arterias y venas laterales cutáneas inferiores forman una rete no muy densa debajo de los riñones (Fig. 19, *s.re.r.*). A través de esta rete, la sangre arterial es llevada a los riñones y la sangre venosa retorna al corazón. En la figura 19 se presenta un esquema de los elementos vasculares que configuran el sistema de la rete sub-renal de acuerdo a la descripción Burne (1923).

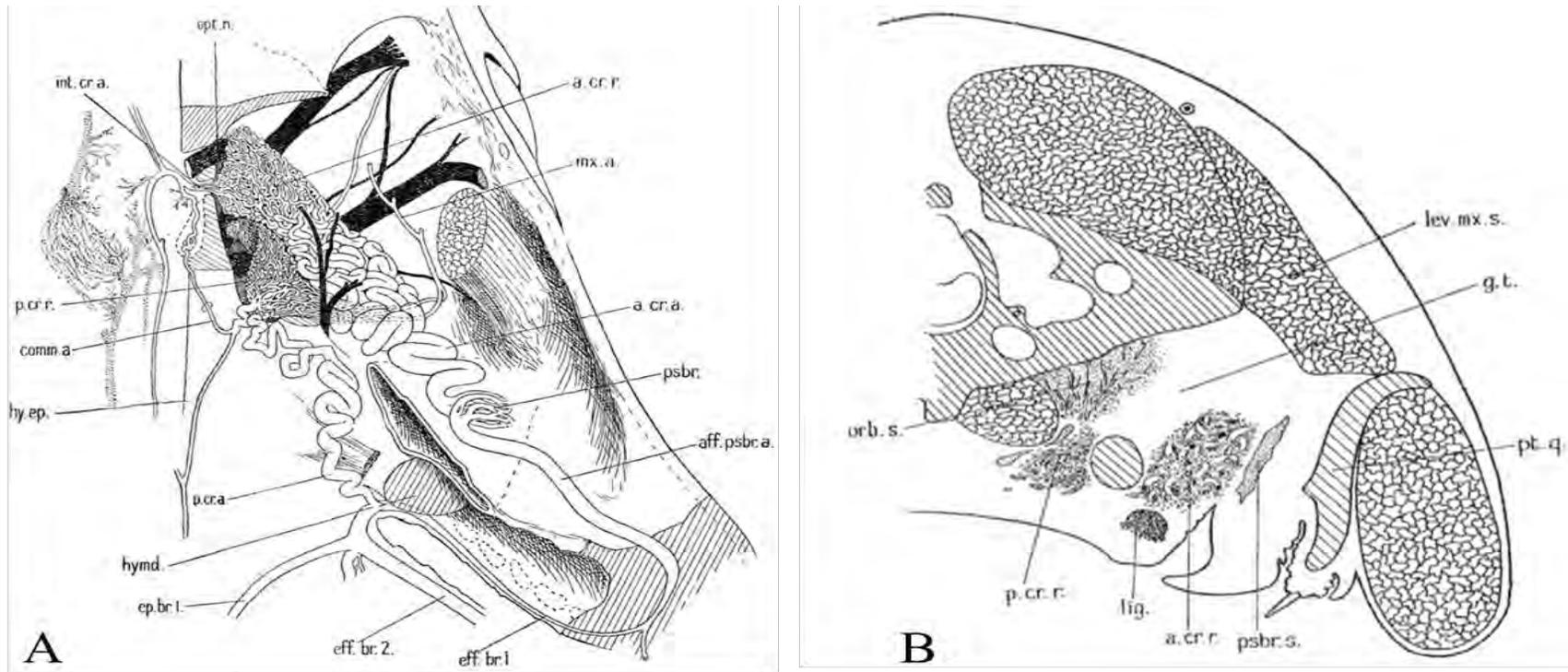


Fig. 15. (A) Lado izquierdo del cráneo de *Lamna cornubica*, disectado de la parte ventral para mostrar las arterias carótidas. A la izquierda se muestra la cavidad craneana (desplazada), como si se viera desde el plano mesial; nervios en negro; arterias en blanco; venas punteadas. Abreviaturas: **a.cr.r.**= rete carótida anterior; **a.cr.a.**= arteria carótida anterior; **aff.psbr.a.**= arteria pseudobranquial aferente; **comm. a.**= rama comisural de la arteria carótida posterior; **eff.br.**= arterias branquiales eferentes; **ep.br.**= arterias epibranquiales; **hy.ep.**, rama hioideo epibranquial de la arteria carótida posterior; **hynd.**, cartílago hiomandibular; **int.cr.a.**= arteria carótida interna; **mx.a.**= arteria maxilar; **opt.n.**= nervio óptico; **p.cr.a.**= arteria carótida posterior; **p.cr.r.**= rete carótida posterior; **psbr.**= rete pseudobranquial. (B) Disección lateral profunda de la región branquial derecha de *L. cornubica*, mostrando las arterias dorsales alimentadoras de las bolsas branquiales y comienzo de la arteria lateral cutánea. Abreviaturas: **aff.psbr.a.**= arteria pseudobranquial aferente; **br.p.**= pared mesial de la bolsa branquial; **eff.br.**= arterias branquiales eferentes; **ep.br.**= arterias epibranquiales; **ex.br.**= cartílago extrabranquial; **jug.v.**= vena yugular; **l.c.**= canal de la línea lateral; **lat.cut.a.**= arteria lateral cutánea inferior; **nut.a.**= arterias dorsales nutritivas de las bolsas branquiales; **sp.**= espiráculo. (Modificado de Burne, 1923).

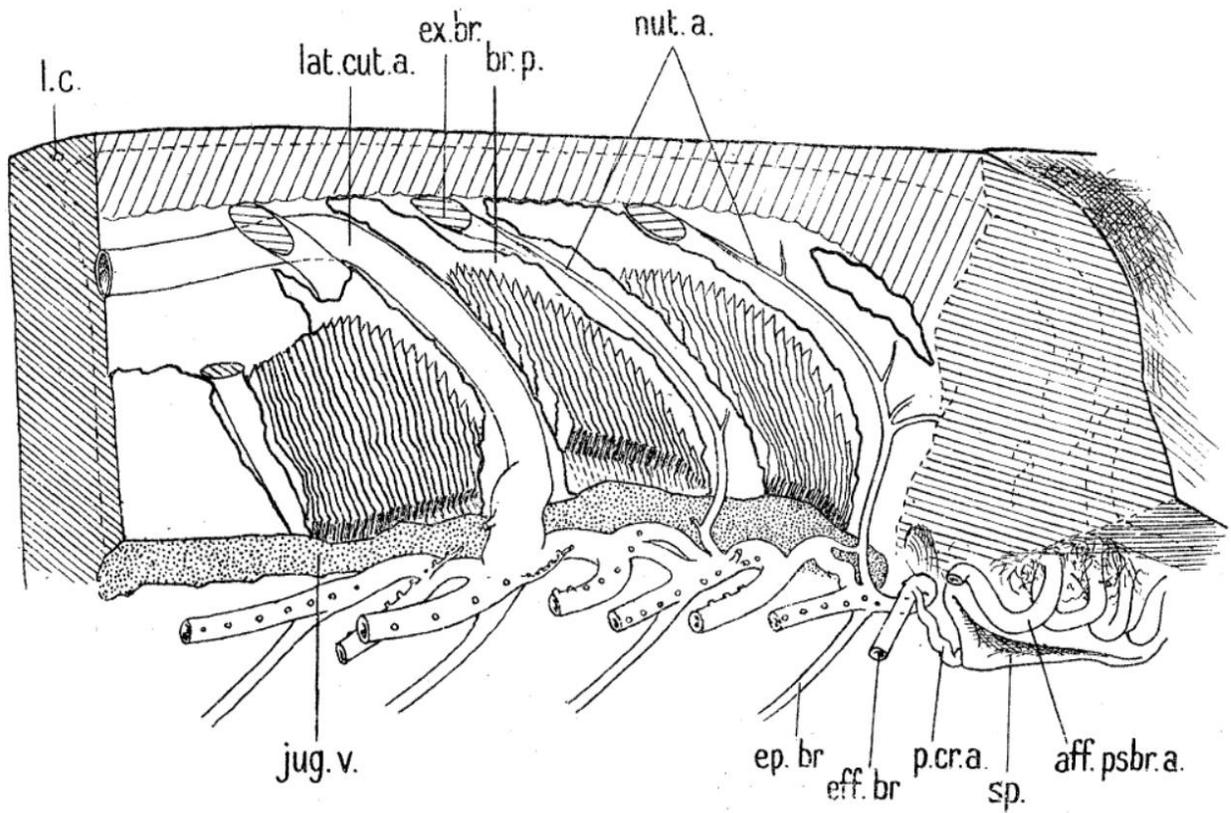


Fig. 16. Disección lateral profunda de la región branquial derecha de *L. cornubica*, mostrando las arterias dorsales alimentadoras de las bolsas branquiales y comienzo de la arteria lateral cutánea. Abreviaturas: *aff.psbr.a.*= arteria pseudobranquial aferente; *br.p.*= pared mesial de la bolsa branquial; *eff.br.*= arterias branquiales eferentes; *ep.br.*= arterias epibranchial; *ex.br.*= cartílago extrabranquial; *jug.v.*= vena yugular; *l.c.*= canal de la línea lateral; *lat.cut.a.*= arteria lateral cutánea; *nut.a.*= arterias dorsales nutritivas de las bolsas branquiales; *sp.*= espiráculo. (Modificado de Burne, 1923).

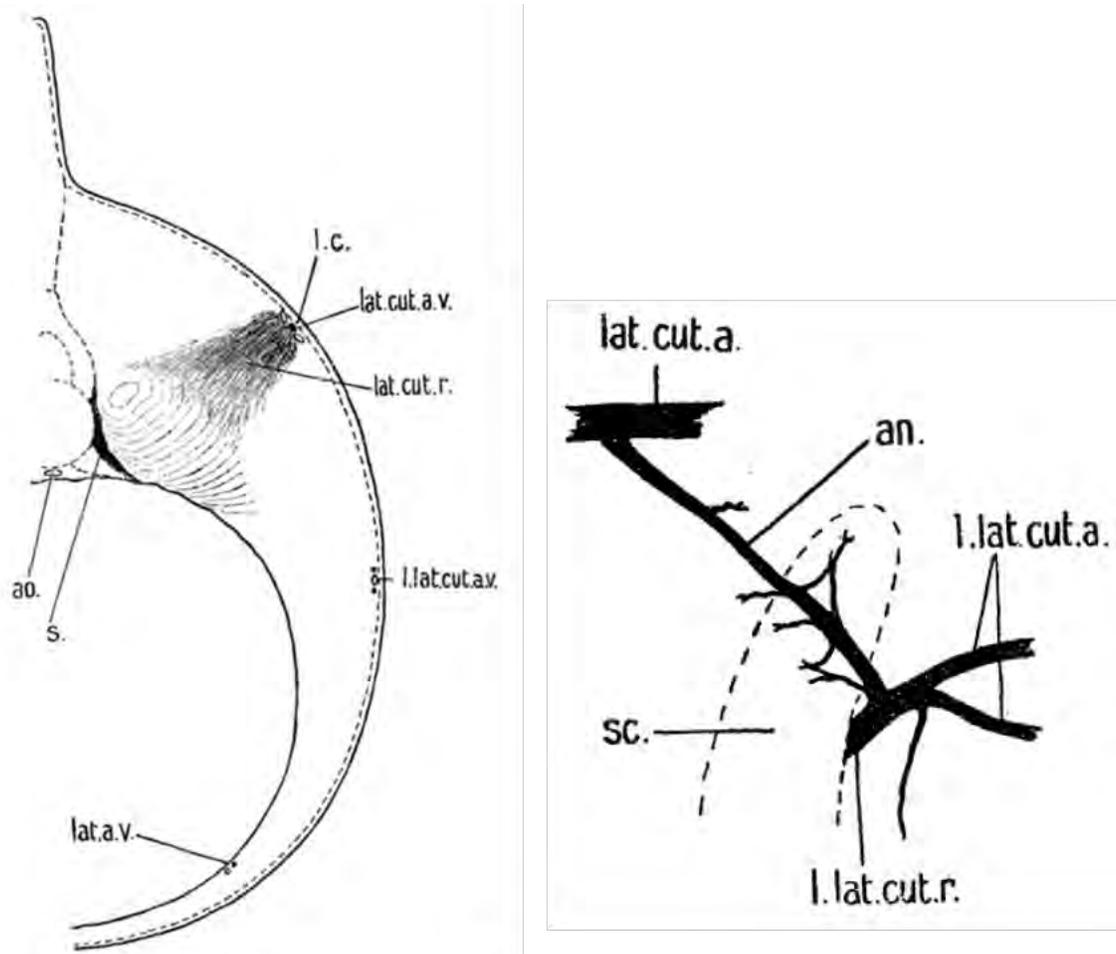


Fig. 17. Sección transversal del tronco de *L. cornubica*, a nivel de la primera aleta dorsal, mostrando las posiciones del lateral cutáneo, lateral cutáneo inferior y arterias y venas laterales y la columna de músculo irrigado por la rete lateral cutánea. Abreviaturas: a.o.= aorta; l.c.= canal de la línea lateral; lat.cut.a.v.= arteria y vena lateral cutánea inferior; lat.cut.r.= rete lateral cutánea en los músculos del tronco; raíz de la arteria lateral cutánea inferior desde la rete supra-hepática; l.lat.cut.a.v.= arteria y vena lateral cutánea; lat.a.v.= arteria y vena lateral. (Modificado de Burne, 1923).

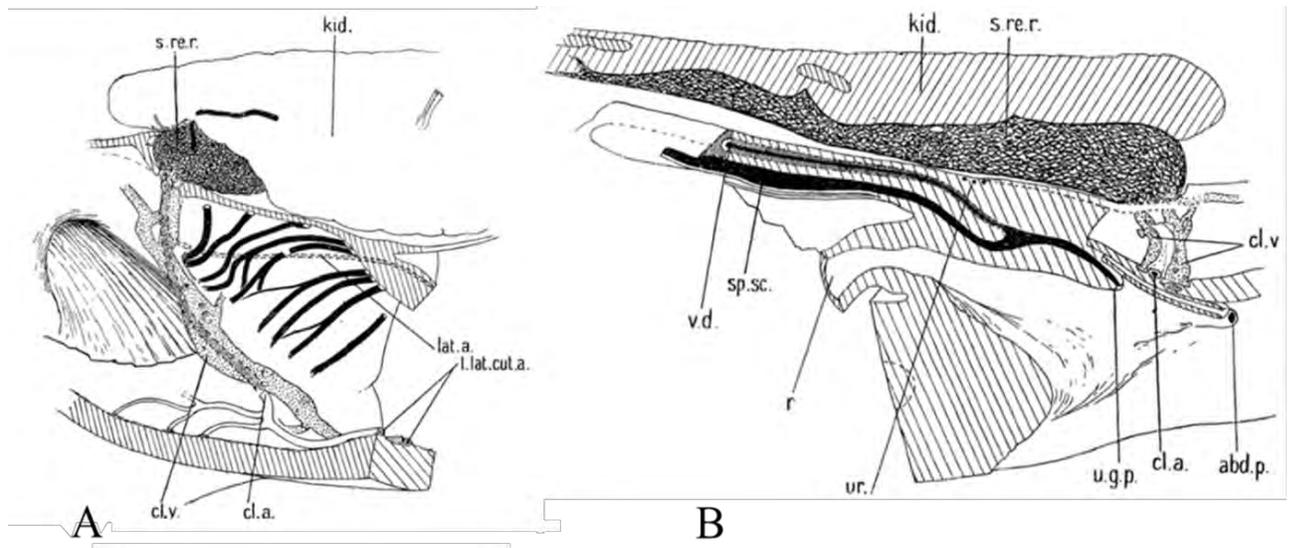


Fig. 19. **(A)** Región cloacal y parte posterior del riñón de *Lamna comubica*, mostrando la parte posterior expuesta de la rete subrenal y los vasos sanguíneos en conexión con ella. Abreviaturas: cl.a.= arteria cloacal; cl.v.= vena cloacal; lat.a.= arteria lateral; l.lat.cut.a.= arteria lateral cutánea inferior; kid.= riñón; s.re.r.= rete subrenal. **(B)** La cloaca y parte posterior del riñón de *L. comubica*, en sección sagital, mostrando la posición y extensión de la rete subrenal. Abreviaturas: abd.p.= poro abdominal; cl.a.= arteria cloacal; cl.v.= vena cloacal; kid.= riñón; r.= recto; sp.sc.= saco espermático; s.re.r.= rete subrenal; u.g.p.= papila uro-genital; u.r.= uréteres; v.d.= vas deferens. (Modificado de Burne, 1923).

Tal como se muestra en la figura (19), Burne (1923) demostró que la sangre es aportada al cerebro, ojos y músculos oculares por la red orbital y no por las carótidas internas, que son la principal fuente de sangre cerebral en otras especies de tiburones, y que en esta especie están reducidas. Block & Carey (1985), estudiando la rete orbital descrita por Burne (1923), reportaron que el cerebro y ojos de *Lamna nasus* presentaban temperaturas de 5°C mayores que el agua de mar circundante. La rete orbital del tiburón sardinero actúa como un intercambiador de temperatura que conserva el calor metabólico y aumenta ésta en los tejidos locales. Por lo tanto, este sistema de calentamiento del cerebro y ojos protege al sistema nervioso central de los efectos de los cambios bruscos de temperatura, y además el calentamiento de la retina puede mejorar la sensibilidad visual de este tiburón. Las mediciones realizadas por Block & Carey (1985) en diversas especies, indicaron que los cerebros y ojos a mayor temperatura solo se encontraron en aquellas que tenían una rete orbital. Estos autores también determinaron que existían gradientes térmicos entre el ojo y a lo largo de la retina de *L. nasus*, por ej. en un ejemplar capturado en aguas a 12,7°C se determinaron temperaturas retinales entre 17,4 a 19,4, con las mayores

obtenidas en la porción posterior de la retina, mientras que la temperatura en el humor vítreo del ojo fue de 14°C. En todo caso, estas temperaturas en cerebro y ojos son menores, aunque comparables con las temperaturas del músculo rojo, el tejido con mayor temperatura en esta especie. Block & Carey (1985) propusieron que la rete orbital conserva el calor metabólico transfiriéndolo desde la sangre venosa que pasa a través del seno orbital hacia la sangre arterial. Estos autores discuten que el calentamiento del cerebro y ojos les permite a *L. nasus* permanecer activo y atento a través de un amplio rango de temperaturas que encuentra en sus movimientos verticales y migratorios.

Carey & Teal (1969) postularon que *Lamna nasus*, por poseer unos intercambiadores de calor de contracorriente altamente desarrollados localizados en su sistema vascular y que constituían una barrera térmica que evitaba que éste fuera retirado de la sangre circulante y se perdiera a través de las branquias, era capaz de conservar el calor metabólico. Estos autores midieron las temperaturas en la musculatura con termistores y determinaron que esta especie podía mantener su cuerpo entre 7 – 10°C por sobre la temperatura ambiental y que las mayores temperaturas se ubicaban en la musculatura oscura asociada a la rete. Sobre la base de esta evidencia, los autores postularon que esta especie obtenía el poder extra para realizar natación de alta velocidad operando sus músculos a temperaturas elevadas. *L. nasus* fue la especie que mostró las mayores diferencias entre la temperatura interna y la ambiental de las tres especies estudiadas, el mako *Isurus oxyrinchus* y el tiburón blanco *Carcharodon carcharias*, lo que claramente le permite desarrollarse en aguas más frías que sus congéneres de la Familia Lamnidae

Carey & Teal (1969) describieron otras características de *L. nasus* que relacionaron con requerimiento para la natación a velocidades altas, como cuerpo pesado, hidrodinámico, formas que dan espacio a una gran musculatura, pero con poca resistencia hidrodinámica. Sus aletas caudales son delgadas, de forma semilunar y baten el agua con golpes rápidos, conformando así un sistema de propulsión a alta velocidad muy efectivo.

En consecuencia, se puede observar que todas las adaptaciones anatómicas detalladas anteriormente, en particular la presencia de una serie de rete mirabile, ya que estudios posteriores adaptativos, apuntan a que *Lamna nasus* es un tiburón pelágico endotermo, que puede mantener

una temperatura corporal varios grados mayor que el entorno, lo que lo ha habilitado en sus dos áreas de distribución, el Atlántico Norte y el Hemisferio Sur, a ser la única especie de tiburón pelágico presente en aguas de altas latitudes ($> 50^\circ$), lo que le ha valido el apodo de “Tiburón de aguas frías”. Las adaptaciones también le permiten mantener la actividad física por mucho tiempo, impidiendo la acumulación de calor y por lo tanto limitaciones en sus desplazamientos.

5.1.3.2. Edad y crecimiento

La información sobre la edad es un componente esencial en los cálculos de la tasa de crecimiento, tasa de mortalidad y por lo tanto es clasificada como una de las variables biológicas más influyentes. En el caso de los peces óseos, los métodos para la determinación de la edad basada en marcas de crecimiento anuales están razonablemente establecidos y se aplican constantemente. Sin embargo, los métodos para la determinación de la edad en elasmobranquios han sido más lentos en su desarrollo con respecto a los aplicados en teleósteos (Campana, 2014). Los incrementos en el crecimiento anual se encuentran en los otolitos, escamas, rayos de las aletas, vértebras y huesos, aunque es el otolito que más se utiliza en un rango de edades amplio en muchas especies. En los elasmobranquios, no existen otolitos y las “escamas” no forman bandas de crecimiento discernibles. Por lo tanto, son generalmente las vértebras (o espina de alguna aleta, cuando está presente) la que debe ser preparada para la determinación de la edad (Campana, 2014).

Otro método utilizado para establecer grupos de edad se refiere al análisis de frecuencias de talla de las capturas. Uno de los primeros trabajos en que se utilizó este método es el desarrollado por Aasen (1963) en muestras comerciales obtenidas en el Atlántico noroeste con palangre de superficie. Este autor incluso definió una medida especial para optimizar la recolección de información, que denominó “dorsal length”, largo dorsal que corresponde a la longitud desde el borde anterior de la base o inserción de la primera aleta dorsal hasta el borde anterior de la fosa precaudal (Fig. 20).

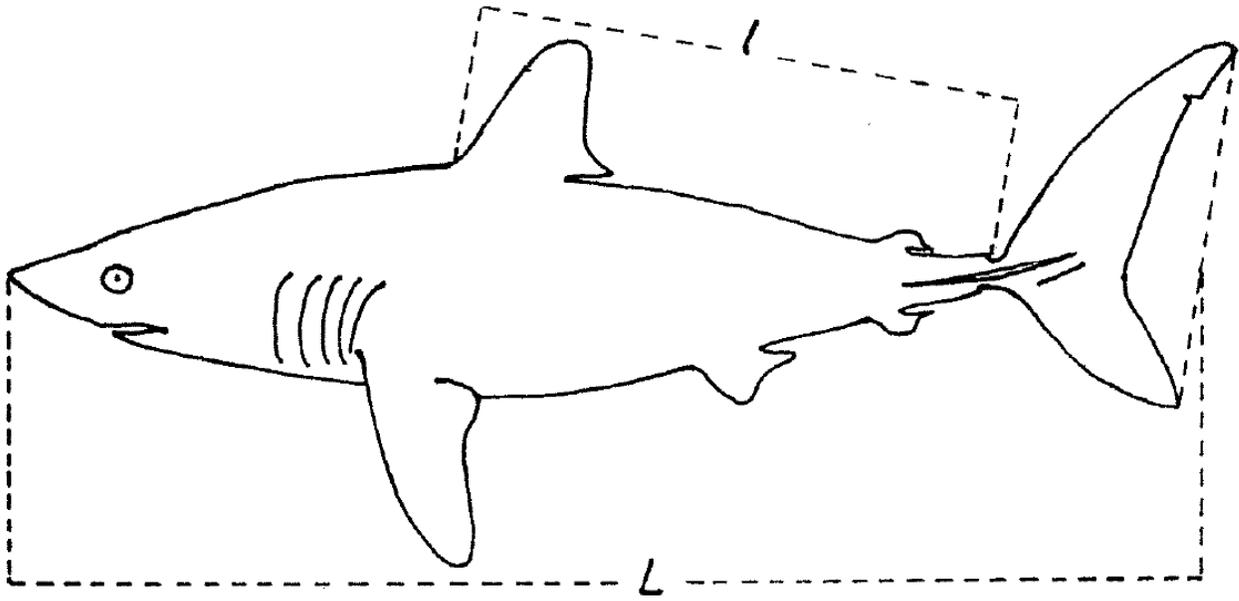


Fig. 20. Largo total (L) y largo dorsal (I). Medidas propuestas por Aasen (1963).

Natanson et al. (2002) determinaron las tasas de crecimiento para ejemplares de *L. nasus* del Océano Atlántico Noroeste, utilizando anillos de crecimiento en las vértebras, de los cuales se validaron hasta la edad de 11 años usando vértebras de ejemplares de edad conocida recapturados que habían sido inyectados con oxitetraciclina. Los machos y hembras crecieron a tasas similares disminuyó. La tasa de crecimiento de las hembras disminuyó de una forma similar al producirse la madurez. Los parámetros de crecimiento de la curva de Von Bertalanffy (sexos combinados) fueron $L_{\infty} = 289,4$ cm Longitud Horquilla) LH, $K = 0,07$ y $t_0 = -6,06$. La edad máxima, basada en la lectura de pares de bandas fue de 25 y 24 años para machos y hembras, respectivamente. La longevidad calculada indicó una edad máxima de 45 - 46 años en in población no sometida a pesca.

Campana et al. (2002) reportó la primera aplicación de la bomba ^{14}C para validar edades en tiburones, específicamente en *L. nasus*. Este método ha sido considerado como uno de los mejores para validar la edad de peces de larga vida, pero con algunos requerimientos. En todo caso la validación de la Bomba ^{14}C requiere que los peces hayan nacido durante el periodo de aumento del ^{14}C (~1955 - 1970), en consecuencia se podría usar para peces de vida larga o aquellas especies que cuentan con colecciones de vértebras. Otra restricción es que las especies hayan residido en la capa de mezcla del océano, al menos durante una parte de su historia de

vida. Sin duda que uno de los problemas de la técnica es su alto costo, requiere del uso de equipamiento de alta tecnología, un espectrómetro acelerador de masa, lo que puede limitar el acceso al mismo. En todo caso, se demostró que esta podría ser una técnica clave para resolver ciertas discrepancias, como la periodicidad de la formación de anillos de crecimiento en algunas especies (Fig. 21).

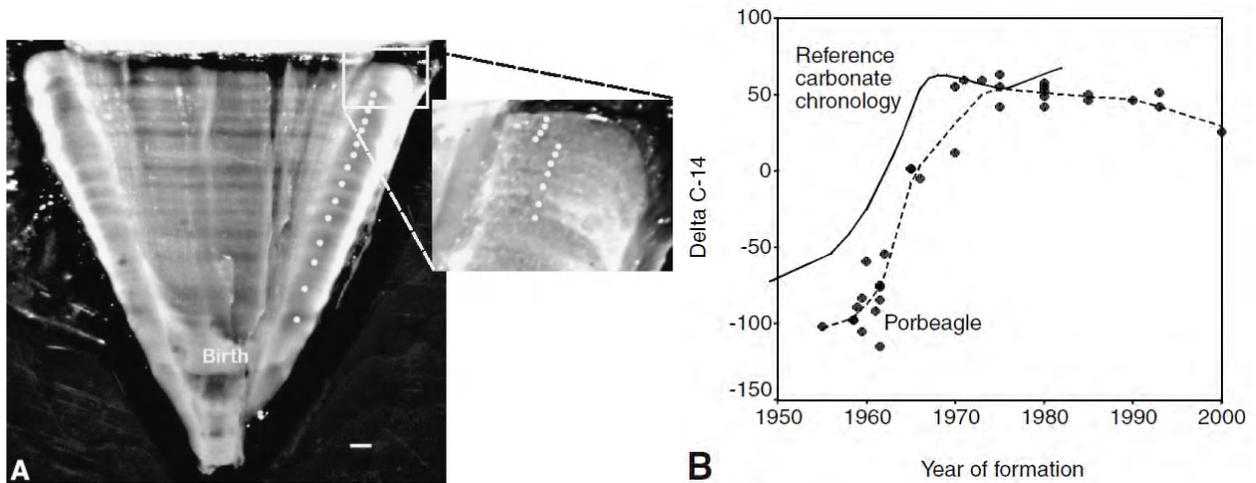


Fig. 21. (A) Vértebra de tiburón sardinero (porbeagle), mostrando el patrón de bandas marcado por puntos blancos, (B) Valores de Bomba de carbono en anillos de vértebras.

Francis (2015) utilizó distribuciones de frecuencia de talla para estimar la composición de tamaños de la captura comercial para los años de pesca 2007 to 2013 en Nueva Zelandia. Además, seccionó vértebras y contó bandas de crecimiento para estimar la edad de un subgrupo de tiburones sardineros. El autor desarrolló un protocolo y ajustó curvas de crecimiento a los datos de taFig. 22lla a la edad, junto con generar una distribución de frecuencia de edades aplicando una clave edad-talla a las distribuciones de frecuencia de tallas (por sexo).

Las capturas con palangre superficial (Surface Long Line, SLL) estuvieron dominadas por juveniles, con alrededor de la mitad de los machos y dos tercios de las hembras menores de 100 cm LH. Solo el 21% de los machos y menos del 2% de las hembras fueron consideradas maduras, aunque Francis (2015) advierte que puede haber una subestimación si un número significativo de adultos grandes maduros fueron descartados sin medirlos. Las hembras maduras no son consideradas vulnerables en la pesquería de SLL de Nueva Zelandia, aunque pueden ser capturadas por otras flotas en aguas internacionales. La captura de ambos sexos estuvo dominada por tiburones de 1 año y la mayoría del resto correspondió a ejemplares de 2 - 10 años. El autor

señala que se requiere validar apropiadamente tiburones sardineros hasta 20 años, pues estimaciones de edad más allá de 20 años han mostrado subestimar seriamente la edad verdadera, y plantea el uso de marcaje con oxitetraciclina y liberarlos con una marca de tiempo. Los machos y hembras tienen curvas de crecimiento significativamente diferentes, pero éstas comienzan a separarse después de 12 – 14 años, más allá de los cuales hubo pocos tiburones analizados para determinar su edad.

Para aguas chilenas existen tres antecedentes sobre edad y crecimiento de *Lamna nasus*, ninguno publicado hasta el momento, Acuña et al. (2001) posteriormente analizado en Araya y Cubillos (2006); Barría et al. (2015) y Barría et al. (2020). Estos tres antecedentes se encuentran incorporados a la matriz de conocimiento correspondiente.

5.1.4. Distribución espacial de *Lamna nasus* en el hemisferio sur

El tiburón sardinero (*Lamna nasus*) es un tiburón pelágico grande perteneciente a la familia Lamnidae que se encuentra en todo el Atlántico Norte, entre los 30° y 75°N, pero ausente en el Océano Pacífico Norte (Aasen, 1961; Compagno, 2001).

En el hemisferio sur, la distribución conocida señala que se le encuentra circumglobalmente entre los 25° y 60°S en el hemisferio sur (Francis et al., 2008; Semba et al., 2013) y región Subantártica del Océano Austral (Svetlov, 1978; Compagno, 2004). Su distribución incluye aguas oceánicas, cercanas a la plataforma continental y aguas interiores, incluso han sido registrados en ríos (Matheson, 1928).

5.1.4.1. Distribución espacial de *Lamna nasus* en el Océano Pacífico frente a aguas chilenas

La localidad más al norte de *Lamna nasus* en la zona oceánica frente a Chile, actualmente registrada en la revisión bibliográfica en el Océano Pacífico, corresponde a cuatro ejemplares, (uno de ellos una hembra, sin medida ni peso, y los otros tres indeterminados), identificados en un viaje de pesca con el pez espada como especie objetivo, realizado por una embarcación

portuguesa e informado a IATTC por Natario (2017), capturados entre los 19°10'56" S – 22°11'24"S y 95°41'31"W – 101°33'174"W. De esta misma fuente (IATTC) existen diversos documentos identificados con la sigla SAC entregados por diversos países que han operado en latitudes en que *Lamna nasus* podría estar presente en el Pacífico Sur, pero que no la han reportado, aunque en varios de ellos aparecen categorías como “Other Sharks”, por lo cual se presentan los registros en un mapa de la Fig. 22). Como se puede visualizar en la figura, los registros comprendidos entre los 20° y 40°S corresponden principalmente a capturas reportadas por China (SAC 09 China (2017)), Japón (SAC 07 Japan (2015) y España (SAC 08 (2016) y SAC 09 España (2017)). De hecho, Griffiths & Duffy (2017) en su análisis preliminar de metadata sobre la pesquería de gran escala palangrera de atunes en el Pacífico Este, señalan la existencia de 481 ejemplares retenidos de *Lamna nasus* en dicha pesquería entre el 2007 – 2015, sin informar sobre la ubicación geográfica de dichas capturas.

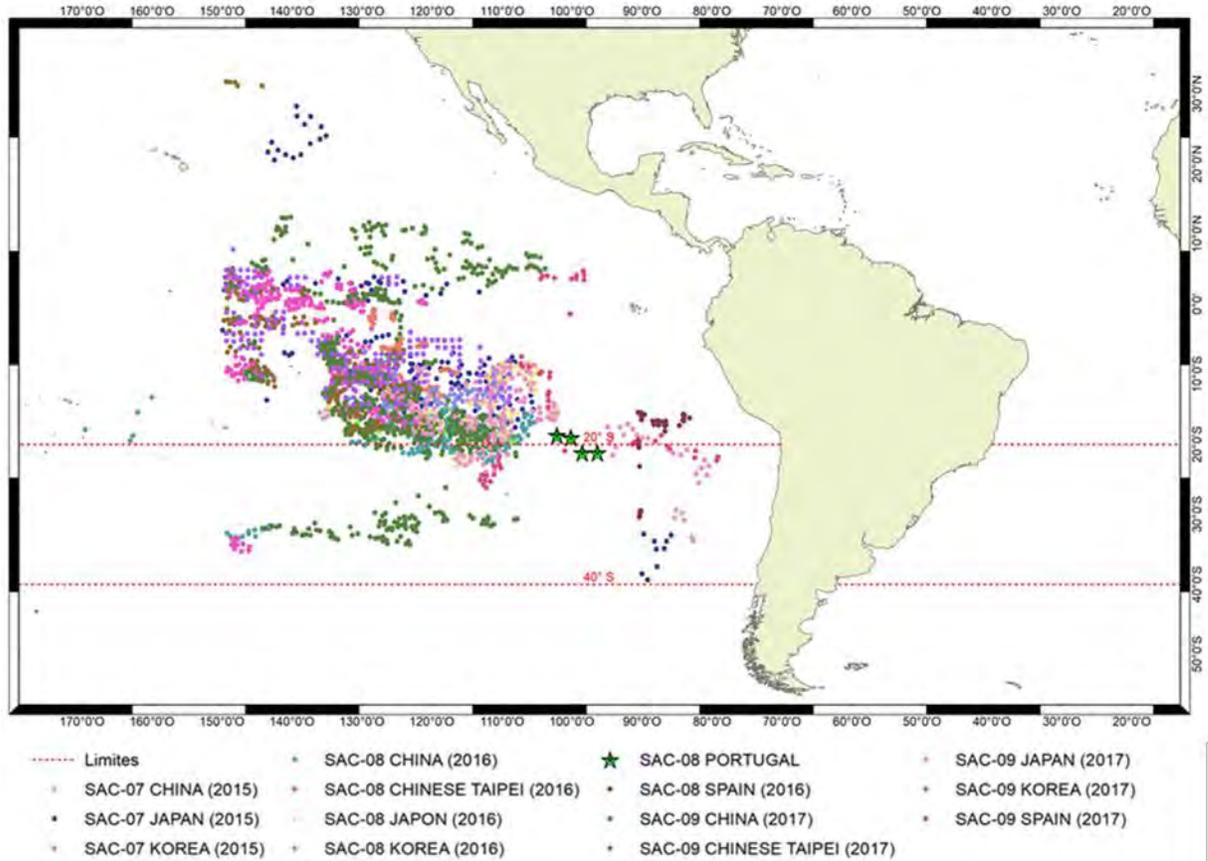


Fig. 22. Registros de captura de tiburones reportados en los documentos SAC de CIAT (IATTC). Las estrellas muestran las posiciones geográficas de los ejemplares de *Lamna nasus* reportados por Natario (2017), y los registros entre 20° - 40°S, las posiciones donde potencialmente se podría registrar la presencia de esta especie.

En aguas más costeras del norte, Velez-Zuazo et al. (2015) en su trabajo sobre barcoding de elasmobranchios desembarcados en puertos peruanos, informan sobre la identificación de 5 ejemplares de *L. nasus*, tentativamente recibidos bajo los registros de NN, Porbeagle, Tiburón chanco y Tiburón X. De asumir la latitud de Ilo, el puerto más sureño de desembarque principal de tiburones, eso representaría la localidad más al norte de presencia de la especie, sin embargo, estos autores no entregan la ubicación geográfica de la(s) captura(s) de los cinco ejemplares analizados. Cornejo et al. (2015) incluyen a *L. nasus* en un listado de Chondrichthyes del Pacífico sureste frente a Perú citando a Chirichigno y Cornejo (2001), el Plan Nacional de Acción (NPOA) de Peru (2014) y Velez-Zuazo et al. (2015) como referencia de la presencia de la especie en aguas peruanas.

Por otra parte, Doherty *et al.* (2014) en su trabajo para evaluar el impacto de las pesquerías de longline de pequeña escala en Perú (embarcaciones con un máximo de 32,6 m³ capacidad de bodega y menos de 15 m de eslora), siguieron con observadores a bordo, 145 viajes de pesca pecie en aguas *Coryphaena hippurus* (diciembre a febrero) y de tiburones (marzo a noviembre). Las zonas de pesca de estos viajes corresponden al borde de la Zona Económica Exclusiva Peruano – Chilena, aunque las capturas más productivas corresponden a aguas chilenas (Fig. 23A). Sin embargo, al igual que en el trabajo de Velez-Zuazo *et al.* (2015) no hay referencia a la ubicación geográfica de la(s) captura(s) de *L. nasus*, de hecho la especie solo aparece nombrada en el resumen y en el material suplementario en una Tabla como proveniente de la pesquería de tiburones, que en la práctica coincide con el área en que se monitorea la pesquería artesanal espinelera chilena que opera sobre el dorado de altura *Coryphaena hippurus* y el marrajo o mako *Isurus oxyrinchus*, como especies objetivo (Zárate, 2017). Más aún, *L. nasus* no aparece en la Cartilla de Identificación de Principales especies de Tiburones del Perú preparada por la ONG Pro-Delphinus, los mismos co-ejecutores de los estudios anteriormente señalados (Fig. 23B).

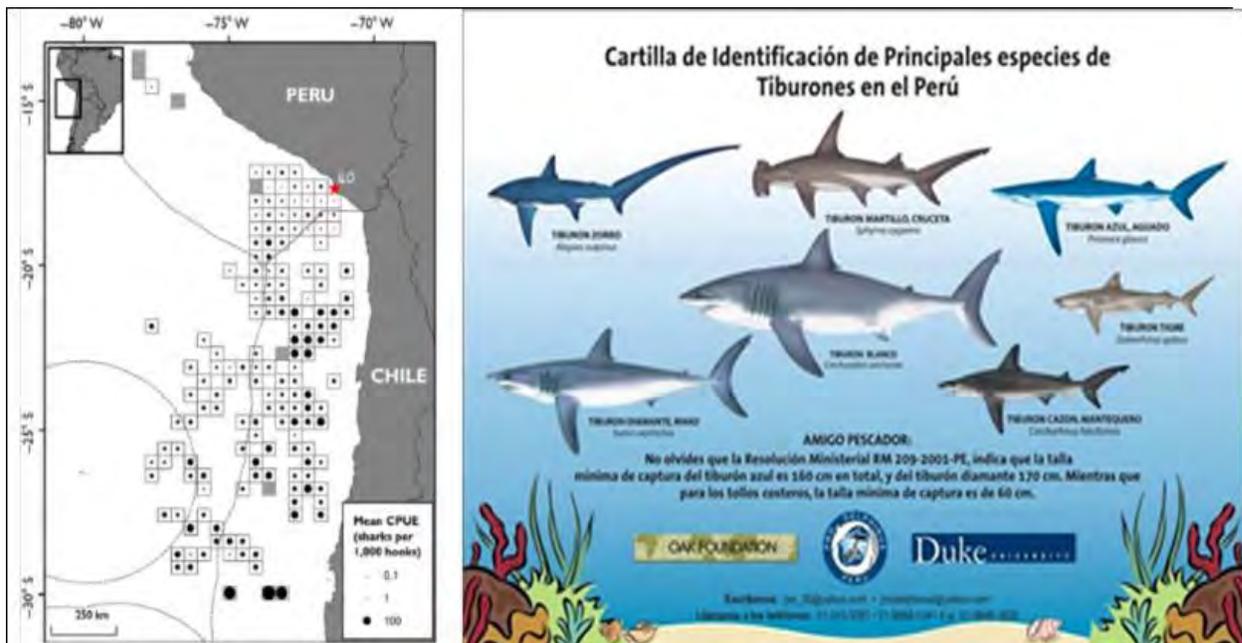


Fig. 23. Zonas de pesca de la flota artesanal peruana que captura tiburones, entre ellos algunos ejemplares de *L. nasus* (tomado de Doherty *et al.*, 2014; Material suplementario) (izquierda) y Cartilla de identificación de Principales especies de Tiburones en el Perú (Pro-Delphinus) (derecha).

En Perú, existen otros dos documentos que señalan la presencia de la especie en ese país, uno corresponde a una *Guía para la determinación de Tiburones de importancia comercial en el Perú* (IMARPE, 2015), en cual solo se muestra en un mapa una localidad al sur de la ciudad de Mollendo, sin entregar latitud y/o longitud de captura (Fig. 22A), mientras que el segundo documento corresponde a una *Guía de Campo para la determinación de tiburones en la pesca artesanal del Perú* (Romero *et al.*, 2015), en la cual *L. nasus* aparentemente aparece como presente desde aproximadamente el puerto de Ilo hacia el oeste, éste como ya se explicó anteriormente, es el puerto base de la flota artesanal peruana que participa en las pesquerías de dorado de altura y tiburones, en parte en aguas chilenas (Fig. 23A). Algo similar ocurre con la presencia de *Lamna nasus*, y también *Lamna ditropis*, en la *Guía de Campo para la identificación de los Principales Tiburones del Océano Pacífico Oriental* de Martínez-Ortíz (2010) editada en Ecuador, lo que ha sido malinterpretado como que ambas especies, o al menos *L. nasus*, estaría presente e frente a ese país lo que por ej. se ha traspasado al mapa actual de la especie disponible en FishBase, el que aún mantiene este error.

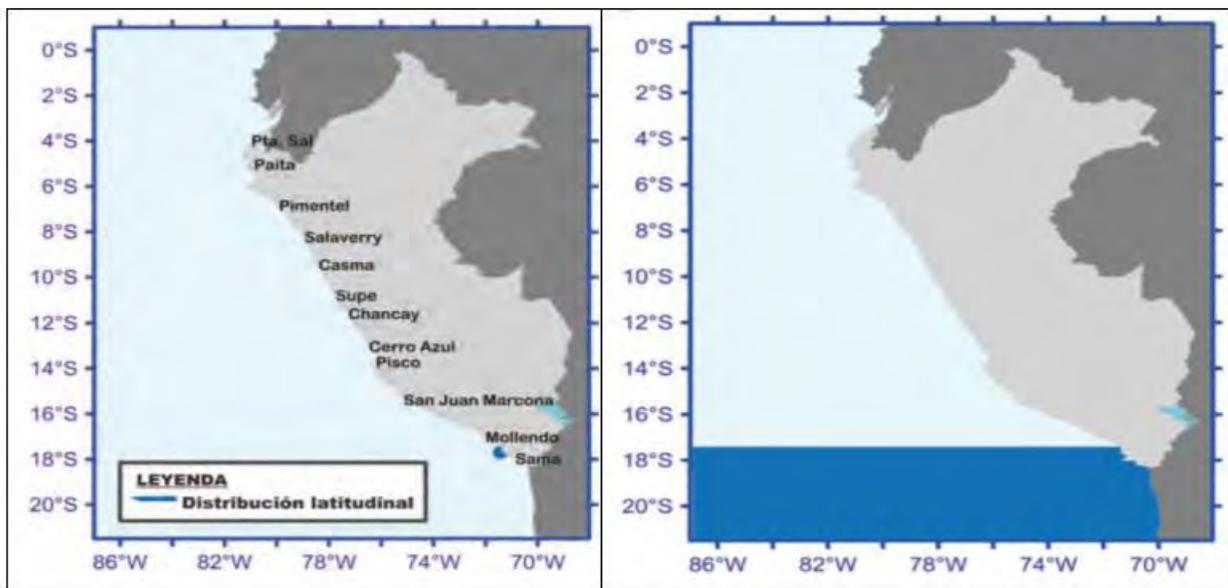


Fig. 24. Presencia de *Lamna nasus* en Perú, de acuerdo con IMARPE (2015) (izquierda) y Romero et al. (2015) (derecha).

El primer estudio dirigido específicamente a los tiburones pelágicos realizado en Chile, que involucró a *Lamna nasus*, fue uno financiado por el Fondo de Investigación Pesquera (actual Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura, FIPA) denominado “*Estudio biológico de*

tiburones (Marrajo Dentado, Azulejo y Tiburón Sardinero) en la zona norte y central de Chile” (Acuña *et al.*, 2001). Durante ese estudio se recolectó y analizó 76 ejemplares de *L. nasus*, capturados por la flota palangrera principalmente en áreas oceánicas fuera de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Chile entre los 26° y 36°S, donde ocurre la pesquería de peces altamente migratorios, cuya especie objetivo es el pez espada *Xiphias gladius*. Durante la ejecución de ese proyecto se contó también con la información registrada durante los muestreos del Proyecto FIP N° 2000-11 “*Biología reproductiva y área de desove del pez espada en el Pacífico Sur Oriental*” (Donoso *et al.*, 2003).

En el marco del Proyecto FIP N° 2002-04, denominado “*Caracterización ecológica y pesquera de la cordillera de Nazca como área de crianza del pez espada*”, Yáñez *et al.* (2004) realizaron cruceros exploratorios en la cordillera de Nazca con dos embarcaciones palangreras hieleras, de la pesquería comercial de pez espada. Durante febrero de 2003, en el crucero de verano, efectuaron 13 lances entre los 20°40’ y 24°30’S, mientras que, en agosto de 2003, en el crucero de invierno, realizaron 16 lances entre los 22°50’ y 25°40’S. El área de pesca para los dos cruceros en total correspondió al segmento de la Cordillera de Nazca parcelado entre los 21°20’ y 25°35’S y los 79°45’ y 85°00’W, al interior de la cual se efectuaron los 13 lances de verano y los 16 de invierno (Fig. 25). Los autores utilizaron un palangre de 1.000 anzuelos, usado en esa época por la empresa participante en esa pesquería. En la pesca exploratoria se utilizaron tamaños de anzuelos 9/0. Durante los muestreos los autores reportaron la presencia tanto del marrajo como del marrajo sardinero, pero los nombres científicos *Lamna nasus* e *Isurus oxyrinchus* están invertidos, lo que hace dudoso el asignar una de las dos especies a los distintos lances, sin embargo, con el fin de aprovechar esta información se utilizan las posiciones geográficas donde coinciden ambas especies. En todo caso, los autores señalan en su Informe Final disponer de fotografías de todos los ejemplares de las especies pelágicas capturadas, por lo cual se ha gestionado conseguir esos documentos con el fin de revisar la clasificación de éstos, con el objeto de precisar esta información. En un segundo estudio realizado por Yáñez *et al.* (2006), segunda fase del anterior, también desarrollado en la cordillera de Nazca (FIP N° 2004 – 34), no reportaron capturas de *L. nasus*.

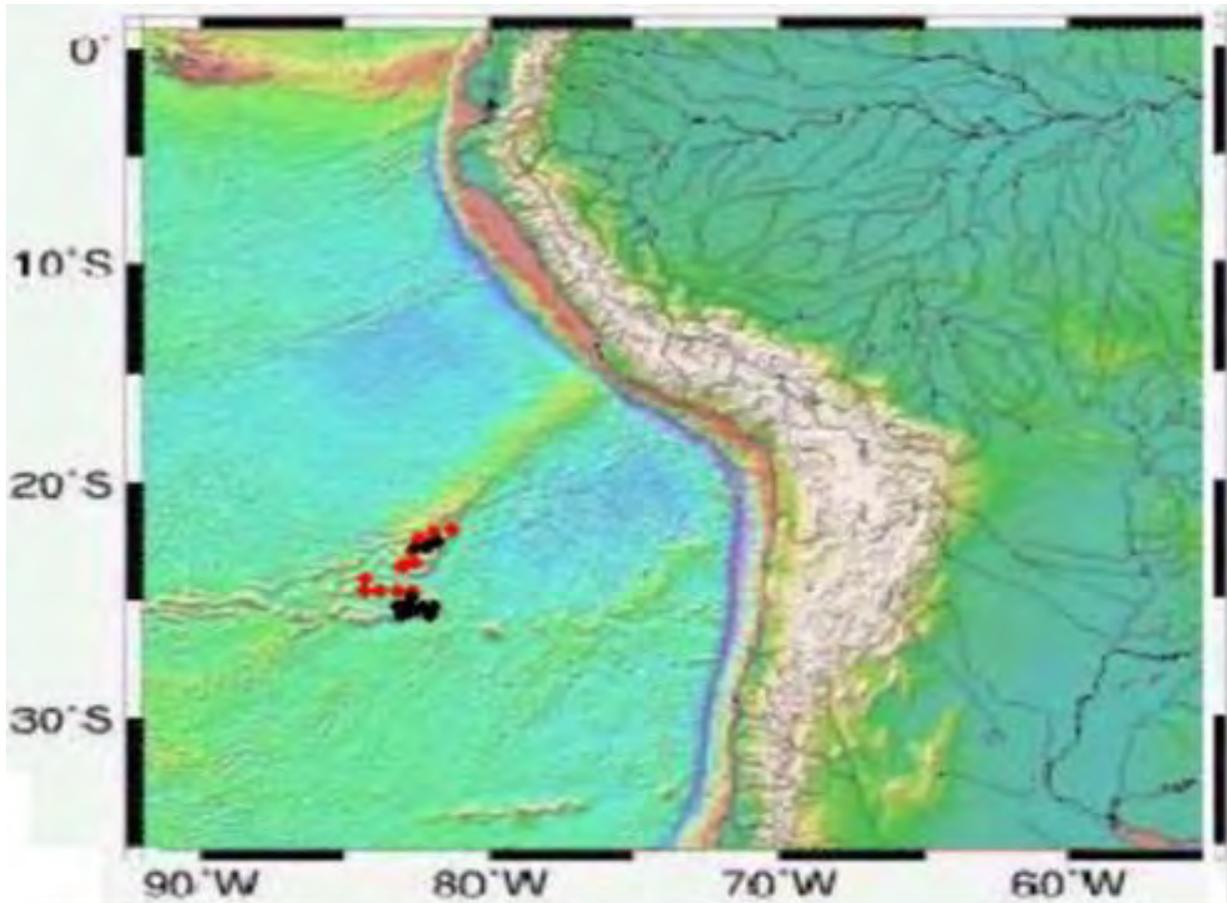


Fig. 25. Área de estudio donde se realizaron los lances de pesca de Yáñez et al. (2004), en la cordillera de Nazca.

Frente a las costas de Chile, sin duda que la principal área de presencia y captura de *Lamna nasus* corresponde a la zona al norte de los 40°S y hasta los 18°25'S a la altura de Arica, donde operan cuatro flotas en igual número de pesquerías: pesquería artesanal e industrial palangrera cuya especie objetivo es el pez espada *Xiphias gladius*, (Fig. 26, 1 y 2), pesquería artesanal con red (flota redera) con especie objetivo pez espada *X. gladius*, Fig. 26, 3), pesquería espinelera artesanal con especie objetivo dorado de altura (*Coryphaena hippurus*) y pesquería espinelera artesanal con especie objetivo marrajo o mako (*Isurus oxyrinchus*) (Fig. 26, 4). Al respecto, Acuña *et al.* (2002) documentaron que en dos embarcaciones palangreras que operaron en esa zona durante la ejecución del Proyecto FIP N° 2000-23, *Lamna nasus* fue la tercera especie de tiburón más abundante en las capturas de pez espada, lo que ha sido ratificado por Zárate *et al.* (2017, 2018), más de quince años después.



Fig. 26. Pesquería industrial y artesanales que operan sobre recursos altamente migratorios en la zona norte y centro de Chile. Fuente: Zárate *et al.* (2017, 2018).

Durante la ejecución del Proyecto FIP N° 2006-31, Lamilla *et al.* (2008) reportaron las capturas de 14 ejemplares hembras (73 – 310 cm LT) y 44 ejemplares machos (76 – 276 cm LT), entre los 35°58'S y los 40°2'30''S, obtenidos en embarques en la flota redera que captura pez espada.

Al sur de los 40°S, la presencia y captura de *L. nasus*, ha sido documentada esporádicamente en lances de pesca de la flota de arrastre de la zona sur austral o pesquería demersal austral (PDA) y la flota palangrera, también de la zona sur-austral, entre los 42°55'S y 55°07'S, en los años 1981 (captura = 160 kg), 1984 (1.106 kg), 1986 (862 kg), 1987 (210 kg), 1989 (800 kg), 1991 (132 kg), 002 (520 kg), 2004 (548 kg), 2007 (208 kg), 2010 (1200 kg), 2013 (30 kg) y 2014 (52.5 kg). La información antes señalada se obtuvo desde las Bases de Datos del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y obtenidas a través de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en el marco del Proyecto FIP N° 2015-45 “Metodología para la estandarización de capturas totales anuales históricas. Caso de estudio pesquería de merluza común y merluza del sur”, y donde *Lamna nasus* apareció como fauna acompañante (Arancibia *et al.*, 2017). Bernal *et al.* (2017) durante la ejecución del Programa de Investigación del Descarte y Captura de Pesca Incidental, 2016 - 2017, específicamente en el Programa de monitoreo y evaluación de los planes de reducción del descarte, Sección Pesquerías Sur Australes detectaron la presencia de *L. nasus* en la pesquería de merluza de cola y del sur, por la flota de arrastre fábrica de la pesquería demersal sur austral de

estas especies durante los años 2015 y 2016 (en 6 y 73 lances, respectivamente) y en 23 lances en la pesquería de merluza de tres aletas, flota de arrastre fábrica demersal sur austral durante el año 2016. Sin embargo, en estos estudios solo se registró la presencia de *L. nasus*, pero ninguna información biológica de los ejemplares capturados y descartados, por lo cual la información señalada solo tiene valor para confirmar la presencia ocasional de *Lamna nasus* en esas zonas y pesquerías.

Posteriormente, IFOP a solicitud de la Subsecretaría de Pesca, preparó un documento resumen de información sobre el descarte, en cual se incluyó un capítulo de las pesquerías pelágicas (Ossa et al., 2019) y demersales Gálvez et al., 2019).

Con respecto a las pesquerías pelágicas, (Ossa et al., 2019) solo registran la presencia de *Lamna nasus* en 5 viajes (Frecuencia de Ocurrencia FO= 2%), muestreados en la flota industrial con especie objetivo jurel, en el periodo 2016 - 2018, con operación en la zona centro – sur, entre las regiones de Valparaíso y De los Lagos.

Con respecto a las pesquerías Demersales, (Gálvez et al., 2019) registran la presencia de:

- a) un ejemplar de *Lamna nasus* en lances con recurso objetivo merluza común muestreados en la flota de arrastre industrial, en el período 2013 – 2018;
- b) un ejemplar en lances con recurso objetivo merluza de cola muestreados en la flota de arrastre industrial (hieleras centro sur y sur austral), en el área entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos, período 2013 – 2018;
- c) 281 ejemplares (FO= 3,6%) en 29 lances con recurso objetivo merluza de cola muestreados en la flota de arrastre industrial (hieleras y fábrica de la zona sur austral), en el área entre Aysén y Magallanes, período 2013 – 2018;
- d) 26 ejemplares (FO= 0,7%) en 10 lances del recurso objetivo merluza del sur muestreados en la flota de arrastre industrial (hieleras y fábrica de la zona sur austral), en el área norte exterior (41°28,6'-47°00,0'S), período 2010 – 2018;
- e) un ejemplar (FO= 25,0%) en un lance del recurso objetivo congrio dorado muestreados en la flota de arrastre industrial (hieleras y fábrica de la zona sur austral), en el área sur exterior (47°00,0' - 57°00,0'S), período 2013 – 2018;
- f) 3 ejemplares (FO= 3,4%) en un lance con recurso objetivo congrio dorado muestreados en la flota de palangre fábrica, en el área norte exterior (41°28,6' - 47°00,0' S), período 2010 – 2018;

- g) 3 ejemplares (FO= 5,3%) en un lance con recurso objetivo congrio dorado muestreados en la flota de palangre fábrica, en el área sur exterior (47°00,0' - 57°00,0' S), período 2010 – 2018;
- h) 60 ejemplares (FO= 5,4%) en 10 en lances con recurso objetivo merluza de tres aletas muestreados en la flota de arrastre industrial (hieleras y fábrica de la zona sur austral), en el área norte exterior 41°28,6' - 57°00,0' S, período 2013 – 2018;
- i) 2 ejemplares (FO= 0,1%) en un lance con recurso objetivo reineta muestreados en la flota de arrastre industrial (hieleras y fábrica de la zona sur austral), en el área 44°44,3' - 57°00,0' S, período 2013 – 2018;
- j) 2 ejemplares (FO= 2,4%) en 2 lances con recurso objetivo brótula muestreados en la flota de arrastre industrial (hieleras y fábrica de la zona sur austral), en el área 41°28,6' - 57°00,0' S, período 2013 – 2018;
- k) 38 ejemplares (FO= 3,5%) en 11 lances con lances con recurso objetivo cojinoba moteada muestreados en la flota de arrastre industrial (hieleras y fábrica de la zona sur austral), en el área 41°28,6' - 57°00,0'S, período 2013 – 2018;

En consecuencia, al sur de los 40°S frente a la costa chilena prácticamente no existe información biológica sobre el tiburón sardinero, solo hay registros de su presencia, situación que hace imposible describir que parte del proceso reproductivo de la especie estaría ocurriendo en esa área geográfica, por lo cual se debe recurrir a información de otras áreas del Hemisferio Sur, reconociendo que existe una similitud en los procesos biológicos en toda la franja latitudinal al sur de los 40°S, con el objeto de generar una hipótesis plausible sobre la parte del proceso reproductivo que debiera ocurrir en esas latitudes en aguas chilenas.

El reporte publicado más austral en aguas chilenas de *L. nasus* corresponde al de Reyes y Torres-Florez (2009), en el sector de operaciones de la flota industrial chilena de palangre que captura el recurso bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*, Smitt 1898), entre las latitudes 52°43'S (Faro Evangelistas, boca occidental del Estrecho de Magallanes) y 57°05'S (Paso Drake, al sur de las islas Diego Ramírez) y las longitudes 65°48'W (bahía Nassau, en el límite marítimo de Chile y Argentina) y 75°46'W (isla Decepción), un macho (190 cm LT) de *L. nasus* fue capturado en una de las estaciones septentrionales, en isla Desolación (53°07'S – 75°12'W) cerca de la boca occidental del estrecho de Magallanes.

También, se han incorporado a la Base de Datos, los antecedentes de 14 ejemplares de *L. nasus* capturados por una embarcación palangrera española, que provienen de una campaña

experimental de prospección pesquera en los años 2004 y 2005, cuyo objetivo era conocer CPUEs en zonas del Pacífico sur central (Mucientes, com. pers.).

De otros dos sets de datos, publicados en Semba *et al.* (2013), aquellos que correspondieron a pescas con palangre y red de enmalle fueron incorporados en la Fig. 27), en el formato original publicado en Semba *et al.* (2013) para simplemente documentar las áreas donde la especie fue capturada debido a que no fue posible conseguir los datos de las posiciones geográficas en vez de su formato tipo CPUE. Igual los datos la Dra. Semba se muestran como una figura aparte extraída directamente de su publicación para visualizarlos en su contexto real. La importancia de estos datos de Semba *et al.* (2013) es que pueden dar luces sobre el comportamiento de la especie en una franja latitudinal al sur de los 40°S y hasta los 180°W. En todo caso, en la Fig. 27, se puede ver que entre los 80 y 100°W no hubo capturas con redes entre los 35°S – 20°S, en cambio sí se obtuvieron con el palangre en ese sector. Semba *et al.* (2013) señalan que los límites de presencia de *L. nasus* están entre los 22°18'S y 60°00'S en los datos de palangre de JAMARC, que se observa una distribución continua en el Pacífico y que la CPUE al sur de los 40°S fue mayor que al norte de esa latitud, y al sur de los 50°S y al oeste de los 100°W fue aún mayor.

En la Fig. 28, se entrega el mapa resumen de los antecedentes recogidos en la revisión bibliográfica precedente y se incorpora además la información nueva recopilada, no publicada para el Océano Pacífico Sureste, en particular la de Natario (2017) y Mucientes (com. pers.).

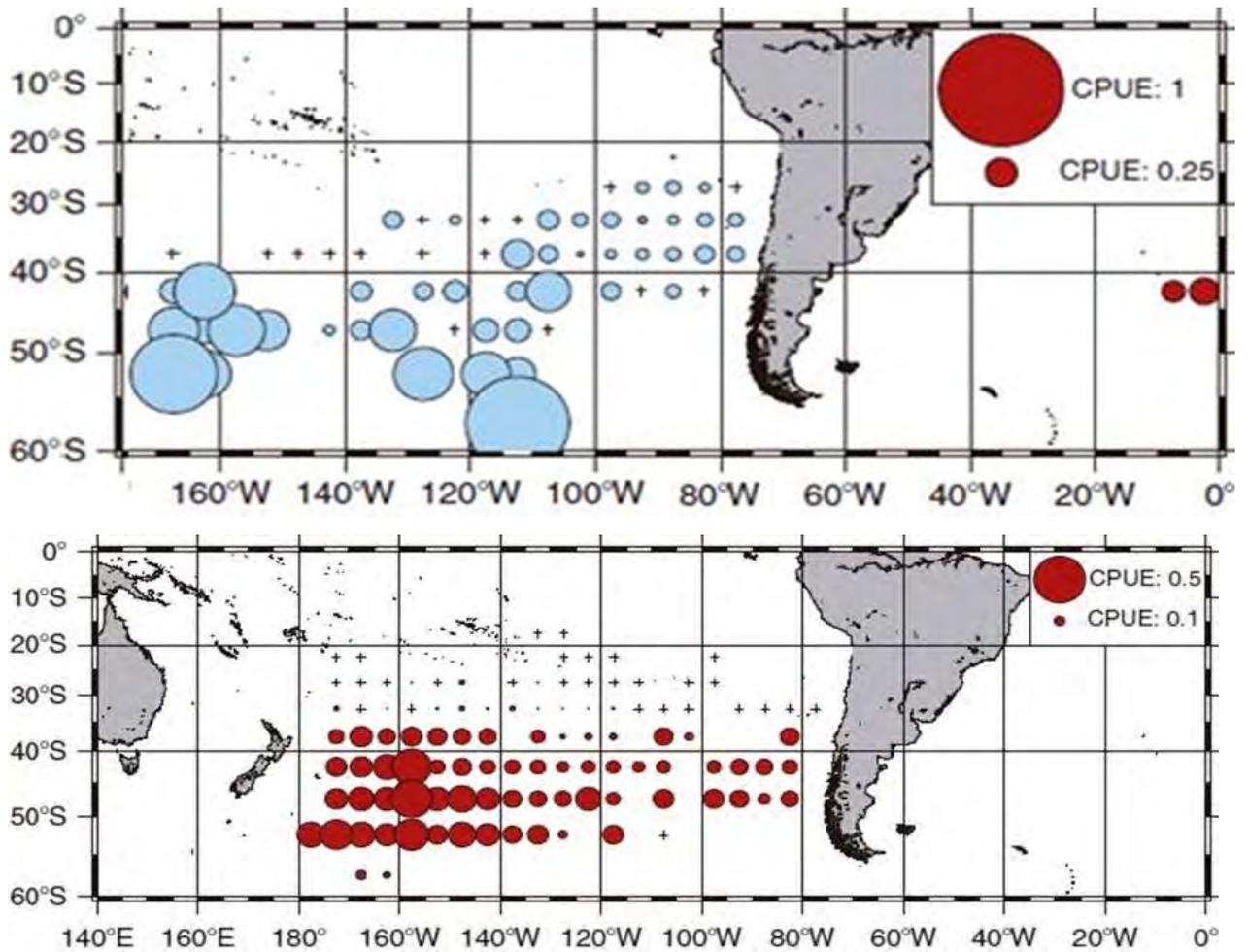


Fig. 27. Presencia de *Lamna nasus*, representada por la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) representada en celdas de 5-grados obtenida por observadores en cruceros de investigación con palangre del Japan Marine Fisheries Resources Research Center (JAMARC, arriba) y crucero de investigación con redes a la deriva (drifnet) para capturar *Allothenus fallai* y *Braminae* spp. de JAMARC (abajo). Las cruces significan sin captura (Modificado de Semba et al., 2013).

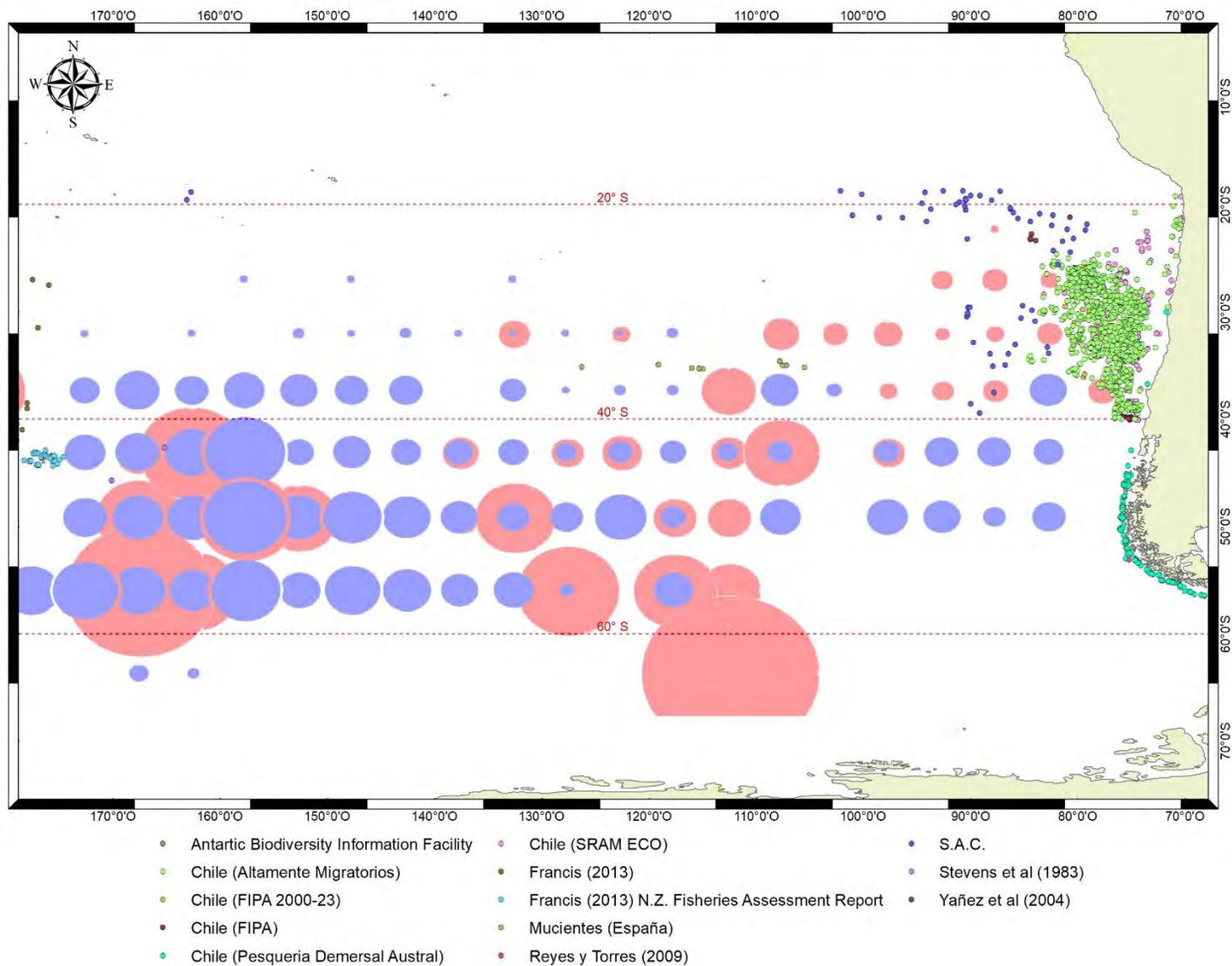


Fig. 28. Información sobre presencia de *Lamna nasus* en el Océano Pacífico Sudeste, tanto publicada como no publicada.

5.1.4.2. Distribución espacial de *Lamna nasus* en el Océano Atlántico

La primera cita que reconoce la presencia de *L. nasus* en el Atlántico sudoeste corresponde al trabajo de Lahille (1928) quien lo nombra como *Lamia nasus* (Broussonet 1780), representado por un ejemplar macho de 1,88 m, capturado el 4 de enero de 1927, en las inmediaciones de Mar del Plata, al que Lahille le asignó los nombres comunes de Narigón o Tiburón-atún, pues le recordó un poco a los escómbridos. Entre algunas de las características corporales que Lahille (1928) destaca una fuerte quilla lateral de ambos lados de la cola; aleta caudal luniforme; hocico puntiagudo, segunda aleta dorsal y primera anal son opuestas, muy pequeñas y se asemejan a pínulas. Con respecto a su dentadura, el autor señala que los dientes son largos, lanceolados los de adelante, triangulares los laterales. Los bordes son lisos y de ambos lados de su base hay un dientecito⁴. Lahille (1928) entrega también una figura del macho capturado con sus medidas centesimales (Fig. 29).

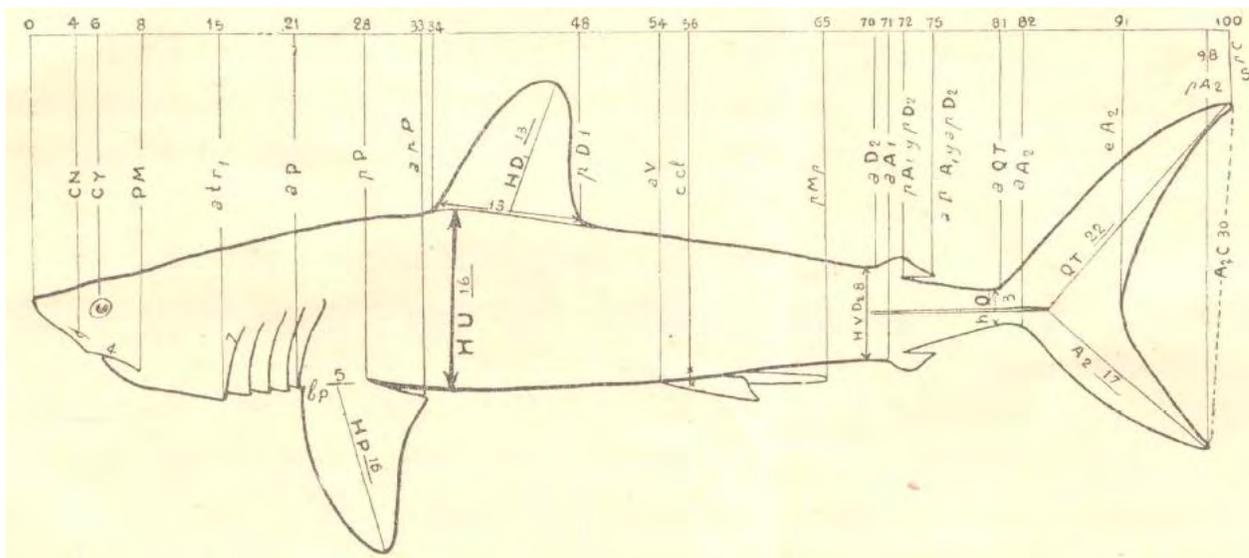


Fig. 29. Medidas corporales del ejemplar macho de *L. nasus*, registrado en Lahille (1928) Bigelow & Schroeder (1948) en su trabajo sobre los Peces del Atlántico Noroeste señalaron que *Lamna* está presente frente a Argentina, aunque en ese momento no identificaron la especie como *L. nasus* sino que como cercanamente relacionada.

Ringuelet & Arámburu (1960) incluyen a *Lamna nasus* en su listado, aunque señalan que su presencia en Argentina no está confirmada, pues la cita de Lahille (1928) es enteramente dudosa.

⁴ Esto se refiere a la presencia de cúspides laterales en los dientes.

Angelescu & Cousseau (1969) en su estudio de la alimentación de la merluza del talud continental argentino *Merluccius hubbsi*, informan sobre la presencia de un ejemplar de *Lamna nasus* en la estación 419 de la Zona B (entre los 35 y 36°S, segunda etapa (entre el 9 de julio y 4 de agosto de 1966), sin embargo, no entregan más antecedentes sobre el hallazgo, salvo que contenía anchoítas en su contenido estomacal.

Nakaya (1971) informó que durante pescas exploratorias con redes en las aguas alrededor de las Islas Falklands frente a la Patagonia argentina, entre diciembre de 1969 a enero de 1970, se capturó un ejemplar macho de 219 cm LT de *L. nasus* en la estación en los 47°01'S - 62°02'W frente a Comodoro Rivadavia.

Menni y Gosztonyi (1977) señalan que Lahille (1928: 310-313) citó *Lamia nasus* (sic) sobre un ejemplar capturado en las cercanías de Mar del Plata y que Bigelow y Schroeder (1948) consideraron que el género *Lamna* estaba representado en la Argentina por una forma relacionada a *L. nasus*, haciendo referencia a la cita de Lahille; estos autores mencionan que la quilla secundaria se ve claramente en la ilustración de Lahille (lám. IV) lo que es cierto. Páginas después, Bigelow y Schroeder (1948: 123) consideran la cita de Lahille como dudosa, refiriéndola a *Isurus oxyrinchus*. Nominalmente la especie ha sido citada por Pozzi y Bordalé (1935: 150).

Después de los aportes ya señalados, en el Atlántico sudoccidental la distribución de *L. nasus* abarca desde el sur de Brasil hasta el sur de Argentina, desde los 26°45'S (Sadowsky et al. 1985) hasta los 47°01'S (Nakaya, 1971).

De acuerdo a Compagno (1984) en el Océano Atlántico, el Tiburón Sardinero tiene una distribución en aguas frías (< 18° C) por debajo de los 34°S, si bien existen citas hasta los 26° S (Sadowsky et al., 1985).

Lucifora y Menni (1998) reportaron el hallazgo de una hembra juvenil de tiburón sardinero de 77 cm LT ya sin cicatriz umbilical, el 30 de enero de 1997, en la boca de la laguna costera Mar

Chiquita (37°45'S, 57°19'W), capturada con línea de mano por un pescador que intentaba pescar lenguados.

El mismo año, Amorim *et al.* (1998), informan sobre la captura de dos ejemplares de *L. nasus* en agosto y septiembre 1983, frente al norte del Estado de Santa Catarina, Brasil. El primer ejemplar era una hembra de 201 cm LT y 85 kg PT, capturada en los 26°458'S - 46°088'W en aguas de aprox. 680 m de profundidad; el segundo, capturado en la misma área aprox. 1200 m de profundidad, no estuvo disponible para análisis porque había sido procesada, pesando 70 kg (canal). Este ejemplar es el primer reporte de la presencia de *L. nasus* en aguas brasileñas (Sadowsky *et al.* 1984, 1985). Los autores también informan sobre la captura de otros 35 ejemplares por los palangreros de Santos, principalmente entre mayo y diciembre, frente al Sur de Brasil correspondientes desde recién nacidos hasta de 98 kg PT.

Gadig (2001) en su tesis de Doctorado sobre los tiburones de Brasil, informa que las capturas de *L. nasus* en Brasil son raras, aunque eventualmente algunos ejemplares son capturados por los espineleros que pescan en el área oceánica del Sudeste y Sur del país, y señala que no existen registros confirmados de la especie al norte de la costa de Paraná (24°S) por ser una especie relacionada con aguas subtropicales, templadas y frías de latitudes más altas y no ser encontrada en latitudes bajas del Atlántico occidental.

Schwingel & Mazzoleni (2004) en su estudio sobre la biología de especies capturadas por espinel pelágico en la costa sur de Brasil en el invierno de 2001, determinaron la presencia de algunos ejemplares de *Lamna nasus* entre los 30°S y 35°S, frente al Estado de Rio Grande do Sul.

Siqueira (2005) en su estudio de la composición de las capturas de elasmobranchios capturados con espinel pelágico de la flota de barcos extranjeros del sur y sureste de Brasil entre el 2003 - 2006, obtenidos por observadores a bordo, detectó la presencia de 53 ejemplares de *Lamna nasus* en esas capturas. Los que representaron un 0,37 de las mismas. Estos ejemplares se concentraron en las estaciones de invierno y primavera de los años 2004 al 2006, en las zonas entre los 25 a 35°S (Fig. 28).

Soto & Montealegre-Quijano (2011), durante un monitoreo sistemático denominado “Programa de Levantamiento de los Recursos Vivos de la Elevación de Rio Grande” (LERG), a través de la flota espinelera de Itajaí detectaron que *L. nasus* era capturada con frecuencia relativa alta sobre ese banco oceánico, principalmente en los meses de primavera y verano, cuando se registraron capturas numerosas:

- 1) en diciembre de 2005, 328 individuos, con LH de 73 a 108 cm (media 82,4 cm) en el área 33°02’S - 37°02’S y 30°21’W - 32°39’W;
- 2) en noviembre de 2008, 613 individuos, con LH de 69,5 a 111 cm (media 83,9 cm) en el área 33°30’S-31°05’S y 29°51’W-30°39’W;
- 3) en diciembre de 2008, 276 individuos, con LH de 74,5 a 132,2 cm (media 87,4 cm) en el área 34°18’S - 34°42’S y 30°39’W - 30°51’W;
- 4) en diciembre de 2009, 435 individuos, con LH de 73,8 a 114,5 cm LF (media 84,8 cm) en el área 31°14’S - 31°32’S y 32°47’W - 33°19’W.

Ante el importante número de juveniles y neonatos pequeños capturados, estos autores lo señalan como evidencia que la Elevación de Rio Grande (ERG) es un área importante de reproducción y/o crianza de *L. nasus* en el Atlántico Sur, lo que coincide con lo observado por Acuña et al. (2001) en un área latitudinal similar en el Océano Pacífico.

Mas (2012) señala que del total de ejemplares de *L. nasus* registrados en su estudio, el 54,2% ocurrió en la RO (Región Oceánica) y el restante 45,8% en la RPT (Región de Plataforma y Talud) frente a la costa uruguaya, principalmente entre los 35° – 37°S y los 50° – 54°O. Forselledo (2012) estudió la distribución, abundancia, Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE), estructura poblacional, aspectos de la biología reproductiva y relaciones morfométricas de *L. nasus* en base a la información obtenida por el Programa Nacional de Observadores a bordo de la Flota Atunera uruguaya (PNOFA) en el Atlántico sudoccidental en el período 1998 – 2010, cuando la especie era capturada por la flota de palangre pelágico de deriva la cual dirige su esfuerzo a la captura de grandes peces pelágicos.

Mabragaña *et al.* (2015) informan sobre el hallazgo de un tiburón macho juvenil muerto y desmembrado en la playa Chapadmalal (38°11'46''S, 57°40'19''W) (Buenos Aires, Argentina), el 29 de mayo 2009. Debido a las condiciones en que se encontraba el ejemplar su identificación se confirmó con métodos genéticos, con extracción de DNA, PCR y secuenciación del citocromo oxidasa subunidad I (COI).

Cortés & Waessle (2017) cuantificaron y modelaron la tendencia espacio-temporal del bycatch de *Lamna nasus* en la flota redera surimera argentina para identificar hotspots en el Océano Atlántico suroeste. Utilizando los datos recolectados por Observadores a bordo, los autores demostraron que *L. nasus* era generalmente capturado como bycatch por la flota redera surimera que opera en los límites sur del Atlántico suroeste (51°S–57°S), representando una parte importante de las capturas reportadas para el Océano Atlántico.

En la Fig. 30), se entrega el mapa resumen de la revisión bibliográfica precedente y se incorpora además la información nueva aportada o recopilada, **no publicada** para el Océano Atlántico Sur, que corresponde a la zona alrededor de las islas Falklands aportada por el Dr. Arkhipkin, Brasil aportada por los Drs. Soto, Montealegre y Barreto, Sudáfrica aportada por la Dra. Da Silva, flota española aportada por el Dr. Mucientes y flota portuguesa aportada por el Dr. Coehlo.

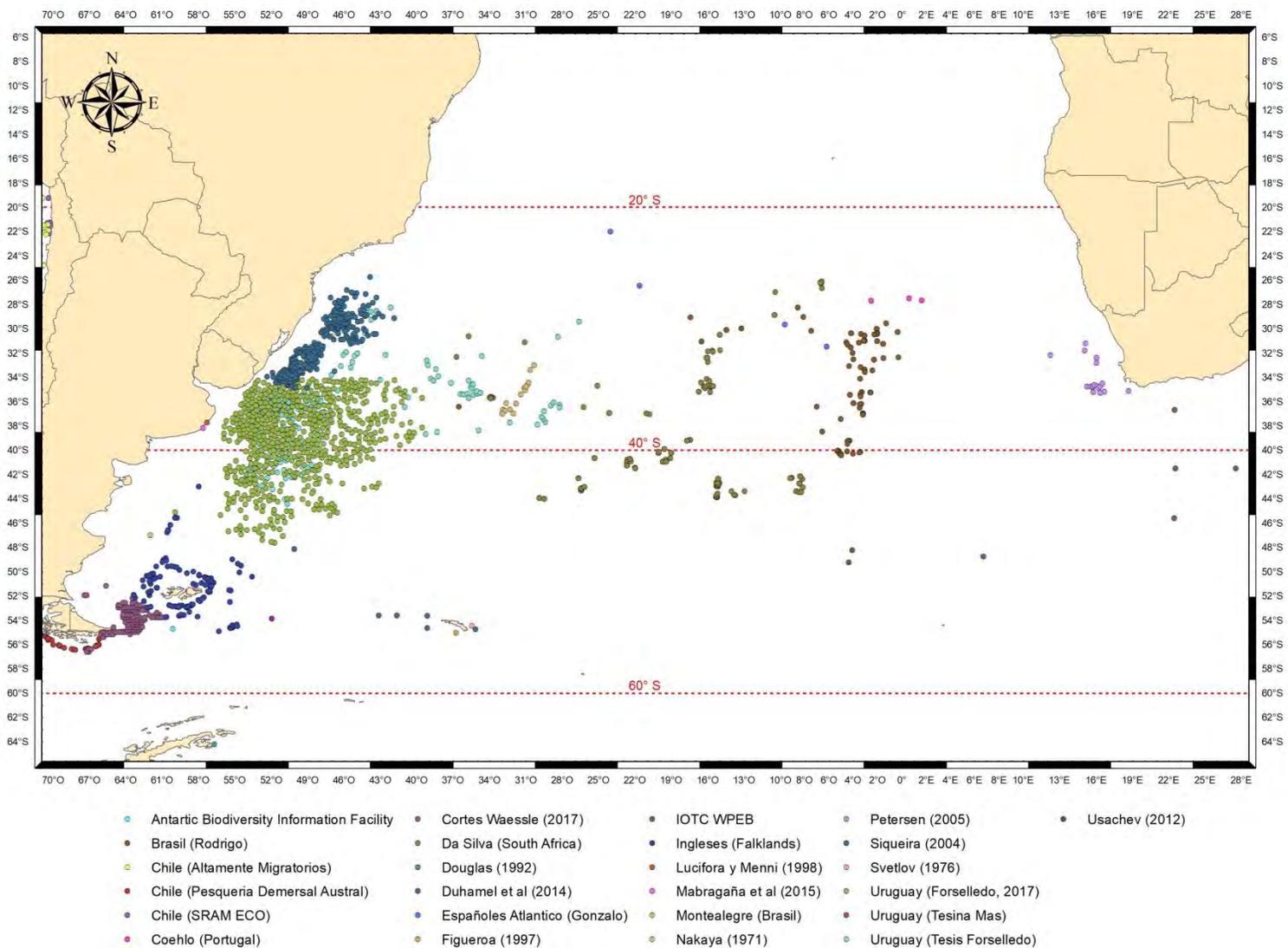


Fig. 30. Información sobre presencia de *Lamna nasus* en el Océano Atlántico Sur, tanto publicada como no publicada.

5.1.4.3. Distribución espacial de *Lamna nasus* en el Océano Indico y parte del Pacífico sudoeste

En el análisis de la distribución de *Lamna nasus* en este ámbito geográfico, aparecen incorporados registros de la presencia de la especie tanto en islas subantárticas como el Pacífico suroeste, en particular las áreas de pesca en torno a Australia y Nueva Zelandia.

Durante cruceros del Anton Bruun, realizados durante la International Indian Ocean Expedition, en el oeste del Océano Indico, entre el 22 de mayo al 23 de julio 1963 y 26 de enero al 4 de mayo de 1964, respectivamente (U.S. Program in Biology, 1964, 1965), se capturó dos ejemplares de *Lamna* (identificado como “mackerel shark”) en las estaciones 132 (Crucero 2, 2 de julio 1963, 37°20'S – 70°17'E) y 309 (Crucero 5, 3 de abril 1964, 42°40'S – 74°92'E). Incluso estos ejemplares fueron utilizados por Cressey (1967), quien identificó la presencia de ejemplares del copépodo parásito *Echthrogaleus coleoptratus* (Guerin, 1837) en ellos.

(Duhamel & Hureau (1982), aunque no pudieron examinar ellos mismos los ejemplares capturados, señalan la presencia de Lamnidae en las islas Kerguelen. Duhamel & Azouf-Costaz (1982) informan sobre el hallazgo de una hembra de *L. nasus*, de 201 cm LT y 150 kg, capturada en marzo de 1981 por un barco soviético en los 50°30'S - 69°30'E, al sur del archipiélago Kerguelen, a profundidades entre 250 y 50 m. Gon & Klages (1988) en su estudio de la fauna de peces de las Islas subantártica del sector del Océano Indico señalan a *Lamna nasus* como presente en las Kerguelen, coincidiendo con varios autores. Duhamel *et al.* (1997) reportaron la captura de tres ejemplares de *L. nasus* en el sector noroeste (69°E) del Kerguelen Plateau, en un crucero de pesca experimental con una embarcación palangrera de profundidad, entre 300 y 1700 m, en la ZEE de Francia de la Division 58.5.1.

En el mismo año, Figueroa (1997) informó sobre el hallazgo de una hembra de 230 m LT, a los 55°04'S – 36°47'O, preñada, con 4 crías con un rango de talla entre 35 y 45 cm LT.

De acuerdo a Francis & Stevens (2000), *Lamna nasus* es capturado en abundancia como fauna acompañante en la pesquería palangrera de atunes en el Océano Pacífico suroeste, específicamente en las costas de Australia y Nueva Zelandia.

Cherel and Duhamel (2004) informan sobre la captura de 20 ejemplares (9 machos, 8 hembras y 3 indeterminados) de *L. nasus*, en aguas de las islas Kerguelen durante operaciones de pesca de arrastreros (n= 18) y palangreros (n= 2) comerciales entre 1997 y 2001, aunque solo entregan una posición geográfica media del área (49°S – 69°00'E) donde ocurrieron las capturas. Recientemente, Duhamel (com. pers.) ha aportado información sobre tres ejemplares capturados en las Islas Crozet, entre los 46°51,54'S – 47°27,57'S, de 110 – 200 cm LT y 91 ejemplares capturados en torno a las Islas Kerguelen (80 de arrastreros y 11 de palangreros) entre 47°17,3'S – 49°16'S, de tallas entre 124 – 220 cm LT y 151 – 179 cm LT, respectivamente⁵.

Al igual que en el caso del Pacífico Sur, existe un set de datos, publicado en Semba *et al.* (2013), que no fue incorporado en la Fig. (29), debido a que su formato actual no pudo ser adaptado para ésta, por lo tanto, se incorpora en este Informe como una figura aparte (Fig. 30), ya que se está a la espera de obtener la información ya gestionada para incorporarla en una próxima versión. Semba (2013) señalan que los límites norte y sur de presencia de *L. nasus* se registraron entre los 28°30'S y 53°39'S, en la información obtenida por observadores en la pesquería de palangre de atún de aleta azul del Sur (southern bluefin tuna (SBT)). Los autores observaron una distribución continua entre el Océano Índico suroeste y sureste, y la discontinuidad que se observa entre los 60°S y 80°S es reflejo que no se realizó esfuerzo en dicha zona.

Francis (2013) en su estudio de la composición de capturas comerciales de elasmobranquios altamente migratorios, informa que entre el 74 – 84% fue capturado en palangre superficial, pero que además entre un 13 – 22% lo fue con redes de mediana, principalmente en las zonas este de la isla norte y oeste de la isla sur de Nueva Zelanda, y con palangre de fondo en el Chatham Rise y a lo largo de la costa sureste de la isla Norte.

⁵ No todos los ejemplares cuentan con medidas.

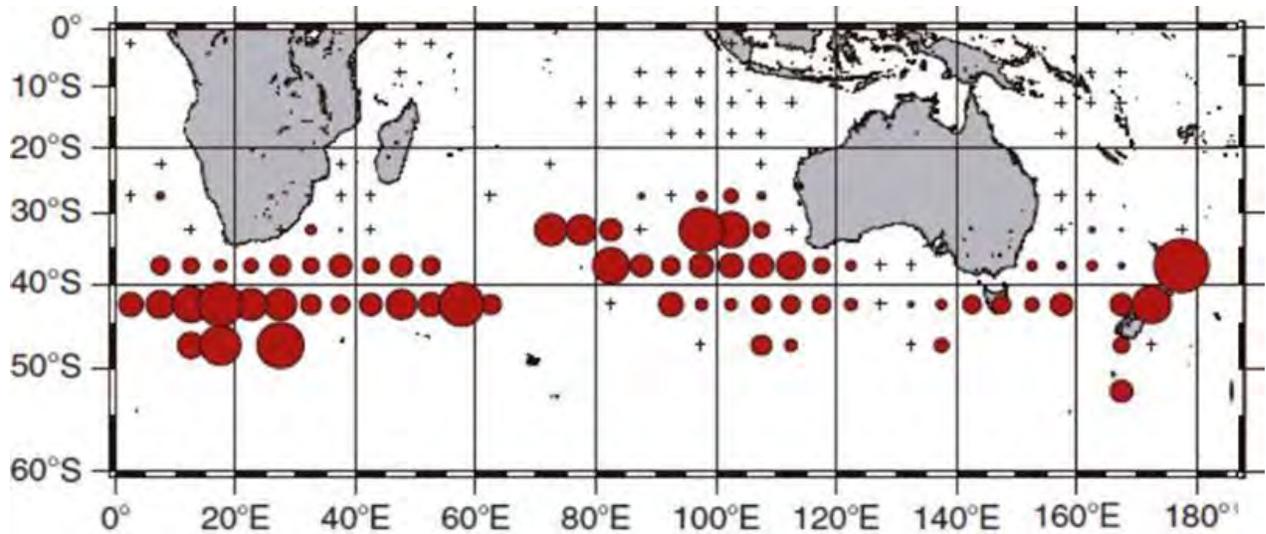


Fig. 31. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) representada en celdas de 5-grados obtenida por observadores en la pesquería de palangre de atún de aleta azul del Sur (southern bluefin tuna (SBT). Las cruces significan sin captura. (Modificado de Semba et al., 2013).

Duhamel *et al.* (2014) resumen toda la información disponible de islas del Océano Austral, en especial las Kerguelen, en el Atlas Biogeográfico de este Océano, publicado por el Scientific Committee on Antarctic Research.

Finalmente, van der Vyver *et al.* (2015), reportaron otro antecedente más, al encontrar un ejemplar hembra de 123 cm de longitud pre-caudal varado en la isla Subantártica Marion Island el 26 de marzo de 2014, específicamente en la playa Archway, ubicada en el costado este de la isla Marion Island (46°53'54,21''S – 37°53'41,70''E).

En la Fig. 32), se entrega el mapa resumen de la revisión bibliográfica precedente y se incorpora además la información nueva aportada o recopilada, no publicada para el Océano Indico, que corresponde a la zona alrededor de las islas Seychelles aportada por el Dr. Bach, IOTC WPEB aportada por los Drs. De Bruyn y Fiorellato y flota portuguesa aportada por el Dr. Coehlo y el Dr. Duhamel del Museo de Historia Natural de Paris, Francia.

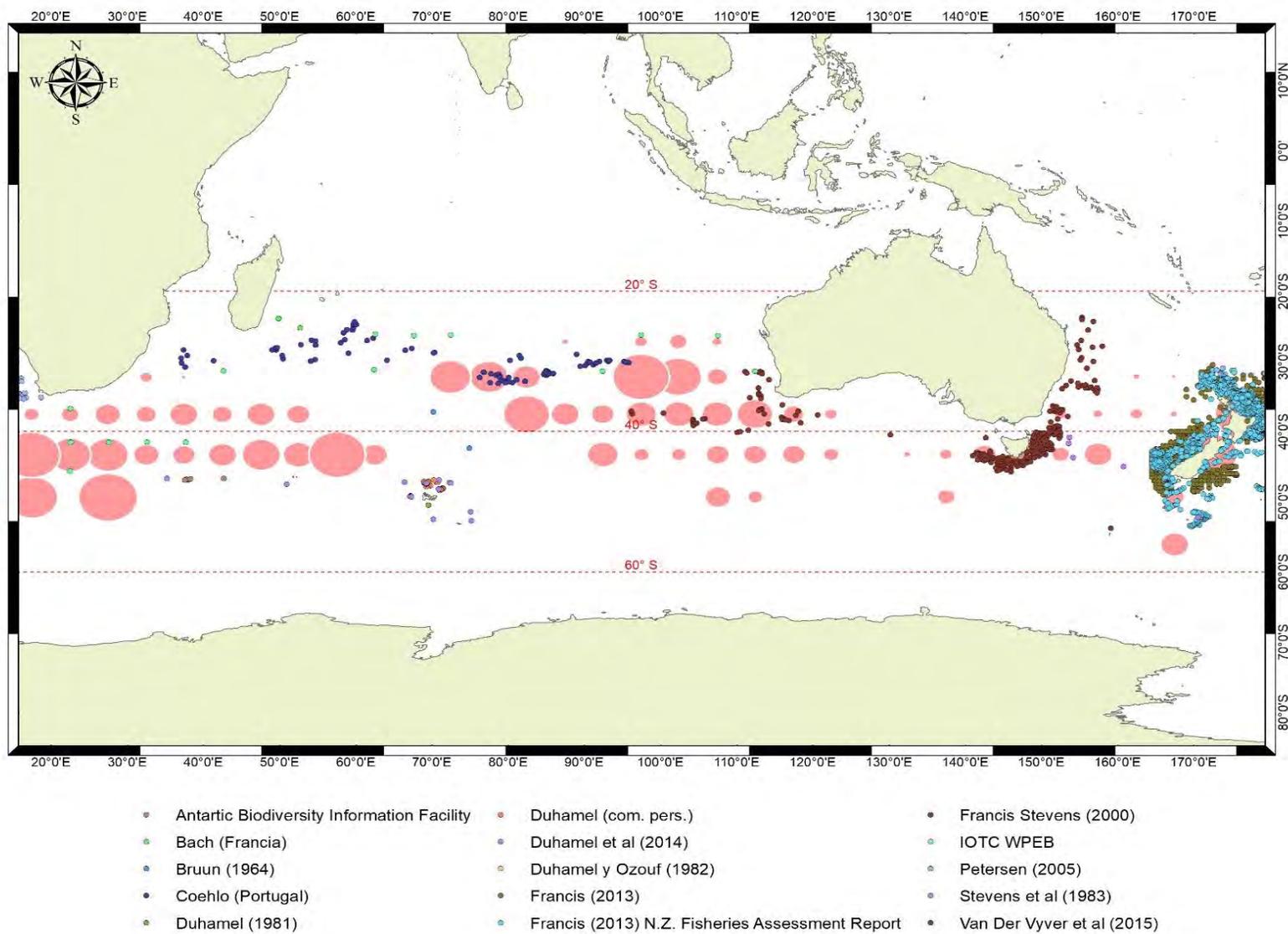


Fig. 32. Información sobre presencia de *Lamna nasus* en el Océano Indico y parte del Océano Pacífico Suroeste, tanto publicada como no publicada.

5.1.4.4. Distribución espacial de *Lamna nasus* en el Océano Austral

En las figuras 28 y 30, que muestran la distribución de *Lamna nasus* en los Océanos Atlántico e Indico, se visualizan registros de la especie principalmente en islas subantárticas, por lo cual aquellos registros bibliográficos se discuten como en los casos anteriores, y se entregan en una figura especial.

Antes de analizar las citas bibliográficas correspondientes a esta área geográfica es imprescindible dejar establecido un hecho fundamental, el tiburón sardinero *Lamna nasus* es la única especie no solo de la familia Lamnidae, **sino que es el único tiburón pelágico presente en esta área** (Fischer & Hureau, 1985, Compagno 1990, Ellis et al., 2013). La otra familia presente es Squalidae con dos especies: *Somniosus microcephalus* y *Etmopterus lucifer*. Ninguna de las tres especies es endémica, pero son las únicas presentes en el Océano Austral (Fisher & Hureau, 1985, Compagno, 1990).

Svetlov (1978) reportó que en marzo de 1976 tuvo acceso a un ejemplar hembra, aparentemente recién parida a juzgar por caracteres externos como un área inflamada del cuerpo alrededor del ano y el estado de los ovarios, en aguas antárticas (54°28'S -35°29'W) a una profundidad de 260 m.

Duhamel & Ozouf-Costaz (1982) confirmaron la presencia de *L. nasus* en el sector Indico del Océano Austral al informar sobre una hembra preñada de 150 kg y 201 cm LT, encontrada en las Islas Kerguelen, con cuatro crías de 12,2; 11,8; 11,8 y 11,6 cm LT, en los 50°30'S - 69°30'E.

Duhamel *et al.* (1997) reportaron la captura de tres ejemplares de *L. nasus* en el sector noroeste (69°E) del Kerguelen Plateau, en un crucero de pesca experimental con una embarcación palangrera de profundidad, entre 300 y 1700 m, en la ZEE de Francia de la Division 58.5.1. En el mismo año, Figueroa (1997) informó sobre el hallazgo de una hembra de 230 m LT, a los 55°04'S – 36°47'O, preñada, con 4 crías con un rango de talla entre 35 y 45 cm LT.

Ese mismo año, Figueroa (1997) da a conocer el registro de un ejemplar hembra de *Lamna nasus* a los 55°04'S – 36°47'W, localidad próxima a las Islas Georgia del Sur. El ejemplar de 230 un de LT fue capturado en una operación de pesca con palangre del buque comercial chileno "Isla Sofía" el 22 de abril de 1995. El autor discute que la pesca accidental de este ejemplar probablemente ocurrió durante la operación de virado del arte de pesca debido que el calado de los anzuelos se realizó a una profundidad de 1000 a 1400 m para la pesca de la merluza negra (*Dissostichus eleginoides*).

Cherel and Duhamel (2004) informan sobre la captura de 20 ejemplares (9 machos, 8 hembras y 3 indeterminados) de *L. nasus*, en aguas de las islas Kerguelen durante operaciones de pesca de arrastreros (n= 18) y palangreros (n= 2) comerciales entre 1997 y 2001, aunque solo entregan una posición geográfica media del área (49°S – 69°00'E) donde ocurrieron las capturas.

Duhamel *et al.* (2014) resumen toda la información disponible de islas del Océano Austral, en especial las Kerguelen, en el Atlas Biogeográfico de este Océano, publicado por el Scientific Committee on Antarctic Research.

Van der Vyver *et al.* (2015), reportaron otro antecedente más, al encontrar un ejemplar hembra de 123 cm de longitud pre-caudal varado en la isla Subantártica Marion Island el 26 de marzo de 2014, específicamente en la playa Archway, ubicada en el costado este de la isla Marion Island (46°53'54.21''S – 37°53'41.70''E).

Finalmente, Usachev (2017) informa que en abril de 2009, en la pesquería de la austromerluza (bacalao de profundidad) (*Dissostichus eleginoides*), se capturó un espécimen de tiburón sardinero (Fig. 33) en las aguas abiertas del Atlántico suroeste en la zona del North Scotia Ridge, fuera de las áreas conocidas de distribución de la especie en esta región. Material: Hembra; 160,5 cm TL; 53°56'S lat., 51°59'O D. - 53°53'S, 51°49'W etc.; profundidad ajuste de línea 1200-1160 m; 17 de abril de 2009; artes de pesca - trotline.

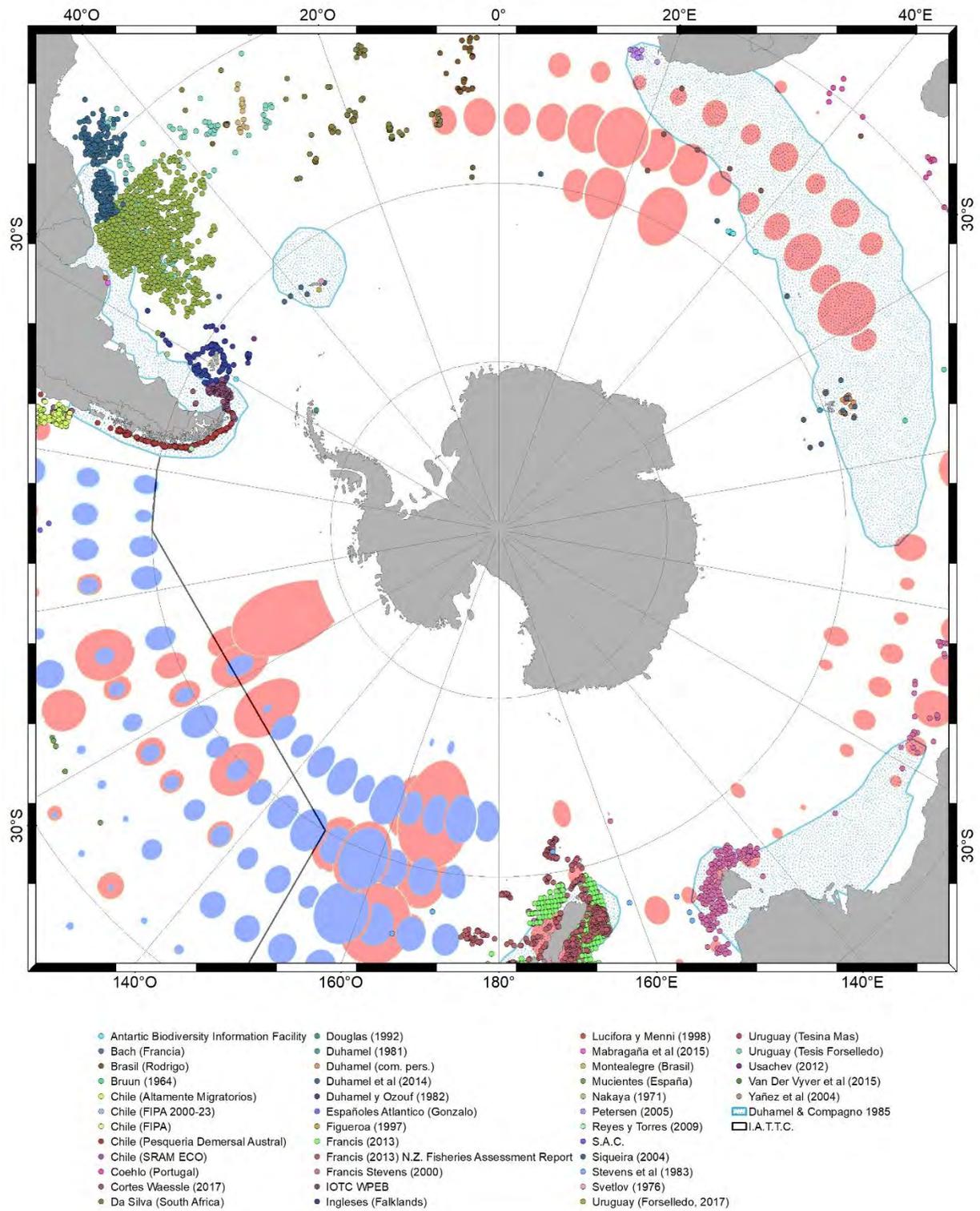


Fig. 33. Información sobre presencia de *Lamna nasus* en la zona del Océano Austral, tanto publicada como no publicada.

5.1.4.5 Distribución espacial actualizada de *Lamna nasus* en el hemisferio sur

Uno de los resultados del Workshop desarrollado en enero de 2018, es la implementación de una Base de Datos que se ha ido poblando durante la ejecución del proyecto con información tanto publicada, pero especialmente aquella aportada por los investigadores participantes en ese evento y a través de gestiones posteriores del Jefe de Proyecto, lo que ha permitido generar un mapa que resume toda la información disponible (Fig. 34), una versión actualizada que permite tener una visión integral de la distribución de *Lamna nasus* en el Hemisferio Sur.

Se establecen claramente dos franjas latitudinales de análisis, la superior abarca la zona entre aprox. los 18°30'S – 40°S que corresponde aproximadamente a las latitudes entre las cuales se desarrollan las diversas pesquerías dirigidas al pez espada *Xiphias gladius*, el dorado de altura *Coryphaena hippurus* y el marrajo *Isurus oxyrinchus* en el norte de Chile. Las características poblacionales de *L. nasus* en esta zona, se compararon con antecedentes provenientes de una fracción de las capturas realizadas por la flota uruguaya y brasileña en el Atlántico sudoeste, las capturas realizadas por la flota portuguesa en el Atlántico sudeste e Indico sudoeste y la parte superior de las zonas de pesca en el norte de Nueva Zelandia (Fig. 34).

En el caso de la segunda franja latitudinal, que abarca entre los 40°S y los 55°S, frente a la costa chilena prácticamente no existen capturas de *L. nasus* y solo hay disponible por el momento algunas posiciones geográficas en las cuales se detectó la especie, recopiladas principalmente por uno de los integrantes del Equipo de Investigación, como también algunos registros en el Programa de Investigación del Descarte y Captura de Pesca Incidental 2016-2017, Sección Pesquerías Sur Australes que realiza IFOP (Bernal *et al.*, 2017), pero sin información biológica de dichos ejemplares. En consecuencia, y en concordancia con la Propuesta Técnica, para este sector se recurrió a la información publicada (P= publicada) generada en otras longitudes (E – O) como información no publicada y disponible (N= nueva) aportada tanto por los integrantes del Equipo de Investigación o conseguida posteriormente. Así se utiliza información proveniente de la actividad de la flota brasileña, uruguaya, la pesquería surimera y congeladora argentina (P y N), aquella proveniente de las islas Falklands/ Malvinas (N), Sudáfrica (N) y flota portuguesa que se realiza en el Océano Atlántico (N) y la parte sur de las zonas de pesca de Nueva Zelandia

como también información de las actividades de la flota japonesa, una de las que más aportan en cobertura y que se resumen en Semba et al. (2013). También existe información ya publicada de la actividad de la flota española en los tres Océanos del hemisferio sur, la que por el momento no está disponible como datos utilizables en los análisis, pero que aparece incorporada parcialmente en la figura (33).

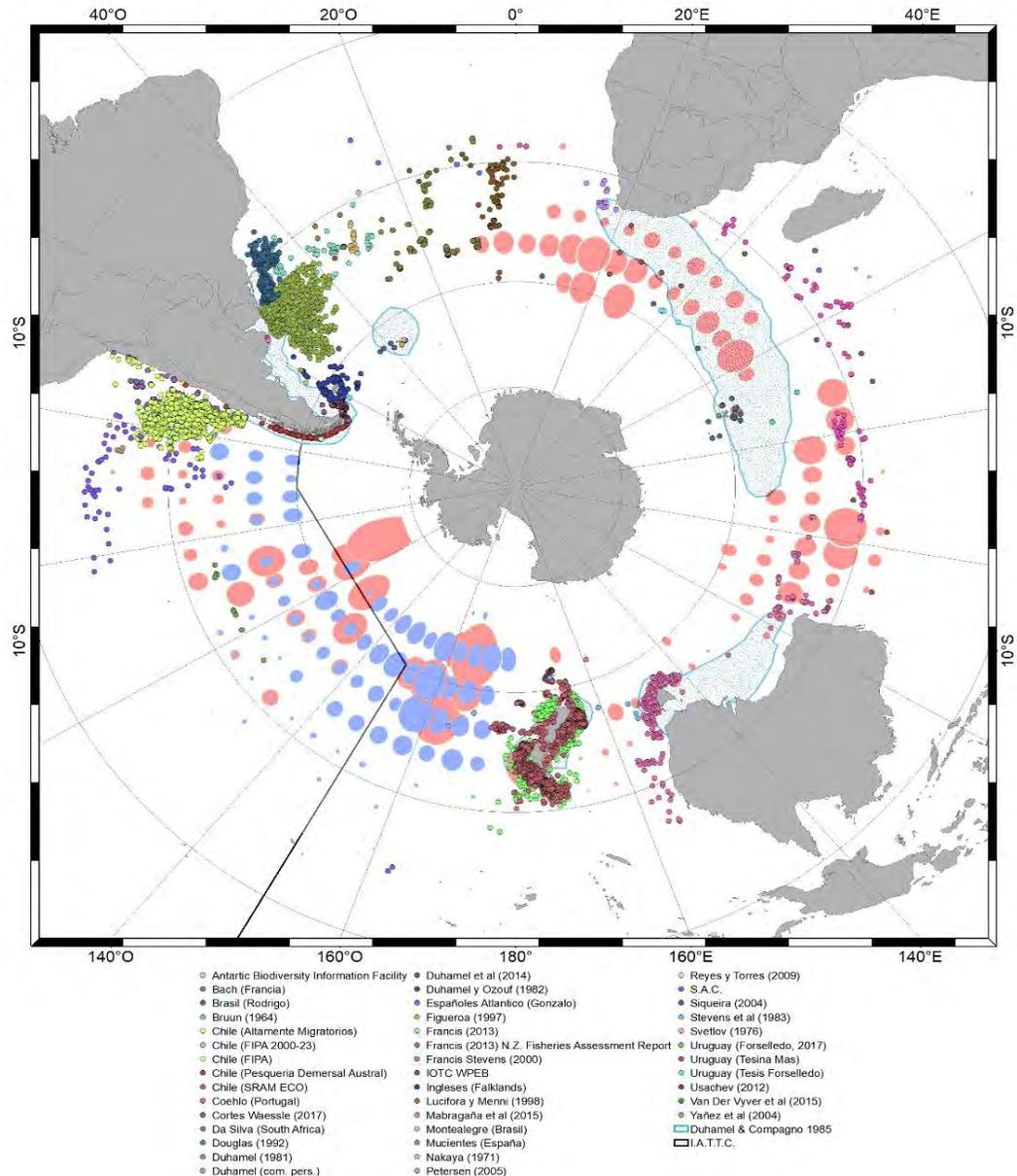


Fig. 34. Disponibilidad de información sobre distribución *Lamna nasus* en el Hemisferio Sur, tanto publicada como no publicada y aportada por los investigadores miembros del Equipo de Trabajo, durante o después del Workshop (Argentina, Brasil, Islas Falklands, flota portuguesa, etc.) o conseguida posteriormente por el Consultor.

En concordancia con lo planteado en el enfoque amplio para abordar esta Propuesta, como primera actividad concreta del proyecto se programó y organizó un Workshop Internacional (Taller) con los colegas extranjeros, que se llevó a cabo en la ciudad de Coquimbo, entre el 22 y 24 de enero de 2018, en principio en inglés debido a la presencia de colegas solo angloparlantes y con traducción castellano – inglés o inglés – castellano, por los propios integrantes del grupo de Trabajo. Posteriormente, se ha participado difundiendo los avances y recopilando información y datos sobre *Lamna nasus* en un Congreso Internacional y en una reunión Técnica en un Grupo de Trabajo de Ecosistemas y Bycatch de la RFMO Indian Ocean Tuna Commission (IOTC).

5.1.5. Workshop, Congresos y Reuniones

5.1.5.1. Workshop Southern Hemisphere *Lamna nasus* populations: Fisheries, Spatio - Temporal Distribution and Biology

Las principales actividades que se visualizaron para este Workshop fueron:

- una identificación y descripción de las pesquerías donde *Lamna nasus* es capturado como especie objetivo y by-catch o fauna acompañante, ya que hasta el momento no se ha encontrado información que indique que el tiburón sardinero sea especie objetivo de alguna pesquería en todas las áreas representadas del hemisferio sur.
- discutir la influencia que tiene en el estudio de esta especie el haber sido incorporada al Apéndice II de CITES, y el impacto concreto en el proyecto como por ej. en procedimientos para intercambio de muestras.
- recopilación de información biológica, en particular reproductiva, de la especie, en todas las áreas representadas del hemisferio sur.
- discusión integradora de la información puesta a disposición del evento, proveniente de las áreas representadas del hemisferio sur.
- generación de un documento de los antecedentes analizados y búsqueda de patrones comunes o características diferenciales en los mismos. Se identificará las faltas de información que debiera

recopilarse durante la ejecución del proyecto, en particular en aguas chilenas, además de las incluidas en las Bases Técnicas del Proyecto FIPA N° 2017-65.

En la Fig. 35, se entrega copia de la Invitación repartida en SUBPESCA, IFOP, SERNAPESCA y el FIPA.

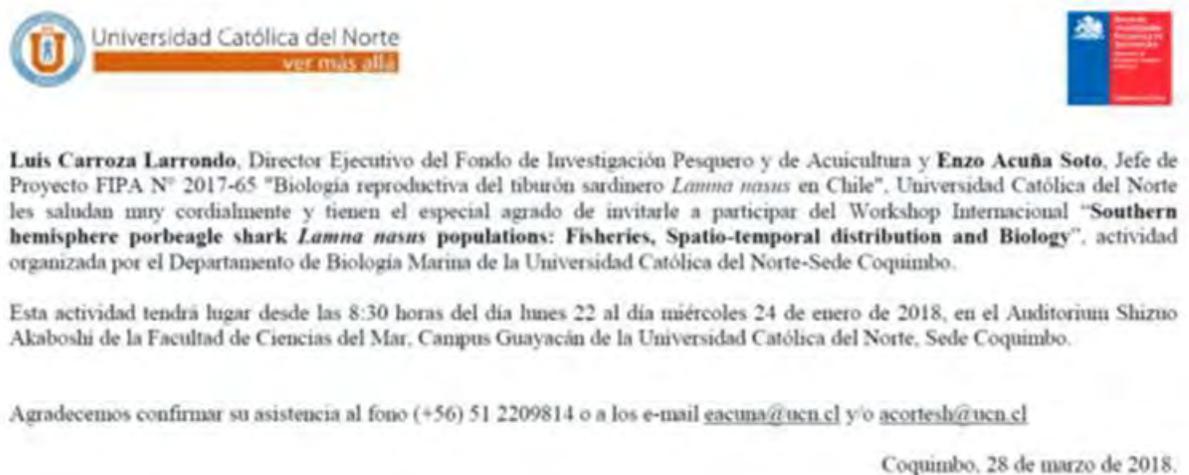


Fig. 35. Invitación al Workshop internacional.

Los participantes en el Workshop fueron:

- **Malcolm Francis**, National Institute of Water and Atmospheric Research Ltd. (NIWA), Wellington, New Zealand.
- **Alexander Arkhipkin**, Fisheries Department, Falkland Islands Government, Port Stanley, Falkland Islands.
- **Robert Olson**, Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT). La Jolla, USA.
- **Andrés Domingo**, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA/MGAP) Uruguay.
- **Santiago Montealegre**, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Brasil.
- **Ricardo Sáez**, Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Valparaíso, Chile.
- **Enzo Acuña**, Departamento Biología Marina, Universidad Católica del Norte – Sede Coquimbo.
- **Rubén Alarcón**, Doctorado en Ciencias mención Manejo de Recursos Acuáticos Renovables. Universidad de Concepción.
- **María Teresa González**, Instituto de Ciencias Naturales "Alexander von Humboldt", Facultad de Ciencias Naturales y Recursos Biológicos. Universidad de Antofagasta, Chile.
- **Patricia Zárate**, Instituto de Fomento Pesquero, Chile.
- **Alex Cortés**, Departamento Biología Marina, Universidad Católica del Norte – Sede Coquimbo.



El Programa preparado para el Taller, el que fue circulado y acordado con anticipación entre los participantes es el siguiente:

Fisheries & Aquaculture Research Fund (FIPA) PROJECT N° 2017 - 65 INTERNATIONAL
WORKSHOP

**SOUTHERN HEMISPHERE *Lamna nasus* POPULATIONS: FISHERIES, SPATIO -
TEMPORAL DISTRIBUTION AND BIOLOGY**

(Draft Agenda)

Monday January 22th, 2018.

Registration 08:30 – 09:00

1. Meeting Opening. Dean of the Marine Sciences Faculty, UCN.
- 1.1. Welcoming Remarks. Overview of Project and Meeting objectives. Enzo Acuña (UCN).
2. CITES Apéndice y Ley 20962. Ricardo Sáez (SERNAPESCA)⁶
3. “IATTC research activities on non-target sharks ecologically-associated with tunas in the eastern Pacific Ocean”. Opening Presentation by Robert Olson (IAATC, Emeritus).
- Meeting arrangements (Adoption of the agenda and assignment of rapporteurs).

Coffee break 10:30 – 11:00

4. Session 1. Fisheries.

- 4.1. Introduction and New Zealand information. Malcolm Francis (NIWA).
- 4.2. Chilean Fisheries. Patricia Zárate (IFOP, Chile).
- 4.3. Falkland Islands Fisheries. Alexander Arkhipkin (Fisheries Department, Falkland Islands Government).
- 4.4. Brazilian Fisheries. Santiago Montealegre (Sao Paulo University, Brasil).
- 4.5. Uruguayan Fisheries. Andrés Domingo (DINARA, Uruguay).

Lunch 13:00 – 15:00

5. Session 2. Spatial and temporal distribution.

- 5.1. Introduction and New Zealand waters. Malcolm Francis.
- 5.2. Chilean waters. Patricia Zárate.
- 5.3. Falkland Islands waters. Alexander Arkhipkin.
- 5.4. Brazilian waters. Santiago Montealegre.
- 5.5. Uruguayan waters. Andrés Domingo.

⁶ What does it mean that a species is listed in CITES Appendix II.

Tuesday January 23th, 2018

09:00

6. Session 3. Biological information - Reproduction.

- 6.1. Introduction and New Zealand waters. Malcolm Francis.
- 6.2. Chilean waters. Patricia Zárate.
- 6.3. Falkland Islands waters. Alexander Arkhipkin.
- 6.4. Brazilian waters. Santiago Montealegre.
- 6.5. Uruguayan waters. Andrés Domingo.

Coffee Break 10:30 – 11:00

6. Session 4. Other information (Tagging, Genetics, Parasites, etc.).

- 6.1. Introduction and tagging. Malcolm Francis.
- 6.2. Genetics. Pilar Haye and participants.
- 6.3. Parasites. María Teresa González and participants.
- 6.4. Insights into the life cycles of tapeworms infecting porbeagle sharks (*Lamna nasus*) in the Falkland Islands, using a molecular approach. Alexander Arkhipkin.

Lunch 13:00 – 15:00

7. Session 5. Management

- 7.1. Introduction and New Zealand waters. Malcolm Francis.
- 7.2. Chilean waters. Patricia Zárate.
- 7.3. Falkland Islands waters. Alexander Arkhipkin.
- 7.4. Brazilian waters. Santiago Montealegre.
- 7.5. Uruguayan waters. Andrés Domingo.

Wednesday January 24th, 2018

09:30

Session 6. Reporting

En este Pre Informe Final, se informa solamente sobre las generalidades del Workshop realizado en enero del 2018 y los contenidos se incorporan en el Anexo 1, para entregar la información del avance del Proyecto en el formato más tradicional, por Objetivo Específico.

5.1.5.2. Participación en Congreso **The Sharks International Conference**

Como resultado del trabajo realizado durante el Workshop y considerando la relevancia de los resultados conseguidos, diversos participantes en conocimiento de la realización de la reunión internacional “**The Sharks International Conference**” durante este año en Joao Pessoa, Brasil sugirieron que sería importante que se presentara una ponencia a dicha reunión, lo que fue aprobado por todo el grupo, quedando el Jefe de Proyecto encargado de llevar a cabo esta gestión para la cual contó con la colaboración de los Drs. Olson y Francis.

The Sharks International Conference es la realización conjunta de cuatro eventos científicos en ciencia de los elasmobranquios (tiburones y rayas), con un enfoque internacional, que reunirá a profesionales y alumnos, con el objetivo de discutir los avances y desafíos en investigación y conservación de este grupo biológico único. Es el primer evento verdaderamente internacional dedicado a los elasmobranquios, que cuenta con dos ediciones previas en Cairns, Australia en 2010, y Durban, Sudáfrica en 2014.

SBEEL (Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios) realiza reuniones bianuales desde 1997, el principal evento para la discusión de la investigación, conservación y manejo de elasmobranquios en Brasil, cuya última edición se desarrolló en Penedo, Alagoas. **AES** (American Elasmobranch Society), fundada en 1983, organiza reuniones anuales desde 1987, incluyendo una edición in Brasil (Manaus, Amazonas 2003), su última reunión se realizó en New Orleans, USA. La **Fundación Squalus**, creada en 2002, también organiza reuniones bianuales (Encuentro Colombiano sobre Condriactios), cuya última reunión se realizó en Bogotá, Colombia 2016. La próxima edición de **The Sharks International Conference** en João Pessoa, PB - Brasil, se realizará en conjunto entre SBEEL, AES y la Fundación Squalus de Colombia.

A continuación, se informa sobre el resumen enviado en nombre del grupo para ser presentado en la reunión ya descrita, en la cual se agregó a los participantes el Dr. Rui Coelho de la División de Modelamiento y Manejo de recursos Pesqueros del Instituto Portugués para el Océano y la Atmósfera, I.P. (IPMA), Portugal, quien aportó con información sobre *Lamna nasus* capturado por la flota palangrera portuguesa en el Atlántico sudeste e Indico sudoeste.

The porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the Southern Hemisphere: searching for biological patterns among oceans and regions

Enzo Acuña^{1, 2}, Rubén Alarcón³, Alexander Arkhipkin⁴, Rui Coelho⁵, Andrés Domingo⁶, Malcolm Francis⁷, María Teresa González⁸, Pilar Haye¹, Santiago Montealegre⁹, Robert Olson¹⁰ and Patricia Zárata¹¹

¹Departamento de Biología Marina, Universidad Católica del Norte, Casilla 117, Coquimbo, Chile. Email: eacuna@ucn.cl

²Millennium Nucleus Ecology and Sustainable Management of Oceanic Islands (ESMOI), Coquimbo, Chile

³Universidad de Concepción, Concepción, Chile

⁴Fisheries Department, Falkland Islands Government, Falkland Islands

⁵Division of Modelling and Management of Fishery Resources, Portuguese Institute for the Ocean and Atmosphere, I.P. (IPMA), Portugal

⁶Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA), Uruguay

⁷NIWA, Wellington, New Zealand

⁸Instituto de Ciencias Naturales “Alexander von Humboldt”, Facultad Ciencias Naturales y Recursos Biológicos. U. de Antofagasta, Chile

⁹Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Brasil

¹⁰Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC), La Jolla, California, USA

¹¹Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Chile

Lamna nasus is a species with a wide geographic distribution in the Southern Hemisphere, inhabiting a circumglobal band of temperate waters in southern regions of all oceans. In 2013, the porbeagle was included in CITES Appendix II, which specified several necessary actions for exporting countries, among them to prepare a Non-Detrimental Finding for the species. This requirement necessitates the collection of a variety of biological information from the sharks. The Chilean Fisheries and Aquaculture Research Fund (FARF) issued a request for proposals for a project aimed at characterizing the spatial variability in reproductive cycle, size structure, sexual maturity proportion, and mean size at maturity of the porbeagle shark in Chile. In addition, the winning proposal offered to expand the scope of the study by including information from other regions across its Southern Hemisphere distribution. In January 2018 a workshop involving researchers from New Zealand, Uruguay, Brazil, the Falkland Islands, and Chile was held in Coquimbo, Chile to initiate the project, with sessions organized around the following topics: Existing Fisheries, Spatial and Temporal Distributions, Biological Information (particularly Reproduction), and Other Information such as Tagging, Genetics, and Parasites. In the Southern Hemisphere, porbeagle sharks have not been targeted, but are bycatch of several longline and midwater trawl fleets from Japan, New Zealand, Chile, Brazil, Uruguay, Argentina, the Falkland Islands, and Portugal, among others. Life history data for Southern Hemisphere porbeagle sharks derive primarily from studies in New Zealand and Australia; there is scant information for *L. nasus* in other areas. It is not known whether there is a single circumpolar Southern Hemisphere population or whether there are multiple stocks spread over this wide range. Recent studies have considered it unlikely that the population comprises a single well-mixed stock for management purposes. We intend to use available and new biological data to understand spatial patterns in life history information. Samples covering the latitudinal distribution of the species will provide basic biological parameters and supporting information from genetics and parasite studies.

Keywords: geographical distribution, temporal distribution, reproductive biology, sex ratios, size composition

Financial support: Fisheries and Aquaculture Research Fund, Chile. Project 2017-65.

5.1.5.3. Participación en el 14th Working Party on Ecosystem and Bycatch de IOTC



Indian Ocean Tuna Commission
Commission des Thons de l'Océan Indien



RECENT MEETINGS

DEC 03 2018	21st Scientific Committee (SC21) (/meetings/21st-scientific-committee-sc21) Scientific Committee (SC) Mahé, Seychelles
NOV 29 2018	14th Working Party on Data Collection and Statistics (WPDCS14) (/meetings/14th-working-party-data-collection-and-statistics-wpdc14) Working Party on Data Collection and Statistics (WPDCS) Mahé, Seychelles
OCT 29 2018	20th Working Party on Tropical Tunas (WPTT20) (/meetings/20th-working-party-tropical-tunas-wptt20) Working Party on Tropical Tunas (WPTT) Mahé, Seychelles
OCT 25 2018	9th Working Party on Methods (WPM09) (/meetings/9th-working-party-methods-wpm09) Working Party on Methods (WPM) Mahe, Seychelles
SEP 10 2018	14th Working Party on Ecosystems and Bycatch (WPEB14) (/meetings/14th-working-party-ecosystems-and-bycatch-wpeb14) Working Party on Ecosystems and Bycatch (WPEB) Cape Town, South Africa

Search

Type:

Year:



Indian Ocean Tuna Commission
Commission des Thons de l'Océan Indien



14TH WORKING PARTY ON ECOSYSTEMS AND BYCATCH (WPEB14)

Meeting:
Working Party on Ecosystems and Bycatch (WPEB)

Meeting year:
2018

Meeting session:
14

Date:
Mon, 10/09/2018 (All day) to Fri, 14/09/2018 (All day)

Venue country/city:
Cape Town, South Africa

Location:
The Protea Hotel by Marriott Cape Town Victoria Junction (VJ)

Chairperson:
Dr Sylvain Binhommeau

Vice-Chairperson:
Dr Reza Shahfar; Dr Ross Wanless

MEETING INFORMATION DOCUMENTS

Title	File
Information Document	

DOCUMENTS

MEETING REPORT			
Reference	Title	Available on	File
IOTC-2018-WPEB14-R[E]	Report of the 14th Session of the IOTC Working Party on Ecosystems and Bycatch	04/10/2018	
MEETING DOCUMENTS			
Reference	Title	Available on	File
IOTC-2018-WPEB14-01a	DRAFT Agenda of the WPEB14	08/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-01b_Rev2	Draft Anticipated agenda of the WPEB14	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-02_Rev3	Draft List of Documents of the WPEB14	14/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-03	Outcomes of the 20th Session of the Scientific Committee	27/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-04	Outcomes of the 22nd Session of the Commission	27/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-05	Review of current Conservation and Management Measures relating to Ecosystems and Bycatch	27/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-06	Progress since WPEB13	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-07	Review of the statistical data and fishery trends for ecosystems and bycatch species	04/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-08_Rev1	Update on the implementation of the RDP	30/08/2018	
Reference	Title	Available on	File
IOTC-2018-WPEB14-09	Status of development and implementation of MSCAs for seabirds and sharks and implementation of the FAO guidelines to reduce marine turtle mortality in fishing operations	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-10	Revision of the WPEB Program of Work (2019-2023)	31/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-11_Rev1	An update on the National Plan of Action for Sharks, South Africa	10/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-12	FAD Watch: a collaborative initiative to minimize the impact of FADs in coastal ecosystems	07/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-13_Rev1	Comparing the biological characteristics, length structure and capture status of bycatch in the Chennai longline fishery targeting different species in the Indian Ocean	10/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-14_Rev1	Biological and ecological traits of non-targeted species caught by the tuna purse seine fishery in the western Indian Ocean	10/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-15	Bycatch of The European, and Associated Flat, Horned, Spine Tuna Fishery in the Indian Ocean for the Period 2008-2017	07/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-16	Bycatch landings in Phuket Ports by foreign vessel, 2017	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-17_Rev1	Iran Tuna Fisheries by-catch in IOTC sensitive of area in 2017	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-18_Rev1	Improving the sampling protocol of electronic and human observations of the tropical tuna purse-seine fishery discards	10/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-19	SIQII System for Improving Information on Bycatch for Management of the Indian Ocean Purse Seine Tuna Fishery	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-20	An indicator-based ecosystem report card – an ongoing process	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-21_Rev1	Selecting ecosystem indicators for fisheries targeting highly migratory species	11/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-23	Retrospective and geographical overview of the interaction between seabirds and the Spanish surface longline fishery targeting swordfish in the Indian Ocean during the 1993-2017 period inferred from data provided by scientific observers at sea.	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-24	Preliminary assessment of the risk of albatrosses by longline fisheries	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-25	Update on the seabird component of the Common Ocean (AHO) tuna project – seabird bycatch assessment workshop	29/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-26	ACAP advice for reducing the impact of pelagic longline fishing operations on seabirds	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-27	A progress report on the implementation of the IOTC bycatch threshold shark post-release mortality study project (IOTC-BTH PRR Project)	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-28	Preliminary assessment of shark bycatch from Korea's recent industrial tuna fisheries	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-29_Rev1	A regional perspective on the Mozambique interactions with surface fisheries in the Indian Ocean	10/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-30	Unprecedented decline in the catches of myxodinid, an important component of tuna sardinia fisheries of the Northern Arabian Sea	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-31_Rev1	Standardized CPUE of Silky Shark (Ginglymostoma falciforme) Caught by Indonesian Longline Fleet in the Eastern Indian Ocean	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-32_Rev1	Can we Derive an Abundance Index for the Silky Shark Based on its Associative Behavior with Floating Objects?	29/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-33	A Preliminary Stock Assessment for the Silky Shark in the Indian Ocean Using a Data-Limited Approach	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-34	Updated standardized CPUE of Blue shark by Taiwanese large-scale tuna longline fishery in the Indian Ocean	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-35	Exploring the use of Length Based Indicators for Blue Shark in the Indian Ocean	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-36	Preliminary Management Strategy Evaluation for Blue Shark in the Indian Ocean Using A Data-Limited Approach	28/08/2018	

Reference	Title	Available on	File
IOTC-2018-WPEB14-37	A Preliminary Stock Assessment for the Shortfin Mako Shark in the Indian Ocean Using Data-Limited Approaches	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-38	Progress report of the post release mortality of the oceanic white tip shark (POBEMO project) discarded by EU purse seine and pelagic longline fisheries	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-39	Status of mako-like rays in Sri Lanka	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-40	Assessment of the vulnerability of sea turtles to IOTC tuna fisheries	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-41_Rev3	Cetacean bycatch in tuna drift gillnet fisheries off Pakistan (Arabian Sea)	11/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-42	Ecologically or biologically significant marine areas (EBSAs) in the Indian Ocean	29/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-43_Rev2	Reviewing effectiveness of management measures on shark landings in Sri Lanka over past five years	04/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-45	Preliminary estimates of seabird bycatch from tuna longline fisheries for the southern Atlantic and southwestern Indian Oceans, based on three different methods	28/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-46	Non-target species interactions in tuna fisheries and its implications in fisheries management - Case of large-mesh gillnet fisheries along the north-west coast of India	06/09/2018	

INFORMATION PAPERS

Reference	Title	Available on	File
IOTC-2018-WPEB14-INF01	Draft Marine Turtle Call	29/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-INF02	IOTC manual for tagging bigeye thresher shark (BTH) with pop-up satellite archival tags (PSAT) to evaluate post-release mortality (PRM)	29/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-INF03	Using a Crew-Based Observer Programme as a Platform of Opportunity for Understanding the Distribution of Whales in the Northern Arabian Sea	29/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-INF04	Troubled waters: Threats and extinction risk of the sharks, rays and chimaeras of the Arabian Sea and adjacent waters	29/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-INF05	An update on Western and Central Pacific Fisheries Commission shortfin mako and silky shark post-release mortality tagging studies	29/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-INF06	Risk to the Indo-Pacific Ocean whale shark population from interactions with Pacific Ocean purse-seine fisheries	29/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-INF07	The porbeagle shark (<i>Lamna nasus</i>) in the Southern Hemisphere: searching for biological patterns among oceans and regions	12/09/2018	
IOTC-2018-WPEB14-INF08	Work plan for developing ecosystem report card and assessments in IOTC	13/09/2018	

DATASETS

Reference	Title	Available on	File
IOTC-2018-WPEB14-DATA03a	Nominal Catches per Fleet, Year, Gear, IOTC Area and species (scenario 1)	20/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-DATA03b	Nominal Catches per Fleet, Year, Gear, IOTC Area and species (scenario 2)	20/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-DATA04	Catch and effort data - vessels using drifting longlines	20/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-DATA05	Catch and effort data - surface fisheries	20/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-DATA06	Catch and effort data - vessels using other gears (e.g. gillnets, lines and unclassified gears)	20/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-DATA07	Catch and effort data - all gears	20/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-DATA08	Catch and effort - reference file	20/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-DATA09	Size frequency data - sharks	20/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-DATA10	Size frequency - reference file	20/08/2018	
IOTC-2018-WPEB14-DATA11	Equations used to convert from fork length to round weight for shark species	27/08/2018	

A continuación, se presenta carátula de la presentación y link al documento, el que además aparece incorporado en el Portal BMIS.



<http://www.iotc.org/documents/porbeagle-shark-lamna-nasus-southern-hemisphere-searching-biological-patterns-among-oceans>



The porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the Southern Hemisphere: searching for biological patterns among oceans and regions

Year: 2018

Species Groups: Conference
Sharks and Rays Paper

Fishing Gear: Longline
Purse Seine

Type: Authors

Acuna, Enzo
Alarcon, Ruben
Arkhipkin, Alexander
Coelho, Rui
Domingo, Andrés
Francis, Malcolm
Gonzalez, Maria Teresa
Haye, Pilar
Massa, Ana
Montealegre, Santiago
Olson, Robert
Zarate, Patricia

Source URL

<http://www.iotc.org/documents/porbeagle-shark-lamna-nasus-southern-hemisphere-searching-biological-patterns-among-oceans>

Citation

Acuna E, Alarcon R, Arkhipkin A, et al (2018) The porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the Southern Hemisphere: searching for biological patterns among oceans and regions. In: IOTC - 14th Working Party on Ecosystems and Bycatch. IOTC-2018-WPEB14-INF07, Cape Town, South Africa

Abstract

Powerpoint presentation.

Background Project overview Fisheries Spatial distribution Reproduction Genetic Parasites

**Download
Publication**



5.1.5.4. Participación en la 70th Tuna Conference

La Tuna Conference es una reunión de personas con interés científico o comercial en atunes y pesquerías de atunes. Es auspiciada anualmente por la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT, Inter-American Tropical Tuna Commission, ATTC sigla en inglés) y el Southwest Fisheries Science Center (SWFSC) de NOAA/NMFS y provee un foro para discutir todos los aspectos de los atunes y especies parecidas a los atunes, su medio ambiente y las especies encontradas con ellos, y las interacciones entre y con ellos y es una oportunidad única para presentar resultados de investigaciones en desarrollo y teorías incipientes, proveyendo un foro para intercambios estimulantes de puntos de vista e información. La versión 2019 de este evento tuvo como identificación de objetivo, el título **“Data collection: emerging tools that address fundamental challenges in the research and management of large pelagic species”**, al cual la presentación enviada se ajustaba perfectamente, ya que justamente la etapa en desarrollo se centraba en la búsqueda de información sobre *Lamna nasus* en la zona bajo la jurisdicción de la CIAT. Con la colaboración del Dr. Robert Olson se envió el siguiente Abstract que fue aceptado para participar en el la versión 2019 realizada en Lake Arrowhead, California, USA, entre el 20 - 23 de mayo de 2019 y que quedó incorporado en los Proceedings del evento.

**PROCEEDINGS OF THE 70TH ANNUAL
TUNA CONFERENCE**

Data collection: emerging tools that address fundamental challenges in the research and management of large pelagic species



LAKE ARROWHEAD, CALIFORNIA
MAY 20-23 2019

70th TUNA CONFERENCE AGENDA

Monday, 20 May 2019

11:00 Registration opens in the Library (continues throughout the conference)

13:30 Welcome and Introduction (Plenary)

SESSION 1: Physiology and Foraging Ecology (Moderator: Walt Gots)

13:45 Physiological specialization for elevating the temperature of red muscle in steelhead. **Chongy Sepulveda**, Scott Ashiers, Michael S. Wang, Diego Bernat, Ashley Stoitz and Mark Oklairo.

14:00 Foraging ecology of bigeye and yellowfin tuna in the northwest Atlantic Ocean. **Riley Austin**, John Logan, Gayle Zydlewski, and Walter Gots.

14:15 Evaluating the foraging ecology and energetics of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Gulf of Maine. **Sammi Nadreau** and Walt Gots.

14:30 Coffee Break (15 minutes)

SESSION 2: Elasmobranchs: Bycatch and Ecology (Moderator: Mark Fitchett)

14:45 Assessing potential conservation measures for data-poor neonid bycatch in the eastern Pacific Ocean tuna fishery using the “E-ASI-Fish” ecological risk assessment tool. **Shane P. Griffiths**, Neris Lezama-Ochoa, Mark H. Roman.

15:00 Bycatches of the pelagic stingray *Phoropteryx stoliczkae* in the tuna purse-seine fishery of the EPO. **Andrés Romero**, Mark H Roman, Neris Lezama, Jon Lopez, Martin Hall.

15:15 The role of species distribution models on the ecological risk assessment of the Spotted Devil ray (*Alopias melanotis*) in the Atlantic Ocean purse-seine fishery. **Neris Lezama-Ochoa**, Hilario Martín, Francisco Abascal and P. Bach.

15:30 The portuguese shark (*Lamna nasus*) in the southern hemisphere: searching for biological patterns among oceans and regions. **Ezra Acuña**, Ruben Alacón, Alexander Arkhangel, Rui Coelho, Alex Corvo, Charlene Da Silva, Andrés Domingos, Guy Dolansel, Malcolm Francis, Maria Teresa González, Pilar Hiriñ, Santiago Montenegro, Gonzalo Macías, Robert Olson and Patricia Zúrate.

15:45 Miternal provisioning gives young-of-the-year hammerheads a head start in early life. **Kathy Lyons**, Douglas H. Adams, Eric A. Reytan, Ashley N. Galloway and Bryan S. Francis.

This document is an uncorrected proof and should not be distributed, and should be reviewed through the normal peer review process before publication.

THE PORBEAGLE SHARK (*Lamna nasus*) IN THE SOUTHERN HEMISPHERE: SEARCHING FOR BIOLOGICAL PATTERNS AMONG OCEANS AND REGIONS. E.

Acuña, R. Alarcón, A. Arkhipkin, R. Coelho, A. Cortés, C. Da Silva, A. Domingo, G. Duhamel, M. Francis, M.T. González, P. Haye, S. Montealegre, G. Mucientes, R. Olson and P. Zárate.

Lamna nasus is a highly migratory species with a wide geographic distribution in the Southern Hemisphere, inhabiting a circumglobal band of cold-temperate waters in southern regions of all oceans. Although the porbeagle shark is one of the few known shark species that occurs in both the Arctic and Antarctic regions, it is not present in tropical waters between 20°S and 20°N. In 2013, the porbeagle was included in CITES Appendix II, which specified several necessary actions for exporting countries, among them to prepare a Non-Detrimental Finding for the species. In the Southern Hemisphere, porbeagle sharks have not been targeted, but are bycatch of several longline and midwater trawl fleets from Japan, New Zealand, Chile, Brazil, Uruguay, Argentina, the Falkland Islands, and Portugal, among others. Life history data for Southern Hemisphere porbeagle sharks derive primarily from studies in New Zealand and Australia; there is scant information for *L. nasus* in other areas. It is not known whether there is a single circumpolar Southern Hemisphere population or whether there are multiple stocks spread over this wide range. Recent studies have considered it unlikely that the population comprises a single well-mixed stock for management purposes. The first activity of the current research was to organize an international workshop to gather existing information, identify new sources of information, and incorporate new raw data concerning the spatial distribution of the porbeagle shark. The objective of the next stage of the study was to gather data from the newly identified sources and combine them with existing data to obtain a more comprehensive vision of the shark's spatial distribution in the southern hemisphere. This reanalysis of the porbeagle shark's spatial distribution will permit meaningful stratification in the study of biological data, including information about reproduction, genetics, and parasites. For example, mature females have been found to conduct seasonal latitudinal migrations from high latitudes in the summer to sub-tropical waters during the winter-spring in the Pacific and Atlantic Oceans, to give birth to pups. Our study demonstrates the importance of international collaboration in data collection and integration for highly migratory species, especially in the Southern Hemisphere that is dominated by open ocean areas.

5.1.6. Matrices del conocimiento.

Dada la amplia disponibilidad de información, esta se entrega separada en tres matrices, una centrada en la disponibilidad de información en Chile, la segunda en el resto del Hemisferio sur y la tercera, aquella relativa al Hemisferio norte.

Con ello se establece una gradualidad con respecto a la información “propia”, luego aquella disponible en el Hemisferio Sur, que se basa en la constatación de similitudes de las estructuras de tallas, composición de grupos de talla (juveniles, sub-adultos y adultos), como también en el ciclo reproductivo entre franjas latitudinales comunes a los tres océanos, entre otras realmenos a modo de hipótesis y complemento de la falta de ésta, con una clara noción de calidad y aplicabilidad de la misma.

Este enfoque se utilizó en este estudio para establecer la talla de madurez de *Lamna nasus*, utilizando datos de la zona centro – norte de Chile, zona donde opera la pesquería del pez espada, principal fuente de muestras de esta especie, integrante de su fauna acompañante, y con información de las pesquerías de merluzas *sensu lato* y bacalao de profundidad del Atlántico suroeste frente a la costa argentina y de las Islas Falklands donde se encuentran los estadios embrionarios tempranos, a los cuales aún no se ha podido acceder en aguas australes de Chile.

Lo propio ocurre al recoger la experiencia y conocimiento desarrollado mediante marcaje satelital por Francis et al. (2015a) con respecto a la migración latitudinal de las hembras maduras durante el invierno desde latitudes altas a aguas subtropicales, lo que se infiere para aguas chilenas en latitudes de la zona sur frente a las costas de las regiones de Valparaíso a Biobío a partir de la distribución espacio-temporal de hembras maduras (> 175 cm LH) (Fig. 36). También ha quedado claro que desde esas latitudes al norte se encuentra una zona de crianza ratificada por el predominio de las tallas correspondientes a los juveniles en las costas frente a las regiones de Coquimbo al norte. Se debe tener presente que esta información tiene el sesgo natural de provenir de una actividad pesquera dirigida al pez espada como especie objetivo, y por lo tanto no implica que la estrategia de pesca considera a *Lamna nasus*, sino simplemente esta especie es capturada asociada con la especie objetivo de las flotas.

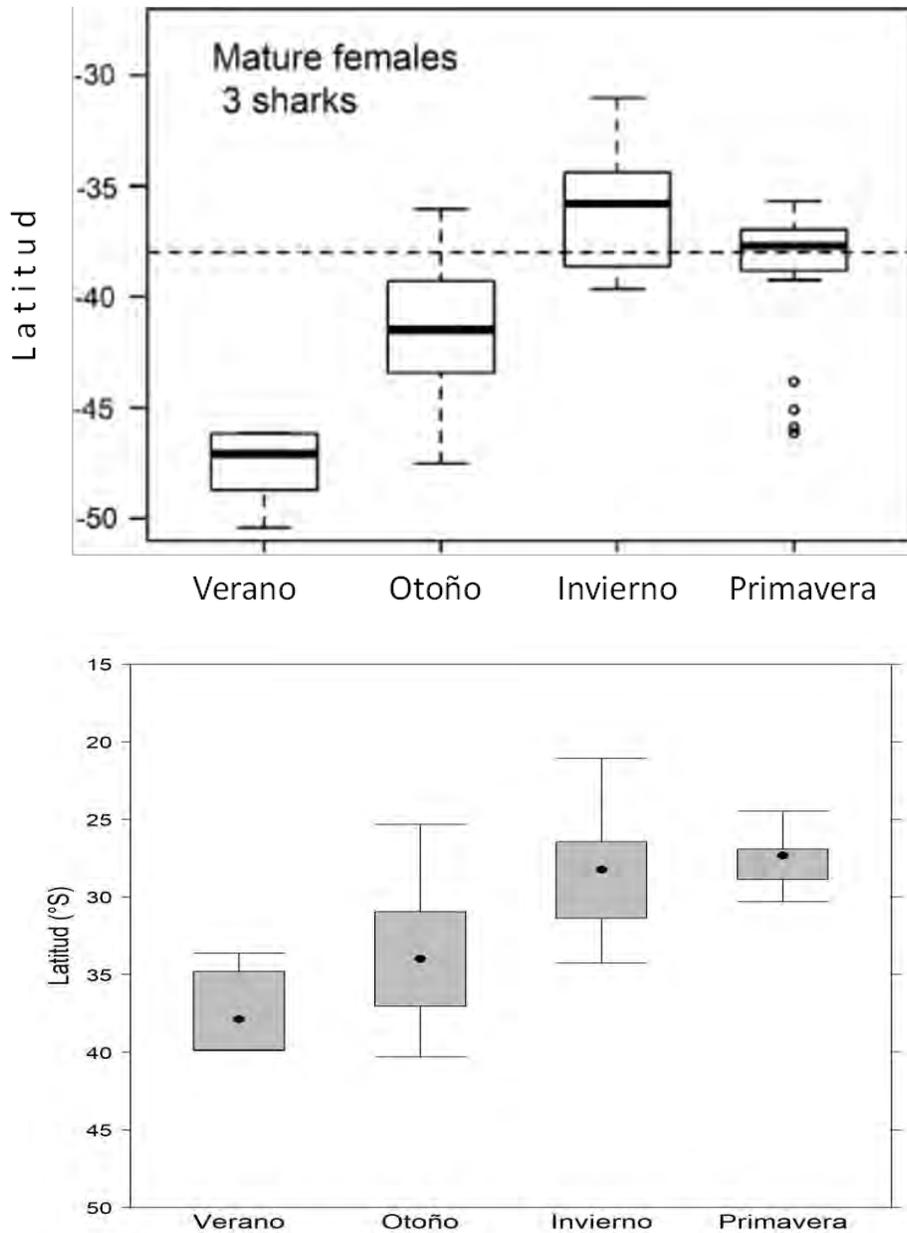


Fig. 36. Boxplots de la variación estacional en latitud de hembras maduras (>175 cm LH) de *L. nasus* con marcas satelitales en Nueva Zelanda (modificado de Francis et al. (2015a, arriba) y distribución espacio-temporal en aguas chilenas en este estudio (abajo).

Finalmente, se debe considerar además que desde aproximadamente los 40°S, no existen pesquerías en las cuales *L. nasus* tenga una presencia importante, a pesar que según Semba et al. (2013) en las latitudes más altas esta especie es notoriamente más abundante, dando origen a su denominación como el tiburón de aguas frías, lo que en definitiva lo constituye más al sur en el único tiburón pelágico presente en ese ambiente.

	ITEMS INVESTIGACION	ESTADO DEL CONOCIMIENTO			Requiere Actualización	OBSERVACIONES	Referencias
		Nulo o escaso	Insuficiente	Suficiente	periódica		
BIOLOGIA	Taxonomía			X		<i>Lamna nasus</i> (Bonnaterre, 1788)	
	Edad y crecimiento		X			Existen estimaciones desde 2001 al 2019, con distintos métodos y se cuenta clave talla-edad por sexo.	Acuña et al. (2001); Barria et al. (2015) y Barria et al. (2020)
	Parición (áreas, preñez temprana y avanzada)		X			Julio - agosto (invierno). 29°50' - 38°S. Preñez avanzada, 72 - 73 cm LT	Acuña et al. (2001), este estudio.
	Reclutamiento (áreas/periodos)		X			Noviembre (primavera). 27°50'S, 73,5 cm LT	Acuña et al. (2001), este estudio.
	Reproducción/Talla madurez		X			154 cm LH (145,3 - 162, 9) en machos y 175,4 cm LH (165,6 - 185,2)	Este estudio
	Fecundidad			X		4 crías por camada	Acuña et al. (2001), este estudio
	Relaciones tróficas/ecológicas			X		Composición de dieta con distintos métodos (cont. estomacal, isótopos, ácidos grasos). Existe modelo de trama trófica con EWE, con <i>L. nasus</i> como grupo funcional (Lamniformes).	Klařan (2013); Barria et al. (2015); Zárate et al. (2020)
	Genética		X			Región Control [RC] y cox1. Dos clusters genéticos co-ocurren en el Pacífico Sureste. Se requiere más estudios.	González et al. (2019)
STOCK	Unidades de stock		X			Los autores sugieren una Unidad de stock única en el Pacífico sureste	Hoyle et al. (2017)
	Mortalidad natural		X			Los autores señalan que existe estimación a partir de parámetros de crecimiento preliminares.	Barria & Devia (2016)
	Estructura de edad y tallas				X	Existe información en los Seguimientos de Pesquerías de Recursos Altamente Migratorios	Barria et al. (2020)
	Evaluación indirecta	X				No existe información en Chile.	
	Evaluación directa	X				No existe información en Chile.	
	Stock desovante	X				No existe información en Chile.	
	Relación stock-recluta	X				No existe información en Chile.	
	Ciclo migratorio		X			Actualmente se conocen fracciones de un ciclo migratorio.	Este estudio
Ambiente y oceanografía				X	Las capturas del tiburón marrajo sardinero se asociaron con aguas frías, de alta productividad, en zonas favorables para las surgencias mediadas por el viento y en profundidades medias. Relación entre las variables temperatura superficial del mar (sst), profundidad, rotacional del esfuerzo del viento (curl) y el logaritmo de la concentración de clorofila (chl) con la probabilidad de ocurrencia de <i>L. nasus</i> .	Zárate et al. (2020)	
PESQUERIA	Capturas/ descartes		X			Estadísticas pesqueras (SERNAPESCA) difieren de estadísticas IFOP. Capturas están subreportadas. Se debe mejorar estimaciones de captura no reportada y realizar estimaciones de la captura ilegal. Subreporte un orden de magnitud en estadística oficial.	Barria & Devia (2016)
	Esfuerzo/CPUE					CPUE comercial	Hoyle et al. (2017b)
	Dinámica zonas de pesca					Dinámica anual de zonas de pesca asociadas a las pesquerías del pez espada, tiburón marrajo, azulejo y dorado de altura.	Este estudio, Zárate et al. (2017 - 2020)
	Especie objetivo	X				No existe evidencia de pesquería como especie objetivo en Chile.	Este estudio,
	Fauna acompañante y descartes			X		Abundante información sobre la especie como fauna acompañante en pesquería pez espada, flotas palangreras industrial y artesanal, espinelera artesanal y pesquería	Acuña et al. (2001, 2002), Zárate et al. (2017-2020)
	Selectividad de artes y aparejos	X				No existe información en Chile.	
	Capturabilidad	X				No existe información en Chile.	
ADMINISTRACION	Planes de Manejo	X				No existe información en Chile.	
	Estrategias de explotación	X				No existe información en Chile.	
	Análisis de riesgo	X				No existe información en Chile.	
	Bioeconomía/Economía	X				No existe información en Chile.	

	ITEMS INVESTIGACION	ESTADO DEL CONOCIMIENTO			Requiere Actualización periódica	OBSERVACIONES	Referencia(s)
		Nulo o escaso	Insuficiente	Suficiente			
BIOLOGIA	Taxonomía			X		<i>Lamna nasus</i> (Bonnaterre, 1788)	
	Edad y crecimiento		X			Parámetros crecimiento por sexo. K: M = 0,133; H = 0,086. Lmf: M = 185,77; H = 210,86 cm. Longevidad = ~65 años	Francis 2015; Francis et al (2017)
	Partición (áreas, preñez temprana y avanzada)		X			Junio - julio (invierno). Talla de nacimiento 58 - 67 cm LH	Francis & Stevens (2000)
	Reclutamiento (áreas/periodos)		X				
	Reproducción/Talla madurez		X			140 - 150 cm LH machos, 170 - 180 cm LH Hembras. Gestación 8-9 meses.	Aasen (1961), Francis & Duffy (2005)
	Edad de madurez			X		6 - 8 años para machos y 13 - 16 años para hembras. Nueva Zelanda. 6 - 8 años para machos y 13 - 16 años para hembras.	Francis (2015)
	Fecundidad			X		Promedio de 3,8 embriones por camada. Nueva Zelanda.	Francis (com. pers.), Colonello (com. pers.).
	Relaciones tróficas/ecológicas		X			Peces mesopelágicos y calamares	Francis (2015)
Genética		X			Hemisferio sur diferente de hemisferio sur. Se uso mtDNA región control	Testerman et al. (2007, 2014), Kitamura & Matsunaga (2009)	
STOCK	Unidades de stock		X			Los autores utilizaron diferentes métodos de evaluación, dependiendo de la disponibilidad y calidad de datos.	Hoyle et al. (2017c)
	Mortalidad natural		X			Menos de 0,1 (año ⁻¹)	Clarke et al. (2015)
	Estructura de edad y tallas				X		
	Evaluación indirecta				X	Análisis de indicadores y una evaluación de riesgo de sostenibilidad espacialmente explícita.	Hoyle et al. (2017c)
	Evaluación directa	X					
	Stock reproductivo	X					
	Relación stock-recluta	X					
	Ciclo migratorio		X			Hembras maduras migraron entre -46 - 48°S en verano a -35 - 38°S during invierno - primavera para parir.	Francis et al. (2015a)
Ambiente y oceanografía				X	Realizan migración vertical diaria, nadan a mayor profundidad durante el día que en la noche. Inmersiones al amanecer terminan al atardecer.	Francis (2015b)	
PESQUERIA	Esfuerzo/CPUE					Análisis de indicadores y una evaluación de riesgo de sostenibilidad espacialmente explícita. Reconstrucción series palangre de Uruguay.	Hoyle et al. (2017c); Anónimo (2020)
	Dinámica zonas de pesca					Análisis de indicadores y una evaluación de riesgo de sostenibilidad espacialmente explícita.	Hoyle et al. (2017c)
	Especie objetivo	X				No existe evidencia de pesquería como especie objetivo en el Pacífico Sur	
	Fauna acompañante y descartes			X		Abundante información sobre la especie como fauna acompañante en pesquera pez espada, flotas palangreras industrial y artesanal, espineletera artesanal y pesquería	
	Selectividad de artes y aparejos	X				No existe información en el Hemisferio Sur	
Capturabilidad	X				No existe información en el Hemisferio Sur		
ADMINISTRACIÓN	Planes de Manejo	X				No existe información en el Hemisferio Sur	
	Estrategias de explotación	X				No existe información en el Hemisferio Sur	
	Análisis de riesgo	X				No existe información en el Hemisferio Sur	
	Bioeconomía/Economía	X				No existe información en el Hemisferio Sur	

	ITEMS INVESTIGACION	ESTADO DEL CONOCIMIENTO			Requiere Actualización	OBSERVACIONES	Referencia(s)
		Nulo o escaso	Insuficiente	Suficiente	periódica		
BIOLOGÍA	Taxonomía			X		<i>Lamna nasus</i> (Bonaparte, 1788)	
	Edad y crecimiento			X		Longevidad estimada entre 25 - 46 años, tiempo generacional 18 años. En ambos sexos, la tasa de crecimiento disminuye ligeramente a la madurez sexual. Ya que las hembras maduran a edades mayores que los machos, alcanzan una talla mayor.	Campana et al. (2002); Natanson et al. (2002).
	Partición (áreas, preñez temprana y avanzada)			X		Con marcaje satelital se determinó que hembras maduras migran hasta 2356 km durante invierno a un área de partición subtropical en el Mar de los Sargazos. Machos e inmaduros permanecieron cerca de los lugares de marcaje. Primavera (abril-junio).	Campana et al. (2010), Saunders et al. (2011), Jensen et al. (2002)
	Talla de nacimiento			X		60 - 80 cm LT (54 - 72 cm LH)	Shann (1923); Compagno (1984), Jensen et al. (2002)
	Reclutamiento (áreas/periodos)		X			Existen antecedentes preliminares en Chile, datos sobre áreas y periodos tentativos.	
	Reproducción/Talla madurez		X	X		Los machos maduran entre 160 - 190 cm LH, mientras las hembras madura entre los 205 - 230 cm LH.	Jensen et al. (2002)
	Fecundidad			X		Promedio 4 crías por camada	Jensen et al. (2002)
	Genética						
Relaciones tróficas/ecológicas					Peces óseos (91% en peso) y cefalópodos conforman la dieta, sin diferencias significativas entre sexos.		
STOCK	Unidades de stock		X			Evaluaciones de stock y examen exhaustivo de la información disponible para la especie. <i>Des stocks en el Atlántico Norte, une piste y l'okéasta</i>	Anónimo (2010).
	Mortalidad natural					Mortalidad natural instantánea estimada 0,10 inmaduros, 0,15 machos maduros y 0,20 para hembras maduras.	Campana et al. (2008)
	Estructura de edad y tallas				X	Evaluaciones de stock y examen exhaustivo de la información disponible para el marrajo sardinero.	Anónimo (2010, 2020)
	Evaluación indirecta				X	Modelo ICM para evaluar si el stock Atlántico Noroeste está en sobrepesca y determinar la capacidad del stock para remociones futura. La aproximación SAFE se usó para evaluar si el stock del Atlántico Norte está experimentando sobrepesca.	Anónimo (2020)
	Evaluación directa				X	Evaluaciones de stock y examen exhaustivo de la información disponible para el marrajo sardinero.	Anónimo (2010, 2020).
	Stock desovante				X	Evaluaciones de stock y examen exhaustivo de la información disponible para el marrajo sardinero.	Anónimo (2010, 2020).
	Relación stock-recluta				X	Evaluaciones de stock y examen exhaustivo de la información disponible para el marrajo sardinero.	Anónimo (2010, 2020).
Ciclo migratorio			X		Existe un ciclo migratorio estacional y de latitudes altas a latitudes subtropicales, tanto en el Atlántico noroeste como en el noreste.	Campana et al. (2010), Saunders et al. (2011)	
PESQUERÍA	Esfuerzo CPUE			X		CPUE(Desemb), CPUE(descarte), con datos de Canadá, USA, Japón. Cada serie multiplicada por número estimado de anzuelos.	Anónimo (2020)
	Dinámica zonas de pesca			X		Series CPUE(Desemb) y CPUE(descarte) desde Canadá, USA, Japón.	Anónimo (2020)
	Especie objetivo	X				No existe evidencia de pesquería como especie objetivo en Chile	
	Fauna acompañante y descartes			X		Abundante información sobre la especie como fauna acompañante en pesquería pez espada, flotas palangreras industrial y artesanal, espinelera artesanal y pesquería	
	Selectividad de artes y aparejos	X				No existe información.	
	Capturabilidad	X				No existe información.	
ADMINISTRACION	Planes de Manejo	X				No existe información.	
	Estrategias de explotación				X	Se exploraron opciones de manejo con una aproximación MSE preliminar para el stock Noroeste. Todas las aproximaciones exploradas parecen prometedoras y podrán ser exploradas nuevamente en evaluaciones futuras.	Anónimo (2020).
	Análisis de riesgo	X				La aproximación SAFE se usó para evaluación de riesgo ecológico si el stock del Atlántico Norte está experimentando sobrepesca.	Anónimo (2020).
	Bioeconomía/Economía	X				No existe información.	

5.1.7. Programa de investigación ad hoc a la especie.

En la Fig. 37) se entrega un esquema conceptual sobre el conocimiento actual sobre la reproducción de *Lamna nasus* en aguas chilenas que sirve como base para la formulación de un Programa de Investigación Ad-hoc para la especie. Los antecedentes disponibles para su construcción son los siguientes: en la zona al norte de los 35°S frente a la costa norte – central de Chile existe un predominio claro de los ejemplares inmaduros (juveniles + sub adultos), situación similar a la que se observa en el sur de Brasil y Uruguay en el Atlántico sur (Mas, 2012, Forselledo, 2012, Montealegre com. pers.). Entre los 35° a 40°S hasta el momento se ha encontrado 5 hembras preñadas con embriones de tallas cercanas a las descritas como de nacimiento (Acuña et al., 2001, este estudio) y no existe información en el Atlántico suroeste en esta franja latitudinal. Frente a la costa de Chile, al sur de los 40°S prácticamente no existe información biológica sobre la especie, solo registros de presencia o captura como bycatch. Finalmente, se encuentran hembras preñadas con embriones tempranos, de tallas menores a la de los encontrados en la franja intermedia en aguas chilenas, en la zona austral frente a las costas de Argentina, al sur de los 50°S.

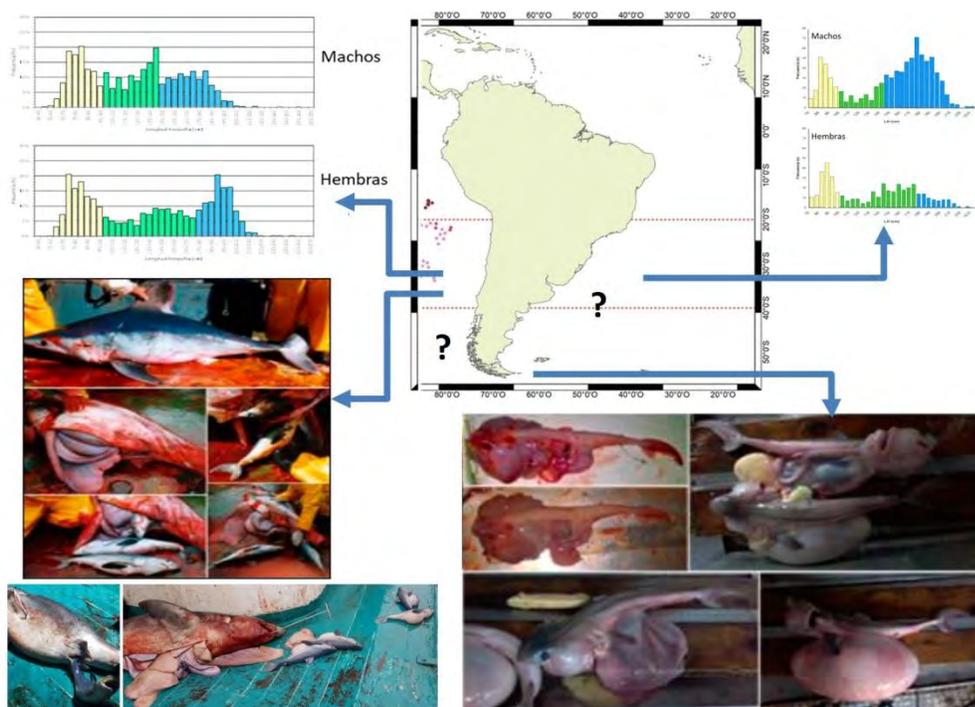


Fig. 37. Esquema conceptual del conocimiento actual sobre el ciclo reproductivo de *Lamna nasus* en aguas chilenas.

Sobre la base de los hallazgos obtenidos en este estudio y recomendaciones que se han propuesto en otras áreas del Hemisferio sur (Hoyle et al., 2017c y Anónimo, 2020), se sugieren los siguientes temas para un Programa de Investigación Ad-hoc a la especie para avanzar en el conocimiento de esta especie en aguas chilenas, cerrando las brechas actuales:

- Intensificar los muestreos en las pesquerías australes: merluzas y bacalao de profundidad, en las cuales en diversas áreas del hemisferio sur *Lamna nasus* es capturada como integrante del bycatch o fauna acompañante de esas pesquerías. Por otra parte, desde el punto de vista del ciclo reproductivo de la especie, ello permitirá confirmar si se puede caracterizar dicha zona como aquella donde se encuentran hembras preñadas con crías tempranas de la especie, como ocurre en el Atlántico suroeste, completando la existencia de las distintas fases de desarrollo del proceso frente a las costas chilenas.
- Centrar el muestreo biológico para complementar el conocimiento actual, en la zona entre los 35°S y 45°S, entre invierno y primavera, para confirmar e identificarla como área y época de parición. Adicionalmente, esta zona puede a lo mejor como hipótesis ubicar áreas donde se encuentren hembras en estado de reposo reproductivo, según lo planteado por Natanson et al. (2019) en el Atlántico Norte.
- Programa de marcaje, con énfasis en la zona sur austral, para confirmar si la migración reproductiva ocurre en las zonas y épocas en que se plantea de acuerdo con la evidencia recopilada en este estudio, como ha sido planteado en el Atlántico Norte por Pade et al. (2009) y Biais et al. (2017) y Francis (2015) en Nueva Zelanda, hemisferio sur.

A nivel internacional ya hay algunas flotas pesqueras como la japonesa y aquella de la Comunidad Europea que han aplicado una medida de las ORPs internacionales de no retener ejemplares de esta especie⁷, aunque no se señala si se refieren solo a los ejemplares vivos, o se incluyen vivos y muertos. Para esos efectos se requeriría al menos por un tiempo determinado:

- Considerar una regulación, al menos transitoriamente que tenga como objetivo mantener a bordo y entregar a un Equipo de Trabajo, todos los ejemplares de *Lamna nasus* que lleguen muertos a bordo de las embarcaciones, evitando así la pérdida de información necesaria para completar la comprobación de los procesos anteriormente detallados o buscar formas alternativas de obtener la información. En todo caso, el enfoque completo al respecto debiera ser similar a la CMM 2010 - 07 de la WCPFC, descrita mas adelante en el desarrollo del objetivo específico 4.

⁷ Regulación de la Union Europea (EU 2017/127).

- Revisión de los aspectos técnicos y operativos de las flotas que pueda reducir la captura incidental de tiburones en general, *Lamna nasus* en particular, y/o maximizar la oportunidad de liberación (devolución de ejemplares vivos). Mejorar las estimaciones de descarte tanto cerca de las plataformas continentales como en aguas internacionales e iniciar estudios de supervivencia post-liberación.

Considerando que la identidad del stock presente en aguas chilenas no es clara, se requiere realizar más estudios de genética, como también de historia de vida para visualizar las unidades de stock de Chile y el Hemisferio Sur y además comprender mejor los movimientos verticales y migratorios en las áreas principales de distribución para comprender las interacciones potenciales entre las poblaciones y actividades de pesca.

Lamna nasus se puede asociar a características hidrográficas o como efecto indirecto con sus presas principales. Una mejor comprensión de su distribución espacio – temporal en relación a esas características ambientales/ecosistémicas (incluyendo estructura poblacional) puede facilitar la comprensión de las tendencias de capturas y CPUE.

Se requiere considerar la posibilidad de realizar evaluaciones independientes de la pesquería de pez espada, de la cual *Lamna nasus* es fauna acompañante, y principal fuente de información biológica para poder determinar su abundancia y biomasa, y resolver dudas sobre el sub-reporte en sus capturas asociadas a dicha pesquería.

Dado que el stock pelágico de *Lamna nasus* es clave en los ecosistemas de plataforma continental y en áreas oceánicas se debe profundizar la cooperación para proponer y desarrollar acciones de investigación con las ORPs como IATTC, SPRMFO, WCPFC, ICCAT, CCSBT, etc.

Se debe considerar que el objetivo de estas propuestas es definir un Programa de Investigación sobre la base de los temas, áreas y brechas de conocimiento y no necesariamente su desarrollo metodológico, que deberá ser definido y propuesto una vez que se establezca el Programa de Investigación.

5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.2.

Caracterizar la estructura espacial de talla, proporción y madurez sexual del tiburón sardinero en aguas chilenas.

5.2.1. Introducción

De acuerdo a los hallazgos entregados en el Objetivo anterior es indispensable plantear una estrategia para abordar el desarrollo del presente objetivo. Para lograr esto como se señaló en el estudio de la distribución espacial de *Lamna nasus* en el Hemisferio Sur, existen dos fuentes de información importantes de considerar: 1) Nueva Zelandia es una de las áreas geográficas donde existe mayor cantidad de información disponible sobre esta especie (Francis, 2017, 2019, Francis et al. 2000, 2001, 2014, Francis & Large, 2014, Francis & Finucci, 2019) y además geográficamente la rango latitudinal corresponde al presente en aguas chilenas, como se puede observar en la Figura (34) en la cual se ha eliminado la parte central del Océano Pacífico Sur con el objeto de poder visualizar claramente lo señalado anteriormente; y 2) el trabajo de Semba et al. (2013) que distinguen distintas zonas latitudinales donde establecen la presencia y abundancia de distintas etapas de desarrollo: neonatos, adultos, hembras preñadas, etc.

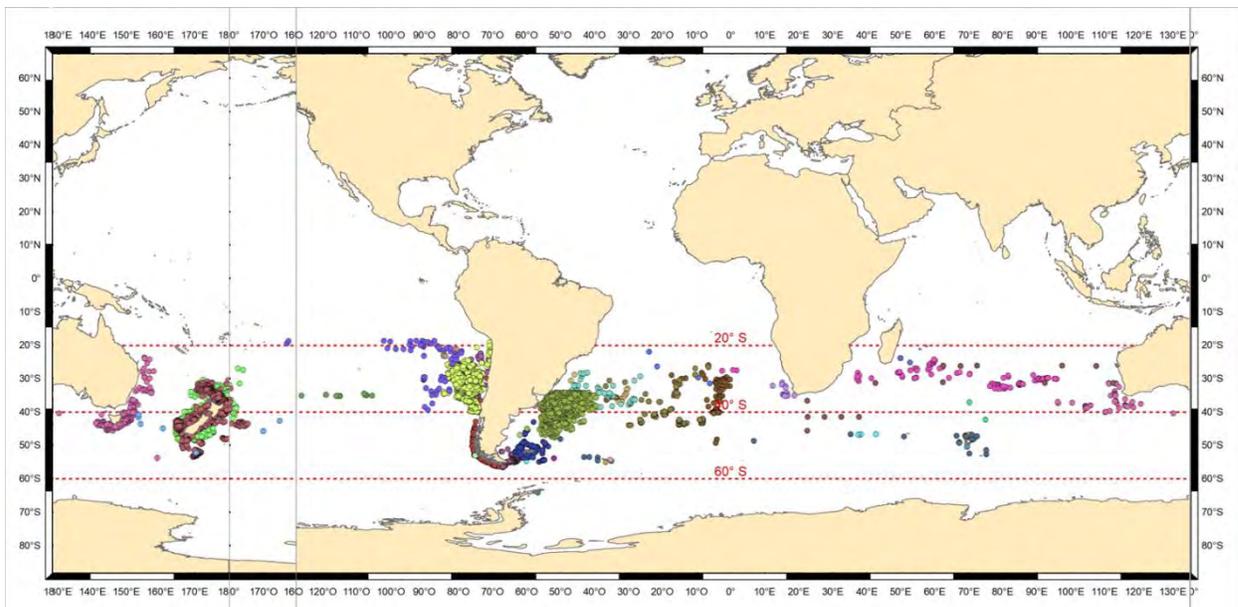


Fig. 38. Mapa parcial de distribución *Lamna nasus* en el Hemisferio Sur. Océano Pacífico modificado para visualizar la relación entre las latitudes de Nueva Zelandia y Chile.

5.2.2. Desembarques SERNAPESCA

Con el objeto de identificar las áreas de pesca de *Lamna nasus*, se recurrió a los Anuarios Estadísticos del Servicio Nacional de Pesca y a información sobre la pesquería del pez espada, de la cual el tiburón sardinero es parte de su fauna acompañante, obtenida a través del sistema SIAC habilitado por ese Servicio público, puestos a disposición del Equipo de Trabajo por Michelle Carrere⁸ de la Organización Mongabay Latam. Se analizaron los últimos 5 años, pues para efectos de la caracterización de la evolución que ha tenido la participación, principalmente del sector artesanal que opera con redes, es suficiente.

En la Tabla 1 se entrega la información de los desembarques documentados por Sernapesca en el periodo 2015 – 2019. Es importante establecer el hecho que independientemente de los niveles de los desembarques, lo más relevante es visualizar las tendencias que estos datos muestran, entre éstas el aumento de los niveles de desembarque por la parte de esta flota, la expansión de la zona de pesca y los cambios dentro de ésta. Se puede sintetizar lo anterior en el sentido que los niveles de desembarque aproximadamente se han triplicado desde el año 2015, y en los últimos años se han estabilizado en esos niveles. En el año 2015, los desembarques se concentraban en tres regiones centrados en la Región de Coquimbo, y en los últimos años se han expandido a prácticamente ocho regiones, siendo la principal la Región del Biobío.

Tabla 1. Desembarques de *Lamna nasus* de la flota pesquera artesanal redera en la pesquería del pez espada en aguas chilenas, por Región, años 2015 - 2019.

REGION	2015	%	2016	%	2017	%	2018	%	2019	%	TOTAL	%
TARAPACA	0		0	0	0	0	0,099	0,06	0,05	0,03	0,15	0,02
ANTOFAGASTA	0		0	0	0,33	0,20	5,51	3,23	1,25	0,79	7,09	1,15
ATACAMA	0		0,13	0,18	0,25	0,15	0,446	0,26	2,13	1,35	2,95	0,48
COQUIMBO	32,55	60,38	16,59	22,62	32,67	20,40	70,719	41,47	62,78	39,84	215,32	34,98
VALPARAISO	9,40	17,43	23,53	32,08	16,94	10,58	16,557	9,71	10,06	6,39	76,49	12,43
MAULE	0		0	0	0,52	0,32	0,061	0,04	0,00	0,00	0,58	0,09
BIO BIO	11,96	22,19	33,09	45,12	89,22	55,69	76,619	44,93	79,01	50,14	289,91	47,10
DE LOS RIOS	0		0	0	20,28	12,66	0,504	0,30	2,29	1,45	23,07	3,75
TOTAL	53,92	100	73,35	100	160,20	100	170,515	100	157,58	100	615,57	100

⁸ Contributing Editor de [Mongabay Latam](#)

Otro aspecto relevante de esta información es el área de operación de esta flota que como se señaló tiene como especie objetivo la pesquería del pez espada, ya que por tratarse de una actividad relacionada con especies altamente migratorias las naves artesanales pueden operar fuera de su región.

En la Tabla 2 se entrega la información sobre la actividad extractiva de las naves artesanales en el periodo 2015 – 2019. Se percibe claramente que la flota más importante, en término de los desembarques del periodo, es la de la Región del Biobío, la que realiza en torno al 80% de la actividad extractiva, salvo el año 2016 cuando la flota de la Región de Coquimbo tuvo aproximadamente un 34,5% de éstos. De acuerdo a lo anterior y para completar el análisis, en la Tabla 3 se entrega la información sobre las regiones en las cuales ha operado la flota de la Región del Biobío y en cuales se ha concentrado ésta. En el año 2015, esta flota operó entre las Regiones de Coquimbo y del Biobío, para luego ampliarse hasta las Regiones de Antofagasta hasta la De los Ríos (en esa época De Los Lagos), manteniéndose la mayor parte de los desembarques en las Regiones de Coquimbo y Biobío, aunque con una tendencia a aumentar en la segunda y disminuir en la primera en los últimos años (Tabla 3).

Tabla 2. Desembarques de *Lamna nasus* de la flota pesquera artesanal redera en la pesquería del pez espada en aguas chilenas, por región de origen de las naves, años 2015 - 2019.

ORIGEN FLOTA	2015	%	2016	%	2017	%	2018	%	2019	%	TOTAL	%
TARAPACA	0	0	0	0	0,62	0,39	3,77	2,21	0,07	0,04	4,46	0,72
ATACAMA	0	0	0	0	0	0,00	0,05	0,03	0	0,07	0,16	0,03
COQUIMBO	0,08	0,14	1,44	1,97	2,93	1,83	4,21	2,47	3,94	2,50	12,61	2,05
VALPARAISO	4,99	9,25	25,29	34,48	8,93	5,57	10,26	6,01	13,89	8,81	63,35	10,29
MAULE	0,04	0,07	0,80	1,09	1,32	0,82	0,46	0,27	0,08	0,05	2,69	0,44
BIO BIO	42,97	79,70	43,41	59,18	133,05	83,05	142,37	83,50	131,24	83,28	493,04	80,10
DE LOS LAGOS	1,40	2,59	1,60	2,19	8,43	5,26	4,39	2,58	1,21	0,77	17,03	2,77
DE LOS RIOS	4,45	8,26	0,80	1,09	4,92	3,07	5,01	2,94	7,05	4,47	22,24	3,61
TOTAL	53,92	100	73,35	100	160,20	100	170,52	100,00	157,58	100	615,57	100

Tabla 3. Desembarques de *Lamna nasus* de la flota pesquera artesanal redera de la Región de Biobío en la pesquería del pez espada en aguas chilenas, años 2015 - 2019.

REGION	2015	%	2016	%	2017	%	2018	%	2019	%	TOTAL	%
TARAPACA	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANTOFAGASTA	0		0	0	0,30	0,22	3,58	2,52	1,18	0,92	5,06	1,03
ATACAMA	0		0,13	0,3	0	0	0,13	0,09	1,46	1,14	1,72	0,35
COQUIMBO	28,30	60,38	10,61	24,6	25,20	18,9	63,36	44,66	50,53	39,18	178,00	36,33
VALPARAISO	4,04	17,43	1,94	4,51	8,80	6,61	6,52	4,60	4,47	3,47	25,78	5,26
MAULE	0		0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0
BIO BIO	10,63	22,19	30,43	70,6	83,72	62,9	68,28	48,13	71,31	55,30	264,37	53,96
DE LOS RIOS	0		0	0	15,03	11,3	0	0	0	0	15,03	3,07
TOTAL	42,97	100	43,12	100	133,05	100	141,869	100	128,95	100	489,95	100

5.2.3. Distribución espacial de la densidad poblacional

Tal como se señalara en la Metodología, una de las primeras actividades a realizar con la información recopilada, empezando por los datos disponibles de la actividad pesquera artesanal e industrial en aguas chilenas a la fecha, es la identificación de caladeros o zonas de pesca o hotspots que se realiza integrando la información de los lances de pesca positivos en celdas de 20 x 20 millas náuticas (mn) y es incorporada al Sistema de Información Geográfica (SIG) para producir un mapa para representar gráficamente dichas zonas.

Previamente, se analizó la información recolectada para distintas regiones. El análisis consistió en determinar la distribución espacial de la presencia de tiburón sardinero en celdas de 2 x 2 grados de latitud-longitud. Al respecto, la Fig. 39) muestra que las principales zonas de presencia/captura de tiburón sardinero entre 2001 y 2018 fueron: (1) frente a Chile entre 22° y 41°S y 74° y 86°W (Pacífico Oriental) (Fig. 40), (2) Océano Pacífico central, entre 100° y 150°W desde 10°N hasta 25°S (Fig. 39), (3) Océano Atlántico Occidental frente al sur de Brasil y Uruguay hasta, y alrededor, de las islas Falklands/Malvinas (Fig. 41), y (4) Pacífico Occidental, alrededor de Nueva Zelanda (Fig. 42). En el Océano Índico sur, la presencia/capturas de *Lamna nasus* fue menor, con un solo punto de mayor concentración en 85°E y 32°S (Fig. 42).

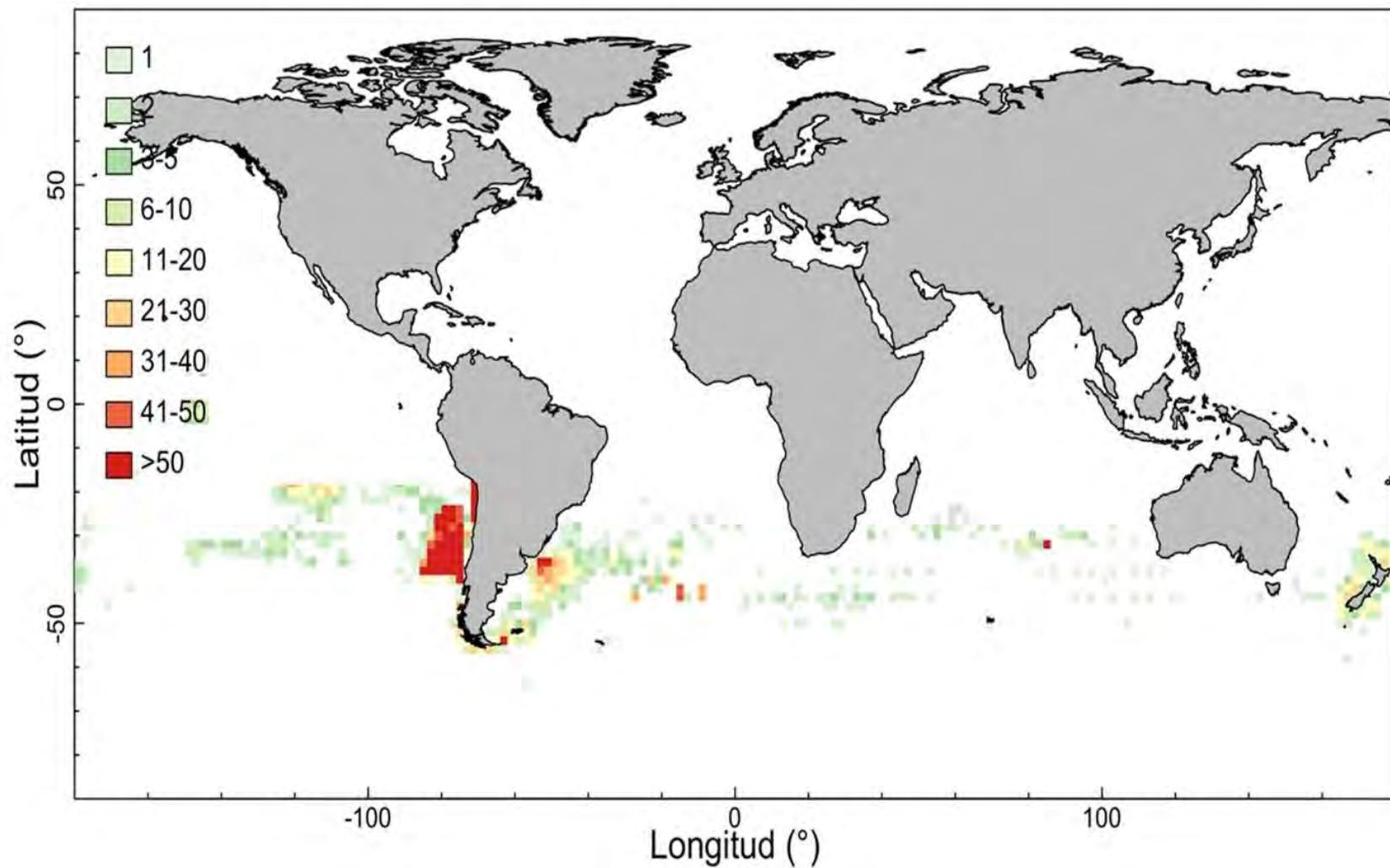


Fig. 39. Distribución espacial de la presencia (número de lances/registros de pesca) de *Lamna nasus* entre 2000 y 2018.

La aproximación SAFE se usó para evaluar si el stock del Atlántico Norte está experimentando sobrepesca.

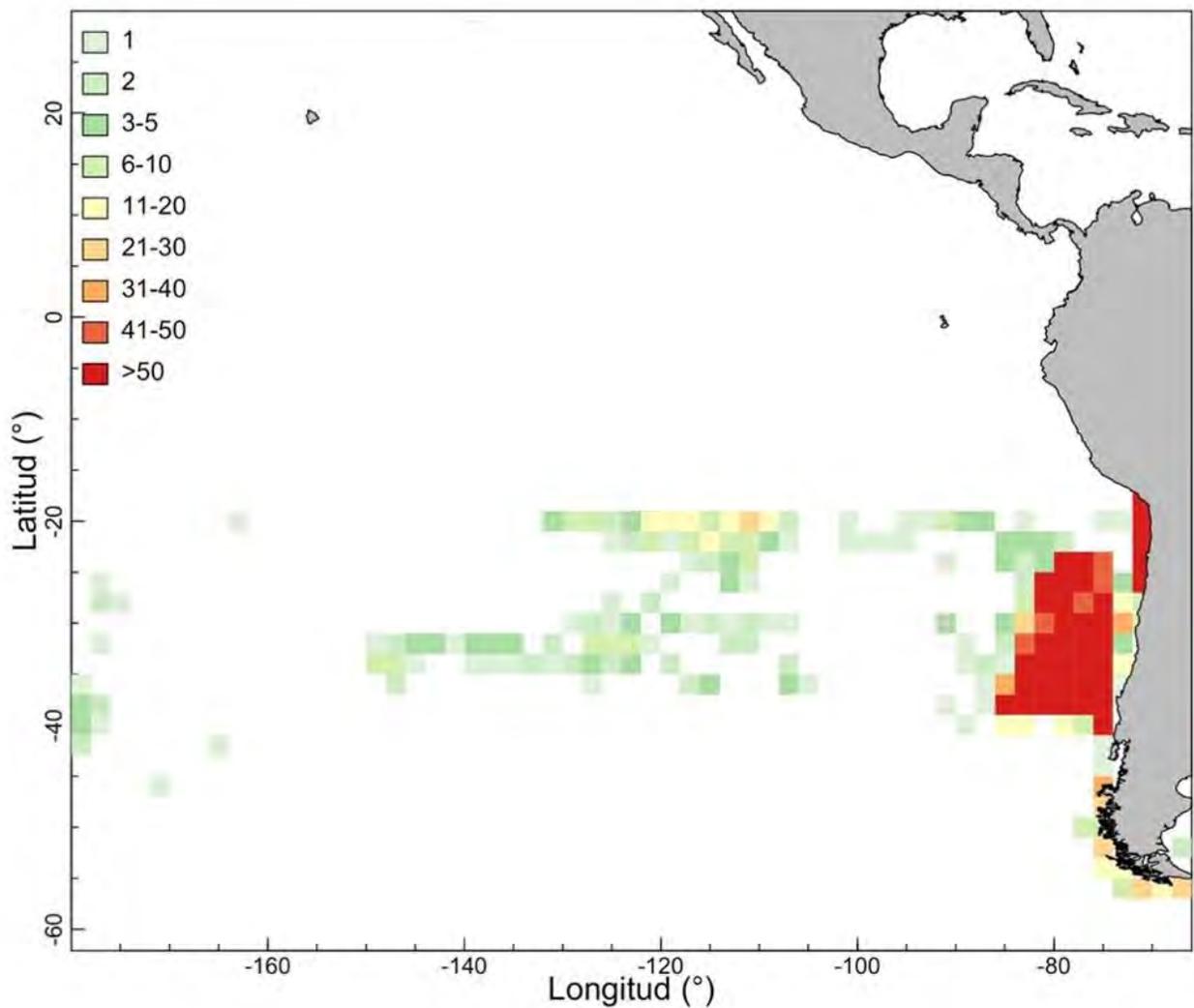


Fig. 40. Distribución espacial de la presencia (número de lances/registros de pesca) de *Lamna nasus* entre 2000 y 2018 en el Océano Pacífico central y oriental.

En la Figura 42 se presenta la distribución espacial de la presencia/captura de tiburón sardinero en celdas de 30 x 30 mn, lo que permite identificar caladeros o zonas de pesca donde se ha capturado *Lamna nasus* durante la ejecución del Proyecto FIP N° 2000-23 “Estudio Biológico de Tiburones (Marrajo dentado, Azulejo y Tiburón sardinero) en la Zona Norte y Central de Chile” y del Proyecto “Seguimiento Pesquerías Recursos Altamente Migratorios (SRAM 2001 - 2015) (Barría *et al.*, 2001 – 2015) y “Seguimiento Pesquerías Recursos Altamente Migratorios (SRAM) - Enfoque ecosistémico Años 2016 y 2017 (Zárate *et al.* 2017, 2018).

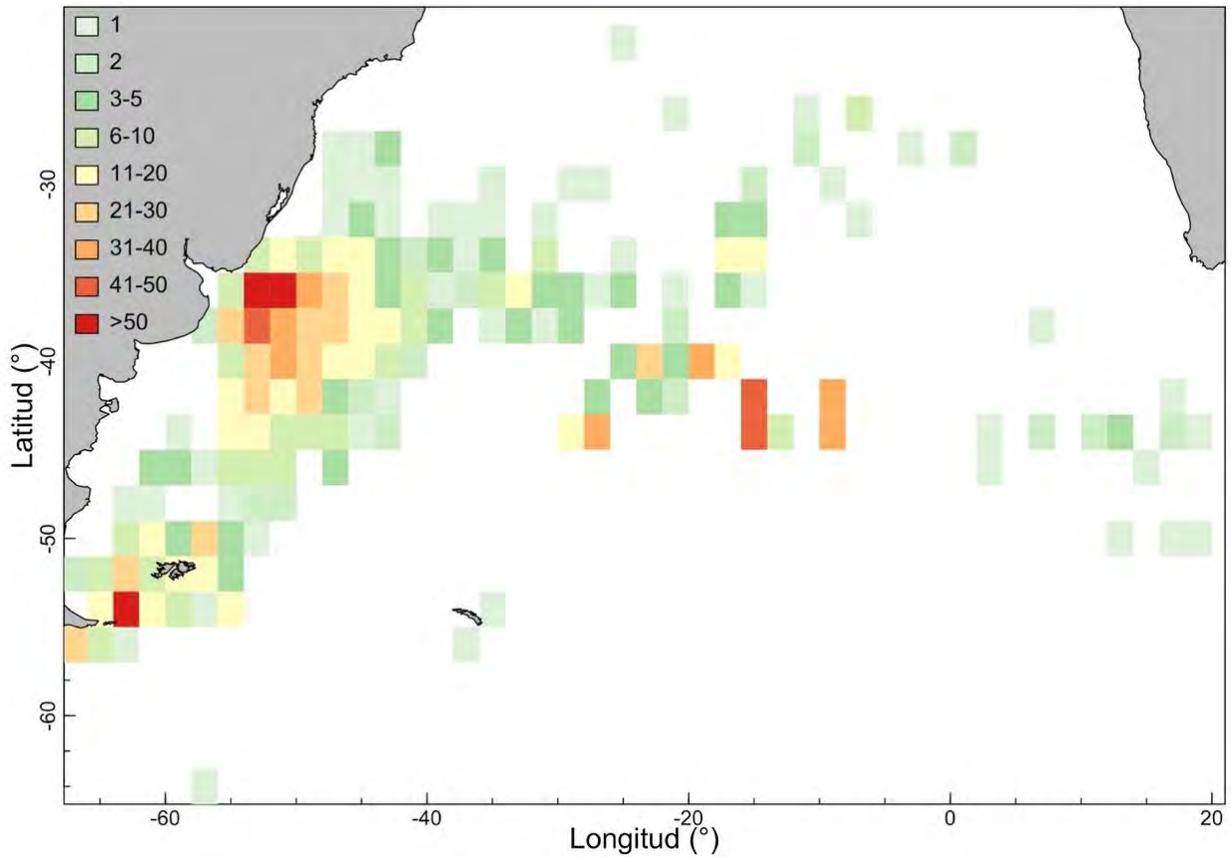


Fig. 41. Distribución espacial de la presencia (número de lances/registros de pesca) de *Lamna nasus* entre 2000 y 2018 en el Océano Atlántico Sur.

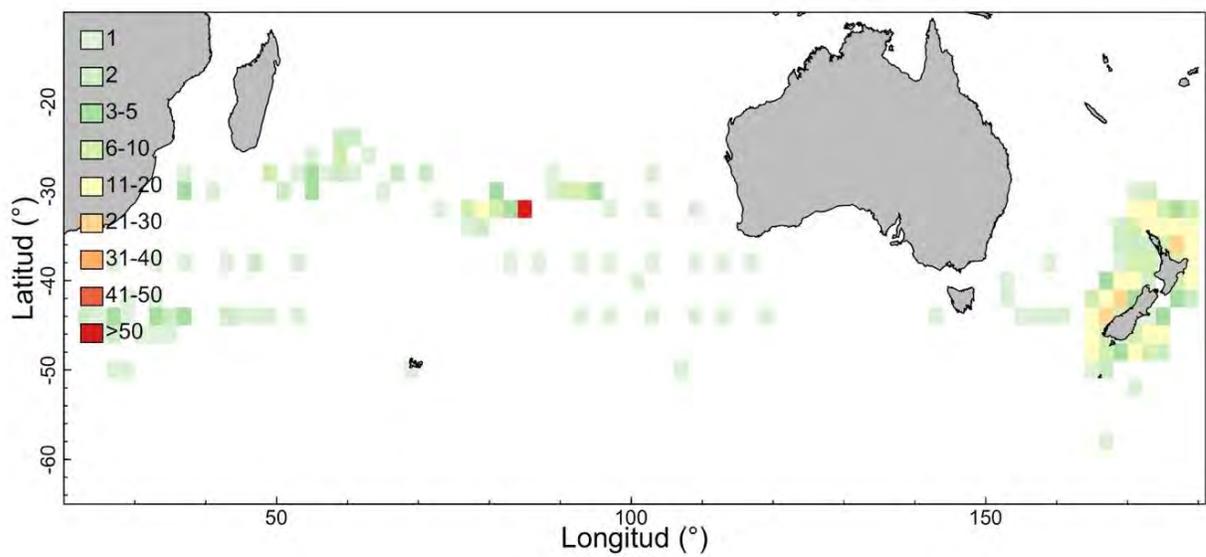


Fig. 42. Distribución espacial de la presencia (número de lances/registros de pesca) de *Lamna nasus* entre 2000 y 2018 en el Océano Índico y Pacífico occidental.

Se destacan tres sectores donde se ha capturado más *L. nasus*, siendo el principal el sector oceánico (más de 100 mn de la costa) entre la Región de O'Higgins y la Región del Biobío (se puede considerar además la zona aproximadamente al sur de Lebu – hasta Corral). En segundo lugar se encuentra el área frente a la II-III Región (Antofagasta - Caldera), y en la zona norte, el sector costero frente a la XV y I Región. Al sur de 41°S, la presencia de tiburón sardinero en las capturas industriales y/o artesanales es baja, probablemente por las características de la distribución espacial de la especie objetivo de la pesquería, el pez espada (Fig. 43).

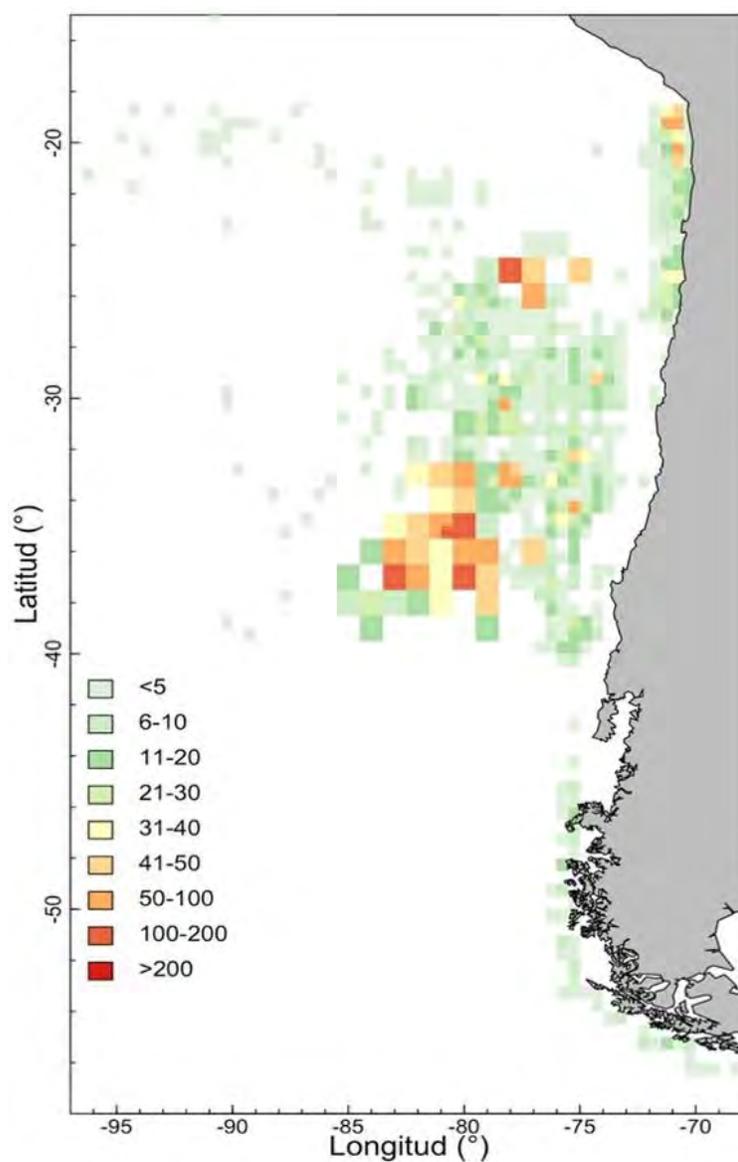


Fig. 43. Zonas de pesca de *Lamna nasus* en el norte de Chile, todas las pesquerías juntas. Fuente: Acuña *et al.* (2001), Barría *et al.* SRAM (2001 – 2015) y Zárate *et al.* (2017, 2018). La leyenda representa la presencia de *L. nasus* en celdas de 30 x 20 mn.

5.2.4. Distribución espacial de las tallas

Con el objeto de conocer la composición de tallas de los *Lamna nasus* capturados principalmente en las pesquerías de pez espada de la zona centro – norte frente a Chile, en la Fig. 44) se presentan las distribuciones de frecuencia de tallas de machos y hembras de los ejemplares ya individualizados en el análisis espacial anterior, separados en juveniles (< 100 cm LH) sub-adultos (100 – 145 cm LH para machos y 100 – 175 cm LH para las hembras) y adultos (> 145 cm LH para machos y > 175 cm LH para las hembras) de acuerdo a los criterios de talla de madurez para ambos sexos propuestos por Francis y Duffy (2005) ya aplicados por Francis (2013). En la Tabla 4 se muestra la composición porcentual de los grupos antes definidos, donde se observa el predominio de los ejemplares inmaduros (juveniles + subadultos) en ambos sexos, y la mayor presencia de machos adultos (maduros) que hembras adultas (maduras) en las capturas. Se entrega también un resumen que muestra que los ejemplares inmaduros predominan entre los 10° y 30°S, mientras que los adultos maduros lo hacen entre los 30° y 40°S.

Tabla 4. Composición por grupos de talla y sexo en las capturas de *Lamna nasus* en aguas chilenas y proporción de ejemplares maduros e inmaduros por gradiente latitudinal. Fuente: Acuña et al. (2001) Barría et al. (2001 – 2015) y Zárata et al. (2017, 2018).

SEXO	ESTADO			TOTAL
	Juvenil	Sub Adulto	Adulto	
Macho				
n	600	476	909	1.985
%	30,2%	24,0%	45,8%	100,0%
Hembra				
n	766	969	634	2.369
%	32,3%	40,9%	26,8%	100,0%
Total n	1.366	1.445	1.543	4.354
Total %	31,4%	33,2%	35,4%	100,0%

RANGO LATITUD	MADUROS	INMADUROS
10-20	0,1%	18,9%
20-30	36,6%	64,2%
30-40	63,3%	16,9%

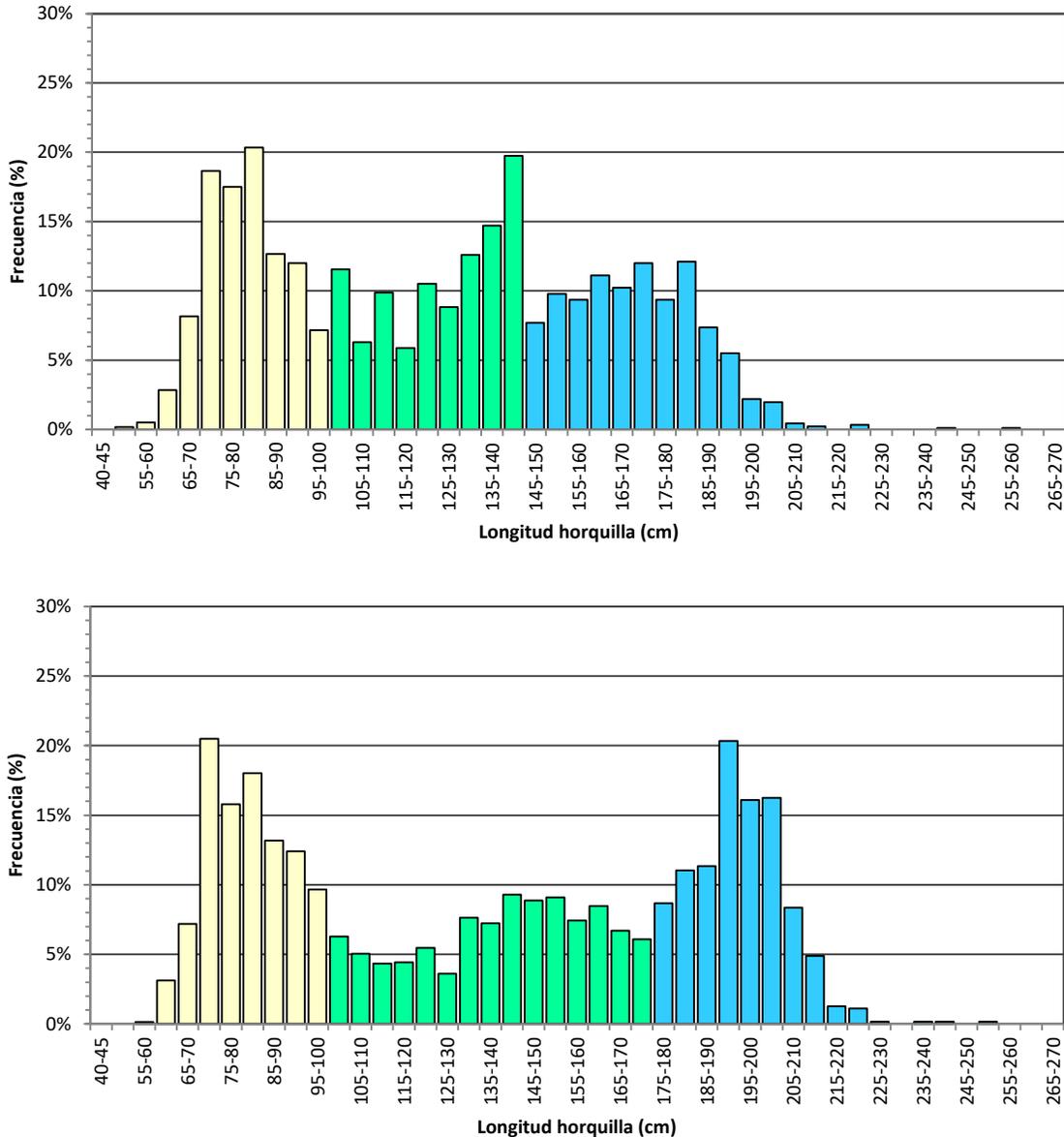


Fig. 44. Distribuciones de frecuencia de tallas de machos (arriba) y hembras (abajo) de *Lamna nasus* capturados en el centro - norte de Chile, separados en juveniles (< 100 cm LH; subadultos machos (entre 100 – 145 cm LH), subadultos hembras (entre 100 – 175 cm LH) y adultos machos y hembras (>145 cm LH y >175 cm LH, respectivamente).| Fuente: Acuña *et al.* (2001) Barría *et al.* (2001 – 2015) y Zárate *et al.* (2017, 2018).

5.2.5. Muestreo

Tal como se señaló en la Propuesta Técnica presentada y como se documentó en una de las sesiones del Workshop, la principal fuente de datos y especímenes corresponde a las distintas pesquerías dirigidas al pez espada: flota palangrera industrial y artesanal, redera artesanal, flota

espinelera marrajera dirigida a *Isurus oxyrinchus* y dorado de altura *Coryphaena hippurus* en el norte del país. Además también se mostró que la pesquería tiene sus niveles de captura más bajos durante el primer trimestre de cada año en el periodo 2001 – 2017.

Con respecto a lo anterior, se debe recordar que durante el periodo de consultas del proceso de licitación, este Consultor realizó el siguiente planteamiento: En el punto 5. METODOLOGIA, 5.1. de las Bases Técnicas se señala textualmente: “Para el cumplimiento del objetivo general del proyecto, el consultor deberá diseñar un plan de muestreo que permita una cobertura anual y regional. Dicho plan deberá especificar claramente las etapas, supuestos y restricciones del muestreo, así como ser capaz de desarrollar estimadores, intervalos de confianza y tamaños de muestra para los parámetros y variables considerados. Estos deberán ser debidamente estandarizados con el objeto de evitar inconsistencias y diferencias en la toma de información de las distintas flotas donde aparece el tiburón sardinero. Deberá indicar la manera de asegurar las muestras para el estudio (cartas compromisos de armadores).” “Se deberá garantizar la adecuada toma de muestras (en base al presupuesto indicativo) a través de muestreadores a bordo en las distintas flotas donde aparece el tiburón sardinero y no muestreos en playa”, y la siguiente PREGUNTA: Según este Consultor tiene entendido existe un compromiso formal de los armadores que participan en la pesquería del pez espada, base de los muestreos de especies altamente migratorias, con el Instituto de Fomento Pesquero y sus proyectos de Seguimientos biológico – pesqueros y ecosistémicos del Programa ASIPA. Ello haría impracticable la posibilidad de conseguir cartas de compromiso de armadores, ya que se estaría interfiriendo en estos compromisos. ¿Cómo ha considerado el FIPA esta realidad de acceso a las flotas (armadores) que participan en la pesquería de altamente migratorios para cumplir con lo solicitado en el punto 5.1. de las Bases Técnicas?

Se obtuvo la siguiente RESPUESTA: Efectivamente existe un compromiso de la flota que opera sobre el pez espada con IFOP. Por lo anterior, el proponente deberá derivar sus esfuerzos de muestreo en las otras pesquerías que se asocien al recurso en estudio. La Subsecretaría gestionará con el IFOP la obtención de la información complementaria de la pesquería del pez espada, que permita junto con la gestión propia del proponente, cubrir las necesidades de datos para la realización de este proyecto.

Tal como se señaló antes de postular y luego en la Propuesta aprobada por el Consejo del FIPA la principal fuente de información corresponde a los Seguimientos que realiza el Instituto de Fomento Pesquero en particular en los distintos estudios anuales de Seguimiento de las Pesquerías de Altamente Migratorios y sus Bases de Datos desde el año 2001 en adelante y recientemente divididos en dos proyectos, siendo el más reciente el estudio de Seguimiento de las Pesquerías de Altamente Migratorios – Enfoque Ecosistémico (Zárate *et al.*, 2017, 2018). En el Anexo 2 se encuentra el documento “Levantamiento de información del Seguimiento Pesquerías Recursos Altamente Migratorios Año 2018. Enfoque ecosistémico” del Instituto de Fomento, que sirve como guía para la coordinación de las actividades de muestreo que realizan IFOP y la UCN, para optimizar y no interferir en éstas.

La otra fuente de información se refiere a gestiones realizadas en forma directa con pescadores artesanales que se centraron en parte de la flota de la localidad de Lebu, las que produjeron resultados positivos en cuanto al muestreo independiente planificado, aunque en un tipo de información más general por la imposibilidad de tener observadores a bordo. Estas gestiones se basan en el hecho que existe mucho menos información de la zona sur, cercana a los 40°S, donde se detectó en Acuña *et al.* (2001) la presencia de hembras preñadas con embriones de tallas cercanas al nacimiento, lo que podría caracterizar ese sector como un área de parición de *Lamna nasus*.

Con respecto a las fases tempranas del desarrollo embrionario se han completado con información proveniente de otras áreas latitudinales donde sí se encuentran dichas fases de desarrollo de la especie, en particular Argentina y Nueva Zelandia como se verá más adelante y por el momento solo se puede comprobar fehacientemente que existe la presencia de hembras cercanas a la parición y embriones a término, y en escaso número, en las aguas subtropicales chilenas donde operan las pesquerías que actúan sobre el pez espada.

5.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.3.

Determinar el ciclo reproductivo y la talla media de madurez del tiburón sardinero en aguas chilenas.

5.3.1. Revisión bibliográfica

5.3.1.1. Reproducción en condriictios. Generalidades.

Los condriictios son de interés particular para los biólogos de la reproducción y desarrollo ya que, por primera vez en la línea de los vertebrados, aparecen o se encuentran bien establecidos: 1) la fertilización interna; 2) la viviparidad; 3) los mecanismos placentales para la mantención fetal; 4) los patrones de desarrollo del tracto genital y la diferenciación sexual, muy parecidos a los de los amniotas; 5) la endocrinología reproductiva del tipo vertebrado (Wourms, 1977). Con respecto a los tipos de ciclos reproductivos, se encuentran tres tipos básicos: 1) reproducción a lo largo del año; 2) un ciclo anual parcialmente definido con uno o dos máximos; y 3) un ciclo anual o bianual bien definido.

Todos los peces condriictios recientes emplean fertilización interna y con pocas excepciones, producen un número relativamente pequeño de huevos grandes y con mucho vitelo. Estos peces son ovíparos o vivíparos. Si son ovíparos (quimeras, rayas, algunos tiburones) sus huevos están incluidos en una cápsula que depositan en el medio ambiente externo, y el desarrollo se completa fuera del cuerpo de la madre. En las especies vivíparas los huevos son retenidos y el desarrollo embrionario se completa in útero (Wourms, 1977). La viviparidad se subdivide en especies placentadas y aplacentadas. Según Wourms (1977, 1981) las especies aplacentadas se clasifican como: 1) lecitotróficas: dependiente solo en reservas de vitelo; o matrotroóficas, esto es que reciben un aporte continuo de nutrientes maternos durante la gestación, y la transferencia de nutrientes se logra mediante: 2) oofagia y adelfofagia: huevos y canibalismo embrionario intrauterino; o 3) poseen análogos placentarios que incluyen: superficies epiteliales absorbivas (piel, aletas y branquias) secreción de leche uterina mediante modificaciones del epitelio uterino

y/o trophonemata uterino. En el caso de los placentados, poseen vitelo placentario: con transición ontogenética desde la dependencia de reserva de vitelo.

La viviparidad en los vertebrados aparece evolucionariamente por primera vez en los peces y ha evolucionado independientemente en varios linajes divergentes de peces. Las 54 familias de peces actuales que portan sus crías incluyen 40 familias de condriictios (tiburones y rayas), una familia monotípica de celacantos (*Latimeria*), y 13 familias de teleósteos (Wourms, 1981). El Orden Lamniformes y en particular la Familia Lamnidae con sus géneros *Isurus*, *Carcharodon* y *Lamna* están conformados por especies vivíparas.

Compagno (1977) considera la oofagia y el canibalismo uterino (= adelfofagia) como característico de los tiburones lámnicos, e incluye en este grupo a siete familias, once géneros, entre éstos a *Alopias*, *Cetorhinus*, *Lamna*, *Isurus* y *Carcharodon* y 14 - 17 especies.

Gilmore (1993) en su estudio de la reproducción de tiburones lámnicos (Orden Lamniformes) señala la presencia tanto de oofagia como adelfofagia, sin embargo, señala que en los Lamnidae solo ocurriría la oofagia. De hecho comenta en su introducción que la primera descripción detallada de embriones de lámnicos y registro de oofagia fue realizada por Swenander (1907) en el tiburón sardinero *Lamna nasus* (como *L. cornubica*), seguida por el trabajo de Lohberger (1910) (Fig. 45). Luego, Shann (1911) sin conocer los dos trabajos previos publicó otra descripción de embriones de *L. nasus* e identificó mal el estómago del vitelo, describiéndolo como un saco vitelino. Posteriormente, este autor rectificó su error, comentando sobre la oofagia en *L. nasus* (Shann 1923), y señalando que en realidad se trataba del estómago distendido por los huevos ingeridos por el embrión en desarrollo.

En aguas chilenas, Acuña et al. (2001) en su estudio FIP N° 2000-23 sobre la biología de tres tiburones pelágicos en Chile Norte y Central, pudieron acceder a una escasa cantidad de ejemplares de *Lamna nasus*, que además en su mayoría correspondieron a ejemplares pequeños sin desarrollo de las gónadas, como si fue posible para el azulejo *Prionace glauca* y marrajo o mako *Isurus oxyrinchus*.

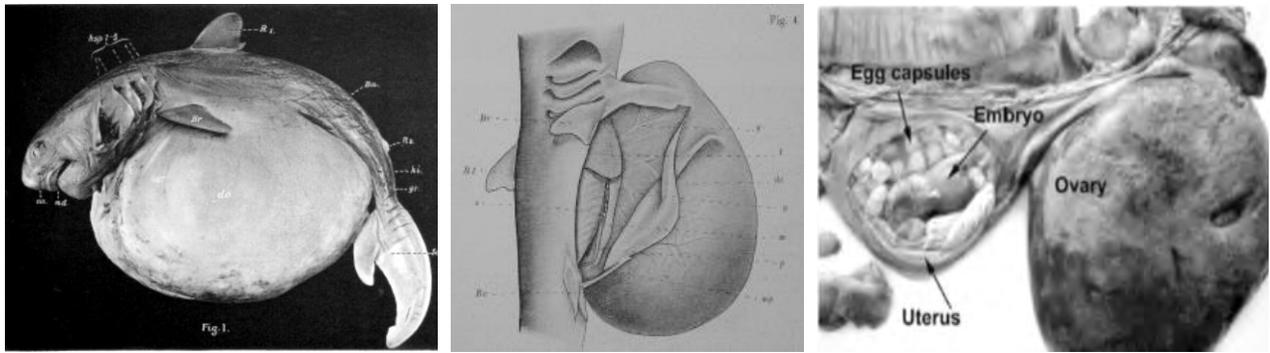


Fig. 45. Embrión de *L. nasus* y canal alimentario, foto y dibujo originales de Lohberger (1910), donde se describe las características del estómago del vitelo (yolk stomach o “paunch”). Fotografía de un útero abierto mostrando un embrión en desarrollo entremedio de cápsulas de huevos (Modificado de Jensen *et al.*, 2002).

5.3.1.2. Madurez y Escala de Madurez

Jensen *et al.* (2002) estudiaron la biología reproductiva de *Lamna nasus* en el Océano Atlántico noroeste, y determinaron el rango de tallas y al 50% de madurez de machos y hembras, utilizando el punto de inflexión de la relación entre el tamaño del clasper y la longitud horquilla en los machos y el punto de inflexión de las relaciones entre medidas de los órganos reproductivos y la longitud horquilla en las hembras. En la Fig. 46) se muestran los sistemas reproductivos de *L. nasus*: (A) tracto reproductivo del macho con detalles de la cabeza del epidídimo y la *ampulla epididymis* y (B) tracto reproductivo de la hembra con detalles de la parte superior del oviducto que llega al ostium.

Stehmann (2002) propuso por primera vez una escala para identificar los estadios de madurez de peces cartilagosos, aplicable a tiburones ovíparos, rayas y holocéfalos pero principalmente para tiburones vivíparos aplacentados como los Lamnidae y entre ellos *Lamna nasus*, que distingue varios estados de madurez para hembras y machos, de acuerdo a los siguientes estadios:

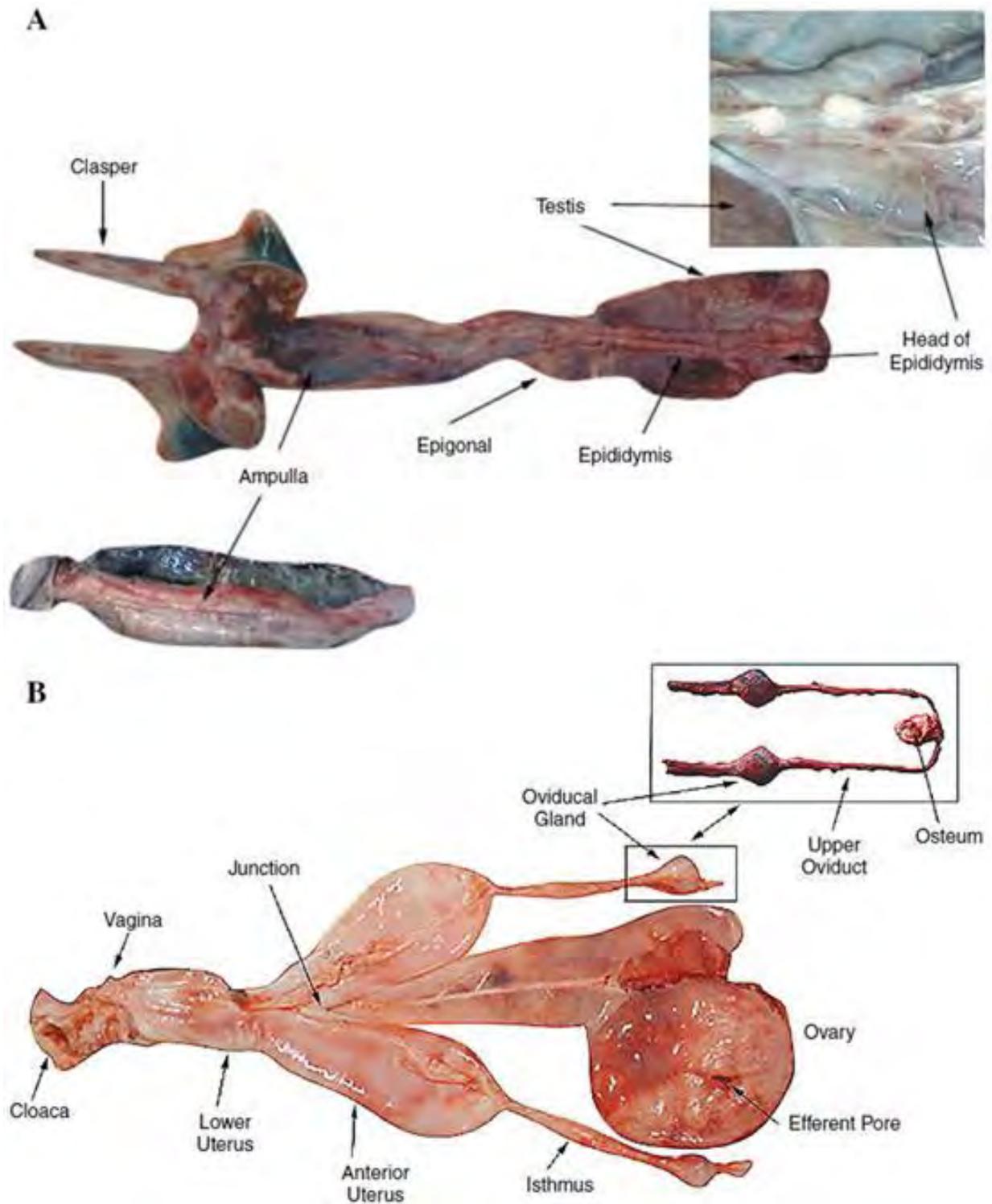


Fig. 46. Sistema reproductivo de *L. nasus*: (A) tracto reproductivo del macho con detalles de la cabeza del epidídimo y la *ampulla epididymis* y (B) tracto reproductivo de la hembra con detalles de la parte superior del oviducto que llega al ostium (Modificado de Jensen *et al.* 2002).

MACHOS

A o 1 = inmaduro, juvenil. Claspers no desarrollados y pequeños, flexibles y más cortos que el lóbulo posterior de la aleta pélvica. Gónadas (testículos) pequeños, blanquecinos, ductos espermáticos rectos y filiformes.

B o 2 = madurando, adolescente, subadulto (Fig. 47). Claspers extendiéndose, acercándose al borde posterior de los lóbulos de las aletas pélvicas, o un poco más largo que éstos, su región terminal (glans) estructurándose, pero el esqueleto aun blando y flexible. Gónadas alargándose, los ductos espermáticos eventualmente comenzando a enrollarse.

C o 3 = maduro, adulto (Fig. 47). Claspers completamente formados y rígidos, ganchos cartilagosos eventualmente presentes, garras o espinas del glans libres y aguzadas. Gónadas alargadas, bien redondeadas, llenas de esperma fluyendo y a menudo de color rojizo. Ductos espermáticos muy enrollados y llenos de esperma.

D o 4 = activo. Glans del clasper a menudo dilatado e hinchado, con espinas cartilagosas libres principalmente erectas; esperma fluye desde la cloaca bajo presión a la vesícula seminal y/o presente en la hendidura del clasper.

HEMBRAS – estadíos ováricos

A o 1 = inmadura, juvenil (Fig. 47). Ovarios pequeños, su estructura interna gelatinosa o granulosa. Oocitos diferenciados o todos uniformemente pequeños, granulares. Oviductos (útero) estrecho, filiforme.

B o 2 = madurando, adolescente (Fig. 47). Ovarios algo alargados, paredes más transparentes. Oocitos diferenciándose a varios tamaños pequeños. Útero cercano al estadio A/1 pero algo ensanchado posteriormente. Ovarios a la madurez no mostrarán *corpora lutea*, o unos muy pocos solamente, mientras que los ovarios de las hembras antes de repetir la reproducción mostrarán un número mayor de *corpora lutea*.

C o 3 = madura, adulta (Fig. 47). Ovarios grandes, bien redondeados. Oocitos obviamente alargados, todos alrededor del mismo tamaño, pueden ser fácilmente contados y medidos.

HEMBRAS – estadíos uterinos.

D o 4 = en desarrollo (Fig. 47). Útero bien relleno y redondeado con contenido de vitelo aparentemente no segmentado (“candle”)

E o 5 = en diferenciación (Fig. 47). Útero bien relleno y redondeado con contenido segmentado de grandes pelotas de vitelo, pueden ser fácilmente contadas y medidas. Embriones variablemente pequeños, sobre sus bolas grandes de vitelo, los más grandes con filamentos branquiales externos no pigmentados (aun “candle”). (Estadios D y E, o 4 y 5, han sido artificialmente separados por conveniencia y pueden ser vistos también como subestadios de uno o uno del mismo estadio D/E, o 4/5).

F o 6 = preñada (Fig. 47). Embriones más o menos completamente formados, pigmentados, han perdido los filamentos branquiales externos, sacos vitelinos obviamente reducidos. Pueden ser contados, medidos y sexados fácilmente.

G o 7 = post-natal, en reposo (vacío) (Fig. 47). Ovarios en reposo, similar a los estadios A/1 o B/2. Útero vacío, pero aun aumentado considerablemente en toda su longitud en contraste con los estadios A/1 or B/2.

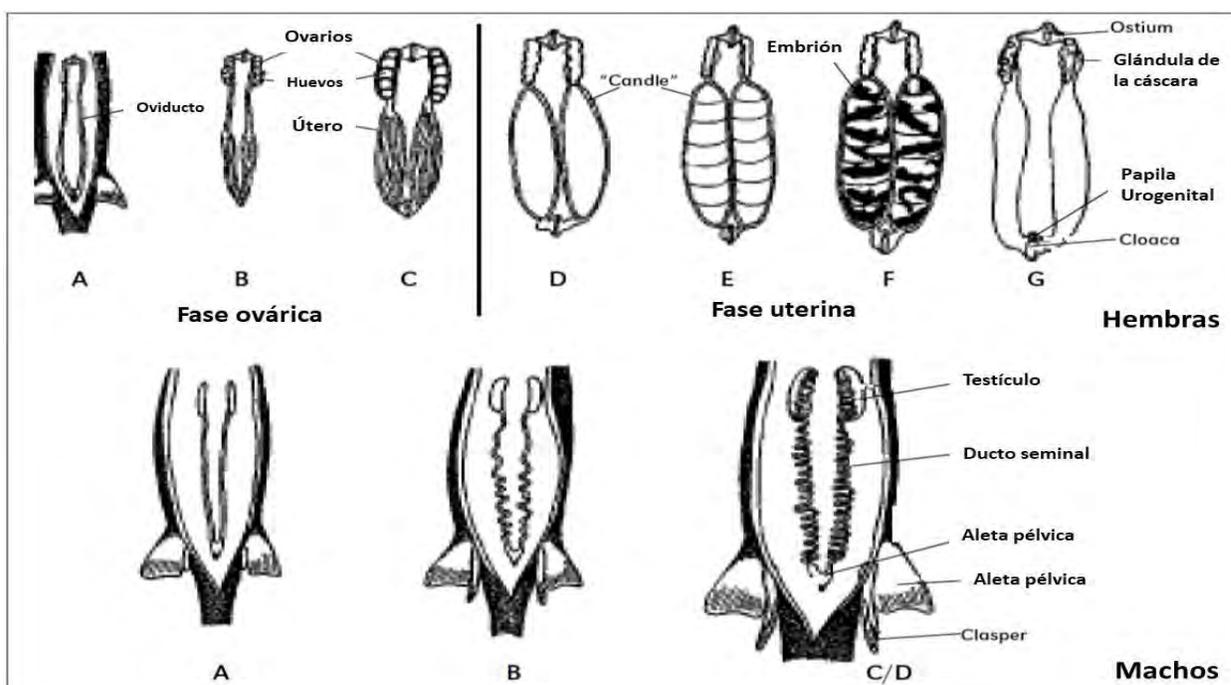


Fig. 47. Estados de madurez esquemáticamente ilustrados para tiburones vivíparos aplacentados. (Modificado de Stehmann, 2002).

Más recientemente, Colonello *et al.* (2011) desarrollaron una escala de madurez sexual de fácil aplicación en el muestreo de peces cartilagosos de la Plataforma Continental Argentina.

Los criterios de madurez en hembras se basaron en el desarrollo de los ovarios, las glándulas oviductales y los úteros, mientras que en machos se establecieron en base al estudio de los órganos internos (los lóbulos espermáticos en los testículos, los epidídimos y los ductos deferentes) y externos (los claspers) (Tabla 5).

Tabla 5. Caracteres distintivos de los estadios de madurez sexual propuestos para el estudio biológico pesquero de peces cartilagosos. En machos solo se incorporan los caracteres externos. Fuente: Colonello *et al.* (2011).

Estadio	Hembras	Machos
Juveniles	1 Ovocitos y glándulas oviductales no distinguibles a simple vista.	Claspers no sobrepasan la punta de las aletas pélvicas.
	2 Ovarios con ovocitos transparentes.	Claspers sobrepasan la punta de las aletas pélvicas, pero sin calcificar.
Adultos	3 Ovarios con ovocitos vitelados (amarillos) y úteros vacíos.	Claspers sobrepasan la punta de las aletas pélvicas y calcificados.
	4 Úteros con ovocitos fecundados envueltos por membrana proteica.	
	5 Con embriones en úteros.	

Independientemente de lo anterior, Colonello *et al.* (2011) desarrollaron escalas de madurez para hembras y machos más elaboradas y con criterios macroscópicos validados a través de estudios histológicos. Para las especies vivíparas, la escala de madurez en hembras se compone de 5 estadios (Tabla 6; Fig. 48 y Fig. 49) y en machos la escala consta de 3 estadios básicos (Tabla 7, Fig. 47). Estas escalas aportan criterios estándar de madurez para los muestreos de peces cartilagosos, necesarios para unificar los datos provenientes de distintas fuentes de información.

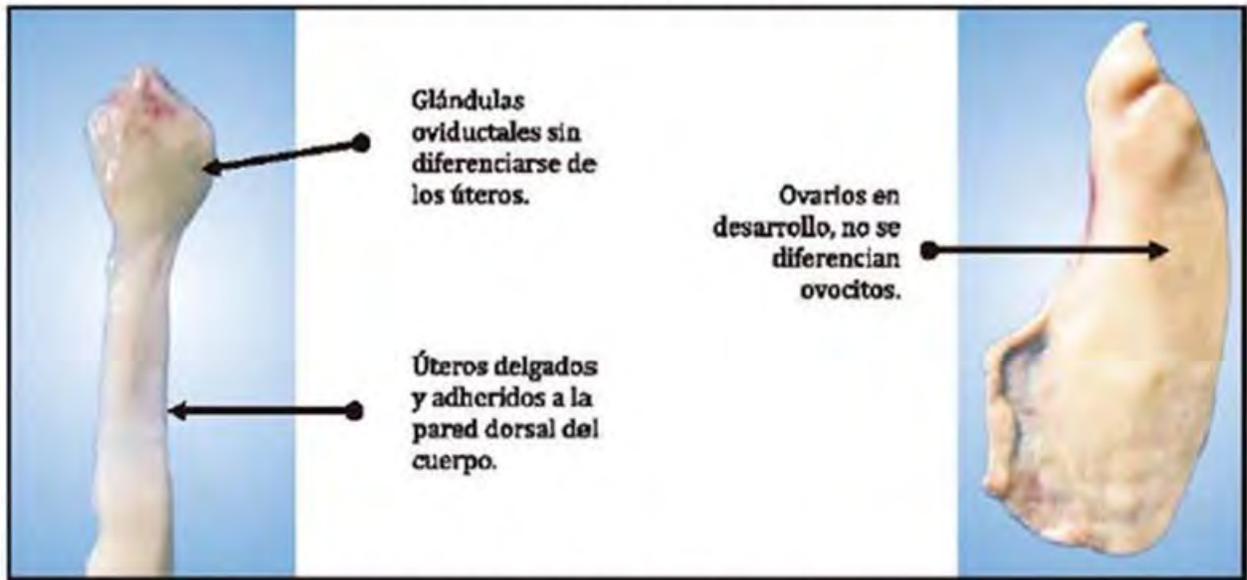
Tabla 6. Criterios macroscópicos para determinar el estado de madurez sexual en hembras vivíparas (modificado de Colonello et al., 2011).

Estadio	Características macroscópicas Especies vivíparas	
Juveniles	1	Ovarios sin ovocitos visibles a simple vista, no se diferencian las glándulas oviductales y los úteros son delgados y adheridos a la pared dorsal de la cavidad abdominal.
	2	Ovarios con ovocitos pre-vitelogénicos transparentes y de tamaño mayor, las glándulas oviductales se diferencian, pero no están completamente formadas, los úteros son de mayor tamaño en la porción anterior próxima a las glándulas oviductales.
Adultos	3	Ovarios con ovocitos vitelados con una camada en desarrollo de mayor tamaño, las glándulas oviductales están desarrolladas, los úteros son angostos y de paredes gruesas.
	4	Ovarios bien vascularizados, glándulas oviductales desarrolladas, úteros irrigados y ensanchados con ovocitos fecundados envueltos por una membrana transparente, pero aún no se observan embriones.
	5	Ovarios con ovocitos vitelados de tamaño pequeño, glándulas oviductales desarrolladas, pero de tamaño pequeño, úteros dilatados e irrigados y con embriones diferenciados en el interior.

Tabla 7. Criterios morfológicos utilizados para determinar el estado de madurez sexual en machos de peces cartilagosos. Fuente: Colonello *et al.* (2011).

Estadio	Características macroscópicas Especies vivíparas	
Juveniles	1	Testículos poco desarrollados con escasos lóbulos espermáticos apenas distinguibles y abundante órgano epigonal, epidídimos y ductos deferentes delgados y adheridos a la pared dorsal de la cavidad abdominal, los claspers no sobrepasan la punta de las aletas pélvicas y no calcificados.
	2	Testículos en maduración con lóbulos espermáticos desarrollados pero con abundante órgano epigonal entre éstas, epidídimos y ductos deferentes poco enrollados y con escaso desarrollo de glándulas anexas, los claspers sobrepasan la punta de las aletas pélvicas pero no están calcificados.
Adultos	3	Testículos con lóbulos espermáticos y escaso órgano epigonal entre estos, comprimidos dorsoventralmente (rayas), con lóbulos grandes separados por tejido conjuntivo (tiburones) o en forma esférica (pejegallo). Epidídimos y ductos deferentes contorneados y con glándulas accesorias, los claspers sobrepasan las aletas pélvicas y están calcificados.

a) Hembras juveniles: ESTADIO 1



b) Hembras juveniles: ESTADIO 2

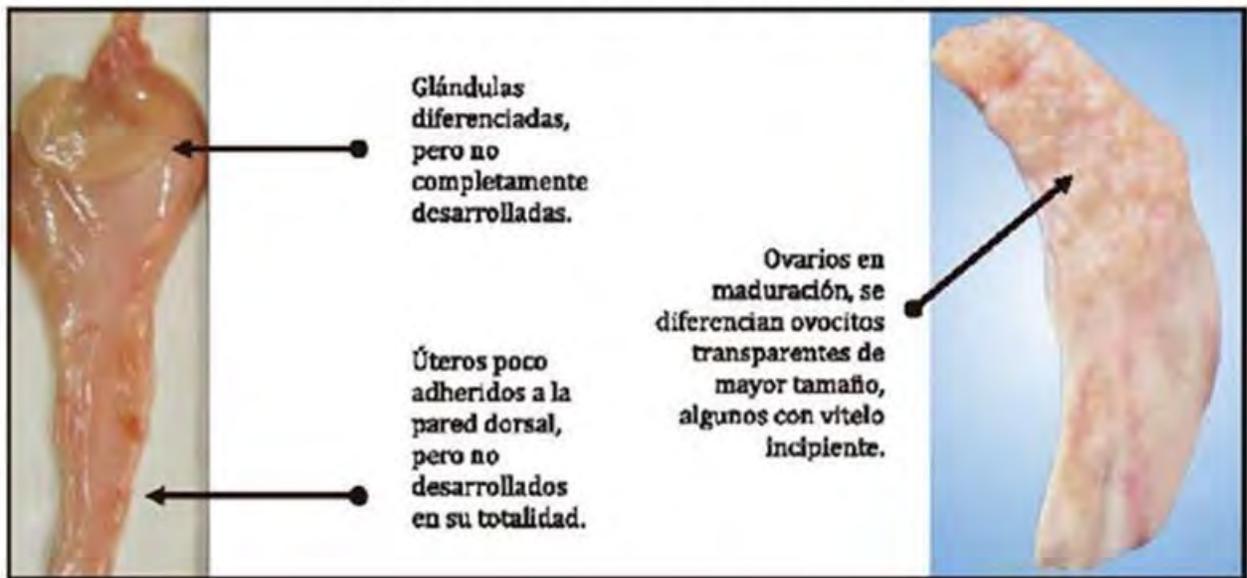


Fig. 48. Estadios y criterios de madurez sexual en hembras juveniles de peces cartilagosos. Fuente: Colonello *et al.* (2011).

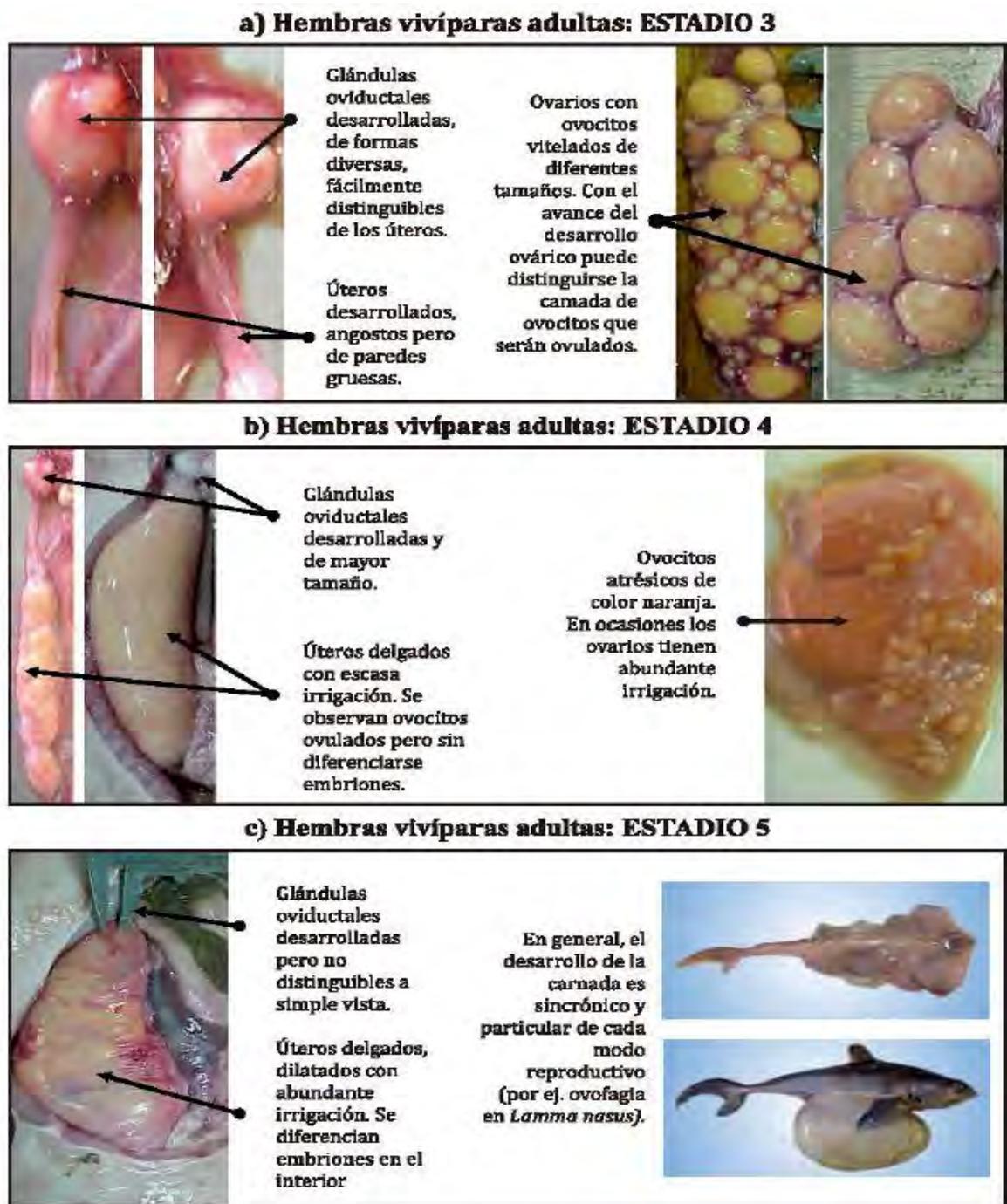


Fig. 49. Estadios y criterios de madurez sexual en hembras vivíparas de peces cartilaginosos. Fuente: Colonello *et al.* (2011).

Se debe destacar que en la Figura 48C, Hembras vivíparas adultas: Estadio 5, las dos fotos de embriones corresponden a fases tempranas del desarrollo de *Lamna nasus*, las que no se encuentran en aguas chilenas (en realidad en las pesquerías del pez espada, dorado de altura y

marrajo, en las cuales se obtienen tiburones sardineros como fauna acompañante), ya que no existe información biológica de la especie en los registros de presencia al sur de los 40° S, donde eventualmente podrían encontrarse, por ello por el momento se ha recurrido a datos provenientes de la actividad pesquera que se realiza en Argentina y en Nueva Zelandia, en latitudes altas del Hemisferio Sur.

Recientemente Natanson et al. (2019), informaron sobre los resultados de una evaluación de tractos reproductivos de hembras de *L. nasus*, de un grupo segregado geográficamente en el Océano Atlántico noroeste, que mostraron la presencia de un estado de madurez de reposo reproductivo (Fig. 50), que es identificado como tal por primera vez en esta especie.

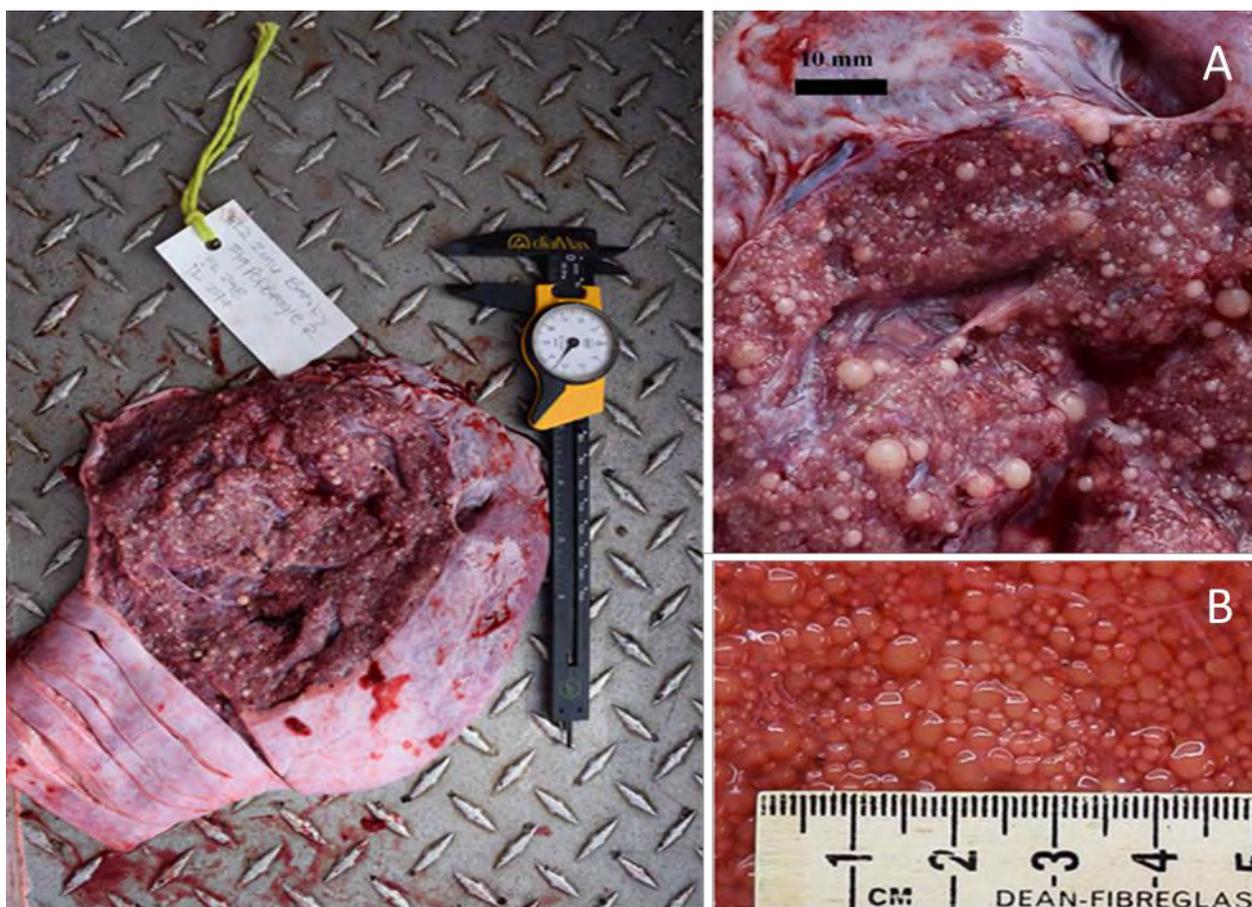


Fig. 50. Fotografías de estadios de madurez, en reposo y en ovulación de *L. nasus*. (A) Ovario de una hembra de 248 cm LH en reposo reproductivo, (B) Ovario maduro de una hembra ovulando de 249 cm LH (Fuente: Natanson et al. (2019), Foto Ovario completo gentileza L. Natanson NOAA).

Este hallazgo tiene implicancias no solo en el ciclo reproductivo, que sería bianual en vez de anual, sino que también en su vida productiva. Los autores señalan además que esta información indicaría que *L. nasus* tendría el periodo de reposo entre preñeces típica de los lámnidos, lo que significaría en la práctica no solo la disminución de su aporte de crías, sino que también su resiliencia a la presión de pesca directa o indirecta (Fig. 50).

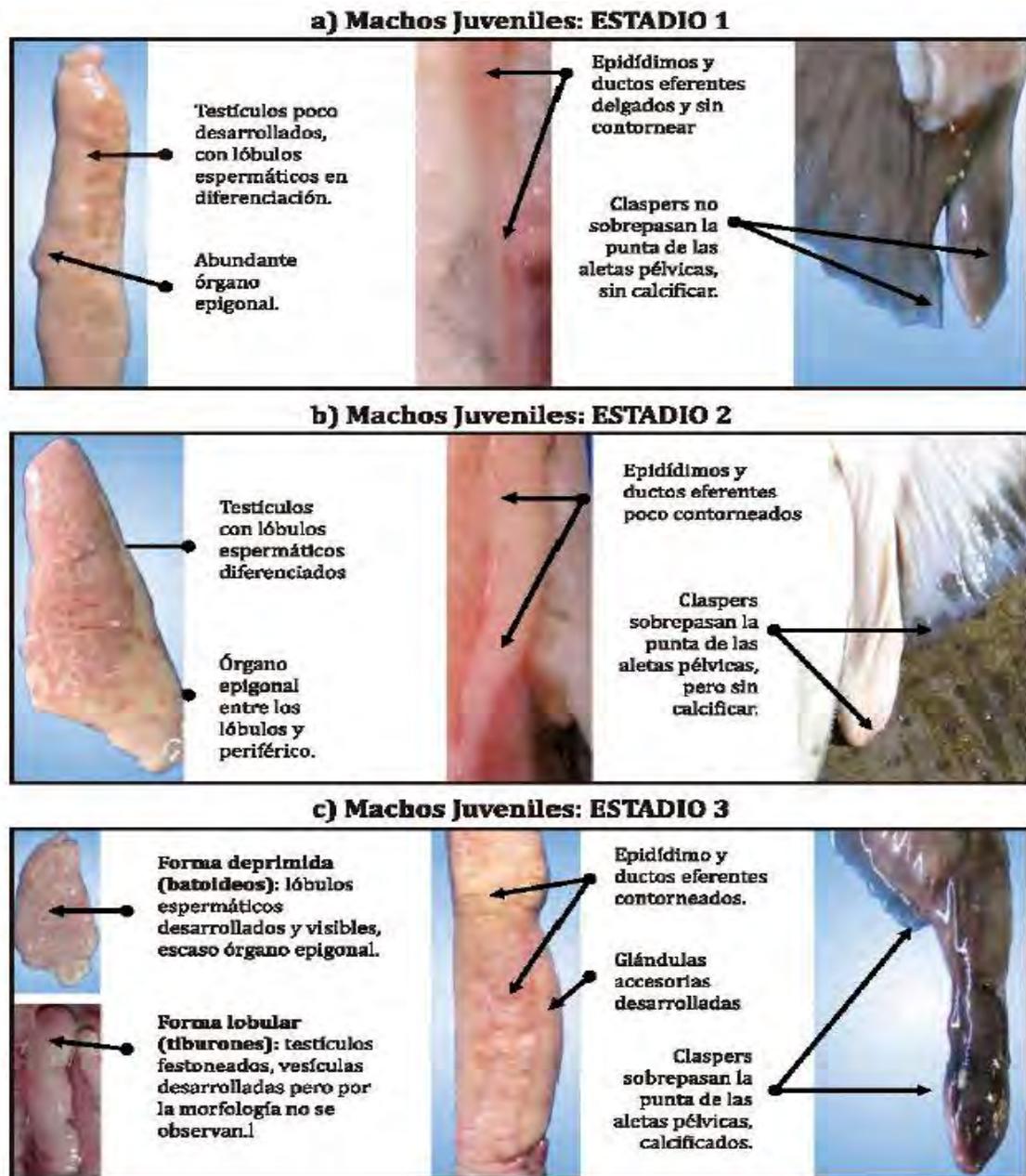


Fig. 51. Estadios y criterios de madurez sexual en machos vivíparos de peces cartilaginosos. Fuente: Colonello *et al.* (2011).

En una reciente evaluación de los tractos reproductivos de un grupo geográficamente segregado de marrajos sardineros en el océano Atlántico Noroccidental, Natanson et al. (2019) determinaron la presencia de una población de hembras en una etapa de madurez en reposo, que indica un ciclo reproductivo bienal, Investigaciones anteriores basadas en especímenes recogidos en el océano Atlántico Noroccidental habían indicado que este tiburón lámnido tenía un ciclo reproductivo anual. Sin embargo, La observación de una etapa de reposo tiene implicaciones no sólo en el ciclo reproductivo, bienal frente a anual, de esta especie, sino también en la productividad a lo largo de la vida. Este hallazgo indica que este tiburón sigue el típico periodo de descanso de los lámnicos entre preñeces, un periodo que disminuiría la producción vitalicia de los tiburones jóvenes y su resistencia a la presión pesquera directa e indirecta.

Los investigadores tomaron varias medidas, pesos e información sobre las condiciones de los órganos reproductores de las hembras de *L. nasus* para determinar el estado de madurez. Todos los ejemplares se midieron en fresco. Los órganos reproductores se midieron en el lado derecho del espécimen siguiendo a Pratt (1979, 1993, 1996) y, específicamente para el marrajo sardinero, a Jensen et al. (2002). La terminología utilizada sigue a Hamlett y Koob (1999) y Hamlett (1999), excepto donde se indique.

Las medidas de los órganos reproductores, tomadas al milímetro y en la parte más ancha de la estructura, incluyen al ancho del oviducto anterior, el ancho de la glándula oviducal, el ancho y largo del ovario y el ancho y largo del útero. Según Jensen et al. (2002), se tomaron dos medidas en el útero: 1) desde el origen anterior del útero hasta la vagina y 2) desde el origen anterior del útero hasta la unión de los úteros (Jensen et al., 2002) (ver Fig. 46B). El ancho del útero se tomó a medio camino de la parte anterior del útero (Jensen et al. (2002) (ver Fig. 46B). Para cada ovario, los ovocitos se clasificaron como maduros si contenían material vitelogénico amarillo. Se midió el ovocito más grande en el campo.

Los machos y las hembras se clasificaron como inmaduros o maduros, y las hembras maduras se dividieron a su vez en 4 estadios: ovulación, preñez, posparto y reposo. Utilizando datos de Jensen et al. (2002), desarrollaron criterios para la clasificación básica de la madurez (Tabla 8). La actividad de apareamiento previa se evaluó sobre la base de la presencia (inmadura) o

ausencia (madura) de una membrana vaginal (himen), y si el apareamiento ocurrió recientemente se evaluó sobre la base de la presencia o ausencia de cicatrices de apareamiento internas y externas. Los estados de madurez de las hembras se determinaron además por disección: los indicios de una preñez pasada incluían úteros flácidos (Pratt, 1979) y ovarios reducidos con pocos ovocitos maduros o en proceso de maduración. Los individuos que parecían haber parido en el año en curso se clasificaron como posparto, y los que habían parido pero no recientemente se consideraron en estado de reposo. Un espécimen de posparto reciente se caracterizó por la presencia de material floculento consistente en porciones de cápsulas nutritivas junto con líquido uterino lechoso (Gilmore et al., 2005); los úteros de una hembra posparto son muy flácidos, y hay trofonemas presentes (Natanson y Gervelis, 2013). Los ovarios posparto suelen ser grandes, hematósicos y contienen ovocitos atrésicos. Los ovarios en reposo suelen tener un aspecto similar al de los ovarios de los tiburones juveniles casi maduros. Por lo tanto, es difícil clasificar a estos peces sólo por el estado de los ovarios, y hay que tener en cuenta otras características del órgano (Natanson y Gervelis, 2013). Una hembra juvenil tardía tiene un útero tubular delgado en contraste con el aspecto más ancho y ligeramente flácido del útero en reposo (previamente expandido y luego recuperado) de los adultos. Además, una hembra juvenil de etapa tardía tiene membrana vaginal, una indicación que no se ha apareado (estado virgen maduro; Jensen et al., 2002), y una hembra en reposo ha tenido experiencia previa de apareamiento y no tiene membrana vaginal. Una hembra en reposo, a diferencia de una recién parida, ha recuperado los úteros, y su ovario ya no contiene ovocitos atrésicos; tampoco su ovario es hematoso. El ovario en reposo tiene ovocitos pequeños, en su mayoría no vitelados, y está preparado para la vitelogénesis. En el estudio de Natanson et. (2019), el estado de madurez de ambos sexos se asignó a cada tiburón, en el momento de la disección, sobre la base de todas las características de los órganos reproductores descritas anteriormente y se verificó mediante la comparación con las mediciones realizadas por Jensen et al. (2002) (Tabla 8; Fig. 52).

Los datos de Jensen et al. (2002) fueron reevaluados para determinar si las hembras en reposo habían sido clasificadas como adultas sin distinguir la condición específica o estado de madurez (es decir, en reposo vs. preñadas). Para intentar determinar el estadio, se compararon las mediciones de los órganos reproductores de las hembras adultas no clasificadas como preñadas u ovulando con las obtenidas de hembras en reposo conocidas. Además, las notas tomadas en el

momento de la disección se utilizaron para evaluar el estadio específico de los adultos. Dado que se sabía que estos peces eran adultos, la distinción entre estadios debía hacerse entre hembras en reposo y listas para aparearse; por lo tanto, el estado del ovario, incluido el tamaño máximo de los ovocitos, fue la consideración principal.

Tabla 8. Índices utilizados para determinar la madurez básica en las hembras de marrajo sardinero (*Lamna nasus*) basados en los datos de Jensen et al. (2002) para las hembras de marrajo sardinero capturadas entre Georges Bank y los Grand Banks de Terranova, Canadá, durante 1979 - 1999. Adaptado de Walker (2005; Tabla 4.1).

Órgano	Índice	Descripción	Clasificación madurez
Oviducto superior	OS - 1	≤ 4,9 mm	Inmaduro
	OS - 2	> 5 a ≤ 7 mm	Incierto
	OS - 3	> 7 mm	Maduro
Glándula oviducal	GO - 1	≤ 21 mm	Inmaduro
	GO - 2	> 21 a ≤ 24 mm	Incierto
	GO - 3	> 24 mm	Maduro
Largo del Ovario	LO - 1	≤ 104 mm	Inmaduro
	LO - 2	> 104 a ≤ 121 mm	Incierto
	LO - 3	> 121 mm	Maduro
Ancho del ovario	AO - 1	≤ 75 mm	Inmaduro
	AO - 2	> 75 a ≤ 86,6 mm	Incierto
	AO - 3	> 86,6 mm	Maduro
Largo Total Utero	LU - 1	≤ 343 mm	Inmaduro
	LU - 2	> 343 a ≤ 475 mm	Incierto
	LU - 3	> 475 mm	Maduro
Ancho del útero	AU - 1	≤ 26 mm	Inmaduro
	AU - 2	> 26 a ≤ 43 mm	Incierto
	AU - 3	> 43 mm	Maduro
Membrana		Presente	Inmaduro
		Ausente	Maduro

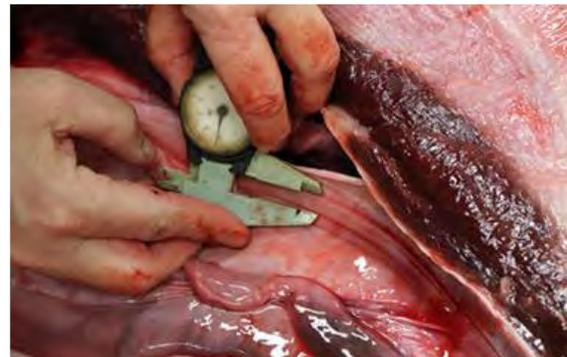
Sólo se utilizaron los peces cuyo estado de madurez podía clasificarse con seguridad, es decir, no se utilizaron los especímenes de los que no se disponía de datos sobre el ovario.



OVIDUCTO SUPERIOR



LARGO DEL UTERO



ANCHO DEL UTERO



LARGO DEL OVARIO



MEMBRANA

Fig. 52. Características morfológicas y morfométricas de los órganos reproductores de *L. nasus*, de acuerdo a Natanson et al. (2019).

5.3.1.3. Talla de Madurez

Como se ha señalado en varias oportunidades, esta no se ha logrado determinar con los antecedentes recopilados en aguas chilenas (Acuña et al., 2001; Barría et al. 2001 – 2015; Zárate, 2017, 2018, 2019, 2020). Por tal razón, en esta instancia se ha recurrido a buscar registros en otros lugares donde se distribuye la especie, los que de acuerdo a la literatura consultada se pueden resumir en cuatro trabajos: Aasen (1961) y Jensen et al. (2002) en el Atlántico Norte y Francis & Duffy (2005), Forselledo (2012) y Colonello (2018) en el Hemisferio Sur, el primero en el Pacífico y los dos últimos en el Atlántico, respectivamente.

Francis & Duffy (2005) estimaron la longitud de madurez de *L. nasus* en ejemplares capturados en alrededores de Nueva Zelanda, a partir de la medición de órganos externos e internos; utilizando finalmente como indicadores la talla en la que el 50% de los machos poseían espermatozoides (152 cm LH) y aquella en que el clasper estaba completamente elongado (143 cm LH), mientras que en las hembras utilizaron la talla en que comienza la expansión del útero (145 cm LH) y la talla de la hembra más pequeña preñada (167 cm LH). En machos la talla media de madurez varió entre 140 y 150 cm LH y en hembras entre 170 y 180 cm LH.

Forselledo (2012) determinó en machos una talla de madurez L_{50} de 147 cm, y LH_{100} es 164 cm y en hembras solo registró 83 individuos por sobre los 170 cm, pero de éstos, tan solo 47 superaron los 180 cm hembras, por lo cual no entrega una talla precisa. Colonello (2018) estimó una LT_{50} para machos de 168,7 cm LH (Fig. 51).

Debido a lo señalado en el primer párrafo, y ante la ausencia de antecedentes biológicos en los escasos ejemplares de *L. nasus* que se han registrado en altas latitudes frente a la costa chilena, se combinó la información proveniente de los estudios realizados en la zona norte y centro (Acuña et al., 2001, Zárate 2017, 2018, 2019) con datos provenientes de la actividad pesquera de flotas argentinas y de las Islas Falklands proporcionadas por los colegas Jorge Colonello (ARG) y Alexander Arkhipkin (I. Falklands).

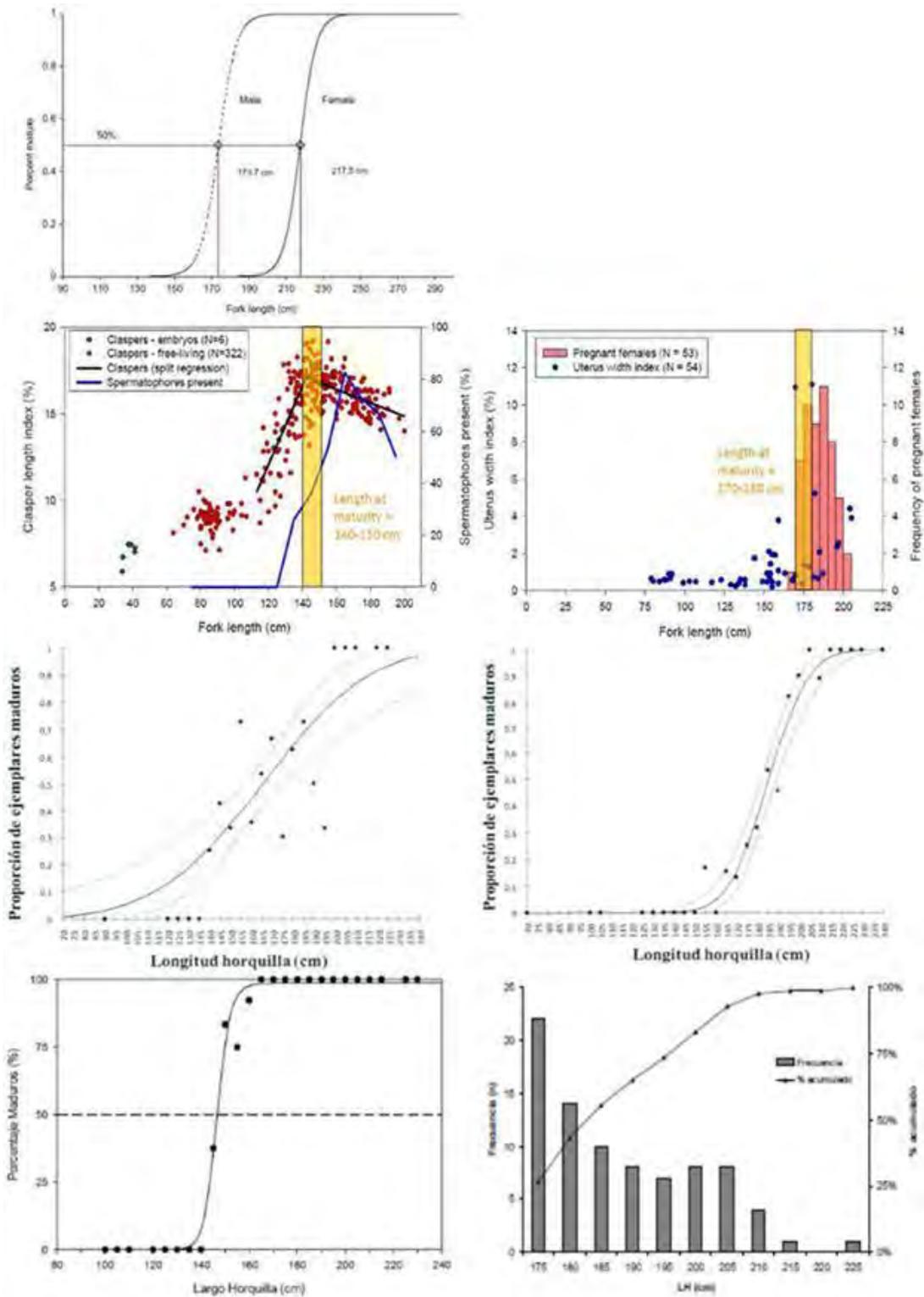


Fig. 53. Estimación de la talla de madurez de tiburón sardinero (*L. nasus*) en el Atlántico Norte para machos y hembras (Jensen *et al.* 2002); Pacífico Suroeste (Francis & Duffy, 2005) y Atlántico suroeste (Colonello, 2018 y Forselledo (2012). Machos, a la izquierda y Hembras a la derecha.

En la Figura 52 se entregan los resultados del análisis para machos y hembras, encontrándose que en los primeros la talla media de madurez alcanzó a 154,0 cm de longitud horquilla (LH), con intervalos de confianza de 145,3 cm y 162,9 cm LH. En el caso de las hembras, la talla de madurez se estimó en 175,4 cm LH e intervalos de confianza de 165,6 cm y 185,2 cm LH.

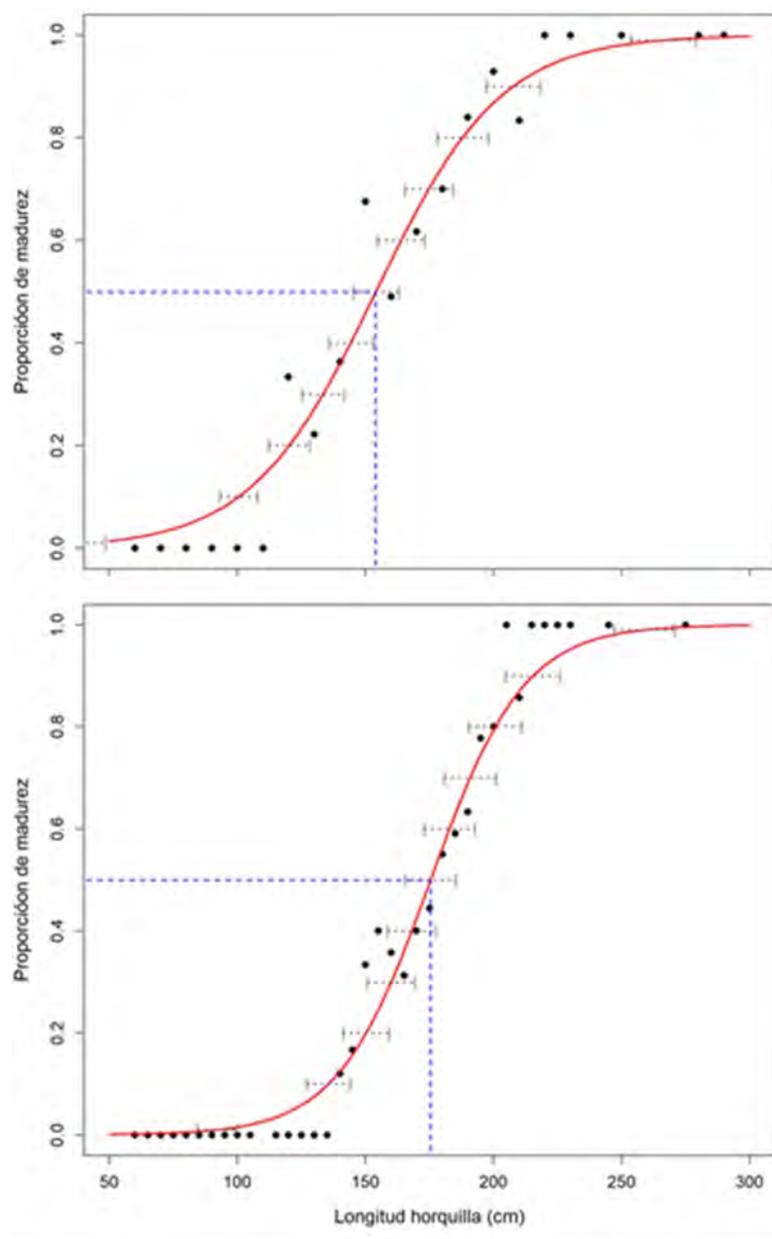


Fig. 54. Estimación de la talla de madurez de tiburón sardinero (*L. nasus*) en el Pacífico Sureste y Atlántico Occidental (Argentina e Islas Falkland combinados) para machos (arriba) y hembras (abajo). La línea roja representa el ajuste de la función de madurez y las líneas negras segmentadas el intervalo de confianza a distintos niveles de madurez. La línea azul es la talla al 50% de madurez.

5.3.1.4. Embriones

La primera referencia a los embriones del tiburón sardinero *Lamna nasus* (como *L. cornubica*), trabajo de Swenander (1907). Posteriormente, Lohberger (1910) realizó el más detallado estudio anatómico de un embrión de lámnido, durante el cual describió claramente que lo que parecía ser un saco vitelino en realidad correspondía a una expansión del estómago producto del consumo de ovas en el útero, tal como se describiera previamente con respecto a la fuente de alimentación en estas etapas embrionarias (Fig. 55).

Tal como se señaló anteriormente, Duhamel & Azouf-Costaz (1982) informaron sobre el hallazgo de una hembra de *L. nasus*, de 201 cm LT y 150 kg, capturada en marzo de 1981 al sur del archipiélago Kerguelen, ejemplar que presentaba los dos oviductos dilatados en dos úteros, conteniendo cada uno dos embriones de 12,2; 11,8; 11,8 y 11,6 cm LT y numerosos huevos no fecundados (102 en total), que sirven de alimento a los embriones de esta especie en esa etapa de desarrollo. Esta es la cita más austral que informa sobre embriones de *L. nasus* y los de tallas más pequeñas reportadas.

En el Pacífico Suroccidental (Nueva Zelanda y Australia), la reproducción de *L. nasus* fue estudiada por Francis & Stevens (2000), Francis & Duffy (2005) y Francis et al. (2008). En el primero de los estudios se describió varios estados de desarrollo embrionario de la especie, los que se muestran en un conjunto de fotografías en la Fig. 56) (Francis com. pers.). En Nueva Zelanda, los datos corresponden a 31 hembras preñadas capturadas, con un número promedio de 3,78 embriones por camada, de un rango de talla promedio por camada entre 9,95 y 65,9 cm LH y un promedio general de 42,4 cm LH (Francis, com. pers.).

En el Atlántico suroeste, la información de embriones de *L. nasus*, corresponde por el momento a 8 hembras preñadas capturadas en Argentina, las que portaban en conjunto 30 embriones (dos con 3 embriones y cinco con 4), lo que da un número promedio de 3,8 embriones por camada, de un rango de talla de 21 - 57 cm LT y promedio de 33,4 cm LT (Colonello, com. pers.) (Fig. 57).



Fig. 55. Embrión grande de *Lamna* (A), Embrión pequeño de *Lamna*, (aprox. $\frac{1}{2}$ grande). (B y C). A = Aleta anal; Ba = Aleta ventral; Br = Aleta pectoral; do = estómago; gr = cicatriz; ki = quilla; ksp1-5 = hendiduras branquiales; md = abertura bucal; na = abertura nasal; o = ojo; R1 = Primera aleta dorsal, R2 = Segunda aleta dorsal; Sch = Aleta caudal. (Modificado de Lohberger 1910).

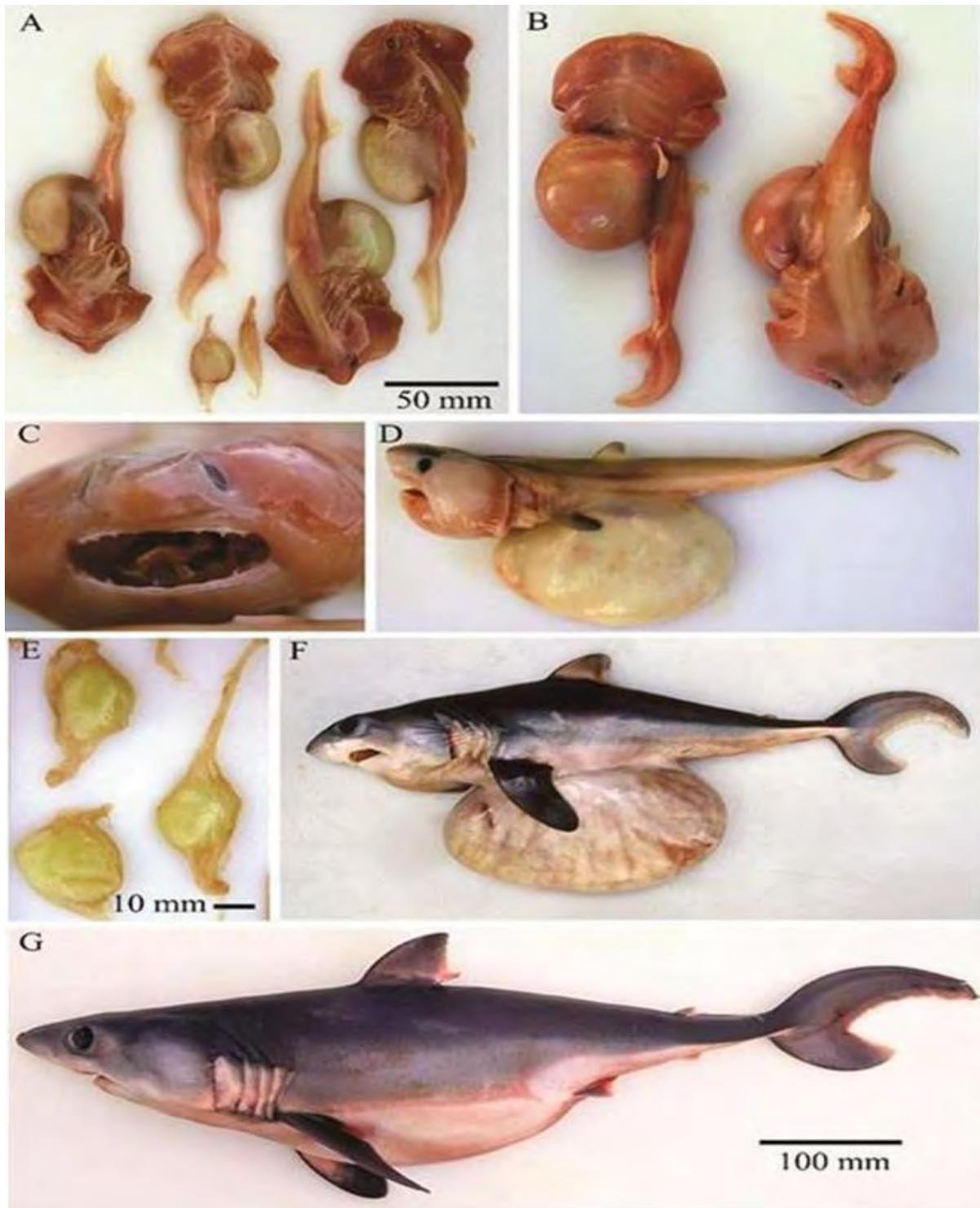


Fig. 56. Estados embrionarios de *L. nasus*. A: Embriones en fase temprana; B: macho de 19,8 cm LH (izquierda) y hembra de 20,7 cm LH (derecha); C: vista anterior de la cabeza de un embrión de 9,6 cm LH mostrando la dentadura; D: hembra de 34,2 cm LH; E: cápsulas vacías; F: hembra de 40,3 cm LH; G: hembra de 58,0 cm LH (Francis com. pers.).



Fig. 57. Estados embrionarios tempranos de *L. nasus*, registrados en las pesquerías de Argentina. Desgraciadamente no se cuenta con medidas de los mismos (Colonello, com. pers.).

Francis & Stevens (2000) también compararon la variación mensual de las tallas medias de los embriones de *L. nasus* de ambos hemisferios. La regresión del Atlántico Norte explicó una proporción mucho mayor de la variación, pero mostró una variabilidad considerable de longitud al principio de la gestación. Una prueba de homogeneidad de pendientes de los dos hemisferios mostró que éstas no eran significativamente diferentes ($P= 0,76$). Los datos agrupados tenían una pendiente de regresión (= tasa de crecimiento embrionario) de 7,1 cm por mes, y los interceptos de regresión diferían significativamente (análisis de covarianza, $P=0,004$) en 12,0 cm, lo que equivale a un desplazamiento temporal de aproximadamente 1,7 meses.

Se observaron juveniles postnatales pequeños de 58 - 68 cm de longitud ($n=53$) en los palangres australianos entre mayo y principios de septiembre, con una fecha media de captura del 15 de julio. Se observaron embriones grandes (hasta 67 cm) entre mediados de abril y mediados de junio (Fig. 58). En el hemisferio sur, la gran variación en la longitud de los embriones en

cualquier momento y el período largo en el que se recogieron juveniles pequeños, que se supone son recién nacidos, indican que el período de parto es largo. El parto alcanza probablemente su punto máximo en junio - julio (invierno), pero puede extenderse de abril a septiembre. A efectos de cálculo de la edad los autores definieron la fecha de nacimiento teórica como el 1 de junio. Basándose en las longitudes de los juveniles más pequeños y del embrión más grande, la longitud al nacer es de 58 -67 cm. Si se mantiene una tasa de crecimiento mensual de 7,48 cm en el Hemisferio sur a lo largo de la gestación, ésta duraría alrededor de 8 - 9 meses. Sin embargo, la inexplicable variabilidad que se muestra en la Fig. 57 comprometió la capacidad de los autores de estimar con precisión el periodo de gestación.

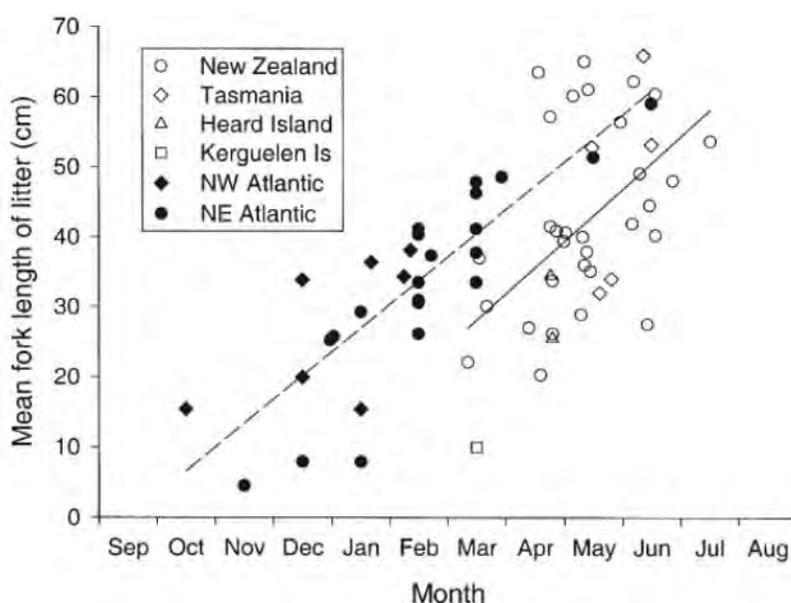


Fig. 58. Variación mensual en la talla promedio de embriones de *L. nasus* de cuatro localidades del Hemisferio sur (símbolos blancos, $n= 39$, $r^2= 0,27$), y del Atlántico noroeste y noreste (símbolos negros, $n= 29$, $r^2= 0,70$). (Adaptada de Francis & Stevens, 2000).

En otra área del Hemisferio Sur, Semba et al. (2013) registraron hembras preñadas en las aguas frente al Cabo, en el Océano Índico sureste y mar de Tasmania, pero fueron más frecuentes en las primeras (Fig. 59). En esa área registraron 28 hembras preñadas entre mayo y septiembre, predominantemente en junio y julio (89%) casi cada año y neonatos pequeños entre 50 y 60 cm de Largo Pre caudal (LPC) principalmente en agosto. Este período entre junio - julio se superpone con el máximo de parición en el Océano Pacífico suroeste (Francis and Stevens 2000) y sureste donde Acuña et al. (2001) (Fig. 60) y más recientemente en la zona entre los 35° y 40°S (Fig. 61) y Zárata et al. (2018) también registraron hembras preñadas con embriones a término,

tres hembras con cuatro embriones cada una y dos hembras con 5 y 4 embriones cada una, respectivamente. Esta información sugiere que las hembras preñadas no se concentran exclusivamente en áreas costeras, sino que también se distribuyen en áreas pelágicas oceánicas.

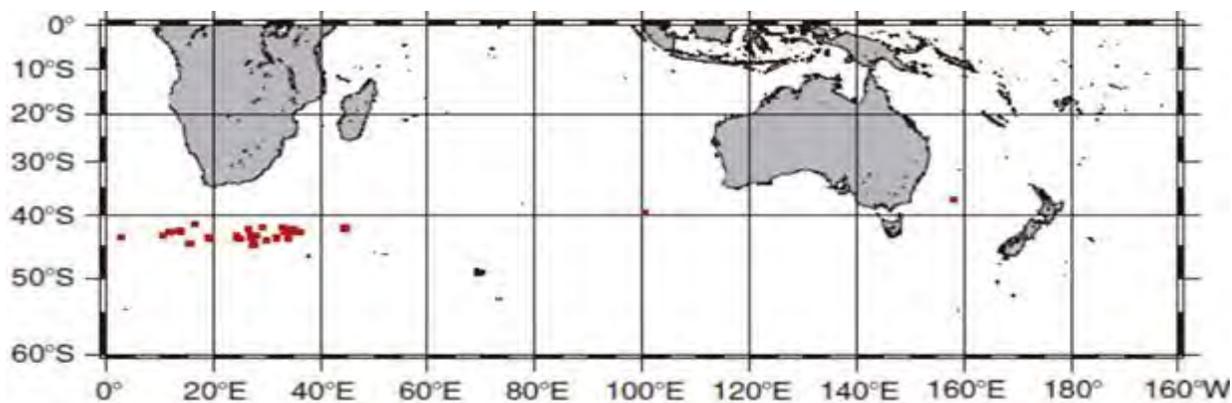


Fig. 59. Registro de hembras preñadas en el Océano Indico y mar de Tasmania (modificado de Semba et al., 2013).

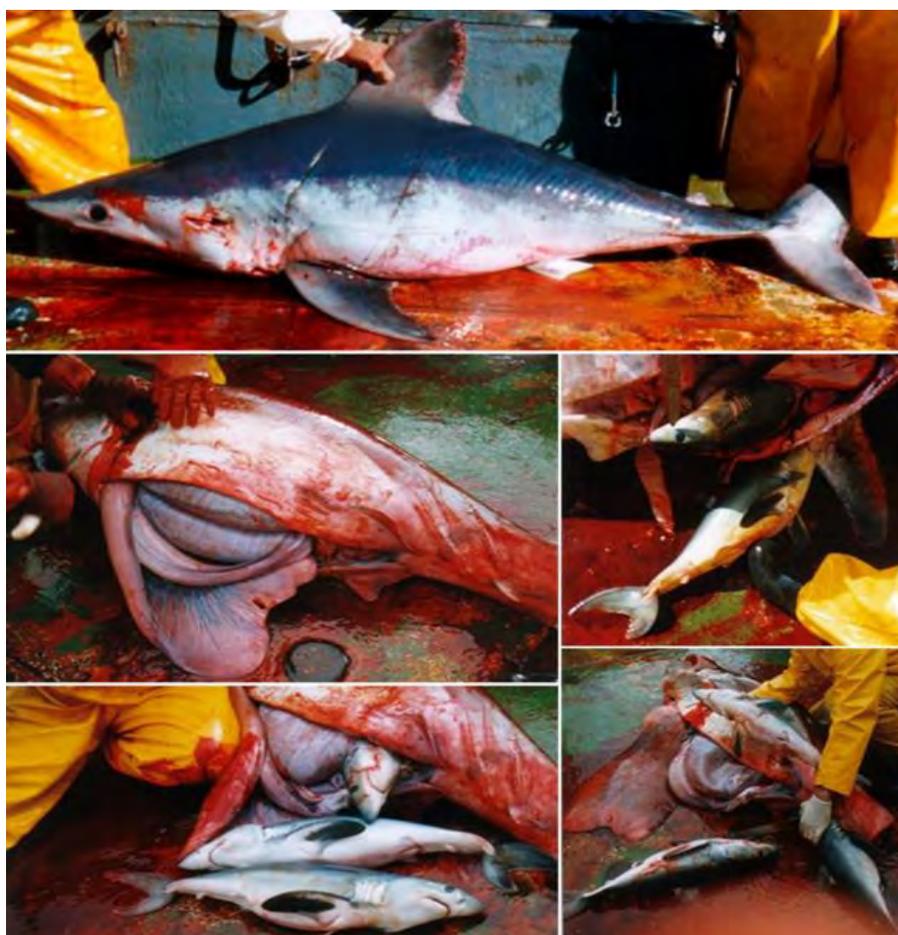


Fig. 60. Embriones a término de *L. nasus*, registrados en la pesquería de palangre industrial de *Xiphias gladius* de Chile. (Fuente: Acuña et al., 2001).



Fig. 61. Embriones a término de dos hembras de *L. nasus*, capturadas en la pesquería redera artesanal de *Xiphias gladius* de Chile, junio 2020.

5.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.4.

Sugerir recomendaciones de administración pesquera en base a los resultados obtenidos en los objetivos específicos anteriores.

5.4.1. Reuniones con la Unidad de Biodiversidad, de la División de Administración Pesquera

Tal como se sugiere en las Bases Técnicas se programaron reuniones con la Unidad Técnica responsable del Proyecto, que corresponde a la Unidad de Biodiversidad, de la División de Administración Pesquera. El profesional asignado originalmente a cumplir como contraparte de este proyecto fue el Sr. Gustavo San Martín. En la primera de dichas reuniones se informaron los resultados obtenidos durante la ejecución del Proyecto, bajo el esquema del enfoque propuesto al comienzo de la Propuesta y correspondiente al contenido del Primer Informe de Avance y Primer Informe de Avance Corregido.

Luego, en reuniones sucesivas se informó del avance del proyecto a la sectorialista Camila Bustos, quien reemplazó a don Francisco Ponce, intercambiando opiniones e información sobre diversos aspectos del desarrollo del Proyecto y aplicación de éstos a otros aspectos de la pesquería como el descarte. Finalmente, se discutió durante la reunión del Grupo de Trabajo de Tiburones con ambos sobre los últimos descubrimientos que permiten comprobar la hipótesis planteada por el Consultor con respecto a la potencial presencia de hembras preñadas con embriones tempranos en el sur de Chile, donde *Lamna nasus* ha comenzado a aparecer como fauna acompañante de diversas pesquerías de merluzas *sensu lato* y bacalao de profundidad, pesquerías donde se utilizan tanto palangre como redes de arrastre.

5.4.2. Conservación y manejo de condricrios

5.4.2.1. Regulaciones internacionales

La obligación de manejar sustentablemente los stocks de tiburones se deriva de la Ley internacional, como la **Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar** (CONVEMAR) (United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS)) y el **Acuerdo de las Naciones Unidas sobre las poblaciones de peces** (United Nations Fish Stocks Agreement (UNFSA)) y de estándares y protocolos internacionales acordados tales como el **Código de Conducta para la Pesca Responsable** (FAO, 1995) y el **Plan de Acción Internacional para la conservación y gestión de las poblaciones de tiburones** (IPOA-Sharks) que busca guiar la implementación de las obligaciones legales planteadas. Además, la legislación y política nacional y las Convenciones establecidas por las Organizaciones Regionales de Pesca (ORP, Regional Fisheries Management Organizations – RFMO), que imponen niveles variados de responsabilidades del manejo de los Tiburones.

5.4.2.1.1. IPOA Sharks

El aumento de las capturas de tiburones y sus posibles efectos negativos en las poblaciones de estos peces hizo plantear una propuesta en el 22º período de sesiones del Comité de Pesca de la FAO (COFI) en marzo de 1997, que la FAO organizara una consulta de expertos para elaborar unas directrices que conducirían a un Plan de Acción que se presentaría en el siguiente período de sesiones del Comité, con el fin de mejorar la conservación y ordenación de los tiburones. El fundamento jurídico del PAI-Tiburones es voluntario. Se elaboró en el ámbito del Código de conducta para la pesca responsable, según lo previsto en el Artículo 2 (d). Se invitó a todos los países interesados a ponerlo en práctica.

El Plan de Acción Internacional para la conservación y ordenación de los tiburones (PAI Tiburones) se elaboró a través de la reunión de un grupo de trabajo técnico sobre la conservación y ordenación de los tiburones celebrada en Tokio del 23 al 27 de abril de 1998 y de la Consulta

sobre la gestión de la capacidad pesquera, la pesca de tiburones y la captura incidental de aves marinas en la pesca con palangre que se llevó a cabo en Roma del 26 al 30 de octubre de 1998, así como la celebración de una reunión preparatoria realizada en Roma del 22 al 24 de julio de 1998.

El objetivo general del [PAI-Tiburones](#) es garantizar la conservación y gestión de los tiburones y su aprovechamiento sostenible a largo plazo. El término "tiburones" incluye todas las especies de tiburones, rayas y quimeras (clase *Chondrichthyes*). El PAI-Tiburones se aplica a los Estados en las aguas en las que pescan tiburones sus propios barcos o buques extranjeros y a los países cuyos buques capturan tiburones en alta mar.

Objetivos específicos del Plan Internacional para los tiburones (PAI Tiburones)

- Asegurar que las capturas de tiburones de la pesca dirigida y no dirigida sean sostenibles.
- Evaluar las amenazas que afrontan las poblaciones de tiburones, determinar y proteger los hábitats críticos y aplicar estrategias de explotación compatibles con los principios de sostenibilidad biológica y de aprovechamiento económico racional a largo plazo.
- Identificar y prestar especial atención en particular a las poblaciones de tiburones vulnerables o amenazados.
- Mejorar y elaborar marcos para el establecimiento y la coordinación eficaz de consulta con todas las partes interesadas de las esferas de la investigación, la gestión y las iniciativas educativas en y entre los países.
- Reducir al mínimo las capturas incidentales no utilizadas de tiburones.
- Contribuir a la protección de la biodiversidad y de la estructura y función del ecosistema.
- Reducir al mínimo los desechos y descartes de las capturas de tiburones de conformidad con lo dispuesto en el artículo 7.2.2. (g) del *Código de conducta para la pesca responsable* (por ejemplo, exigir la retención de los tiburones a los que se han amputado las aletas).
- Fomentar la plena utilización de los tiburones muertos.
- Facilitar mejores datos de las capturas desglosados por especies y datos de los desembarques y el seguimiento de las capturas de tiburones.

- Facilitar la identificación y presentación de informes sobre datos biológicos desglosados por especies y de comercio.

Además del PAI-Tiburones de la FAO se han establecido otros acuerdos e instrumentos internacionales para fomentar la conservación y el uso sostenible de los tiburones. CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies amenazadas de fauna y flora silvestres) menciona 10 elasmobranquios en el Apéndice II y siete en el Apéndice I. Mientras que las especies que figuran en el Apéndice I normalmente no pueden ser objeto de comercio internacional (excepto con un permiso especial en el caso de especímenes de cría y con fines científicos), las especies comprendidas en el Apéndice II pueden ser objeto de comercio internacional pero requieren certificación que los especímenes exportados se hayan capturado en condiciones sostenibles, lo que se denomina una "extracción no perjudicial". Esto proporciona incentivos importantes a los países exportadores de tiburón y las OROP para elaborar sistemas de gestión sostenible para los tiburones que figuran en la lista. La FAO está colaborando con la CITES mediante prestación de asesoramiento científico y técnico sobre las especies cuya inclusión en la lista se propone y dando apoyo a los Estados miembros afectados en la aplicación de las disposiciones de la [CITES](#).

Los tiburones migratorios han recibido la atención de la CMS ([Convención sobre las Especies Migratorias](#)) que comprende varias especies de tiburones y rayas en los Apéndices I y II de la Convención. Esta Convención estableció también un Memorando de entendimiento sobre la conservación de tiburones migratorios, aunque se trata de un instrumento jurídicamente no vinculante, alienta a los signatarios a ejecutar planes de conservación de los tiburones con el objetivo de mejorar el conocimiento de las poblaciones de tiburones migratorios, asegurando que la pesca dirigida y no dirigida a éstos sea sostenible, garantizando en la medida en que sea factible la protección de hábitats críticos y los corredores migratorios y las etapas fundamentales de la vida de los tiburones, y sensibilizar al público sobre las amenazas que sufren los tiburones y sus hábitats, y fomentar la participación pública en las actividades de conservación, así como mejorar la cooperación nacional, regional e internacional.

5.4.2.1.2. Plan de Acción Regional de Conservación y Manejo de Tiburones, Rayas y Quimeras en la Región del Pacífico Sudeste (PAR-Tiburón)

Ante la necesidad de ordenación de los recursos pesqueros para su uso sostenible, mediante medidas de administración, así como de conservación de condrictios, en los cuales existe una presión pesquera o presenten altas tasas de interacción (captura incidental); resulta necesario avanzar en una visión integrada a nivel regional para la conservación de dichos recursos; en ese sentido la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) promueve las iniciativas coordinadas entre los Estados Miembros considerando entre otros, el enfoque ecosistémico, el principio precautorio y los instrumentos internacionales destinados a la protección de los mares y océanos respetando las políticas nacionales y los mecanismos vigentes en cada país.

El objetivo del PAR Tiburón es contribuir a la conservación de tiburones, rayas y quimeras, y sus hábitats a través de acuerdos voluntarios de ordenamiento coordinado de las pesquerías de condrictios comunes y de otras especies que no son objeto de pesquerías.

El PAR Tiburón de CPPS tiene cuatro Principios Rectores:

1. Promover desarrollo de pesquerías sostenible con enfoque ecosistémico o aplicación de enfoque ecosistémico en el manejo de las pesquerías.
2. Establecer medidas de manejo y administración por unidades geográficas.
3. Aprovechamiento integral del recurso, y
4. Implementación de sistemas de control en pesquerías.

5.4.2.2. Regulaciones en la legislación chilena

El numeral 18 del PAI-Tiburones de la FAO insta a los Estados a adoptar un Plan de Acción Nacional para la conservación y ordenación de tiburones (*Plan para tiburones*) si sus barcos practican la pesca directa de tiburones o si sus barcos capturan normalmente tiburones en pesquerías que no son de tiburones. Atendiendo a esta sugerencia, Chile inició las gestiones para elaborar su Plan de Acción incorporando esta iniciativa en el Plan de Acción de Corto Plazo de la

Estrategia Nacional de Biodiversidad aprobada por el Comité de Ministros de la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Para implementar el PAN, previamente y a través del Fondo de Investigación Pesquera se licitó el Proyecto FIP N° 2004-18 “Lineamientos básicos para desarrollar el Plan de Acción Nacional de Tiburones” (Lamilla et al., 2006), estudio que proporcionó los antecedentes y elementos básicos para elaborar la propuesta de Plan de Acción Nacional, sobre la base de la información científica más fidedigna disponible y teniendo en cuenta los principios de manejo responsable contenidos en el artículo 61 de la Convención de Naciones Unidas sobre Derecho del Mar y en diversos instrumentos internacionales.

5.4.2.2.1. Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)

Los resultados de este Objetivo Específico incluyen un análisis de las medidas de administración disponibles en la Ley General de Pesca y Acuicultura chilena vigente, como asimismo legislación comparada de otros países donde el manejo de las pesquerías de condriktios está más avanzado.

La Ley General de Pesca y Acuicultura chilena, en el Título II De la Administración de las Pesquerías, Párrafo 1°, **Facultades de Conservación de los Recursos Hidrobiológicos**, se encuentra una de las referencias específicas a los tiburones:

Artículo 5° bis.- Prohíbese la mutilación de las aletas de cualquier especie de tiburón, acción denominada aleteo o finning, a bordo de naves o embarcaciones de pesca o su transbordo.

Será obligatorio realizar el desembarque de las especies antes señaladas con sus aletas total o parcialmente adheridas a su cuerpo en forma natural.

Si se encontrare una aleta de tiburón en una nave pesquera, sin que esté completa y naturalmente adosada al tronco correspondiente, se presumirá que se ha contravenido lo dispuesto en este artículo.

La otra referencia donde podrían haber sido incorporados los tiburones de acuerdo a prácticas de algunos Organismos Internacionales ya instaladas y en funcionamiento en algunos otros, se encuentra en el Párrafo 1° bis, **Del Descarte de Especies Hidrobiológicas**, pero no aparecen explícitamente es el:

Artículo 7° C.- Será obligatoria la devolución al mar de mamíferos marinos, reptiles, pingüinos y otras aves marinas, salvo que se encuentren severamente dañados o heridos, en cuyo caso serán retenidos a bordo para efectos de ser enviados a un centro de rehabilitación de especies hidrobiológicas. Asimismo, será obligatoria la devolución de ejemplares de una especie hidrobiológica, en los casos en que así lo disponga expresamente la medida de administración vigente.

La Subsecretaría establecerá, mediante resolución y previo Informe Técnico, la nómina de especies que se encuentren en los casos previstos en este artículo.

Otro aspecto incorporado en la LGPA que podría tener aplicación en los tiburones pelágicos y las pesquerías en que son capturados en general y en *Lamna nasus* en particular, se encuentra en el Párrafo 2°, **Implementación de Tratados y Procedimiento de Adopción de Medidas de Conservación o Administración de Carácter Internacional en Materia Pesquera**, y se refiere a lo señalado en el:

Artículo 7° G.- Tratándose de pesquerías transzonales y altamente migratorias que se encuentren dentro de la Zona Económica Exclusiva y en la alta mar adyacente a ésta, reguladas por un Tratado internacional del cual Chile sea parte, se deberán seguir las siguientes reglas para concurrir a adoptar las medidas de conservación o administración a ser acordadas en el marco de dicho Tratado:

- a) En aquellos casos en que, de conformidad con el tratado internacional, se contemple la aplicación de medidas de conservación o administración adoptadas dentro de la Zona Económica Exclusiva, se requerirá el expreso consentimiento del Estado de Chile. Para este efecto, el Ministerio de Relaciones Exteriores deberá, previa consulta

a la Subsecretaría, expresar la manifestación de voluntad del Estado de Chile al momento de adoptarse la medida.

- b) Si la medida de conservación a adoptar se refiere a la cuota global de captura se deberá, además de lo establecido en la letra anterior, considerar lo siguiente:
 - i. Si la medida intenta abarcar tanto la Zona Económica Exclusiva como el alta mar adyacente, se deberá instar por ajustarla dentro de los rangos establecidos por el Comité Científico Técnico Nacional;
 - ii. El Comité Científico Técnico Nacional, para emitir su pronunciamiento sobre dicha medida de conservación deberá tener en consideración el informe del Comité Científico del Tratado u Organización Internacional que se trate; y

Artículo 7° H.- Los Planes de Acción Internacional adoptados por Organizaciones Internacionales de los cuales Chile sea parte, podrán adoptarse mediante decreto del Ministerio, previo informe de la Subsecretaría.

Las medidas de administración, conservación y manejo de recursos hidrobiológicos recomendadas en el marco de dichos planes de acción deberán seguir el procedimiento establecido en esta ley, a menos que las medidas incorporadas no estén reguladas, en cuyo caso se adoptarán por decreto del Ministerio y se requerirá un informe del Comité Científico Técnico correspondiente y consulta al Consejo Nacional de Pesca, y Artículo 34 A.- Tratándose de pesquerías altamente migratorias y transzonales, según los tratados internacionales sobre la materia ratificados por Chile y que se encuentren vigentes, para desarrollar actividades pesqueras extractivas en el área de alta mar aledaña a la zona económica exclusiva sobre dichas especies, se deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Contar con autorización de la Subsecretaría para ejercer actividades en áreas de alta mar, o aledañas a la zona económica exclusiva.
- b) La nave con la cual se ejerzan dichas actividades extractivas debe estar matriculada en Chile, de conformidad con las disposiciones de la Ley de Navegación.

- c) Dependiendo del régimen de administración de la pesquería, quien ejerza la actividad pesquera debe contar, ya sea con una autorización de pesca, licencia transable de pesca o permisos extraordinarios de pesca, según corresponda.
- d) Cumplir con las normas de conservación, manejo y cumplimiento, establecidas de conformidad a esta ley, así como con las normas de conservación, manejo y cumplimiento que hayan sido adoptadas por tratados internacionales de los cuales Chile es parte, y que sean aplicables.

Con respecto a las sanciones a aplicar por la contravención de las regulaciones, éstas aparecen en el **Artículo 110 bis**.- Los armadores que infrinjan la prohibición a que se refiere el artículo 5° bis serán sancionados con multa de 50 a 500 unidades tributarias mensuales.", y

Artículo 121.- El procesamiento, transporte, elaboración, comercialización y almacenamiento de aletas obtenidas en contravención a la prohibición establecida en el artículo 5° bis serán sancionados con multa de 30 a 300 unidades tributarias mensuales y, además, con clausura del establecimiento o local en el que se hubiere cometido la infracción, hasta por un plazo de 30 días.

5.4.2.2.2. Plan de Acción Nacional para la Conservación de Tiburones

Mediante el D.S. N° 198 de 29 de junio de 2007 se aprobó el Plan de Acción Nacional para la Conservación de Tiburones (Plan Tiburones-Chile)

El Plan de Acción Nacional es una herramienta de planificación y gestión de mediano y largo plazo que precisa los objetivos, metas y actividades, que son consideradas relevantes para abarcar en forma integral la conservación de los conductos a nivel nacional, considerando los indicadores, medios de verificación correspondientes, condicionantes para su logro y el período de ejecución de las actividades. Representa un esfuerzo para generar sinergia intra e intersectorial orientada a posibilitar la viabilidad y sustentabilidad de los proyectos y actividades en curso en el país y dar espacio a nuevas iniciativas. Se trata de influir positivamente en la conservación de los conductos dentro del contexto de desarrollo del sector pesquero nacional y local.

El Plan de Acción Nacional tiene por objeto asegurar la conservación de la biodiversidad nacional de Chondrichthyes (tiburones, rayas y quimeras) y sus pesquerías para su aprovechamiento sostenible a largo plazo y está concebido como instrumento de planificación y gestión, constituido por 30 objetivos que responden a 6 líneas de acción o áreas consideradas relevantes para el desarrollo pesquero nacional: 1. conservación; 2. acceso y asignación; 3. gobernabilidad; 4. monitoreo, 5. control, 6. vigilancia y sistema de sanciones; investigación e institucionalidad.

5.4.2.2.3. Devolución obligatoria de Condrictios

Recientemente, ha entrado en vigencia la **R. Ex. N° 2063 del 23 de septiembre de 2020** que establece la devolución obligatoria de condrictios en pesquerías de cerco, arrastre, palangre o espinel y enmalle. Esta regulación tiene en cuenta :

- el artículo 7 C de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), incorporado por la Ley N° 20.625, establece la devolución obligatoria al mar de mamíferos marinos, reptiles, pingüinos y otras aves marinas,
- 1. los resultados obtenidos por los programas de investigación del descarte y captura incidental evidenciaron que, en todas las flotas monitoreadas, la totalidad de los condrictios (tiburones, rayas, y quimeras) capturados incidentalmente se descartan sin la utilización de protocolos de manipulación y devolución lo que afecta la supervivencia de estos especímenes transformándose en una amenaza para sus poblaciones.
- 2.- Que es fundamental considerar que las especies de condrictios son altamente vulnerables a la sobreexplotación, debido a que entre sus características de ciclo de vida presentan crecimiento lento, largos periodos de gestación y bajas tasas reproductivas, por lo que sus poblaciones pueden tardar muchas décadas en recuperarse.
- 3.- Que, asimismo, los tiburones son depredadores tope que cumplen el rol de agentes reguladores de la cadena trófica, por lo que una sobreexplotación de sus poblaciones puede poner en riesgo la estabilidad de los ecosistemas.
- 4.- Que, en consecuencia, a través de los planes de reducción del descarte y de la captura de pesca incidental, aprobados de conformidad con el artículo 7A de la LGPA, se

estableció la devolución obligatoria y la reintegración al medio marino de los especímenes de condriictios capturados incidentalmente.

- 5.- Que en el marco de la implementación de los Planes de Reducción del Descarte y de la Captura de Pesca Incidental, esta Subsecretaría ha establecido las nóminas anuales de especies sometidas a los artículos 7A, 7B y 7C de la LGPA en las cuales se ratifica la devolución obligatoria de todos los especímenes de condriictios capturados incidentalmente, bajo protocolos que faciliten su supervivencia.
- 6.- Que las medidas precedentes están en concordancia con el Plan de Acción Nacional de Tiburones, Rayas y Quimeras de Chile, (PANT-Tiburones), el cual dentro de sus objetivos establece asegurar la conservación de la biodiversidad nacional de Chondrichthyes (tiburones, rayas y quimera) y sus pesquerías para su aprovechamiento sostenible en el largo plazo, estableciendo en su línea de acción N°1: "minimizar la mortalidad por pesca de condriictios cuya captura no es retenida e implementar protocolos o directrices para la liberación de los ejemplares capturados que no son utilizados".

SE RESOLVIO:

1.- Establecer un protocolo de manipulación y devolución de condriictios (tiburones, rayas y quimeras) capturados de forma incidental en las pesquerías de cerco, arrastre, palangre o espinel y enmalle, a nivel nacional. Para estos efectos los patrones o capitanes y tripulantes de embarcaciones artesanales y naves industriales deberán dar cumplimiento al presente protocolo, cuyas acciones están orientadas a fomentar una correcta manipulación de los especímenes capturados incidentalmente, garantizar la seguridad de los tripulantes, como asimismo aumentar las posibilidades de supervivencia de los condriictios que son devueltos al mar.

2.- El protocolo considera tres categorías de tamaño (pequeño, mediano y grande) y tipo de pesquería donde son capturados los especímenes de condriictios se clasificarán de acuerdo a su tamaño y por tipo de pesquerías donde sean capturados incidentalmente, según se indica en las siguientes tablas:

Clasificación Tamaño del ejemplar de Condriictio:

Pequeño, entre 10 cm - 1m; **Mediano**, entre 1 - 1,6 m y **Grande**, mayores a 1,6 m.

3.- Se establece una terminología asociada a las principales partes del cuerpo de tiburones, rayas y quimeras para efectos de una correcta manipulación de los especímenes de condriictios al momento de su devolución al mar.

4.- Se establecen acciones para una correcta manipulación de los ejemplares, desde el momento en que llegan a bordo hasta que son devueltos al mar, para resguardar la seguridad de la tripulación y con el fin de evitar posibles accidentes, daños o heridas que se puedan producir al manipular especímenes de condriictios, debido a la gran diversidad de tamaño, peso, conducta y forma corporal. Estas acciones se refieren básicamente a evitar subir especímenes capturados incidentalmente a bordo de la nave o embarcación; si éstos llegan a cubierta procurar devolverlos al mar en el menor tiempo posible y utilizar la vestimenta de seguridad adecuada, para evitar cortes en las manos u otras extremidades del cuerpo por la presencia de mandíbulas con fuertes dientes, agujones y espinas en la superficie dorsal, caudal o lateral.

5.- Asimismo se prohíbe realizar las prácticas como levantar a los especímenes por la cola, cabeza o aberturas branquiales, en el caso específico de las rayas, sostenerlas de la zona ocular o aletas cefálicas; no exponer a los especímenes capturados al sol por tiempos prolongados; no golpear, lanzar o patear a los especímenes, con elementos como palas, bates u otro similar, ganchos, pincho u objetos corto punzante y/o puntiagudo en el cuerpo, para evitar dañar sus órganos internos y no atar cables o cabos al cuerpo de los especímenes para transportarlos o levantarlos.

6.- Luego se describe la manipulación adecuada de los condriictios que lleguen a bordo, según el tamaño de los ejemplares y el arte o aparejo de pesca con que son capturados, ya sea directamente desde el mar o en la operación de pesca.

a) Así, en los ejemplares capturados incidentalmente en pesquerías de cerco o enmalle, se debe priorizar su devolución desde el copo o la red respectivamente, antes que sean subidos a la cubierta y utilizando chinguillos u otros utensilios para su liberación;

b) En las pescas de palangre o espinel, si el espécimen se encuentra enganchado, pero no está enredado, se deberá priorizar su reintegración al mar desde el agua; si se puede ver el anzuelo en el cuerpo del espécimen, extraerlo con un "saca anzuelo de mango largo" sin ejercer demasiada tensión en la línea de pesca; si el espécimen se tuerce y se traga el anzuelo o se enreda en la línea de pesca, utilizar un "cortador de línea de mango largo" y cortar la mayor cantidad de línea de pesca posible. Si el anzuelo es visible en la boca, utilizar un "saca anzuelo de mango corto" para

extraerlo y luego retirarlos con precaución, eliminando toda la línea de pesca enredada en el espécimen evitando ejercer mucha tensión.

c) En las pescas con red de arrastre, considerando que la captura llega a cubierta, se prohíbe su manipulación con pincho o elementos corto punzantes y se debe priorizar devolverlas en el menor tiempo posible.

5.4.3. Regulaciones referidas a tiburones en general o *Lamna nasus* en particular, en los Organismos Internacionales

El actual estado de Conservación de *Lamna nasus* incluye el de Globalmente Vulnerable, (VU A2bd+3d+4bd Lista Roja – IUCN), En peligro en el Atlántico Noroeste, Críticamente Amenazado en el Atlántico Noreste y Apéndice II de CITES.

Kirby et al. (2014) señalan que la FAO ha coordinado varias actividades que han elaborado el Enfoque Ecosistémico para el Manejo de Pesquerías, después de la Conferencia de Reykjavik el 2001 sobre Pesquerías Responsables en el Ecosistema Marino y la Consulta a Expertos en Manejo de Pesquerías basado en el Ecosistema del 2002, se identificaron cinco principios centrales para la aproximación ecosistémica al manejo de pesquerías:

1. Las Pesquerías deberían ser manejadas para limitar su impacto en el ecosistema, en la medida de lo posible.
2. Se debería mantener las relaciones ecológicas entre las especies extraídas, dependientes and asociadas.
3. Las medidas de manejo deberían ser compatibles en toda la distribución del recurso (a través de jurisdicciones y planes de manejo).
4. El enfoque precautorio debería ser aplicado porque el conocimiento de los ecosistemas es incompleto.
5. La Gobernanza debiera asegurar el bienestar tanto humano como del ecosistema y la equidad.

Se incorporan las regulaciones, restricciones y medidas que se deben considerar por el hecho que *Lamna nasus* esté incorporada tanto en CITES como CMS, como también la clasificación IUCN de Listas Rojas de la especie en su distribución en el Hemisferio Sur y los Planes de Manejo de Condrictios que llevan adelante distintas Organizaciones Regionales de Pesca (OROPs) o Regional Fisheries Management Organizations (RMFOs en inglés), como son principalmente la WCPFC, IATTC e ICCAT.

A continuación, se ha hecho una recopilación de las instancias regulatorias que tienen aplicación sobre la especie *Lamna nasus*, sean Convenciones, Organizaciones como CITES, CMS, FAO, etc., RFMOs (ORPs), etc. En verde se destacan aquellas ORPs que hacen referencia específica al tiburón sardinero (CCAMLR, EU, ICCAT, OSPAR, SPRFMO y WCPFC) (Fig. 62).

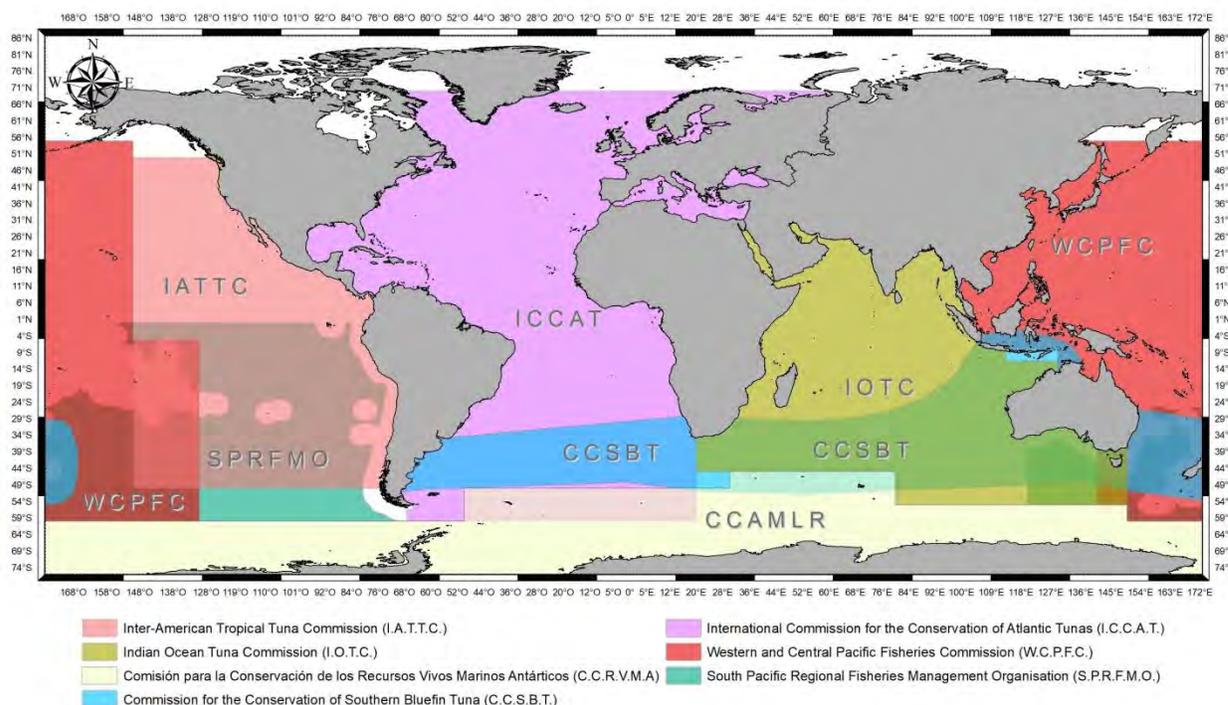


Fig. 62. Areas de influencia de las distintas Organizaciones Regionales de Pesca (ORPs) que tienen relación con el manejo de recursos marinos de aguas costeras y oceánicas en los océanos del Hemisferio Sur.

En la Tabla 9 se muestra una línea de tiempo de la formación de las ORP (RFMO) actualmente en funcionamiento. Destaca que la primera ORP (RFMO) que se organizó fue la Comisión

Interamericana del Atún Tropical (CIAT) o Interamerican Tropical Tuna Commission (IATTC) en 1949.

Tabla 9. Organos regionales de ordenación pesquera formadas con apoyo de FAO.

PESCA Y ACUICULTURA		
Órganos regionales de pesca (artículo VI)	Órganos regionales de ordenación pesquera	Mares regionales
	Comisión Internacional del Hipoglosio en el Pacífico (1923)	
Comité de Pesca para el Atlántico Centro-Oriental (CPACO)	Comisión Ballenera Internacional (1946)	Secretaría del PNUMA - Gran Caribe (1983), África Oriental (1985), Mediterráneo (1995, que sustituye al de 1976), África Occidental y Central (1981)
Comité de Pesca Continental para África (CPCA)	Comisión Interamericana del Atún Tropical (1949)	Secretarías externas al PNUMA - Mar Negro (1992), Pacífico Nororiental (2002), Mar Rojo y Golfo de Adén (1982), área marina de la ROPME (Convenio de Kuwait, 1978), Pacífico Suroccidental (1981), Pacífico (1986)
Comisión de Pesca Continental para América Latina (COPESCAL)	Convenio sobre cooperación futura multilateral en las pesquerías del Atlántico-noroccidental, NAFO (1978)	Convenio sobre la Protección del Medio Marino de la Zona del Mar Báltico (1974)
Comisión Asesora Europea sobre Pesca Continental (CAEPC)	Convenio sobre cooperación futura multilateral en las pesquerías del Atlántico-nororiental, NEAFAAC (1980)	Atlántico nororiental (Convenio OSPAR, 1992)
Comisión de Pesca para el Océano Índico Sudoccidental (SWIOFC)	Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos, CCRVMA (1980)	
Comisión de Pesca para el Atlántico Centro-Occidental (COPACO)	Convenio para la conservación del salmón del norte del océano Atlántico, NASCO (1982)	
	Comisión de Peces Anádromos del Pacífico Septentrional (1992)	
	Comisión para la Conservación del Atún de Aleta Azul del Sur, CCSBT (1994)	
	Comisión de Pesca para el Pacífico Occidental y Central, WCPFC (2000)	
	Organización para la ordenación de la pesca regional en el Pacífico austral (2006)	
	Comisión para el Salmón del Pacífico	
Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (Montego Bay, 1982)	Comisión General de Pesca del Mediterráneo, CGPM (1949)	
Acuerdo sobre la aplicación de las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 10 de diciembre de 1982 relativas a la conservación y ordenación de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios (Acuerdo de las Naciones Unidas sobre las poblaciones de peces) (Nueva York, 1995)	Comisión del Atún para el Océano Índico, IOTC (1993)	
Resoluciones 44/225 (1989) y 45/197 (1989) sobre la pesca de altura en gran escala con redes de enmalle y deriva y sus efectos sobre los recursos marinos vivos de los océanos y mares del mundo	Acuerdo para el Establecimiento de la Comisión Regional de Pesca, COREPESCA (1999)	Red FISH INFO
Resoluciones de la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre la pesca sostenible	Convenio internacional para la conservación del atún del Atlántico (1966); Protocolo por el que se enmienda el Convenio concertado en París (1984); Protocolo por el que se enmienda el Convenio concertado en Madrid (1992)	
	Convenio Regional sobre la Cooperación Pesquera entre los Estados Africanos	INFOFISH (1985)
	Estados Ribereños del Océano Atlántico (1991)	INEOPÉCHU (1991)
	Convenio para la Creación de la Organización de Pesca del Lago Victoria (1994)	INFOSAMAK (1993)
	Convenio sobre la conservación y gestión de los recursos de la pesca en el Océano Atlántico suroccidental, SEAFO (2001)	INFOPECSA (1994)
	Acuerdo sobre las pesquerías del Océano Índico meridional (2006)	EUROFISH (2000)
	Código de Conducta para la Pesca Responsable (no vinculante excepto en lo que respecta al Acuerdo de la FAO sobre el Cumplimiento) 1995	Acuerdo para promover el cumplimiento de las medidas internacionales de conservación y ordenación por los buques pesqueros que pescan en alta mar (Acuerdo de la FAO sobre el Cumplimiento) (1995)
	Planes de acción internacional (PAI) (con arreglo a códigos de conducta, voluntarios)	
	PAI-Tiburones	
	PAI-Capacidad	
Comisión General de Pesca del Mediterráneo (CGPM)	PAI-Aves marinas	Convención de las Naciones Unidas sobre los Usos no Navegables de Cursos de Aguas Internacionales (1977) (todavía no está en vigor)
	PAI-Pesca INDNR	

5.4.4. Otras Regulaciones en los Organismos Internacionales

Otros temas de gran interés e impacto en el mundo es el relativo a la captura de los tiburones como fauna acompañante y la manipulación de los tiburones capturados con el objeto de asegurar su supervivencia post-liberación (Peterson & Wroblewski 1984; Morgan & Burgess 2007; Coelho et al. 2012; Gallagher et al. 2014, Poisson et al. 2014; Poisson et al. 2016, Ellis et al. 2017).

Sobre el tema existen incluso Guías de Procedimientos (Anónimo) Poisson et al. (2014) y Guía de Buenas Prácticas (Poisson et al. 2012). En el Anexo 3 se entrega una versión completa del primer documento y una parcial del segundo.

5.4.5. Sugerencias de medidas de administración.

Se entiende que estas sugerencias son genéricas y deben ser analizadas por las entidades que participan en los procesos de manejo como el Comité Científico y el Grupo de Trabajo de conductos de Subpesca, para su discusión y opinión.

Establecer el enfoque precautorio obligatorio para el manejo de las poblaciones de conductos, dadas su vulnerabilidad y características de historia de vida.

Siendo *Lamna nasus* una especie altamente migratoria, que por definición tiene una distribución geográfica amplia que normalmente supera límites administrativos de países y por lo tanto su estudio y posterior manejo, se requiere de una coordinación importante entre países y Organizaciones Regionales de Pesca (ORP). Para mejorar la comprensión de la dinámica de *Lamna nasus* en el Hemisferio Sur se debe considerar la cooperación de los países donde la especie está presente en coordinación con estas Organizaciones como son la SPRMFO (ORPPS), WCPFC, IATTC (CIAT) y CCAMLR en el Océano Pacífico, como también con ICCAT, IOTC y CCSBT, todas ORPs de otros océanos del Hemisferio Sur.

Instrumento	Descripción
Convención de Barcelona Convención de Barcelona para la Protección del Ambiente Marino y Región costera del Mediterráneo.	Anexo II del Protocolo Concerniente a Areas Especialmente Protegidas y Diversidad Biológica en el Mediterráneo de la Convención de Barcelona, y son por lo tanto reconocidas como en peligro o amenazadas. De acuerdo a esto, cada Parte deberá adoptar las medidas necesarias para proteger, preservar o manejar las especies en peligro o amenazadas con el objeto de mantenerlas en un estado de conservación saludable.
CCAMLR⁹ Convention on Conservation of Antarctic Marine Living Resources	CCAMLR CM 32-18: ¹⁰ Los tiburones sardineros que aparezcan en el área CCAMLR deberán en la medida de lo posible, ser liberados vivos.
CCSBT Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna	CCSBT anima a los Miembros y No-Miembros Cooperantes a cumplir con una variedad de medidas vinculantes y no-vinculantes con el objeto de proteger a las especies ecológicamente relacionadas con el Atún de aleta azul del Sur, incluyendo los tiburones.
CITES Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora	Apéndice II: Especies no necesariamente amenazadas con extinción, pero en las cuales el comercio debe ser controlado con el objeto de evitar la utilización incompatible con su supervivencia.
CMS Convention for the Conservation of Migratory Species of Wild Animals	Apéndice II: Especies migratorias que tienen un status de conservación desfavorable y necesitan o se beneficiarían significativamente de la cooperación internacional; las Partes de CMS deben esforzarse en llegar a acuerdos globales o regionales para beneficiar a estas especies.
EU European Union	Regulación del Consejo (EU) 2017/127 prohíbe pescar, retener a bordo, traspasar o desembarcar Tiburón sardinero a las embarcaciones de la Unión en todas las aguas y a terceras partes en aguas de la Unión. Cuando fueren accidentalmente capturados, los especímenes no deberán ser dañados y prontamente liberados.
FAO Food and Agriculture Organization	IPOA Sharks: Plan Internacional de Acción para la Conservación y Manejo de los tiburones.
ICCAT The International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas	Recomendación 2015-06 que las Partes Contratantes deberán requerir a sus embarcaciones liberar los tiburones sardineros sin daño, en la medida de lo practicable.
IOTC Indian Ocean Tuna Commission	Las Partes Contratantes y las Partes No-Contratantes Cooperantes (CPCS) son animadas a cumplir con los requerimientos de registros y reportes sobre los tiburones delineados en la Resolución 15/01 y 15/02 y deberán requerir a los pescadores a utilizar completamente todas sus capturas. La remoción de las aletas de tiburón como su desembarque, retención a-bordo, traspaso o transporte de aletas de tiburón que no estén naturalmente adheridas está prohibida por la Resolución 17/05.
NAFO Northwest Atlantic Fisheries Organization	De acuerdo a las medidas de Conservación v Ejecución 2017 Artículo 12 de NAFO: Las Partes Contratantes de NAFO deberán prohibir la remoción de aletas de tiburón a bordo de las embarcaciones y su retención a bordo, traspaso y desembarque, separadas de la canal. Más aún, las embarcaciones deberán ser animadas a liberar a los tiburones vivos, que no están destinados a uso como alimento o subsistencia (especialmente juveniles). Las Partes Contratantes deberán también identificar artes de pesca más selectivos y los principales parámetros biológicos y ecológicos para las especies claves de tiburones a través de la investigación.
NEAFC	La NEAFC estuvo de acuerdo en la Recomendación 7:2016 para prohibir, por el periodo 2016 al 2019, toda pesca dirigida al tiburón sardinero en el Area Regulada y

⁹ Se destacan en verde, aquellas regulaciones específicas para *Lamna nasus*.

¹⁰ <https://www.ccamlr.org/en/measure-32-18-2006>

Instrumento	Descripción
The North East Atlantic Fisheries Commission	liberación r adatacar pida de las capturas incidentales en la medida de lo posible.
OSPAR The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic	Recomendación 2014/6: Las Partes Contratantes deberían entre otros considerar la posibilidad de introducir legislación, para proteger todos los estadios de vida del Tiburón sardinero, mejorar el financiamiento y realizar investigación independiente de la pesquería para identificar los hábitats críticos del Tiburón sardinero y/o lugares de agregación. Más aún, Las Partes Contratantes deberían considerarse asociarse al Sharks MOU.
SEAFO South-East Atlantic Fisheries Organization	SEAFO introdujo la Medida de Conservación [CM 04/06] requiriendo el uso completo de las capturas, una relación de 5% de peso de aleta-a peso del cuerpo de los tiburones a bordo, hasta el primer punto de desembarque y reporte de capturas de tiburones.
SPRFMO The South Pacific Regional Fisheries Management Organization	El Tiburón sardinero est listado como una especie de preocupación que requiere ciertos estándares de reporte para las actividades de pesca con redes ¹¹ .
WCPFC Western & Central Pacific Fisheries Commission	Anexo 1: Los Signatarios deberán animar a lograr y mantener un status de conservación favorable para estas especies basadas en la mejor información científica disponible y tomando en cuenta su valor socio-económico. CMM 2010-07: Los Tiburones sardineros (al sur de los 20S) representan una especie de tiburón clave y deberá por lo tanto ser incluida en el reporte anual de capturas retenidas y descartadas y estadísticas de esfuerzo de pesca por tipo de arte de pesca a la Comisión. Además, se deberá requerir a los pescadores el uso total de cualquier captura de tiburón retenida y animados a liberar los tiburones vivos que son capturados incidentalmente y que no son utilizados para alimento u otro propósito.

Después de un análisis de todos los tipos de acuerdos, recomendaciones y regulaciones se han seleccionado aquellas que se refieren directamente al tiburón sardinero *Lamna nasus*, las que se entregan a continuación:

Instrumento	Descripción
EU European Union	Regulación del Consejo (EU) 2017/127 prohíbe pescar, retener a bordo, traspasar o desembarcar Tiburón sardinero a las embarcaciones de la Unión en todas las aguas y a terceras partes en aguas de la Unión. Cuando fueren accidentalmente capturados, los especímenes no deberán ser dañados y prontamente liberados.
ICCAT	Recomendación 2015-06 que las Partes Contratantes deberán requerir a sus embarcaciones liberar los tiburones sardineros sin daño, en la medida de lo practicable.
OSPAR The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic	Recomendación 2014/6: Las Partes Contratantes deberían entre otros considerar la posibilidad de introducir legislación, para proteger todos los estadios de vida del Tiburón sardinero, mejorar el financiamiento y realizar investigación independiente de la pesquería para identificar los hábitats críticos del Tiburón sardinero y/o lugares de agregación. Más aún, Las Partes Contratantes deberán considerarse asociarse al Sharks MOU.
WCPFC Western & Central Pacific Fisheries Commission	CMM 2010-07: Los Tiburones sardineros (al sur de los 20S) representan una especie de tiburón clave y deberá por lo tanto ser incluida en el reporte anual de capturas retenidas y descartadas y estadísticas de esfuerzo de pesca por tipo de arte de pesca a la Comisión.

¹¹ South Pacific Regional Fisheries Management Organization.

Instrumento	Descripción
	Además, se deberá requerir a los pescadores el uso total de cualquier captura de tiburón retenida y animados a liberar los tiburones vivos que son capturados incidentalmente y que no son utilizados para alimento u otro propósito.

Lamna nasus, al igual que otras especies de tiburones ha sido incorporada a la Lista II de CITES y se debiera analizar una estrategia, en conjunto con SERNAPESCA, para abordar los compromisos que esto implica, incluyendo la autoridad científica y facilitar los procedimientos de intercambio de muestras para estudios conjuntos con otros países y Centros de Investigación.

Se sugiere considerar el diseño y solicitud de la incorporación de un SubPrograma del FIPA para estudios relacionados con Planes de Acción, conductivos, estudios relacionados con el cumplimiento de compromisos CITES y otras regulaciones internacionales, que permita acceder a recursos de ese Fondo en igualdad con otras pesquerías.

5.4.5. Sugerencias de medidas de administración.

Se entiende que estas sugerencias son genéricas y deben ser analizadas por las entidades que participan en los procesos de manejo como el Comité Científico y el Grupo de Trabajo de conductivos de Subpesca, para su discusión y opinión.

Establecer el enfoque precautorio obligatorio para el manejo de las poblaciones de conductivos, dadas su vulnerabilidad y características de historia de vida.

Siendo *Lamna nasus* una especie altamente migratoria, que por definición tiene una distribución geográfica amplia que normalmente supera límites administrativos de países y por lo tanto su estudio y posterior manejo, se requiere de una coordinación importante entre países y Organizaciones Regionales de Pesca (ORP). Para mejorar la comprensión de la dinámica de *Lamna nasus* en el Hemisferio Sur se debe considerar la cooperación de los países donde la especie está presente en coordinación con estas Organizaciones como son la SPRMFO (ORPPS), WCPFC, IATTC (CIAT) y CCAMLR en el Océano Pacífico, como también con ICCAT, IOTC y CCSBT, todas ORPs de otros océanos del Hemisferio Sur.

Lamna nasus, al igual que otras especies de tiburones ha sido incorporada a la Lista II de CITES y se debiera analizar una estrategia, en conjunto con SERNAPESCA, para abordar los compromisos que esto implica, incluyendo la autoridad científica y facilitar los procedimientos de intercambio de muestras para estudios conjuntos con otros países y Centros de Investigación.

Se sugiere considerar el diseño y solicitud de la incorporación de un SubPrograma del FIPA para estudios relacionados con Planes de Acción, conductivos, estudios relacionados con el cumplimiento de compromisos CITES y otras regulaciones internacionales, que permita acceder a recursos de ese Fondo en igualdad con otras pesquerías.

De acuerdo al análisis de las recomendaciones atinentes ya implementadas a la especie Tiburón sardinero en otras Organizaciones, se debiera considerar y discutir los siguientes aspectos:

- La prohibición de pesca y retención a bordo en contraposición con que se deberá requerir a los pescadores el uso total de cualquier captura de tiburón retenida.
- Cuando fueren accidentalmente capturados, los especímenes no deberán ser dañados (manejo a bordo) y prontamente liberados. Debiera considerarse la condición del ejemplar, si está vivo o muerto.
- Si *L. nasus* una especie de tiburón clave, independiente de su condición deberá ser incluida en el reporte de capturas, ya sean retenidas o descartadas y generar estadísticas de esfuerzo de pesca por tipo de arte de pesca.
- Incorporar el concepto de liberación, para separarla del descarte, reflejando que si todos los tiburones deben ser devueltos al mar, se debe tener clara la información sobre la fracción de ejemplares muertos y vivos, para tener evaluación del impacto de la pesquería en la población de la especie.

6. DISCUSION Y CONCLUSIONES

6.1. DISCUSION

Debido al particular diseño de esta investigación, que considera una exhaustiva y profunda revisión bibliográfica de cada uno de los aspectos relevantes para desarrollar la presente discusión, el Jefe de Proyecto y el Equipo de Trabajo han decidido realizar un ejercicio principalmente conceptual, evitando al máximo las citas bibliográficas. Lo anterior pues se considera que todas las descripciones, afirmaciones, hipótesis que aquí se entregan han sido documentadas adecuadamente en alguno de los Objetivos y por lo tanto las respaldan, en consecuencia se destacan unas pocas citas que se consideran fundamentales en cada oportunidad. Hasta la realización del presente estudio y como se señalara taxativamente en la Propuesta Técnica aprobada por el Consejo del FIPA, al sur de los 40°S frente a la costa chilena no existía información biológica suficiente sobre el tiburón sardinero, situación que hace imposible describir y confirmar que parte del proceso reproductivo de la especie estaría ocurriendo en esa área geográfica, por lo cual se recurrió a la información de otras áreas de los tres o cuatro Océanos del Hemisferio Sur, Pacífico, Atlántico, Indico y Austral, postulando que existe una similitud en los procesos biológicos en todas las franjas latitudinales al norte y sur de los 40°S, con el objeto por una parte de generar hipótesis plausible(s) sobre la parte del proceso reproductivo que debiera ocurrir en particular en la segunda de ellas. Algunas publicaciones que han sido muy relevantes para estos fines son, en orden alfabético, las de Cortés & Waessle (2017), Francis (2019), Francis y Stevens (2000), Francis et al. (2015a) y Semba et al. (2013).

En consecuencia, para poder realizar estimaciones de madurez, se debió recurrir a información de otras áreas del Hemisferio Sur, específicamente puesta a disposición por colegas argentinos y de las Islas Falklands, al sur de los 50°S frente a la costa atlántica suroeste. Lo anterior se realizó sobre la base de reconocer que la fase temprana del proceso reproductivo de la especie estaría ocurriendo en esa área geográfica. Los resultados que se entregan constituyen desde este punto de vista la mejor información disponible, al no existir datos para la costa chilena, lo que habría permitido una estimación de la misma calidad que la generada por Francis y Stevens (2000) y

Francis & Duffy (2005), al disponer de ejemplares de todas las etapas del ciclo reproductivo de las costas de Nueva Zelandia.

Los resultados del análisis para determinar la talla media de madurez para machos y hembras, fueron que en el caso de los machos está fue de 154,0 cm de longitud horquilla (LH), con intervalos de confianza de 145,3 cm y 162,9 cm LH, mientras que en las hembras, la talla de madurez se estimó en 175,4 cm LH e intervalos de confianza de 165,6 cm y 185,2 cm LH. Estos resultados son muy cercanos a las estimaciones Francis & Duffy (2005) para Nueva Zelandia, área geográfica donde se había señalado que estaban todos los estadios a disposición de sus estimaciones: 140–150 cm LH para los machos y 170–180 cm LH para las hembras, incluso ambas estimaciones están dentro de los intervalos de confianza calculados para nuestras tallas medias de madurez.

La información más actualizada con respecto a la reproducción de *Lamna nasus* proviene de una Workshop de Expertos, auspiciado por el Programa de Investigación de Tiburones y el Programa de Recolección de Datos de ICCAT, y realizado en Olhao, Portugal, en febrero 3-7 del 2020, para revisar datos claves de la historia de vida del tiburón sardinero y otras especies de tiburones pelágicos.

También se deben desatacar cuatro documentos recientemente disponibles, tres de los cuales aportan información relevante para aguas chilenas: Zárate et al. (2020) proponen relaciones entre la distribución de *Lamna nasus* y variables ambientales, González et al. (2019) aportan antecedentes sobre la genética de la especie en aguas chilenas y Barría et al. (2020) consolidan información sobre su edad y crecimiento. El cuarto documento se refiere a una reunión para realizar una evaluación de stock de la especie en el Océan Atlántico desarrollando metodologías ad hoc para *Lamna nasus* (Anónimo, 2020).

6.2. CONCLUSIONES

1. La recopilación de información realizada sobre la distribución de *Lamna nasus* en el Hemisferio Sur, demuestra que el mapa utilizado hasta el momento (Fig. 1) no es completo,

en particular en el Océano Pacífico Este y las costas del norte de Chile, donde esta distribución se extiende en casi 10° de latitud hacia el norte.

2. Se ha demostrado que la presencia de *L. nasus* frente a la costa de Chile al sur de los 40°S es eminentemente costera, pues está asociada a pesquerías demersales y que solo recientemente se dispone de información de presencia de la especie, pero aún no de datos biológicos de los ejemplares capturados en esa zona. Al no existir pesquerías pelágicas de peces altamente migratorios como el pez espada en áreas oceánicas al sur de los 40°S, no se puede tampoco acceder a información de áreas más alejadas de la costa, como la obtuvo Yatsu (1995) y Semba et al. 2013).
3. Se ha conseguido información biológica (tallas, sexo, etc.) que no está disponible en la literatura y que permite poner a prueba la hipótesis de la ocurrencia de características poblacionales similares de *L. nasus* en los tres Océanos del Hemisferio Sur (Pacífico, Atlántico e Indico) en franjas latitudinales relativamente claras, como ej. se pueden señalar datos de Islas Falklands, Brasil, Sudáfrica y Portugal en el Atlántico Sur y datos de pesquerías francesas en las Islas Kerguelen en el Indico.
4. El análisis de la información biológica reproductiva sobre *L. nasus* en el Hemisferio Sur muestra que existen patrones similares en los tres Océanos a saber presencia mayoritaria de juveniles en aguas subtropicales sobre los 35 - 40°S, presencia de hembras con crías de tallas mayores en esas mismas aguas subtropicales (ej. Chile, Uruguay, Brasil) y crías con tallas menores en latitudes más altas (ej. Nueva Zelanda, Argentina).

7. REUNIONES y/o TALLERES

- i) **Reunión de coordinación**, al inicio del proyecto en la ciudad de Valparaíso, se realizó la reunión de coordinación en la cual se presentó el plan de trabajo, metodologías y procedimientos relevantes para fines del estudio y coordinar las actividades a realizar con el FIPA y la contraparte técnica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, que en esa instancia fue el secretario Gustavo San Martín.

El consultor elaboró un acta de dicha reunión, en la cual se registran los principales temas tratados, otras actividades o resultados acordados y los participantes de la misma. Esta acta será enviada al Director Ejecutivo del FIPA en un plazo no superior a 5 días luego de realizada la reunión de coordinación y además la incluirá en los Anexos de los informes del proyecto.

- ii) **Calendario de reuniones periódicas** sobre el avance del estudio con el FIPA y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- iii) **Taller de difusión de resultados**, a realizar antes de la entrega del Informe Final. La fecha, el lugar y los participantes, serán definidos en acuerdo con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, y serán informados al Director Ejecutivo del FIPA, previo a la ejecución del taller.

En un Anexo del Informe Final, los resultados, conclusiones y recomendaciones del Taller y los participantes del mismo.

Taller de difusión de resultados

De acuerdo con el numeral 6 de las bases de licitación (Res. 2628/2017) el proponente deberá realizar un Taller de difusión de resultados, a realizar antes de la entrega del informe final, considerando la participación de científicos y técnicos relacionados con el tema, profesionales sectorialistas de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, representantes del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo y encargados de la administración de estas pesquerías.

El taller de difusión de resultados del proyecto FIPA N° 2017-65 “Biología reproductiva del tiburón sardinero *Lamna nasus* en Chile” se realizó de forma virtual a través de la plataforma Zoom el día lunes 14 de junio de 2021 y contó con la presencia de los representantes de la institución ejecutora, y participantes de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Instituto de Fomento Pesquero, Servicio Nacional de Pesca, investigadores y representantes del sector pesquero industrial. En la Fig. 63 se presenta una copia de la invitación enviada a los representantes de las distintas instituciones gubernamentales, de investigación pesquera y empresarial. En la Fig. 64 se presentan capturas de pantalla de las presentaciones.

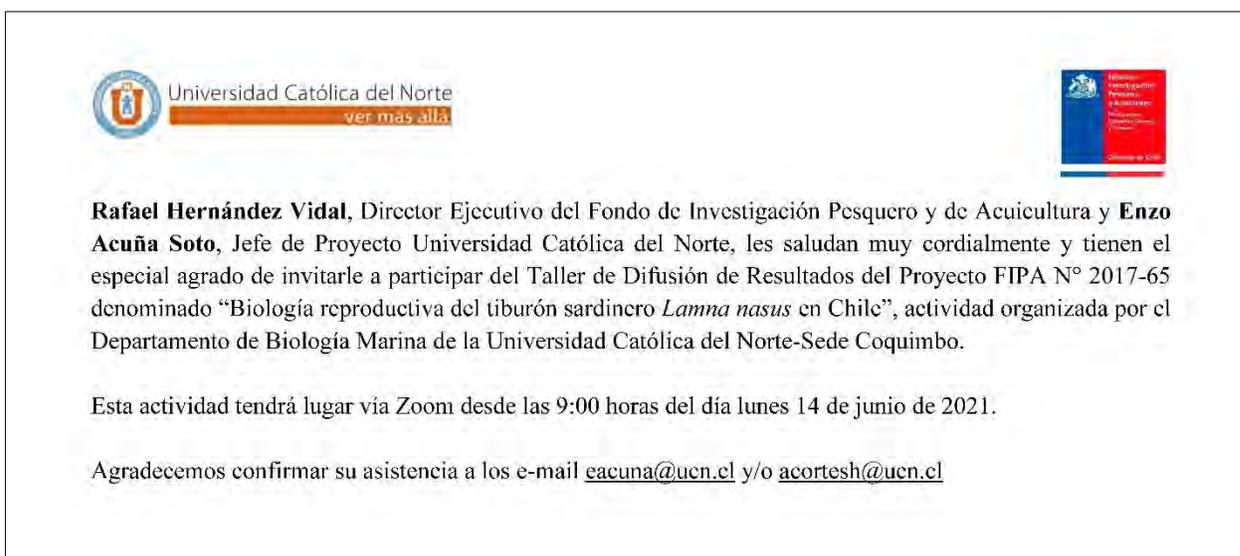


Fig. 63. Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto “Biología reproductiva del tiburón sardinero *Lamna nasus* en Chile”.

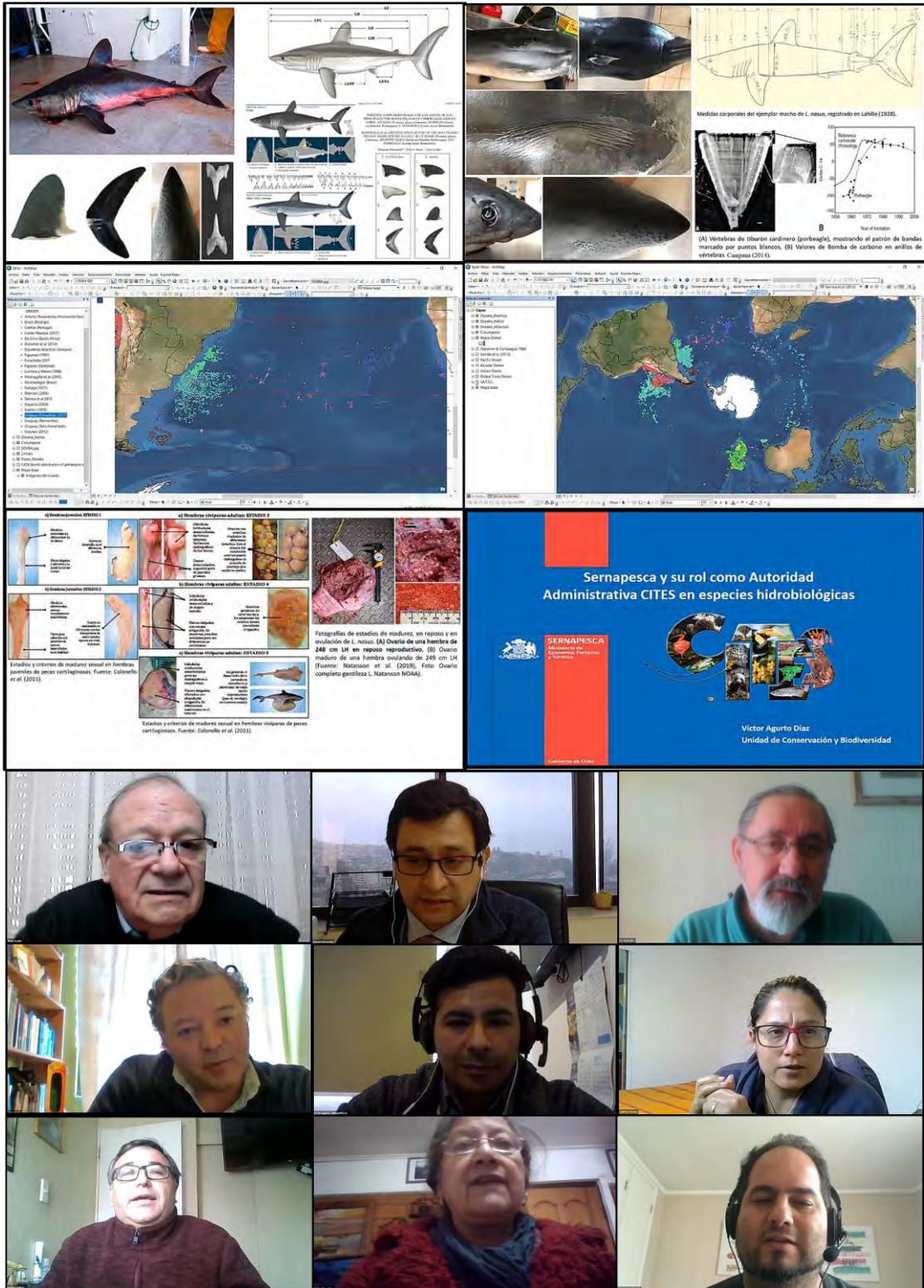


Fig. 64. Capturas de pantalla de las exposiciones y participantes del Taller de Difusión de resultados del proyecto “Biología reproductiva del tiburón sardinero *Lamna nasus* en Chile”.

La serie de exposiciones programadas continuó como sigue:

09:30 – 10:30

Introducción, presentación de objetivos y revisión de antecedentes.

Expositor: Enzo Acuña.

Se presentaron los resultados generales en cuanto a la revisión bibliográfica del conocimiento de la biología y pesca del tiburón sardinero en Chile. Además, se entregan los resultados del Workshop se realizado entre el 22 y el 24 de enero en Coquimbo, con la participación de cinco expertos internacionales, los Drs. Malcolm Francis de Nueva Zelandia, Robert Olson de Estados Unidos, Alexander Arkhipkin de las Islas Falklands, Andrés Domingo de Uruguay, Santiago Montealegre de Brasil y los colegas chilenos Ricardo Sáez de SERNAPESCA, Rubén Alarcón de la Universidad de Concepción, María Teresa González de la Universidad de Antofagasta, Patricia Zárate del Instituto de Fomento Pesquero y Pilar Haye del Departamento de Biología Marina de la UCN.

10:30 – 11:30

Bases de datos y distribución espacial del tiburón sardinero *Lamna nasus*.

Expositor: Enzo Acuña.

El Jefe de Proyecto presentó los resultados incorporados en las Bases de Datos obtenidas y la distribución espacial global del recurso tiburón sardinero *Lamna nasus*, en particular en el Hemisferio Sur, presentando la información en tiempo real mediante el software ArcGis.

11:30 – 12:00

Estructura espacial de talla, proporción y madurez sexual del tiburón sardinero en aguas chilenas.

Expositor: Rubén Alarcón.

El Sr. Rubén Alarcón, presentó el análisis y resultados obtenidos del Objetivo Específico 2: “Caracterizar la estructura espacial de talla, proporción y madurez sexual del tiburón sardinero en aguas chilenas”.

12:00 – 12:15 Café.

12:15 – 13:15

Ciclo reproductivo y la talla media de madurez del tiburón sardinero.

Expositor: Enzo Acuña.

Se presentó los resultados del objetivo específico 4 el tema “Determinar el ciclo reproductivo y la talla media de madurez del tiburón sardinero en aguas chilenas”.

13:15 – 13:45

Sernapesca y su rol como autoridad administrativa CITES en especies hidrobiológicas.

Expositor: Víctor Agurto Diaz.

13:45 – 14:15

Objetivo específico 5 “Sugerir recomendaciones de administración pesquera en base a los resultados obtenidos en los objetivos específicos anteriores”

14:15 – 15:00

Comentarios y discusión final. Mesa redonda.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aasen, O. 1961. Some observations on the biology of the Porbeagle Shark (*Lamna nasus* L.). International Council for the Exploration of the Sea. Near Northern Seas Committee. C.M. N° 109/1961, 7 pp.
- Aasen, O. 1963. Length and growth of the porbeagle (*Lamna nasus*, Bonnaterre) in the North West Atlantic. Fiskerdirektoratets Skrifter, Serie Havundersøkelser 13: 20–37.
- Aasen, O. 1966. Blahaien, *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758). Fisken og Havet; 1; pp. 1-15.
- Acuña, E., M. Araya, L. Cid, I. Kong, J. Lamilla, J. Peñailillo y E. Pérez. 2001. Estudio Biológico de Tiburones (Marrajo dentado, Azulejo y Tiburón sardinero) en la Zona Norte y Central de Chile. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2000-23, 128 pp.
- Acuña, E. J.C. Villarroel & R. Grau. 2002. Fauna acompañante asociada a la pesquería del pez espada (*Xiphias gladius* Linnaeus). Gayana 66(2): 263-267.
- Amorim, A.F., C. A. Arfelli and L. Fagundes. 1998. Pelagic elasmobranchs caught by longliners off southern Brazil during 1974 - 97: an overview. Mar. Freshwater Res. 49(7): 621 - 632.
- Angelescu, V. y M.B. Cousseau. 1969. Alimentación de la merluza en la región del Talud Continental Argentino, época invernal (Merluccidae, *Merluccius merluccius hubbsi*). Boletín del Instituto de Biología Marina 19: 1-93.
- Anónimo. Methods for longline fishers to safely handle and reléase unwanted sharks and rays.
- Anónimo. 2010. Report of the 2009 Porbeagle Stock Assessments Meeting (Copenhagen, Denmark, June 22 to 27, 2009). ICCAT Collect. Vol. Sci. Pap. 65(6): 1909-2005.
- Anónimo. 2020. Report of the 2020 Porbeagle Stock Assessment Meeting (Online, 15-22 June2020), 40 pp.
- Arancibia, H., H. Robotham, R. Alarcón, M. Barros, O. Santis & C. Sagua. 2017. Metodología para la estandarización de capturas totales anuales históricas. Casos de estudio: pesquerías merluza común y merluza del sur. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2015-45, 215 p. + Anexos.
- Araya, M., & Cubillos, L.A. 2006. Evidence of two-phase growth in elasmobranchs. Environmental Biology of Fishes, 77(3): 293-300.
- Barría, P. & D. Devia. 2016. Informe Dictamen de Extracción no perjudicial de la especie *Lamna nasus*. Convenio de Desempeño 2016. Programa Seguimiento Pesquerías de Recursos Altamente Migratorios, año 2016. Enfoque Ecosistémico. Subsecretaría de Economía y EMT, 51 pp.

- Barría P., C. Bernal, J. Azócar., A. González, S. Mora, F. Cerna, H. Miranda & L. Cid. 2010. Investigación situación de pesquerías de recursos altamente migratorios, 2010. Programa Seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Informe Final. IFOP - SUBPESCA, 145 p. (más tablas y anexos).
- Barría P., J. Azócar., C. Bernal, A. González, S. Mora, F. Cerna & H. Miranda. 2011. Asesoría integral para la toma de decisiones en Pesca y Acuicultura, 2010. Actividad 8: Investigación situación de pesquerías de Recursos Altamente Migratorios, 2010. Informe Final. IFOP - SUBPESCA, 152 pp. (más tablas y anexos).
- Barría P., J. Azócar., C. Bernal, A. González, S. Mora, F. Cerna & H. Miranda. 2012. Asesoría integral para la toma de decisiones en Pesca y Acuicultura, 2011. Actividad 1: Recursos Pelágicos. Investigación situación de pesquerías de Recursos Altamente Migratorios, 2011. Informe Final. IFOP – SUBPESCA, 143 pp. (más tablas y anexos).
- Barría, P., J. Azócar, A. González, D. Devia, S. Mora, F. Cerna, L. Cid, H. Miranda, P. Zárate & A. Urzúa. 2016 Programa de Seguimiento Recursos Altamente Migratorios, 2015. Convenio de Desempeño 2015, Informe Final, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), 716 pp.
- Barría, P., A. González, D. Devia, S. Mora, H. Miranda, A. Barraza, F. Cerna, L. Cid & J.C. Ortega. 2020. Informe Final. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales, Año 2019. Pesquería Recursos Altamente Migratorios, Aspectos Biológico – Pesqueros. Convenio de Desempeño 2019. Subsecretaría de Economía y EMT, 554 pp.
- Bernal, C., C. Bravo, V. Escobar, H. Lagos, J. López, C. Román, J. Saavedra, M. San Martín y Cristian Vargas. 2017. Programa de Investigación del Descarte y Captura de Pesca Incidental, 2016-2017. Programa de monitoreo y evaluación de los planes de reducción del descarte. Sección Pesquerías Sur Australes. Informe Final, 253 pp.
- Bertolotti, M.I., G.A. Verazay, E. Errazti, A.N. Pagani & J.J. Buono. 2001. Flota pesquera Argentina. Evolución 1960-1998 con una actualización al 2000. In Evolución de la flota pesquera Argentina, artes de pesca y dispositivos selectivos. Edited by M.I. Bertolotti, G.A. Verazay, and R. Akselman. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata. pp. 9-53.
- Beyer, J. 1987. On length-weight relationship. Part. I. Computing the mean weight of the fish in a given length class. *Fishbyte* 5(1): 12-14.
- Beyer, J.E. 1990. On the length-weight relationship. Part II. Computing the mean weight of the fish in a given length class. *Fishbyte* 9(2): 50-54.
- Block, B.A. & Carey, F.G. 1985. Warm brain and eye temperatures in sharks. *Journal of Comparative Physiology B*, 156(2): 229-236.
- Bonnaterre, J. P. 1788. Tableau encyclopédique et methodique des trois règnes de la nature.- Ichthyologie. Panckoucke, Paris. i-lvi + 1-215, Pls. A-B + 1-100.

- Buencuerpo, V., S. Ríos & J. Morón. 1998. Pelagic sharks associated with the swordfish, *Xiphias gladius*, fishery in the eastern North Atlantic Ocean and the Strait of Gibraltar. *Fish. Bull.* 96:667-685.
- Bigelow, H. B., & Schroeder, W. C. (1948). *Fishes of the Western North Atlantic: lancelets, cyclostomes, sharks.* Sears Foundation for Marine Research, Yale University, 598 pp.
- Bruce, B. 2013. Shark futures: A synthesis of available data on mako and porbeagle sharks in Australasian waters. Current status and future directions. FRDC 2011/045 Tactical Research Fund. 153 pp.
- Caddy, J.F. & R. Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 347. Rome, FAO, 83 p.
- Camhi, M.D., E.K. Pikitch & E.A. Babcock. 2008. *Sharks of the Open Ocean. Biology, Fisheries and Conservation.* Blackwell Publishing Ltd., 536 pp.
- Campana, S., L. Marks, W. Joyce & S. Harley. 2001. Analytical assessment of the porbeagle shark (*Lamna nasus*) population in the Northwest Atlantic, with estimates of long-term sustainable yield. *Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2001/067, 60 p.
- Campana, S.E., Joyce W., Marks, L., Hurley, P., Natanson, L., Kohler, N.E., Jensen, C.F., Mello, J.J., Pratt, H.L.Jr., Myklevoll, S., and Harley, S. 2008. The rise and fall (again) of the Porbeagle shark population in the Northwest Atlantic. *In: Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation.* Edited by M.D. Camhi, E.K. Pikitch, and E.A. Babcock. Blackwell Publishing, Oxford, U.K. pp. 445-461.
- Campana, S.E., Joyce, W., and Fowler, M. 2010. Subtropical pupping ground for a cold-water shark. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 67: 769-773.
- Campana, S.E., A.J.F. Gibson, M. Fowler, A. Dorey & W. Joyce. 2013. Population dynamics of Northwest Atlantic porbeagle (*Lamna nasus*), with an assessment of status and projections for recovery. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2012/096. iv + 84 p.
- Campana S.E. 2014. Age determination of elasmobranchs, with special reference to Mediterranean species: a technical manual. *Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean.* N° 94. Rome, FAO, 38 pp.
- Carey, F. G., & Teal, J. M. (1969). Mako and porbeagle: warm-bodied sharks. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 28(1): 199-204.
- Cassoff, R.M., S.E. Campana & S. Myklevoll. 2007. Changes in baseline growth and maturation parameters of Northwest Atlantic porbeagle, *Lamna nasus*, following heavy exploitation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 64: 19-29.

- Céspedes, R., V. Ojeda, L. Adasme, L. Muñoz, K. Hunt, L. Cid, M. Miranda, A. Villalón y P. Gálvez. *Pesquerías Demersales y Aguas Profundas*, 2013. Sección IV: Demersales Sur Austral Industrial, 2012, 199 pp.
- Chambers, J.M. 1977. *Computational methods for data analysis*. John Wiley and Sons, New York, NY, 268 p.
- Cherel, Y. and G. Duhamel. 2004. Antarctic jaws: cephalopod prey of sharks in Kerguelen waters. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 51(1), 17-31.
- Chirichigno, N. & R.M. Cornejo. 2001. *Catálogo comentado de los peces marinos del Perú*. Instituto del Mar del Perú, Callao.
- Clarke, S.; Coelho, R.; Francis, M.; Kai, M.; Kohin, S.; Liu, K.-M.; Simpfendorfer, C.; Tovar-Avila, J.; Rigby, C.; Smart, J. (2015). Report of the Pacific Shark Life History Expert Panel Workshop, 28 - 30 April 2015. WCPFC Scientific Committee, Eleventh Regular Session.
- Cochran, W.G. 1977. *Sampling techniques*, 3d. Ed. John Wiley & Sons Inc. New York, 428 p.
- Coelho, R., Fernández-Carvalho, J., Lino, P. G., & Santos, M. N. 2012. An overview of the hooking mortality of elasmobranchs caught in a swordfish pelagic longline fishery in the Atlantic Ocean. *Aquatic Living Resources*, 25(4): 311-319.
- Colonello, J.H., H. E. Christiansen y G.J Macchi. 2011. Escala de madurez sexual para peces cartilaginosos de la Plataforma Continental Argentina, 115 – 127. En: Wohler; O.C., Cedrola, P. & Cousseau, M.B. (Eds.). *Contribuciones sobre biología, pesca y comercialización de tiburones en la Argentina. Aportes para la elaboración del Plan de Acción Nacional*. Consejo Federal Pesquero, Buenos Aires, 224 pp.
- Colonello J.H. 2018. Estimación de madurez sexual de los tiburones *Schroederichthys bivius*, *Squalus acanthias* y *Lamna nasus* a partir de información colectada por observadores a bordo de la flota austral argentina. INIDEP Informe de Investigación N°47/18, 13 pp.
- Compagno, L.J.V. 1977. Phyletic Relationships of Living Sharks and Rays. *Amer. Zool.*, 17: 303-322.
- Compagno, L. J. V. 1984. *FAO species catalogues*. Vol. 4. *Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of the shark species known to date, parts 1 and 2*. *FAO Fish. Synopsis* 125, vol. 4, parts 1 and 2, 655 p. FAO, Rome.
- Compagno, L.J.V. 1990a. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. *Environmental Biology of Fishes* 28: 33-75.
- Compagno, L. J. V. 1990b. Sharks, 81 - 83. In: Gon O. and Heemstra P.C. (eds). 1990. *Fishes of the Southern Ocean*. Grahamstown: J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, 462 pp., 12 pls.

- Compagno, L.J.V. 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 1, Vol. 2. Rome, FAO. 2001. 269p.
- Cornejo, R., Vélez-Zuazo, X., González-Pestana, A., Kouri, C., & Mucientes, G. (2015). An updated checklist of Chondrichthyes from the southeast Pacific off Peru. Check list 11(6): 1809.
- Cortes, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 726-738.
- Cortes, E. 2010. Standardized catch rates for porbeagle sharks from the U.S. pelagic longline logbook program. SCRS/2009/069 Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(6): 2058-2068
- Cortés, F. & J.A. Waessle. 2017. Hotspots for porbeagle shark (*Lamna nasus*) bycatch in the southwestern Atlantic (51°S-57°S). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 74: 1100-1110. Cortés, F., J.A. Waessle, A.M. Massa & S.D. Hoyle. 2017. Aspects of porbeagle shark bycatch in the Argentinean surimi fleet operating in the Southwestern Atlantic Ocean (50 - 57° S) during 2006-2014. WCPFC Scientific Committee 13th regular session WCPFC-SC13-SA-IP-14, 32 pp.
- Domingo, A. 2003, Los Elasmobranquios pelágicos capturados por la flota de Long-line Uruguay. 15-26 p. En: M. Rey (Ed.). Consideraciones sobre la pesca incidental producida por la actividad de la flota atunera dirigida a grandes pelágicos “Plan de investigación pesquera” INAPE/PNUD URU 92/003. 62pp.
- Doherty, P.D., J. Alfaro-Shigueto, D.J. Hodgson, J.C. Mangel, M.J. Witt & B.J. Godley. 2014. Big catch, little sharks: Insight into Peruvian small-scale longline fisheries. Ecology and Evolution 4(12): 2375 – 2383.
- Donoso, M., R. Vega, V. Catasti, G. Claramunt, G. Herrera, C. Oyarzún, M. Braun, H. Reyes y S. Letelier. 2003. Biología reproductiva y área de desove del pez espada en el Pacífico Sur Oriental. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2000-11, 232 pp.
- Draper, N. R. & H. Smith. 1981. Applied regression analysis. John Wiley and Sons, New York, NY, 736 p.
- Duhamel, G. et C. Ozouf-Costaz. 1982a. Presence de *Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788) aux îles Kerguelen. Cybium. 6(4): 15-18.
- Duhamel G. and J.C. Hureau. 1982. Données complémentaires sur l' ichtyofaune des îles australes françaises. Cybium, 6(1): 65-80.

- Duhamel, G., P. Pruvost & D. Capdeville. 1997. By-catch of fish in longline catches off the Kerguelen Islands (Division 58.5. 1) during the 1995/96 season. CCAMLR Science, 4, 175-193.
- Duhamel G., Hulley P.-A, Causse R., Koubbi P., Vacchi M., Pruvost P., Vignetta S., Irisson J.-O., Mormède S., Belchier M., Dettai A., Detrich H.W., Gutt J., Jones C.D., Kock K.-H., Lopez Abellan L.J., Van de Putte A.P., 2014. Chapter 7. Biogeographic Patterns of Fish, pp. 328-362. In: De Broyer C., Koubbi P., Griffiths H.J., Raymond B., Udekem d'Acoz C. d', Van de Putte, A. Danis, B., David, B., Grant, S., Gutt, J., Held, C., Hosie, G., Huettmann, F., Post, A., & Ropert-Coudert Y. (eds.). Biogeographic Atlas of the Southern Ocean. Scientific Committee on Antarctic Research, Cambridge.
- Dulvy, N.K. and J. D. Reynolds. 1997. Evolutionary transitions among egg-laying, live-bearing and maternal inputs in sharks and rays. Proc. R. Soc. Lond. B 264: 1309-1315.
- Efron, B. & R.J. Tibshirani. 1982. An introduction to the bootstrap. Chapman & Hall, New York, NY, 436 p.
- Ellis, J.R., S.R. McCully, V.V. Laptikhovsky and R. Scott. 2013. An overview of the elasmobranch fish of the Southern Ocean. Document WG-FSA-13/28, 29 pp.
- Ellis, J. R., McCully Phillips, S. R., & Poisson, F. 2017. A review of capture and post-release mortality of elasmobranchs. Journal of Fish Biology, 90(3), 653-722.
- Forselledo, R. 2012. Distribución, estructura poblacional y aspectos reproductivos del tiburón pinocho *Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788) en el Atlántico Sudoccidental. Tesina para optar por el Grado de Licenciado en Ciencias Biológicas. Universidad de la República de Uruguay, 42 p.
- Forselledo, R., F. Massa, A. Domingo and S.D. Hoyle. 2017. Standardized CPUE of porbeagle shark (*Lamna nasus*) caught by the Uruguayan pelagic longline fleet in the Southwestern Atlantic Ocean (1982-2012). WCPFC-SC13-2017/SA-IP-18, 23 pp.
- Fernández-Costa, J. & J. Mejuto. 2010. A short note on the FAO statistics for porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the Atlantic and its relation to other Lamnid. SCRS/2009/062 Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(6): 2031-2050
- Figuerola, D. 1997. Un nuevo registro de *Lamna nasus* (Bonaterre, 1788) (Elasmobranchii: Lamnidae) en proximidades de las Islas Georgias del Sur. Neotrópica 109 - 110): 112.
- Fischer, W. and J.C. Hureau (eds), 1985 FAO species identification sheets for fishery purposes. Southern Ocean (Fishing areas 48, 58 and 88) (CCAMLR Convention Area). Prepared and published with the support of the Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources. Rome, FAO, Vol. 1, 232 pp.
- Fournier, D., R. Siber, J. Majkowski & J. Hampton. 1990. MULTIFAN a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length

- frequency data sets illustrated for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47(2): 301 - 317.
- Fournier, D.A., J.R. Siber & M. Terceiro. 1991 Analysis of length frequency samples with relative abundance data for the Gulf of Maine northern shrimp (*Pandalus borealis*) by MULTIFAN method. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48(4): 591 - 598.
- Francis, M.P. & J.D. Stevens. 2000. Reproduction, embryonic development and growth of the porbeagle shark, *Lamna nasus*, in the southwest Pacific Ocean. Fish. Bull. 98:41-63.
- Francis, M.P., Griggs, L.H., Baird, S.J., Murray, T.E., & Dean, H.A. 2000. Fish bycatch in New Zealand tuna longline fisheries, 1988-89 to 1997-98. NIWA Technical Report 76. 79 p.
- Francis, M.P., L.H. Griggs & S.J. Baird. 2001. Pelagic shark bycatch in the New Zealand tuna longline fishery. Mar. Freshwater Res., 52: 165-178.
- Francis, M.P. & C. Duffy. 2005. Length at maturity in three pelagic sharks (*Lamna nasus*, *Isurus oxyrinchus*, and *Prionace glauca*) from New Zealand. Fish. Bull. 103: 489-500.
- Francis, M.P., S.E. Campana & C.M. Jones. 2007. Age under-estimation in New Zealand porbeagle sharks (*Lamna nasus*): is there an upper limit to ages that can be determined from shark vertebrae? Marine and Freshwater Research 58: 10-23.
- Francis, M. P., Natanson, L. J., and Campana, S. E. 2008. The biology and ecology of the porbeagle shark, *Lamna nasus*. In: Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation, pp. 105–113. Ed. by M. D. Camhi, E. K. Pikitch, and E. A. Babcock. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 502 pp.
- Francis, M.P. 2013. Commercial catch composition of highly migratory elasmobranchs. New Zealand Fisheries Assessment Report 2013/68, 79 pp.
- Francis, M.P. 2019. Pelagic shark fishery characterisation. New Zealand Fisheries Assessment Report, 50: 1-17.
- Francis, M.P., S.C. Clarke, L.H. Griggs & S.D. Hoyle. 2014. Indicator based analysis of the status of New Zealand blue, mako and porbeagle sharks. New Zealand fisheries assessment report 2014/69. 109 p. CCSBT-ERS/1503/21. CCSBT-ERS/1703/BGD 01.
- Francis, M.P., J.C. Holdsworth and B.A. Block. 2015a. Life in the open ocean: seasonal migration and diel diving behaviour of Southern Hemisphere porbeagle sharks (*Lamna nasus*). Mar. Biol. 162: 2305–2323.
- Francis, M.P. 2015b. Size, maturity and age composition of porbeagle sharks observed in New Zealand tuna longline fisheries. *New Zealand Fisheries Assessment Report 2015/16*. 30 p.
- Francis, M.P. 2017. Recalculation of historical landings of porbeagle shark. WCPFC-SC13-2017/SA-IP-16, 25 pp.

- Francis M.P. and K. Large. 2017. Updated abundance indicators for New Zealand blue, porbeagle and shortfin mako sharks. WCPFC-SC13-2017/SA-IP-13, 18 pp.
- Francis, M.P. & Finucci, B. (2019). Indicator based analysis of the status of New Zealand blue, mako, and porbeagle sharks in 2018. New Zealand Fisheries Assessment Report 2019/51, 105 pp.
- Gallagher, A. J., Orbesen, E. S., Hammerschlag, N., & Serafy, J. E. (2014). Vulnerability of oceanic sharks as pelagic longline bycatch. *Global Ecology and Conservation*, 1: 50-59.
- Gálvez, P., A. Flores, L. Chong, R. Céspedes, V. Ojeda, R. Bravo, G. Moyano, L. Muñoz & L. Vidal. 2013a. Pesquerías Demersales y Aguas Profundas, 2012. Sección VI: Recursos de Aguas Profundas, 2012, 159 pp.
- Gálvez, P., R. Céspedes, V. Ojeda, L. Adasme, H. Hidalgo & L. Muñoz. 2013b. Pesquerías Demersales y Aguas Profundas, 2012. Sección V: Merluza de cola, 2012, 143 pp.
- Gauld, J.A. 1989. Records of Porbeagles Landed in Scotland, with Observations on the Biology, Distribution and Exploitation of the Species. Report No. 45. Fisheries Research Services, Aberdeen, Scotland, 15 pp.
- Gilmore, R.G. 1993. Reproductive biology of lamnoid sharks. *Environmental Biology of Fishes* 38: 95-114.
- Gilmore, R. G., Jr., O. Putz, and J. W. Dodrill. 2005. Oophagy, intrauterine cannibalism and reproductive strategy in lamnoid sharks. *In* Reproductive biology and phylogeny of Chondrichthyes: sharks, batoids, and chimaeras, vol. 3 (W. C. Hamlett, ed.), p. 435–462. Sci. Publishers, Enfield, NH.
- Gmelin, J.F. 1789. Amphibia - Pisces. In: Gmelin J.F. (Ed.) *Caroli a Linnaei Systema Naturae per Regna Tria Naturae*, Ed. 13. Tome 1(3). G.E. Beer, Lipsiae [Leipzig]. pp. 1033-1516.
- Gon, O. and N.T.W. Klages. 1988. The marine fish fauna of the sub-Antarctic Prince Edward Islands. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 18(2): 32 - 54.
- Gon O. and Heemstra P.C. (eds). 1990. *Fishes of the Southern Ocean*. Grahamstown: J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, 462 pp., 12 pls.
- González, M.T., F.A. Sepúlveda, P.M. Zárate & J.A. Baeza. 2020. Regional population genetics and global phylogeography of the endangered highly migratory shark *Lamna nasus*: Implications for fishery management and conservation *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 2020: 1–15.
- Gosztonyi, A. E. 1981. Resultados de las investigaciones ictiológicas de la campaña I del B/I "Shinkai Maru" en el Mar Argentino (10.04-09.05. 1978). En: Angelescu, V.A. (Ed.) *Campañas de investigación pesquera realizadas en el Mar Argentino por los B/I "Shinkai*

Maru" y "Walter Herwig" y el B/P "Marburg", años 1978 y 1979: Resultados de la parte Argentina, 254 - 266.

- Griffiths, S. and L. Duffy. 2017. A preliminary Metadata Analysis of Large-Scale Tuna Longline Fishery Data in the Eastern Pacific Ocean: A precursor to Ecological Risk Assessment. Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC). Scientific Advisory Committee. Eighth Meeting, La Jolla, California (USA) 8 - 12 May 2017. Document SAC-08-07b, 34 pp.
- Hamlett, W. C. 1999. Male reproductive system. *In* Sharks, skates and rays: the biology of elasmobranch fishes (W. C. Hamlett, ed.), p. 444–470. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, MD.
- Hamlett, W. C., and T. J. Koob. 1999. Female reproductive system. *In* Sharks, skates and rays: the biology of elasmobranch fishes (W. C. Hamlett, ed.), p. 398–443. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, MD.
- Hernández, S., P.A. Haye and M. S. Shivji. 2008. Characterization of the pelagic shark-fin trade in north-central Chile by genetic identification and trader surveys. *J. of Fish Biology* 73: 2293–2304.
- Hernández, S., P.A. Haye & E. Acuña. 2009. Identificación morfológica de las aletas de los principales tiburones pelágicos comercializados en Chile: Azulejo (*Prionace glauca* Linnaeus), Marrajo (*Isurus oxyrinchus* Rafinesque) y Tintorera (*Lamna nasus* Bonnaterre). *Gayana* 73(1): 33-39.
- Holden, M.J. & D.F.S. Raitt. 1974. Manual of Fisheries Science. Part 2 - Methods of Resource Investigation and their Application. FAO Fish. Tech. Pap. 115, Rev. 1. FAO, Rome, 211 p.
- Hosmer, D. W. & S. Lemeshow. 1989. Applied logistic regression. John Wiley and Sons, New York, NY, 328 p.
- Hoyle, S.D., Y. Semba, M. Kai and H. Okamoto. 2017a. Development of Southern Hemisphere porbeagle shark stock abundance indicators using Japanese commercial and survey data. WCPFC-SC13-2017/SA-IP-15, 69 pp.
- Hoyle, S.D., J.C. Quiroz, P. Zárate, D. Devia and J. Azócar. 2017b. Population indicators for porbeagle sharks in the Chilean swordfish fishery. WCPFC-SC13-2017/SA-IP-17, 39 pp.
- Hoyle, S.D., C.T.T. Edwards, M.-J. Roux, S.C. Clarke and M.P. Francis. 2017c. Southern Hemisphere porbeagle shark stock status assessment. WCPFC-SC13-2017/SA-WP-12 (rev. 2), 71 pp.
- ICCAT, 2010. Report of the 2009 porbeagle stock assessment meeting (Copenhagen, Denmark, June 22 to 27, 2009). SCRS/2009/014. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(6): 1909-2005.
- IMARPE. 2015. Guía para la determinación de Tiburones de importancia comercial en el Perú. Serie de Divulgación Científica. Año 1, 1(2), 82 pp.

- Jensen, Ch.F., L.J. Natanson, H.L. Pratt Jr., N.E. Kohler & S.E. Campana. 2002. The reproductive biology of the porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the western North Atlantic Ocean. *Fish. Bull.* 100: 727-738.
- Johansen, S. 1984. Functional relations, random coefficients, and nonlinear regression with application to kinetic data. Springer-Verlag, New York, NY, 126 p.
- Joung, Shoou-Jeng & Che-Tsung Chen. 1995. Reproduction in the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in the waters off Northeastern Taiwan. *Copeia* (3): 659-665.
- Joyce, W. N., Campana, S. E., Natanson, L. J., Kohler, N. E., Pratt, H. L. Jr, and Jensen, C. F. 2002. Analysis of stomach contents of the porbeagle shark (*Lamna nasus* Bonnaterre) in the northwest Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 1263–1269.
- Kitamura, T. & H. Matsunaga. 2010. Population structure of porbeagle (*Lamna nasus*) in the Atlantic Ocean as inferred from mitochondrial DNA control region sequences. SCRS/2009/090 Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(6): 2082-2087.
- Klarian, S., Molina, B., Collonello, A., Jara, A., Anguita, C., Marcovich, N. & Melendez, R. 2013. Feeding of highly migratory fishes from Oceanic waters of the southeastern Pacific Ocean: An ecosystem view. IFOP-SUBPESCA Fishery Research Technical Reports, 110 pp.
- Kohler, N. E., Turner, P. A., Hoey, J. J., Natanson, L. J., and Briggs, R. 2002. Tag and recapture data for three pelagic shark species: blue shark (*Prionace glauca*), shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*), and porbeagle (*Lamna nasus*) in the North Atlantic Ocean. Collective Volume of Scientific Papers. ICCAT, 54: 1231–1260.
- Lahille, F. 1928. Notas sobre unos peces elasmobranquios. Anales del Museo Nacional de Historia Natural “Bernardino Rivadavia”, Buenos Aires, 34: 209-330.
- Lamilla J., R. Roa, P. Barría, C. Bustamante, F. Concha, E. Cortes, E. Acuña, F. Balbontín, M. Oliva, M. Araya & R Meléndez. 2008. Desarrollo metodológico para la estimación del descarte de Condriictios en las pesquerías artesanales. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2006-31, 246 pp. + Anexos.
- Liu, Kwang-Ming, Che-Tsung Chen, Tai-Hsiang Liao & Shoou-Jeng Joung, 1999. Age, growth, and reproduction of the pelagic thresher shark, *Alopias pelagicus* in the Northwestern. *Copeia* (1): 68-71.
- Lohberger, J. 1910. Über zwei riesige Embryonen von *Lamna*. *Abh. Bayer Akad. Wiss.* 4 (Beitrage zur Naturgeschichte Ostasiens Supp. 2): 1-45.
- Lucifora, L. y R. Menni. 1998. First record of a Porbeagle shark, *Lamna nasus*, in brackish waters of Mar Chiquita Lagoon, Argentina. *Cybium* 22(1): 87-88.

- Mabragaña, E., L.O. Lucifora, J.M. Díaz de Astarloa. 2015. A record of the Porbeagle, *Lamna nasus*, in coastal waters of Buenos Aires (Argentina) confirmed by DNA barcoding. DNA Barcodes 3: 139–143.
- Martínez-Ortiz, J. 2010. Guía de Campo para la identificación de los Principales Tiburones del Océano Pacífico Oriental. Proyecto APEC FWG 01/2001. Primera Edición. Guayaquil, Ecuador, 20 pp.
- Matheson, C. 1928. Porbeagle shark in the River Towy. Nature 3077 vol. 122: 608-609.
- Mas, F. 2012. Biodiversidad, abundancia relativa y estructura poblacional de los tiburones capturados por la flota de palangre pelágico en aguas uruguayas durante 1998 - 2009. Tesina para optar por el Grado de Licenciado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias. U. de la República de Uruguay, 95 pp.
- Mejuto, J. 1985. Associated catches of sharks, *Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus*, and *Lamna nasus*, with NW and N Spanish swordfish fishery, in 1984. I.C.E.S., CM 1985/H:42.
- Mejuto, J., A. Punzón & F. González. 2010a. Report of EC-Spain on the Atlantic *Lamna nasus*: ICES and ICCAT Meeting 2009. SCRS/2009/092 Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(6): 2094-2097
- Mejuto, J., M. Ortiz, B. García-Cortés, J. Ortiz de Urbina & A. Ramos-Cartelle. 2010b. Historical data and standardized catch rates of porbeagle (*Lamna nasus*) caught as by-catch of the Spanish surface longline fishery targeting swordfish (*Xiphias gladius*) in the Atlantic Ocean. SCRS/2009/053 Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(6): 2006-2030
- Mejuto, J., B. García-Cortés & A. Ramos-Cartelle. 2010c. Retrospective estimation of porbeagle (*Lamna nasus*) catches in the Spanish surface longline fishery targeting swordfish in the North Atlantic. SCRS/2009/087 Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(6): 2077-2081.
- Menni, R.C., and A.E. Gosztonyi. 1977. Nuevas localidades para *Raja trachyderma* y *Lamna nasus* (Chondrichthyes, Rajidae y Lamnidae). Neotropica 28(69): 65-68.
- Morgan, A., & Burgess, G. H. (2007). At-vessel fishing mortality for six species of sharks caught in the Northwest Atlantic and Gulf of Mexico. Gulf and Caribbean Research, 19(2): 123-129.
- Nakaya, K. 1971. Descriptive notes on a porbeagle, *Lamna nasus*, from argentine waters, compared with the North Pacific salmon shark, *Lamna ditropis*. Bulletin of the Faculty of Fisheries Hokkaido University, 21(4): 269-279.
- Natanson, L. J., and B. J. Gervelis. 2013. The reproductive biology of the common thresher shark in the western North Atlantic Ocean. Trans. Am. Fish. Soc. 142:1546–1562.

- Natanson, L.J., B.M. Deacy, W. Joyce & J. Sulikowski. 2019. Presence of a resting population of female porbeagles (*Lamna nasus*), indicating a biennial reproductive cycle, in the western North Atlantic Ocean. *Fish. Bull.* 117:70–77.
- Natario, S. 2017. Relatorio Final de Viagem BALUEIRO CUIB8. Document SAC-08 INF A (g), Inter-American Tropical Tuna Commission, Scientific Advisory Committee. Eighth Meeting, La Jolla, California (USA), 8 -12 May 2017, 103 pp.
- Ossa, L., S. Henríquez y R. Vega. 2019. Reporte de Gestión Final. Convenio de Desempeño 2018: Programa de Investigación del Descarte y Captura de Pesca Incidental en Pesquerías Pelágicas - Programa de Monitoreo y Evaluación de los Planes de Reducción del Descarte y de la Pesca Incidental 2018 – 2019, 66 pp.
- Pade, N.G., N. Queiroz, N.E. Humphries, M.J. Witt, C.S. Jones, L.R. Noble & D.W. Sims. 2009. First results from satellite-linked archival tagging of porbeagle shark, *Lamna nasus*: area fidelity, wider-scale movements and plasticity in diel depth changes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 370: 64-74.
- Peterson, I., & Wroblewski, J. S. 1984. Mortality rate of fishes in the pelagic ecosystem. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41(7): 1117-1120.
- Poisson F., Vernet A.L., Séret B., Dagorn L. 2012. Good practices to reduce the mortality of sharks and rays caught incidentally by the tropical tuna purse seiners. UE FP7 project #210496 MADE, Deliverable 7.2., Convention DPMA 33246, CAT "Requins", 30p.
- Poisson, F., Séret, B., Vernet, A. L., Goujon, M., & Dagorn, L. 2014. Collaborative research: Development of a manual on elasmobranch handling and release best practices in tropical tuna purse-seine fisheries. *Marine Policy*, 44: 312-320.
- Poisson, F., Crespo, F. A., Ellis, J. R., Chavance, P., Pascal, B., Santos, M. N., B. Pascal, M.N. Santos, B. Séret, M. Korta, R. Coelho, J. Ariz and & H. Murua. 2016. Technical mitigation measures for sharks and rays in fisheries for tuna and tuna-like species: turning possibility into reality. *Aquatic Living Resources*, 29(4), 402.
- Pons, M. & A. Domingo. 2010. Standardized cpue of porbeagle shark (*Lamna nasus*) caught by the Uruguayan pelagic longline fleet (1982-2008). SCRS/2009/093 Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(6): 2098-2108.
- Pratt, H.L. 1979. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. U.S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull. 77: 445 -470.
- Pratt, H.L 1993. The storage of spermatozoa in the oviducal glands of western North Atlantic sharks. *Environ. Biol. Fish.* 38:139–149.
- Pratt, H.L 1996. Reproduction in the male white shark. *In* Great white sharks, the biology of *Carcharodon carcharias* (A. P. Klimley and D. G. Ainley, eds.), p. 131–138. Academic Press, San Diego, CA.

- Reyes, P. y J.P. Torres-Florez. 2009. Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condrictios de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(1): 243-251.
- Ringuelet, R.A. & Aramburu, R.A. (1960). Peces marinos de la República Argentina: clave para el reconocimiento de Familias y Géneros: catálogo crítico abreviado. (No. 597 (82) AGRO Publicación Técnica 2(5): 1-143.
- Roa, R., B. Ernst & F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. *Fish Bulletin*, 97: 570-580.
- Romero, M.A., Alcántara-Pizarro, P. F. y Verde, K. (Eds.). 2015. Guía de campo para la determinación de tiburones en la pesca artesanal del Perú. Instituto del Mar del Perú. Lima, 15 pp.
- Rothschild, B.J. & A. Suda, 1977. Population dynamics of tuna. En: *Fish Population Dynamics*. J.A. Gulland (Ed.). John Wiley & Sons Ltda, N.Y.: 309-334.
- Sadowsky, V., Arfelli, C. A., and Amorim, A. F. 1984. Primeiro registro de tubarão-golfinho, *Lamna nasus* (Bonaterre, 1788), em águas brasileiras. *Suplemento de Ciência e Cultura, Resumos, SBPC* 36(7), 686.7. (Abstract.).
- Sadowsky, V., Arfelli, C. A. and Amorim, A. F. 1985. First record of porbeagle, *Lamna nasus* (Bonaterre, 1788), in the Brazilian Atlantic. *Boletim Instituto Pesca, São Paulo* 12(2): 49-53.
- Sant'Ana, R., H.G. Hazin, F.H.V. Hazin, B. Mourato, H.A. Andrade & P. Travassos. 2017. Standardized catch rates of albacore (*Thunnus alalunga*) caught by the Brazilian fleet (1978-2012) using Generalized Linear Mixed Models (GLMM) - Delta Log Approach. SCRS/2016/089. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 73(4): 1561-1570.
- Saunders, R. A., Royer, F., & Clarke, M. W. (2011). Winter migration and diving behaviour of porbeagle shark, *Lamna nasus*, in the Northeast Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 68(1): 166-174.
- Schnute, J. & D. Fournier. 1980. A new approach to length frequency analysis: growth structure. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 37: 1337-1351.
- Semba, Y., K. Yokawa and H. Matsunaga. 2012. Distribution and trend of abundance for porbeagle (*Lamna nasus*) in the Southern Hemisphere. WCPFC-SC8-2012/EB- IP-03, 22 pp.
- Semba, Y., Yokawa, K., Matsunaga, H., and Shono, H. 2013. Distribution and trend in abundance of the porbeagle (*Lamna nasus*) in the southern hemisphere. *Marine and Freshwater Research*, 64: 518–529.

- Shann, E. W. 1911. A description of the advanced embryonic stage of *Lamna cornubica*. Fish. Board Scotland Ann. Rept. 28: 73-79.
- Shann, E.W. 1923. The embryonic development of the Porbeagle shark *Lamna cornubica*. Proc. Zool. Soc. 11: 161-171.
- Shanubhogue, A. & P.A. Gore. 1987. Using logistic regression in ecology. Current Sciences, 56: 933-936.
- Silva, C., E. Yáñez, M.A. Barbieri, C. Bernal & A. Aranís. 2015. Forecasts of swordfish (*Xiphias gladius*) and common sardine (*Strangomera bentincki*) off Chile under the A2 IPCC climate change scenario. Progress in Oceanography, 134: 343-355.
- Siqueira, O. A. C. 2013. Análise de composição das capturas de Elasmobrânquios na pesca de espinhel pelágico da frota de barcos estrangeiros no Sudeste e Sul do Brasil entre 2003-2006. Monografia Título de Oceanógrafo, CTTMar U. de Itajaí, Brasil, 66 pp.
- Soto, J.M.R. & S. Montealegre-Quijano. 2011. Elevação de Rio Grande, uma importante área de criação do tubarão-golfinho, *Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788) (Chondrichthyes, Lamnidae) no Atlântico Sul. Resumo VII Reunião da SBEEL “Os tubarões e as raias como patrimônio vivo do Brasil” 7 a 12 de agosto de 2011 Universidade Federal do Rio Grande – FURG – Rio Grande – RS.
- Stehmann, M.F.W. 2002. Proposal of a maturity stages scale for oviparous and viviparous cartilaginous fishes (Pisces, Chondrichthyes). Arch. Fish. Mar. Res. 50(1): 23–48.
- Svetlov, M. F. 1978. The porbeagle, *Lamna nasus*, in Antarctic waters. J. Ichthyol. 18(5): 850–851.
- Swenander, G. 1907. Über die Ernährung des Embryos der *Lamna cornubica*. Zoologiska Studier Tillagn T. Thllberg, Uppsala: 283-288.
- Testerman, C., V. Richards, M. Francis, N. Pade, C. Jones, L. Noble & M. Shivji. 2007. Global phylogeography of the porbeagle shark (*Lamna nasus*) reveals strong genetic separation of Northern and Southern Hemisphere populations (Abstract). Presented at the American Elasmobranch Society annual meeting, St Louis, USA.
- Testerman, C. B. 2014. Molecular ecology of globally distributed sharks [PhD thesis]. Fort Lauderdale (FL): Nova Southeastern University.
- Tuck G.N., Knuckey, I. and Klaer, N.L. 2013. Informing the review of the Commonwealth Policy on Fisheries Bycatch through assessing trends in bycatch of key Commonwealth fisheries. Fisheries Research and Development Corporation final report 2012/046. 240p.
- Usachev, S.I. 2017. The first record of the porbeagle shark, *Lamna nasus* (Chondrichthyes, Lamnidae), from the Southwest Atlantic upon submarine North Scotia Ridge (Davis Bank) with remarks on the species population structure in the Southern Hemisphere. Proceedings of the Southern Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography 54(2): 21-26.

- Vega, R., L. Ossa, B. Suárez, A. González, S. Henríquez, R. Ojeda, A. Ramírez, A. Simeone, C. Anguita, M. Sepúlveda, M.J. Pérez y M. Santos. 2017. Programa de Observadores Científicos, 2017, Informe Final, 203 pp.
- Velez-Zuazo, X., J. Alfaro-Shigueto, J. Mangel, R. Papa and I. Agnarsson. 2015. What barcode sequencing reveals about the shark fishery in Peru. *Fisheries Research* 161: 34–41.
- van der Vyver, J. S. F., De Bruyn, P. J. N., Lipinski, M. R., & Leslie, R. W. 2015. First record of a porbeagle shark *Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788) stranding at sub-Antarctic Marion Island. *Marine Biodiversity Records*, 8.
- Walker, T. I. 2005. Reproduction in fisheries science. In: *Reproductive biology and phylogeny of Chondrichthyes: sharks, batoids, and chimaeras*, vol. 3 (W. C. Hamlett, ed.), p. 81–126. Sci. Publishers, Enfield, NH.
- Waessle, J.A. 2007. Análisis de las capturas de *Squalus acanthias* y *Lamna nasus* en las flotas congeladora y factoría (convencional y surimera) con observadores a bordo. Período 2003-2006. INIDEP Inf. Ases. Transf. N° 05-07.
- Waessle, J.A. & F. Cortés. 2011. Captura incidental, distribución y estructura de tallas de *Lamna nasus* en aguas Argentinas (período 2006-2010). INIDEP Inf. Invest. N° 84-11.
- Weigmann, S. 2016. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity. *Journal of Fish Biology* 88: 837–1037.
- Wourms, J.P. 1977. Reproduction and Development in Chondrichthyan Fishes. *Amer. Zool.*, 17: 379-410.
- Wourms, J. P. 1981. Viviparity: The Maternal-Fetal relationship in Fishes. *Amer. Zool.*, 21: 473-515.
- Wourms, J.P. & L.S. Demski. 1993. The reproduction and development of sharks, skates, rays and ratfishes: introduction, history, overview, and future prospects. *Environmental Biology of Fishes* 38: 7-21.
- Yáñez, E., C. Silva, J. Marabolí, F. Gómez, N. Silva, E. Morales, A. Bertrand, J. Campalans, A. Gamonal, J. Chong, P. Rojas, B. Menares y J.I. Sepúlveda. 2004. Caracterización ecológica y pesquera de la cordillera de Nazca como área de crianza del pez espada. Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2002 – 04, 425 pp.
- Yáñez, E., C. Silva, N. Silva, A. Ordenes, F. Leiva, P. Rojas, J. Chong, J. Campalans, G. Claramunt, C. Oyarzún, R. Meléndez y R. Vega. 2006. Caracterización ecológica y pesquera de la cordillera de Nazca como área de crianza del pez espada, Fase II. Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2004 – 34, 263 pp.

- Yatsu, A. 1995. Zoogeography of the epipelagic fishes in the South Pacific Ocean and the Pacific sector of the Subantarctic, with special reference to the ecological role of slender tuna, *Allothunnus fallai*. Bulletin N° 32. National Research Institute of Far Seas Fisheries, Shimizu, Japan, 145 pp.
- Zárate, P., J. Azócar, D. Devia, R. Bello, S. Ferrada, M. T. González, S. López, Á. Urzúa, R. Barrios, C. Canales-Aguirre, J. Friz, R. Galleguillos, F. Guzmán, V. Herrera, F. Sepúlveda y J. C. Saavedra. 2017. Convenio de Desempeño 2016. Seguimiento Pesquerías Recursos Altamente Migratorios Año 2016. Enfoque Ecosistémico, Informe Final, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), 413 pp.
- Zárate, P., I. Cari, C. Salinas, D. Devia, R. Bello, J.C. Saavedra, M.T. González, F. Sepúlveda, S. Klarian, F. Fernandoy, Y. Moreno, C. Harrod, M. Araya, C. Canales-Cerro, M.F. Vargas, M.C. Cárcamo, J. Julca, S. Mora, J.C. Ortega, G. Shillinger, J. Azócar y P.H. Dutton. 2018. Seguimiento Pesquerías Recursos Altamente Migratorios, año 2017. Enfoque Ecosistémico, Informe Final Convenio de Desempeño 2017. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) Subsecretaría de Economía y EMT, 339 pp.
- Zárate, P., I. Cari, L. Clavijo, J. Azócar, J.C. Saavedra, D. Devia, C. Salinas, Ú. Cifuentes, S. Klarian, C. Harrod, F. Vargas, F. Fernandoy, Y. Moreno, C. Cárcamo, I. Quintanilla, S. Curaz, J. Julca, M. Fernández, L. Benidraña, R. Hucke, F. Viddi, E. LaCasella, S. Roden, P.H. Dutton, R. Bello y D. González. 2019. Seguimiento Pesquerías Recursos Altamente Migratorios, año 2018. Enfoque Ecosistémico. Informe Final Convenio de Desempeño 2018. Instituto de Fomento Pesquero. Subsecretaría de Economía y EMT / noviembre 2019, 374 pp.
- Zárate, P., I. Cari, L. Clavijo, D. Devia, L. Benidraña, R. Hucke, F. Viddi, E. Quiroga, N. Salinas, C. Muñoz, C. Vásquez, Ú. Cifuentes, R. Bello, D. González, C. Sepúlveda, S. Aalbers A. Ogueda, E. LaCasella, S. Roden & P.H. Dutton. 2020. Seguimiento Pesquerías Recursos Altamente Migratorios, año 2019. Enfoque Ecosistémico. Informe Final Convenio de Desempeño 2019. Instituto de Fomento Pesquero. Subsecretaría de Economía y EMT / noviembre 2019, 388 pp.

9. Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico.

9.1 Total de Horas asignadas

INSTITUCIÓN	ID	NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE	1	Enzo Acuña			150	100	20	270
	2	Alex Cortés		50	50	80	20	200
	3	Viviana López	50	50	60	40		200
	4	Christian Véliz	400	80				480
	5	Horacio Pequeño	400	80				480
	6	Cecilia Gatica	300	60				360
	7	N.N. 1	300	100				400
	8	N.N. 2	300	100				400
	9	N.N. 3	300	100				400
	10	N.N. 4	300	100				400
CONSULTORES EXTERNOS	11	Rubén Alarcón		50	100	50	20	220
	12	Alexander I. Arkhipkin		50	80	50		180
	13	Malcolm Francis		50	80	50		180
	14	Haseeb S. Randhawa		50	80	50		180
	15	María T. González		50	80	50		180
	16	Santiago Montealegre		50	80	50		180
	17	Andrés Domingo		50	80	50		180
HORAS TOTALES			2.350	1.070	840	570	60	4.890

9.2 Total de horas por objetivo específico.

Objetivo Específico 1. Realizar una revisión bibliográfica del conocimiento de la biología y pesca del tiburón sardinero en Chile.

INSTITUCIÓN	ID	NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE	1	Enzo Acuña			40	25	5	70
	2	Alex Cortés		10	10	10		30
	3	Viviana López	50	50	60	40		200
	4	Christian Véliz						0
	5	Horacio Pequeño						0
	6	Cecilia Gatica	100	20				120
	7	N.N. 1						0
	8	N.N. 2						0
	9	N.N. 3						0
	10	N.N. 4						0
CONSULTORES EXTERNOS	11	Rubén Alarcón						0
	12	Alexander I. Arkhipkin		10	10	10		30
	13	Malcolm Francis		30	50	30		110
	14	Haseeb S. Randhawa		10	10	10		30
	15	María T. González		10	10	10		30
	16	Santiago Montealegre		50	80	50		180
HORAS TOTALES			150	190	270	185	5	800

Objetivo específico 2. Caracterizar la estructura espacial de talla, proporción y madurez sexual del tiburón sardinero en aguas chilenas.

INSTITUCIÓN	ID	NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE	1	Enzo Acuña			40	25	5	70
	2	Alex Cortés		20	20	40	20	100
	3	Viviana López						0
	4	Christian Véliz	200	40				240
	5	Horacio Pequeño	200	40				240
	6	Cecilia Gatica	100	20				120
	7	N.N. 1	150	50				200
	8	N.N. 2	150	50				200
	9	N.N. 3	150	50				200
	10	N.N. 4	150	50				200
CONSULTORES EXTERNOS	11	Rubén Alarcón		40	80	40	10	170
	12	Alexander I. Arkhipkin		30	50	30		110
	13	Malcolm Francis						0
	14	Haseeb S. Randhawa						0
	15	María T. González						0
	16	Santiago Montealegre						0
HORAS TOTALES			1.100	390	190	135	35	1.850

Objetivo específico 3. Determinar el ciclo reproductivo y la talla media de madurez del tiburón sardinero en aguas chilenas.

INSTITUCIÓN	ID	NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE	1	Enzo Acuña			30	25	5	60
	2	Alex Cortés		20	10	20		50
	3	Viviana López						0
	4	Christian Véliz	200	40				240
	5	Horacio Pequeño	200	40				240
	6	Cecilia Gatica	100	20				120
	7	N.N. 1	150	50				200
	8	N.N. 2	150	50				200
	9	N.N. 3	150	50				200
	10	N.N. 4	150	50				200
CONSULTORES EXTERNOS	11	Rubén Alarcón						0
	12	Alexander I. Arkhipkin						0
	13	Malcolm Francis						0
	14	Haseeb S. Randhawa						0
	15	María T. González						0
	16	Santiago Montealegre						0
HORAS TOTALES			1.100	320	40	45	5	1.510

Objetivo específico 4. Sugerir recomendaciones de administración pesquera en base a los resultados obtenidos en los objetivos específicos anteriores..

INSTITUCIÓN	ID	NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE	1	Enzo Acuña			40	25	5	70
	2	Alex Cortés			10	10		20
	3	Viviana López						0
	4	Christian Véliz						0
	5	Horacio Pequeño						0
	6	Cecilia Gatica						0
	7	N.N. 1						0
	8	N.N. 2						0
	9	N.N. 3						0
	10	N.N. 4						0
CONSULTORES EXTERNOS	11	Rubén Alarcón		10	20	10	10	50
	12	Alexander I. Arkhipkin		10	20	10		40
	13	Malcolm Francis		20	30	20		70
	14	Haseeb S. Randhawa						0
	15	María T. González		10	10	10		30
	16	Santiago Montealegre						0
HORAS TOTALES			0	50	130	85	15	280

Objetivo específico 5 (Adicional). Revisión de parásitos y genética de *Lamna nasus*.

INSTITUCIÓN	ID	NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE	1	Enzo Acuña						0
	2	Alex Cortés						0
	3	Viviana López						0
	4	Christian Véliz						0
	5	Horacio Pequeño						0
	6	Cecilia Gatica						0
	7	N.N. 1						0
	8	N.N. 2						0
	9	N.N. 3						0
	10	N.N. 4						0
CONSULTORES EXTERNOS	11	Rubén Alarcón						0
	12	Alexander I. Arkhipkin						0
	13	Malcolm Francis						0
	14	Haseeb S. Randhawa		40	70	40		150
	15	María T. González		30	60	30		120
	16	Santiago Montealegre						0
HORAS TOTALES			0	70	130	70	0	270

10. ANEXOS.

ANEXO 1 Reporte del Taller Internacional de enero 2018

A continuación se entrega el Reporte del Workshop, ya por un acuerdo interno del Grupo de Trabajo se acordó circularlo para lograr su versión definitiva, y para que independientemente del trabajo y las notas de Rubén Alarcón y Santiago Montealegre, quienes voluntariamente produjeron esta versión todos pudieran intervenir en su edición y aprobar explícitamente sus contenidos.

PROYECTO FIPA N° 2017-65 BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL TIBURÓN SARDINERO *Lamna nasus* EN CHILE

Reporte del Taller Internacional SOUTHERN HEMISPHERE *Lamna nasus* POPULATIONS: FISHERIES, SPATIO - TEMPORAL DISTRIBUTION AND BIOLOGY

ANTECEDENTES

El tiburón sardinero (*Lamna nasus*) es una especie pelágica de aguas frías y templadas, con distribución circunglobal en el hemisferio sur y en océano Atlántico y mar Mediterráneo en el hemisferio norte. Compagno (1984) señala que es el tiburón epipelágico más abundante en áreas de pesca oceánicas y muy ocasionalmente en áreas costeras. Se encuentra entre las especies de tiburones pelágicos más tolerantes a aguas frías, encontrándose preferentemente en aguas oceánicas menores a 18°C (hasta 1°C), desde la superficie hasta 700 m de profundidad, y no ocurre en aguas ecuatoriales (Compagno 2001, Last & Stevens, 2009) (Fig. 65).

Está clasificado como Vulnerable (VU) en la Lista Roja de la UICN. Las subpoblaciones del Atlántico Noreste y del Mediterráneo están clasificadas como En Peligro Crítico (CR) y la subpoblación del Atlántico Noroeste está clasificada como En Peligro (EN) en la Lista Roja de la UICN.

El tiburón sardinero del hemisferio sur está geográficamente separado de los tiburones del hemisferio norte (Francis 2018; *com. per.*). Además, el tiburón sardinero del hemisferio sur

es genéticamente distinto de aquellos del hemisferio norte (Testerman *et al.* 2007; Kitamura & Matsunaga 2010). De acuerdo a Francis *et al.* (2007, 2008), los especímenes de tiburón sardinero del hemisferio sur son más pequeños, crecen más lento y son más longevos que los del Atlántico norte.

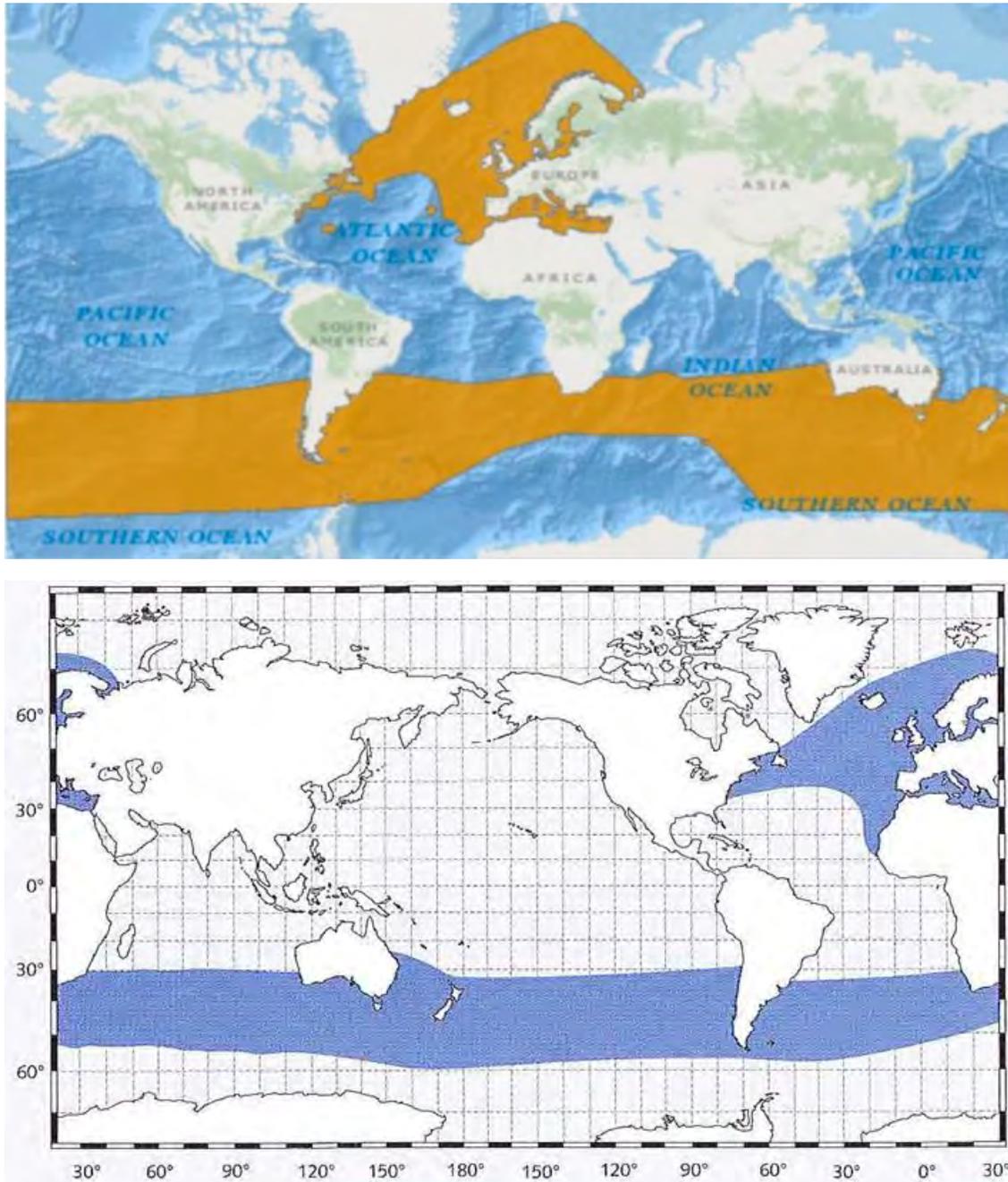


Fig. 65. Distribución mundial del tiburón sardinero *Lamna nasus* (Compagno, 1984; Last & Stevens, 2009).

Sesión 1. DISTRIBUCION, PESQUERIAS Y EVALUACION DE STOCK

El Informe de la Reunión de Evaluación del Stock de Marrajo Sardinero de 2009, realizada por la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT, International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas), señala que para el hemisferio norte, los tiburones sardineros del área noroccidental se concentran en aguas de la plataforma continental de América del Norte o adyacentes. Datos de observadores científicos de las flotas canadienses, estadounidense, española e islandesa indican que *Lamna nasus* se encuentran en aguas de alta mar de todo el Atlántico norte, al Norte de 35°N. Por otro lado, datos de marcaje-recaptura (~200 recapturas de tres estudios diferentes) indican que los tiburones sardineros del Atlántico noroccidental son altamente migratorios dentro de su área de stock, pero no emprenden migraciones transatlánticas. Los resultados de marcaje y seguimiento satelital más reciente refuerzan esta conclusión. Por lo tanto, el subgrupo de ICCAT concluye que existe un único stock de tiburón sardinero en el Atlántico noroccidental al Norte de 35°N y al Oeste de 42°W, que corresponde aproximadamente a la región de ICCAT BIL94a y a las áreas de NAFO 0-6 (ICCAT 2010).

En el caso del Atlántico nororiental, el subgrupo de ICCAT consideró que existe un único stock de tiburón sardinero que ocupa toda la zona del ICES (subáreas I-XIV). Este stock se extiende desde el mar de Barents hasta África noroccidental. A efectos de ordenación, el límite meridional de este stock es 36°N y el límite occidental 42°W. Dado que la abundancia de tiburón sardinero en el Atlántico central parece ser poca, la región de ICCAT BIL94b es una aproximación razonable de la zona del stock de tiburón sardinero del Atlántico nororiental. Los estudios históricos de marcado y los estudios recientes de marcado por satélite indican que pocos tiburones sardineros hacen cruces transatlánticos, si es que alguno los hace (ICCAT 2010).

En el Atlántico Norte, *Lamna nasus* se captura como fauna incidental de la pesquería de palangre de superficie dirigido al pez espada (*Xiphias gladius*) y atunes (Cortés 2010; Mejuto 1985; Fernández-Costa & Mejuto 2010; Mejuto *et al.* 2010a, b, c), con la excepción de Canadá, donde existiría una pesquería comercial dirigida a tiburones de gran tamaño

(Campana *et al.* 2010). Para el periodo 1961-2008, las principales capturas fueron realizadas por Noruega (periodo 1961-1968), Islas Faroe (1961-1993) y Canadá (1991-2008, Fig. 66) (Campana *et al.* 2010; ICCAT 2010).

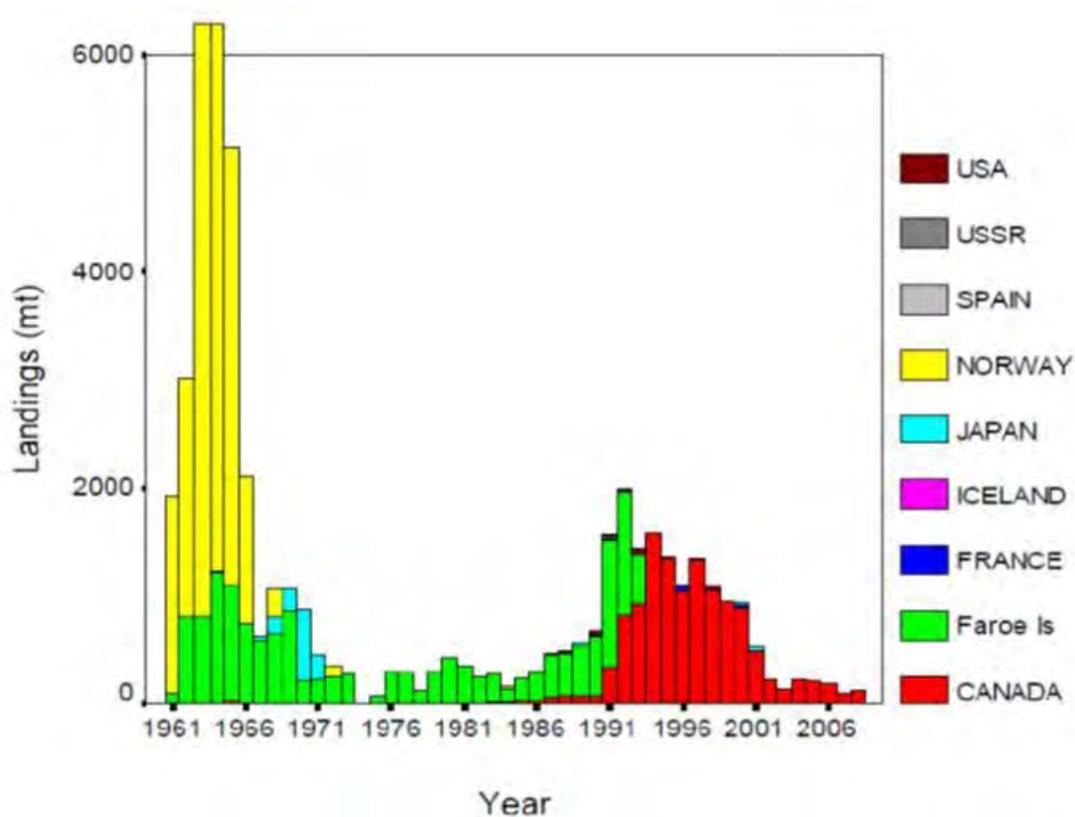


Fig. 66. Desembarques (toneladas métricas, mt) de tiburón sardinero *Lamna nasus* en el Atlántico noroeste entre 1961 y 2008 (área NAFO 2-6, Campana *et al.* 2010).

En el hemisferio sur, *Lamna nasus* también se captura como fauna incidental de la pesquería de palangre de pez espada y de atunes (Francis *et al.* 2008; Semba *et al.* 2012). En el Océano Pacífico Sur, el tiburón sardinero se captura al norte de 30°S (solo en la época de invierno-primavera) y en verano sólo al sur de 35°S (Yatsu 1995; Francis & Stevens 2000, Hoyle *et al.* 2017).

Hacia el extremo sur, Semba *et al.* (2012), indica la presencia de tiburón sardinero hasta los 60°S. Información de la captura por unidad de esfuerzo de pesca (CPUE) del palangre y con red de deriva de la flota japonesa en el Océano Pacífico sur muestra que los mayores rendimientos se obtuvieron al sur de 40°S (Fig. 67).

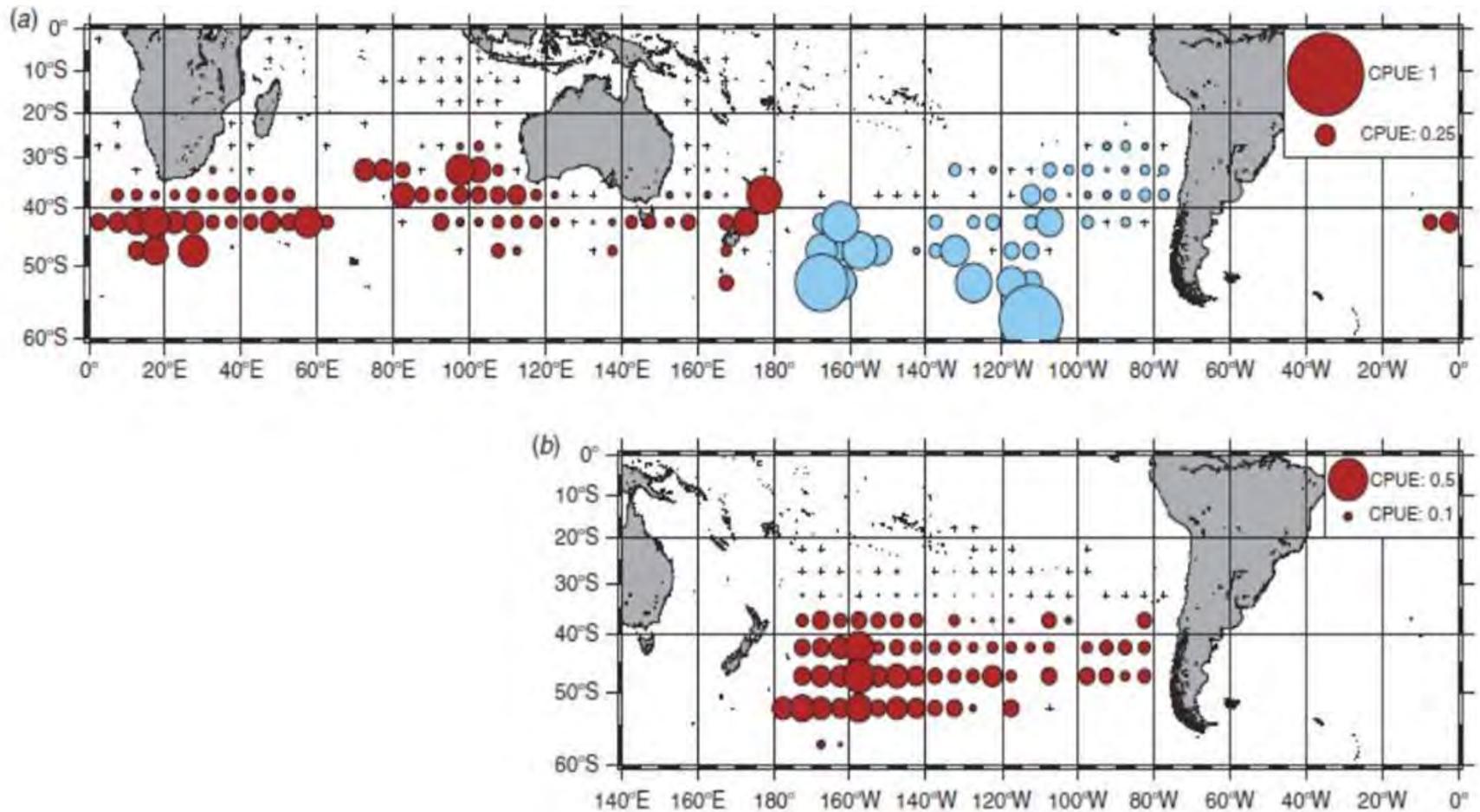


Fig. 67. Captura por unidad esfuerzo para el palangre (arriba) y red de deriva (abajo) de la flota atunera japonesa en el hemisferio sur. En rojo datos de observadores a bordo de naves comerciales y en celeste prospecciones científicas. Información acumulada entre 1994 y 2011 (Semba *et al.* 2013).

Con información de rendimientos de pesca de tiburón sardinero, agregados en celdas de 5 x 5° puesta a disposición por las siguientes organizaciones regionales de pesca: Comisión Pesquera del Pacífico Central y Oeste (WCPFC, Western and Central Pacific Fisheries Commission), Comisión Inter-Americana del Atún Tropical (IATTC, Inter-American Tropical Tuna Commission), Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT, International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas), Comisión del Atún del Océano Índico (IOTC, Indian Ocean Tuna Commission), y Comisión para la Conservación del Atún Aleta Azul del Sur (CCSBT, Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna), Hoyle *et al.* (2017) muestran la distribución espacial de la densidad relativa del tiburón sardinero y el esfuerzo de pesca acumulado entre 1960 y 2015 (Fig. 68).

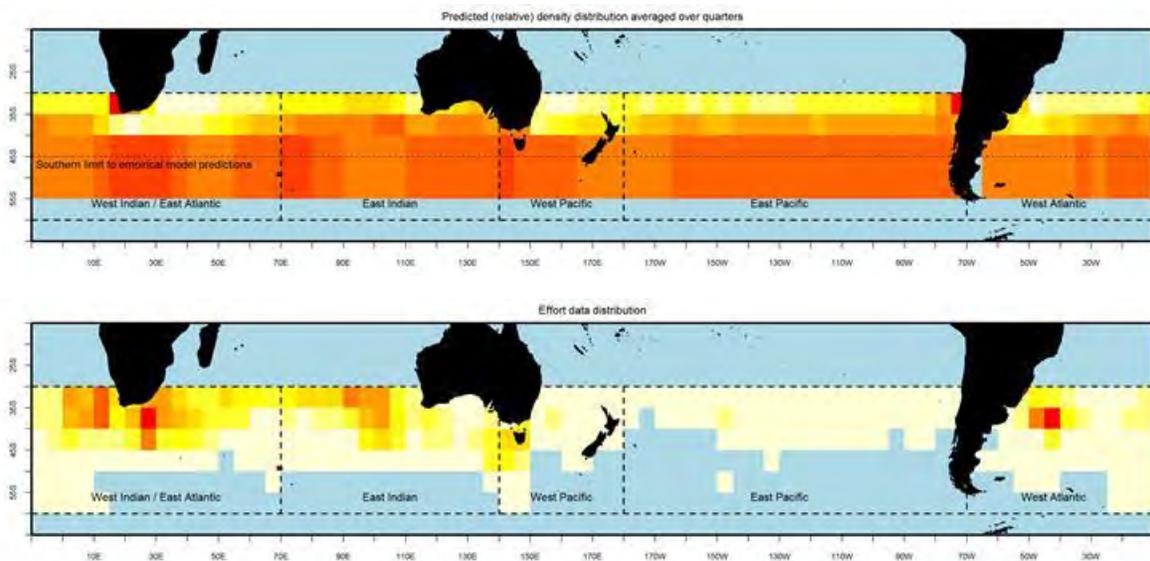


Fig. 68. Distribución espacial de la densidad relativa de tiburón sardinero (arriba) y esfuerzo de pesca acumulado (abajo) entre 1960 y 2015 en celdas de 5 x 5°. Escala: amarillo (bajo) a rojo (alto) (Hoyle *et al.* 2017).

En el Océano Pacífico occidental, en particular en la Zona Económica Exclusiva de Nueva Zelandia, el tiburón sardinero es capturado mediante palangre de superficie (SLL, Surface longline), palangre de fondo (BLL, bottom longline), arrastre de media agua (MW, midwater trawl), red fija (SN, set net), arrastre de fondo (BT, bottom trawl), entre otros (OTH), siendo el primero el más importante (representa 74-84% de las capturas), seguido del arrastre de media agua (13-22% de las capturas) (Fig. 69). Las principales capturas ocurren en la zona norte y noreste (Isla Norte) y al oeste (Isla Sur) del archipiélago (Fig. 70) durante la época de otoño e invierno (Fig. 70, Francis 2013), situación que habría cambiado con la salida de los buques japoneses que operaban bajo contratos en dichas regiones. Por grupo de tamaños, parece no existir diferencias en la distribución espacial de machos y hembras (Fig. 71).

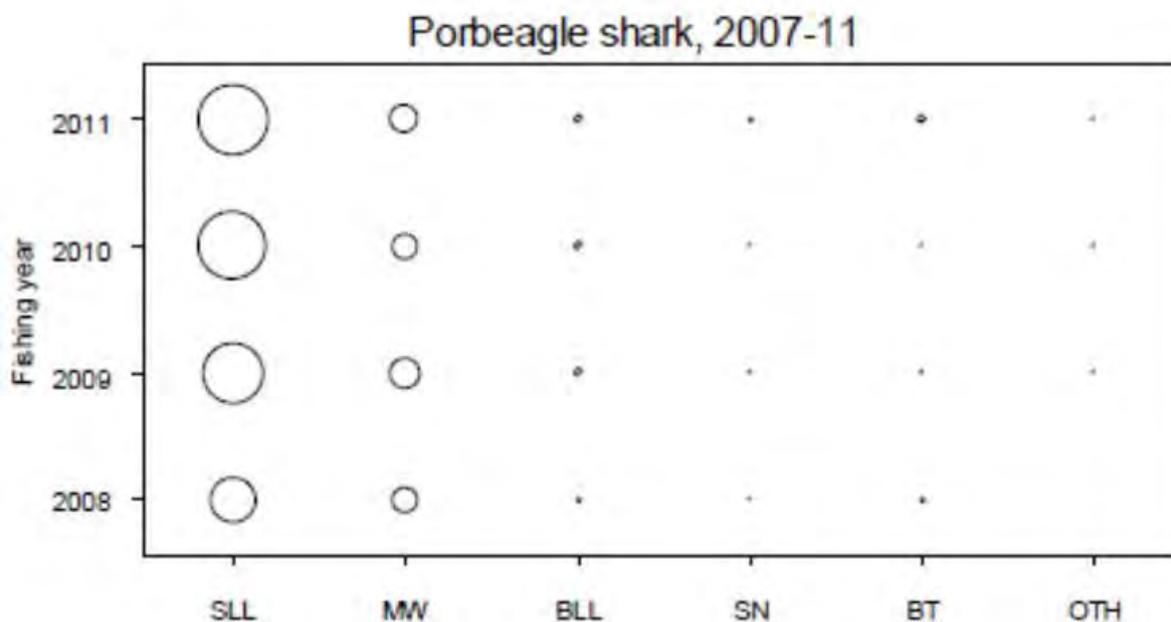


Fig. 69. Capturas (proporción) según arte de pesca en la ZEE de Nueva Zelandia entre 2008 y 2011 (Francis 2013).

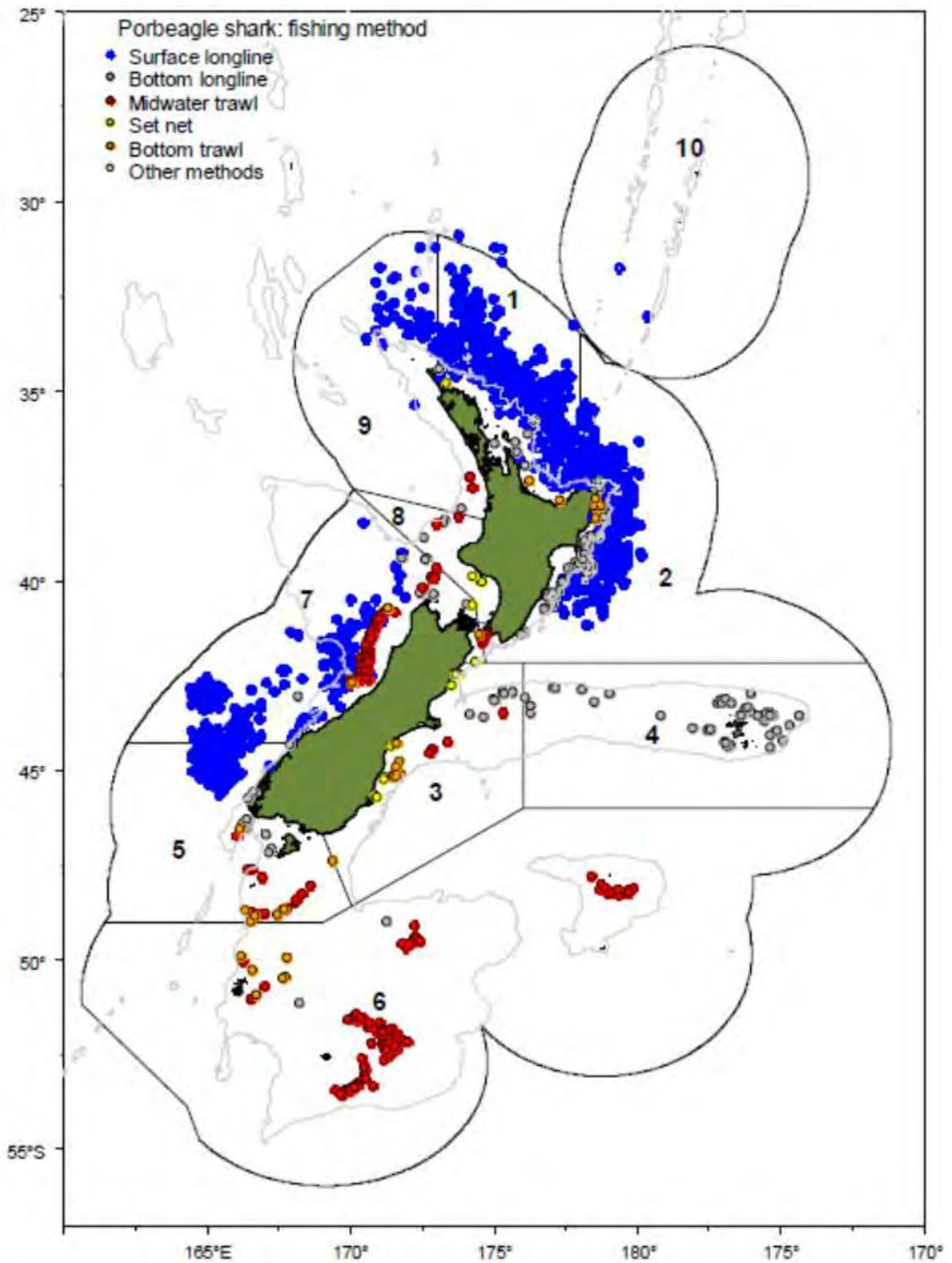


Fig. 70. Distribución espacial de las capturas de tiburón sardinero en la ZEE de Nueva Zelanda según arte de pesca entre 2008 y 2011 (Francis 2013).

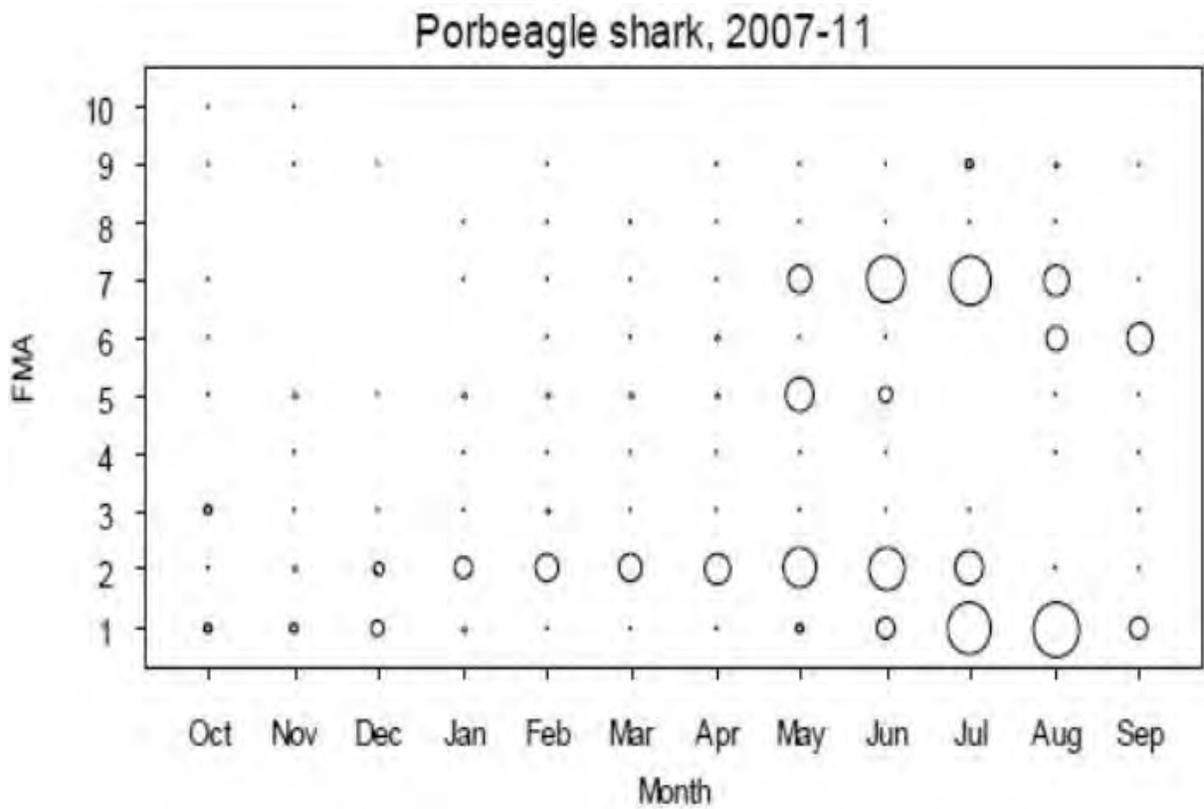


Fig. 71. Distribución temporal (mensual) de las capturas de tiburón sardinero en la ZEE de Nueva Zelandia entre 2008 y 2011 (Francis 2013). FMA = área de manejo pesquero (Fisheries Management Area).

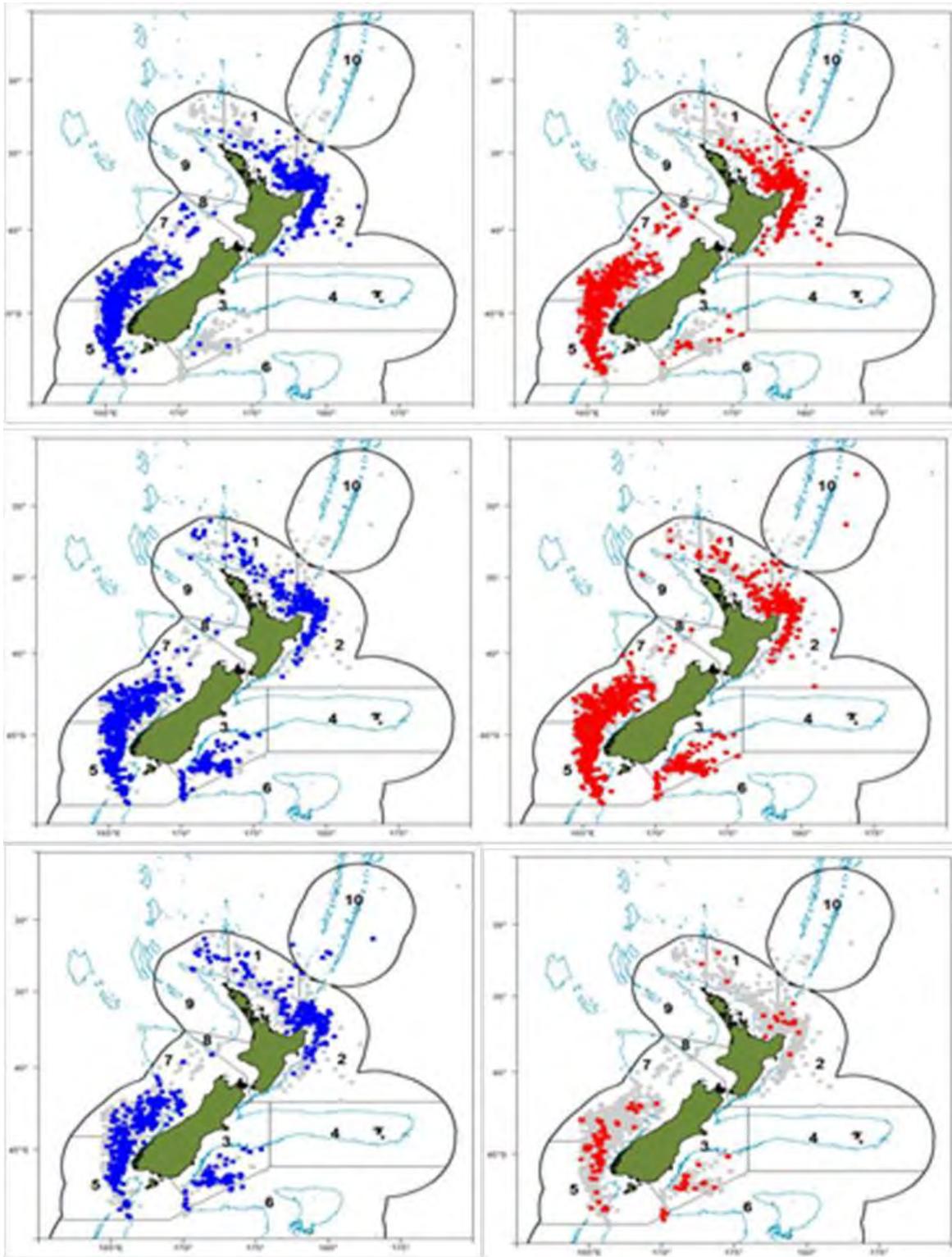


Fig. 72. Distribución espacial de machos (izquierda) y hembras (derecha) de tiburón sardinero según estratos de tamaño. Arriba: juveniles (< 100 cm longitud horquilla, LH), Centro: 100-145/175 cm LH (sub-adultos); Abajo: adultos (> 145/175 cm LH).

Entre 1980 y 2015, la evolución de las capturas de tiburón sardinero muestra un periodo de bajo nivel, con un alto subreporte debido a que en el mismo periodo el esfuerzo de pesca de la flota palangrera fue el más alto. Las mayores capturas ocurrieron entre 1997 y 2002, con un máximo cercano a 250 toneladas; posteriormente, las capturas se mantuvieron alrededor de 60 toneladas (Fig. 73).

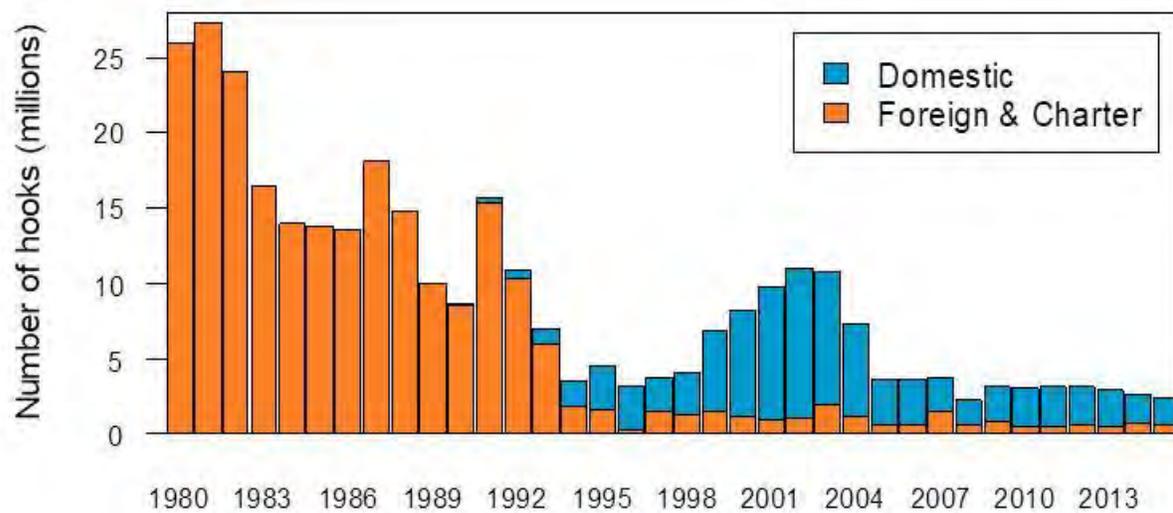
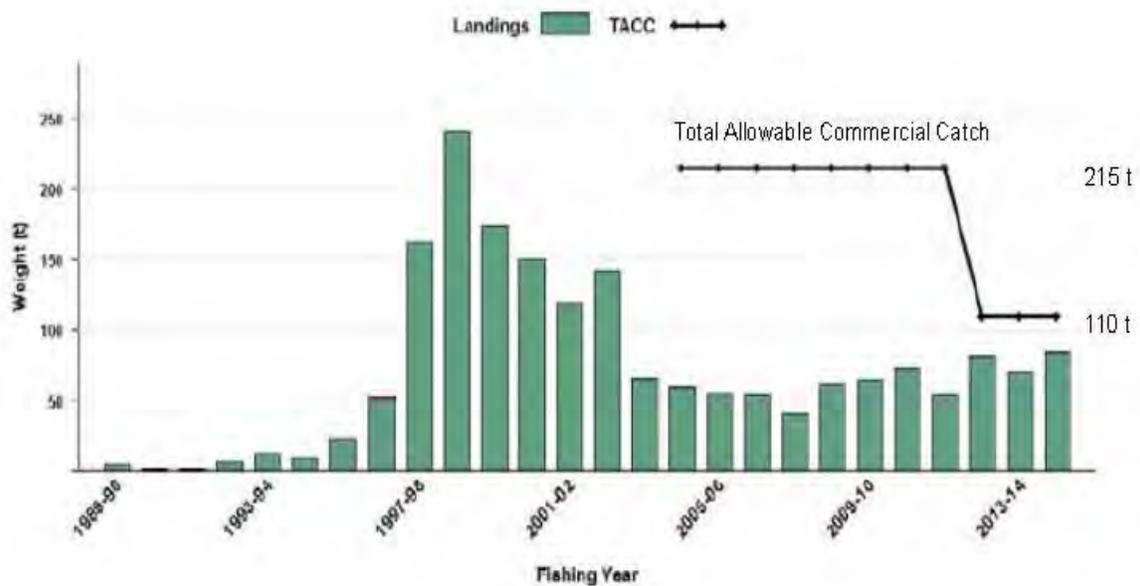


Fig. 73. Capturas anuales de tiburón sardinero entre 1989 y 2015 (arriba) y esfuerzo de pesca de la flota palangrera (número de anzuelos) en la ZEE de Nueva Zelandia entre 1980 y 2015 (Ministry for Primary Industries 2016).

En Australia, como en Nueva Zelanda, el tiburón sardinero es fauna acompañante de la pesquería de palangre y enmalle pelágico. Capturas de tiburón sardinero se han registrado desde el noroeste hasta el sur de Australia Occidental, al sur de la Gran Bahía de Australia y desde las aguas de Tasmania hasta el Trópico de Capricornio en Queensland, en la costa este (Bruce *et al.* 2013). Las capturas de Queensland ocurrieron solo en invierno durante temperaturas marinas inferiores a la media (Francis & Stevens 2000). Los tiburones sardinero rara vez se registraron en aguas australianas hasta que observadores entrenados en la identificación de tiburones fueron colocados en buques palangreros japoneses, lo que sugiere que anteriormente pudieron haber sido capturados pero fueron identificados erróneamente como tiburones mako (*Isurus oxyrinchus*).

Debido a la reducción de la flota japonesa de palangre, las capturas de tiburón sardinero en Australia son menores, además de ser infrecuentemente reportadas por las flotas locales. La Fig. 74) muestra la distribución espacial de las capturas de tiburón sardinero en el período en que operaba la flota japonesa (1991-1997; 5.374 lances de pesca, 12.752 tiburones capturados) y después (1998-2012; 63 lances de pesca, 82 tiburones capturados) (Bruce *et al.* 2013). Ejemplares de tiburón sardinero (n = 7) también fueron encontrados en evaluaciones de calamar realizadas por la flota japonesa en el mar de Tasmania (Stevens *et al.* 1983).

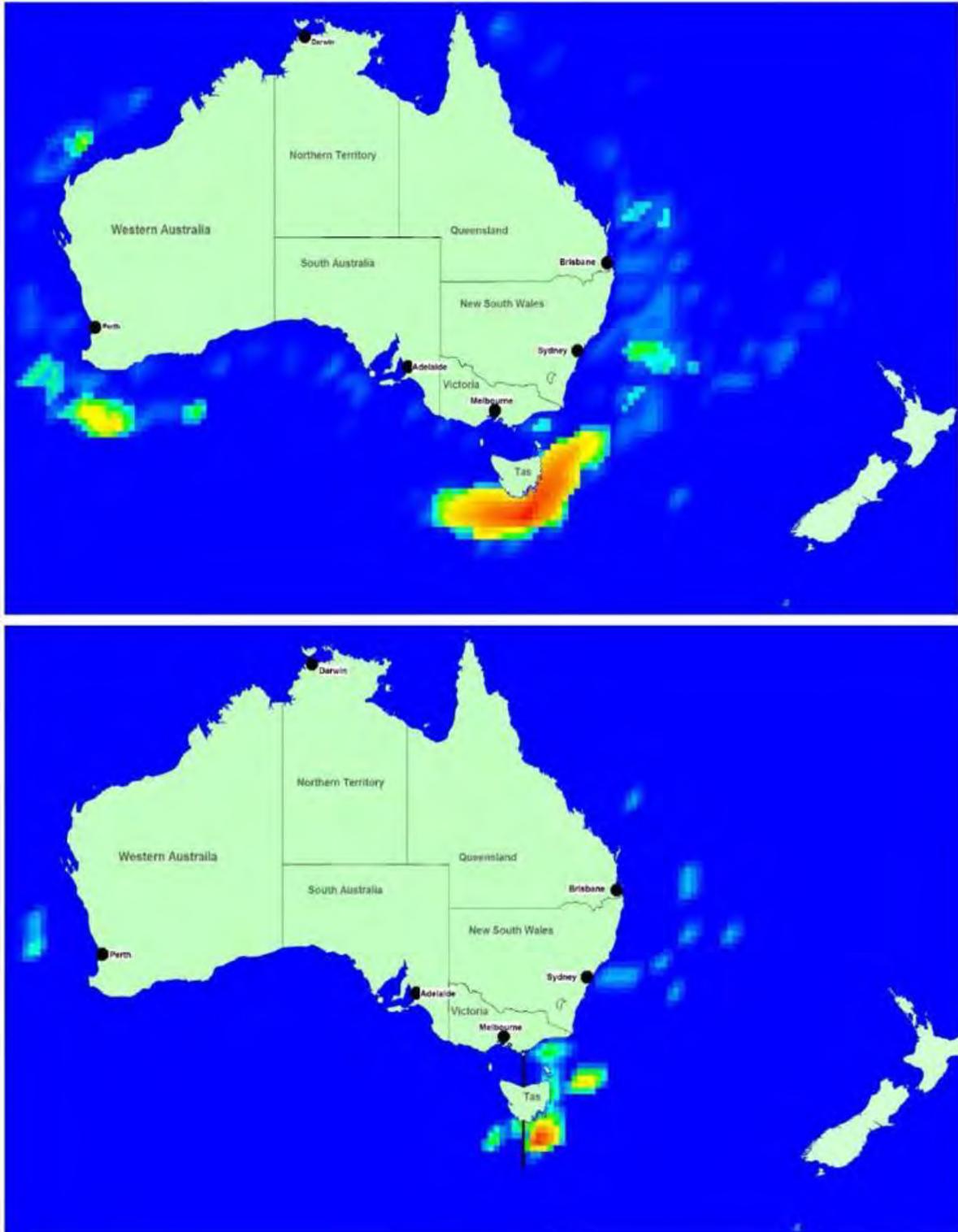


Fig. 74. Distribución relativa (interpolada) de las capturas de tiburón sardinero en Australia. Arriba: durante el período de operación de la flota palangrera japonesa (1991-1997). Abajo: periodo después de la operación de la flota japonesa (1998-2012). Fuente: Bruce *et al.* (2013).

En Chile, una de las pesquerías más importantes es la del pez espada (*Xiphias gladius*) en la que son capturados otras especies como el tiburón marrajo (*Isurus oxyrinchus*), el tiburón azulejo (*Prionace glauca*) y el tiburón marrajo sardinero (*Lamna nasus*). La pesquería chilena de pez espada ha utilizado varios métodos de pesca a través de su historia, desde arpones (antes de 1985, Yáñez *et al.* 2003), hasta redes de enmalle y palangre (desde mediados de la década de 1980). La pesquería actual incluye la participación de cuatro flotas: palangre industrial, palangre artesanal, enmalle artesanal y espinel artesanal (Fig. 75).

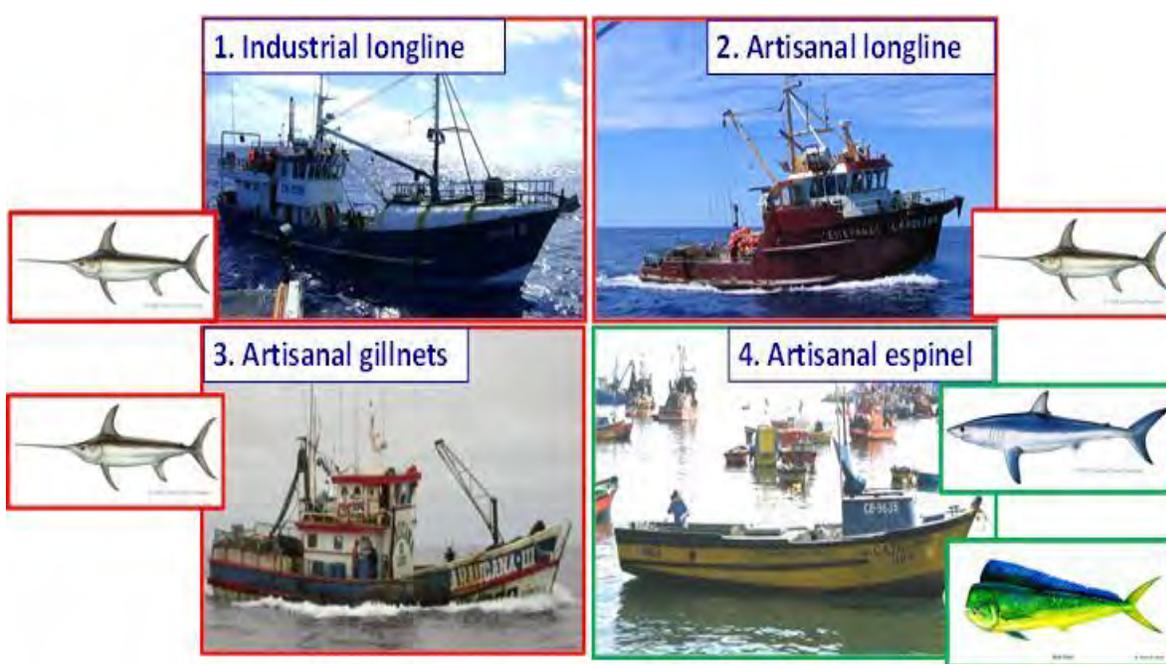


Fig. 75. Flotas que participan en la pesquería de pez espada (*Xiphias gladius*), dorado de altura *Coryphaena hippurus* y marrajo o mako, *Isurus oxyrinchus* en Chile, donde se captura tiburón sardinero.

Los barcos industriales son mayores a 28 m de eslora y deben operar al menos 120 mn desde de la costa. Para estos barcos, el área de la red de enmalle no debe superar 125.574 m² y las líneas de palangre no deben tener más de 2000 anzuelos. La naves artesanales no tienen restricciones espaciales, pero si están limitadas a una red de enmalle de 83.772 m² o 1200 anzuelos por línea de palangre.

La pesquería de palangre opera principalmente entre 22°S y 35°S y entre 120 y 800 millas náuticas desde de costa (Silva *et al.* 2015). La flota artesanal de enmalle opera más cerca de la costa y se extiende más hacia el norte y hacia el sur (Hoyle *et al.* 2017). Las zonas de operación de las distintas flotas varían, pero existe superposición espacial entre ellas (Patricia Zárate, *com. pers.*, Fig. 76). Adicionalmente, también existe superposición espacial entre adultos y juveniles (Fig. 77). Temporalmente, la flota de palangre industrial opera regularmente entre marzo y diciembre, entre octubre y marzo lo hace la flota espinelera artesanal y entre abril y septiembre la flota de enmalle artesanal.

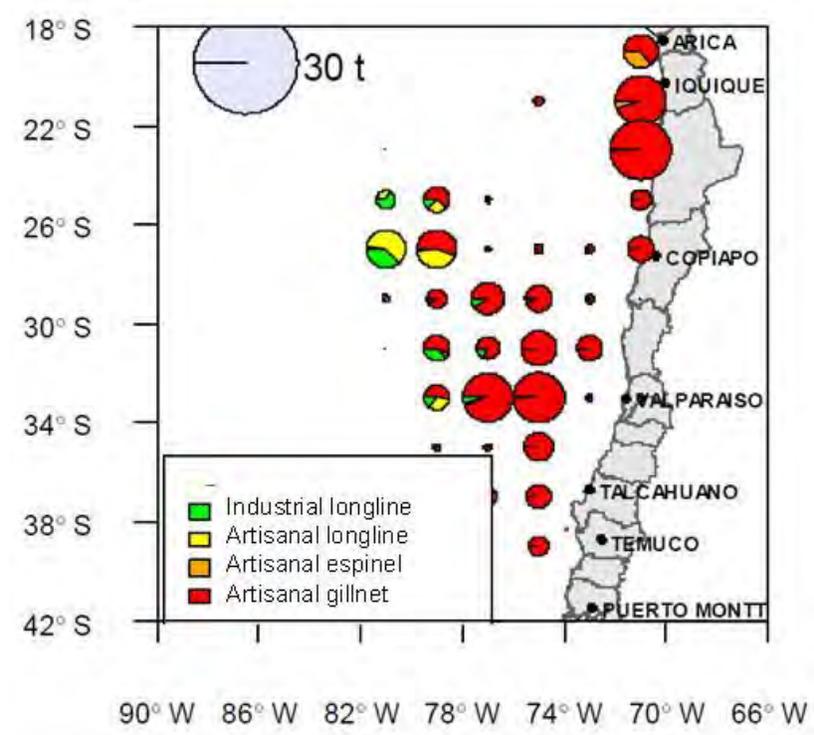


Fig. 76. Distribución espacial de las flotas que participan en la pesquería de pez espada (*Xiphias gladius*) en Chile.

La pesquería pelágica de pez espada es la principal fuente de capturas de tiburón sardinero en Chile, sin embargo, también ha sido documentado en la pesquería artesanal de espinel dirigida a merluza del sur (*Merluccius australis*, southern hake), merluza común (*Merluccius gayi gayi*, Chilean hake) y congrio dorado (*Genypterus blacodes*, Golden kingclip), en la pesquería industrial de arrastre dirigida a merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, hoki) y merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*, Southern blue

whitting); en la pesquería pelágica de cerco dirigida a anchoveta (*Engraulis ringens*, anchovy), jurel (*Trachurus murphyi*, Jack mackerel) y sardina española (*Sardinops sagax*, Pilchard) (Fig. 77).

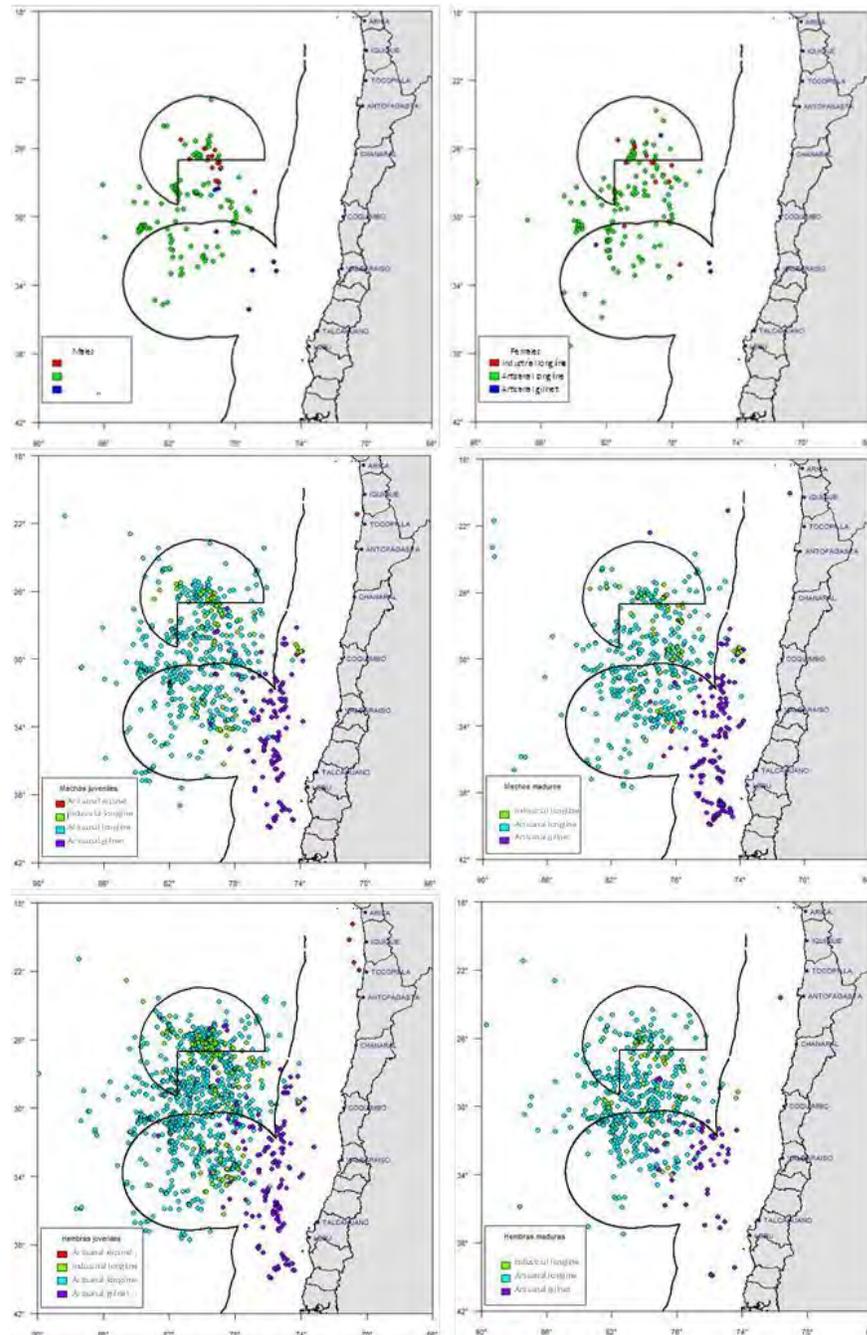


Fig. 77. Distribución espacial de machos (izquierda) y hembras (derecha) de tiburón sardinero según estratos de tamaño. Arriba: juveniles (< 70 cm LH); Centro: > 145 cm LH; Abajo: adultos (> 175 cm LH).

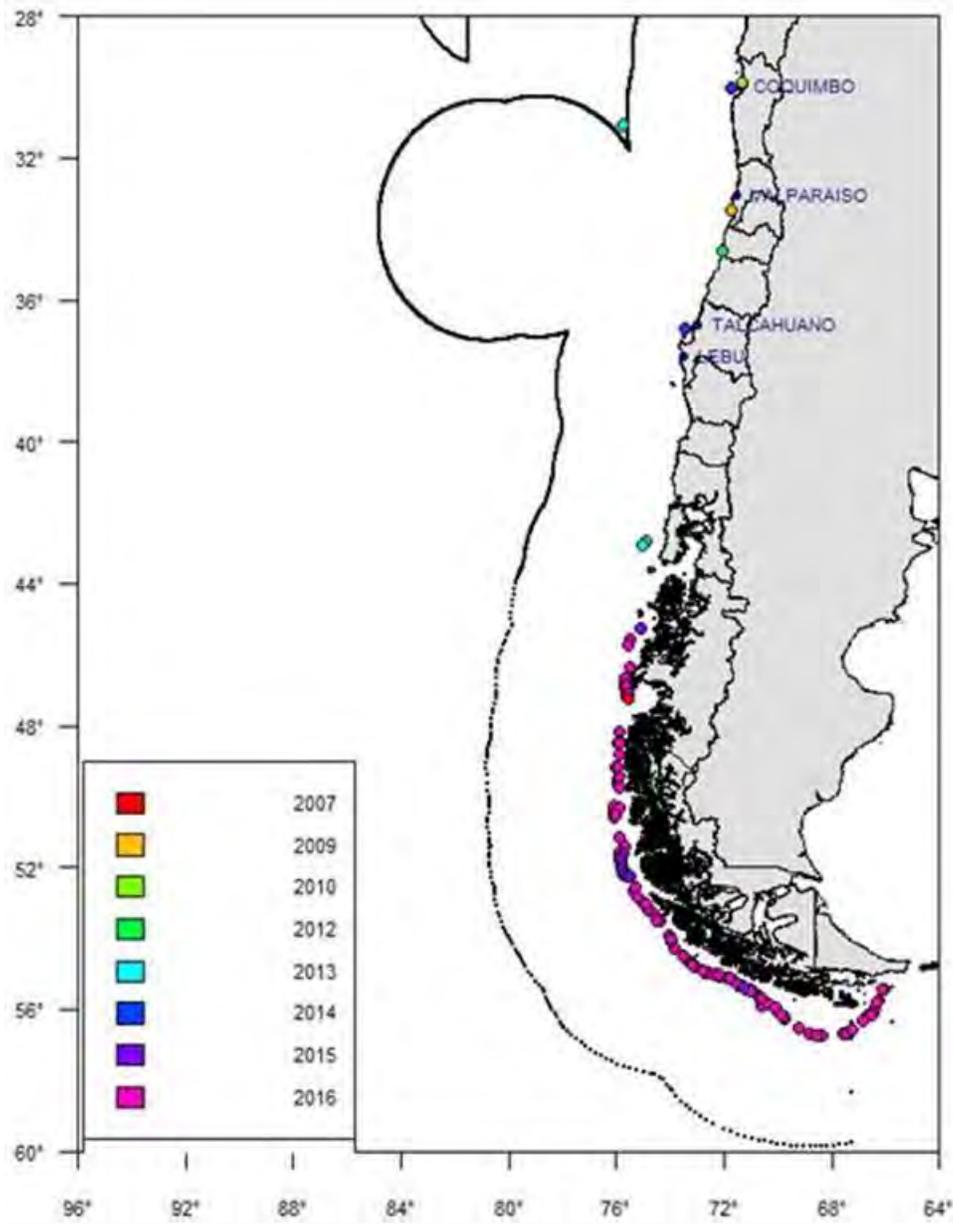


Fig. 78. Distribución espacial de presencia de tiburón sardinero en pesquerías costeras, principalmente al sur de los 40°S, en Chile.

Entre 2001 y 2016, las capturas totales de tiburón sardinero alcanzaron casi 400 toneladas, siendo el enmalle artesanal el más importante (69,8%), seguido del palangre industrial (26,5%). El palangre artesanal y espinel representan 3,6% y 0,03%, respectivamente. Los mayores desembarques de tiburón sardinero se han logrado entre 2006 y 2011 y luego entre

2014 y 2016 (Fig. 79). En la escala mensual, las principales capturas ocurrieron entre abril y mayo (Fig. 80).

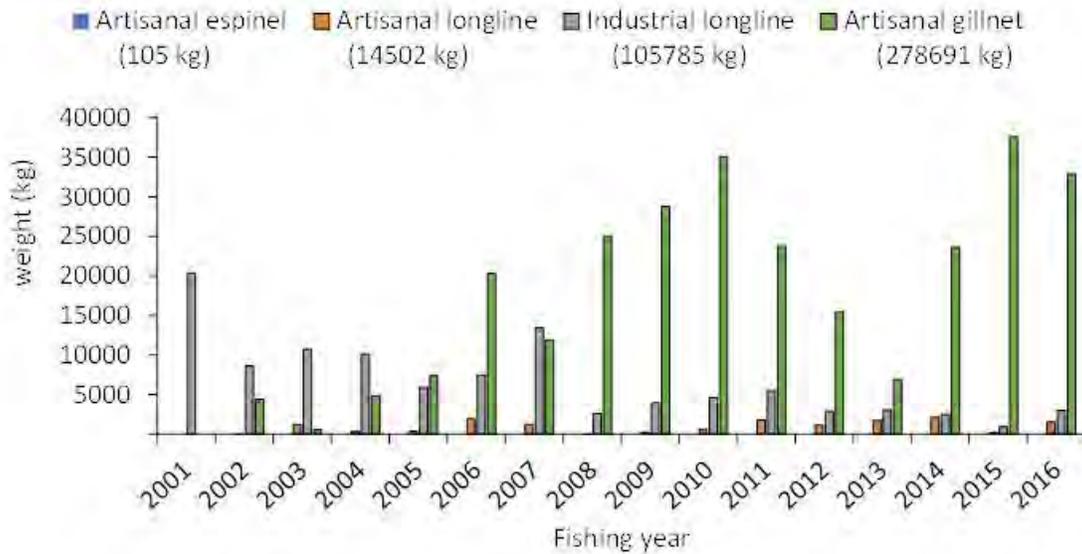


Fig. 79. Capturas (kg) de tiburón sardinero en Chile según flota entre 2001 y 2016.

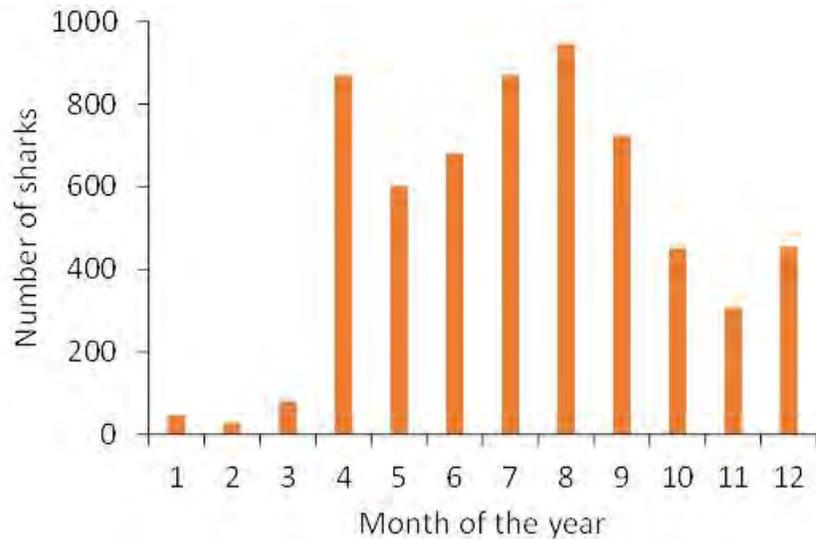


Fig. 80. Capturas mensuales (número de ejemplares) de tiburón sardinero en Chile entre 2001 y 2016.

En el Atlántico Occidental, frente a Brasil existe una amplia operación pesquera de palangre pelágico dirigido a pez espada y atunes, en la que operan más de 500 embarcaciones. En términos de captura, la pesquería pelágica de la zona norte del país, que utiliza principalmente palangre de profundidad dirigido a atunes, es la más importante (Fig.

81). Sin embargo, es en la pesquería pelágica de la zona sur y sureste, que utiliza palangre de superficie dirigido a pez espada, en la que se verifica con mayor frecuencia la presencia de tiburón sardinero como fauna acompañante, aunque también es frecuente que se le declare como tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*), lo que ha dificultado la evaluación del estado de conservación de tiburón sardinero en esta región (Fig. 82).

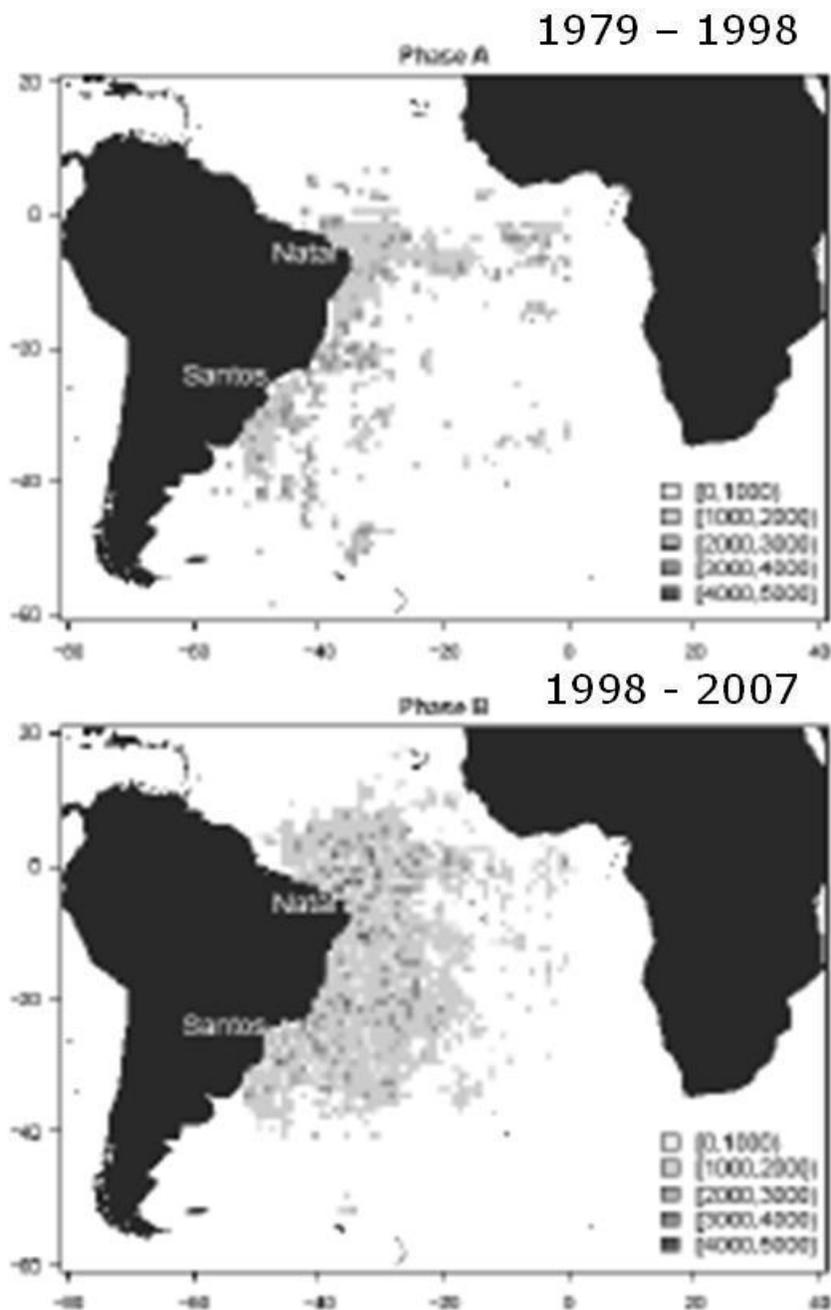


Fig. 81. Distribución total de la flota palangrera pelágica brasileña entre 1979-1998 (arriba) y 1998 - 2007 (Barreto *et al.* 2015).

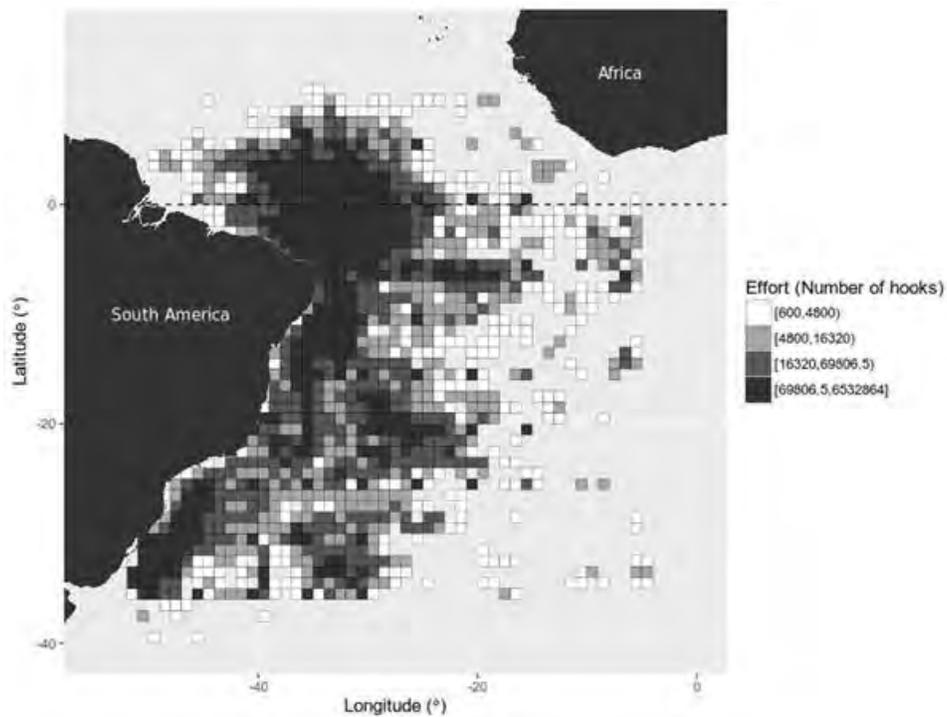


Fig. 82. Distribución total de la flota palangrera pelágica brasileña entre 1978 y 2012 (Sant’Ana *et al.* 2017).

Por lo tanto, *Lamna nasus* es considerada una especie ocasional, esporádica e inclusive rara en Brasil. Sin embargo, un programa reciente de monitoreo sistemático de la pesca de palangre en la región sur del país, mostró que esta especie es capturada con relativa alta frecuencia en proximidades de un banco oceánico denominado Elevación de Río Grande (frente al Estado de Rio Grande, sur de Brasil, 15° hacia el este), principalmente en los meses de primavera y verano, con rendimientos de pesca que alcanzaron 19,1 indiv/1000 anzuelos en diciembre de 2005, 32,0 indiv/1000 anzuelos en noviembre de 2008, 16,5 indiv/1000 anzuelos en diciembre de 2008, y 27,4 indiv/1000 anzuelos en diciembre de 2009 (Montealegre *com. pers.*).

La Elevación de Río Grande, se reconoce como un sector de gran importancia para algunas especies de tiburones oceánicos, por constituir un área de desove (parto) y crianza (Montealegre *com. pers.*). En este sector oceánico, así como hacia el continente se ha verificado la presencia de tiburón sardinero (Fig. 83). Adicionalmente, se destaca un gradiente latitudinal positivo del rendimiento de pesca de tiburón sardinero en esta región (Fig. 84).

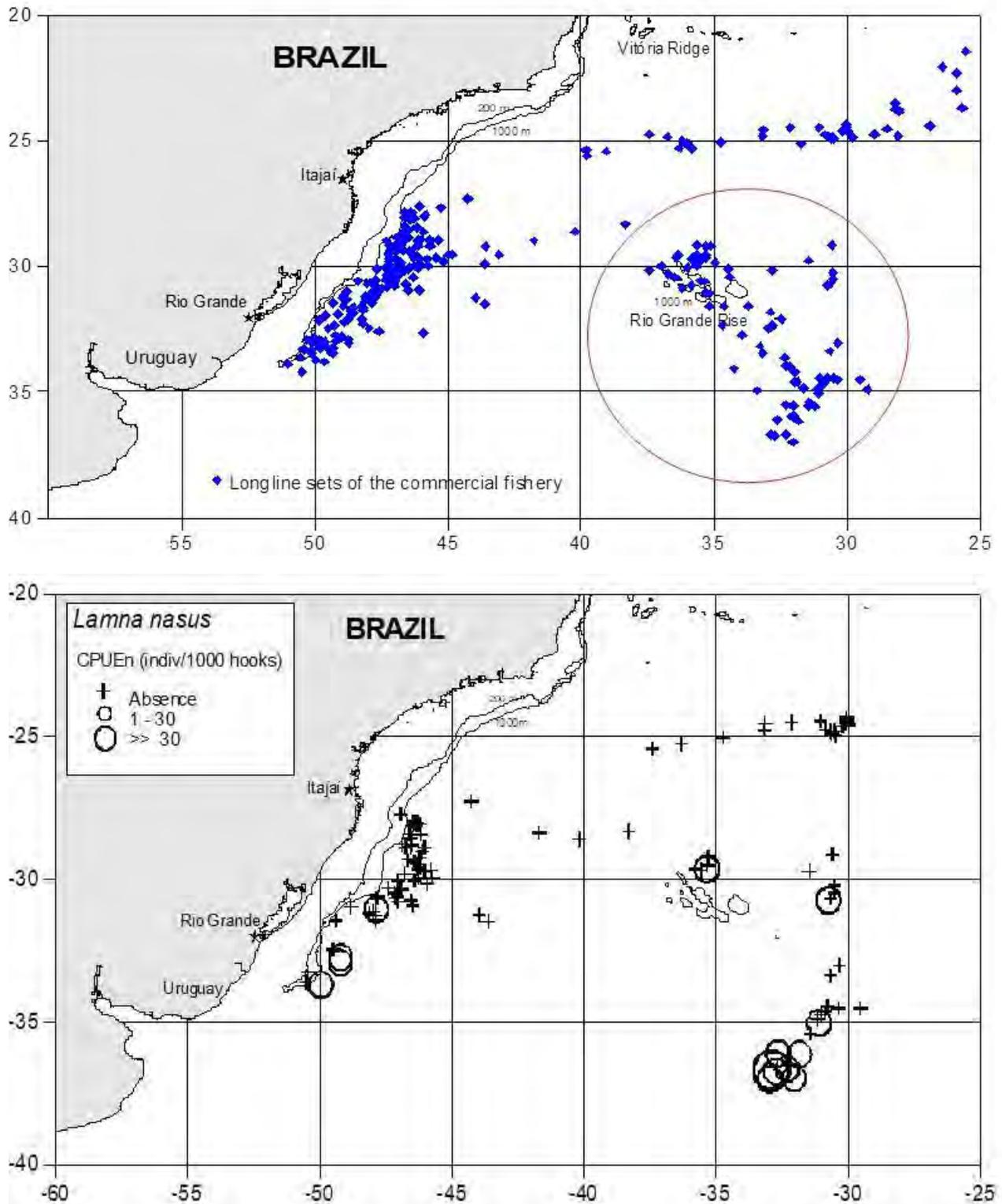


Fig. 83. Distribución espacial de lances de pesca con palangre en la pesquería pelágica brasileña frente al Estado de Río Grande y la Elevación de Río Grande (arriba) y rendimiento de pesca de tiburón sardinero (abajo).

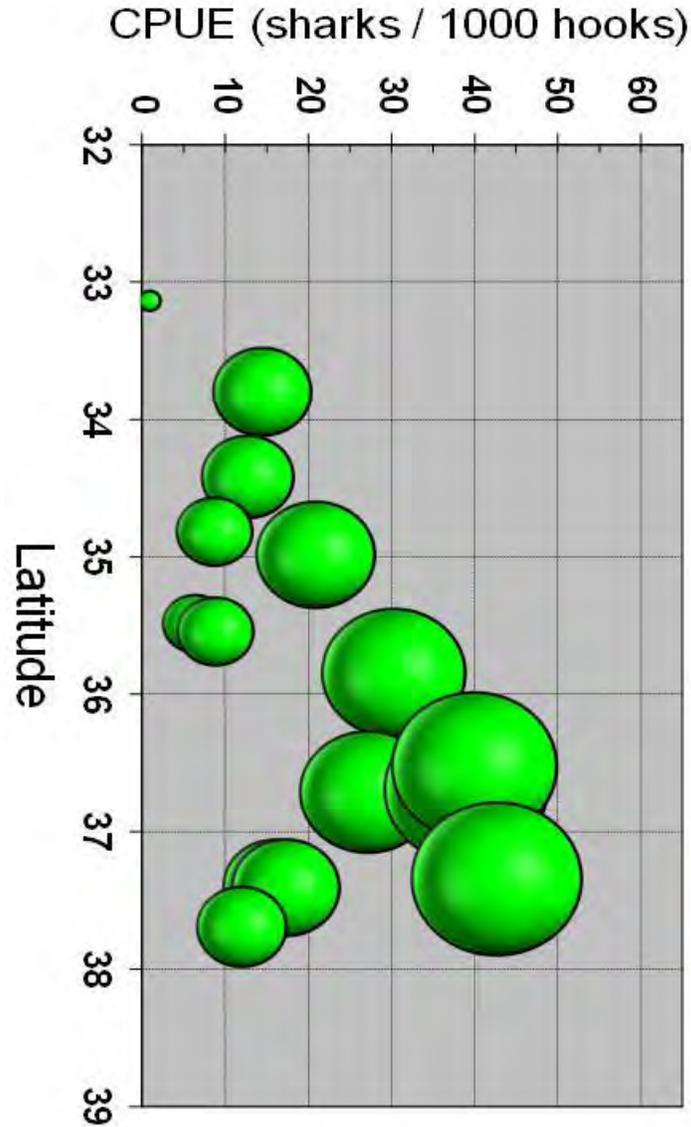


Fig. 84. Gradiente latitudinal del rendimiento de pesca (ejemplares/1000 anzuelos) de tiburón sardinero en la pesquería pelágica brasileña frente al Estado de Río Grande.

En el Atlántico Suroccidental, en particular frente a Uruguay y sur de Brasil, el tiburón sardinero aparece como fauna acompañante de la pesquería de palangre pelágico dirigida al atún (*Thunnus* spp.) y pez espada (*Xiphias gladius*) (Pons & Domingo 2010) y ocasionalmente en redes de arrastre dirigidas a la merluza (*Merluccius hubbsi*) (Domingo 2003). Uruguay se encuentra en el límite más septentrional de distribución de *Lamna*, y las capturas de tiburón o marrajo sardinero son ocasionales y dependen del año, la temporada y el área de operación de la flota (Forselledo *et al.* 2017).

La pesquería pelágica uruguaya tiene una amplia distribución en el Atlántico occidental, sin embargo, los eventos de captura de *Lamna* ocurren dentro de un área restringida de la distribución total de pesca de la flota atunera uruguaya, al sur de 34°S. En dicha área han ocurrido el 98% de las capturas de tiburón sardinero obtenidas por la flota en toda su área de operación entre 1982 y 2008 (Fig. 85).

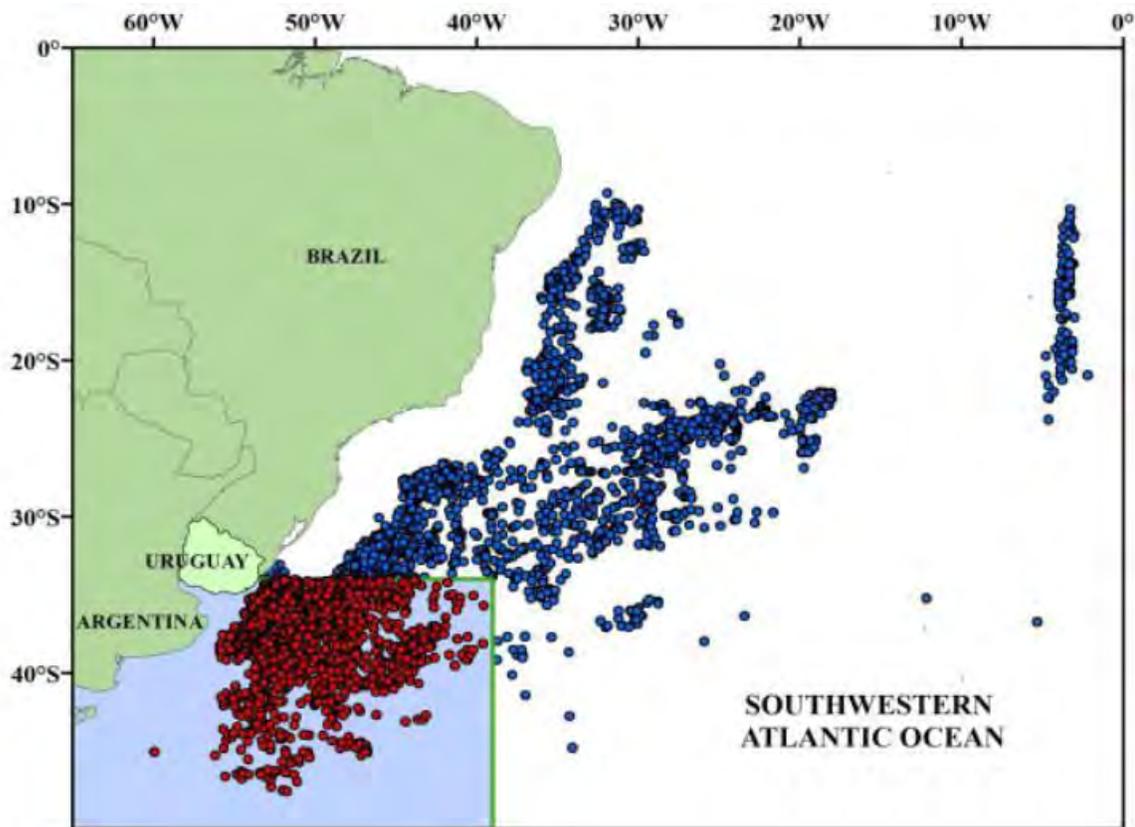


Fig. 85. Distribución total de la flota palangrera pelágica uruguaya (puntos azules) y eventos de captura de *Lamna nasus* (puntos rojos) entre 1982 y 2008 (Pons & Domingo 2010).

En el extremo sur del Atlántico Suroccidental, frente a Argentina, *Lamna nasus* es capturado como fauna incidental por flotas de arrastre que operan al sur de 44°S, siendo encontrado con más frecuencia en la flota de surimi (90% de la captura incidental total de tiburón sardinero), cuyas especies objetivo son merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*, Southern blue whiting) y merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Chilean hoki) (Waessle 2007; Waessle & Cortés 2011). Las operaciones de la flota de surimi están

cubiertas por observadores a bordo que han hecho disponibles datos de captura incidental de tiburón sardinero desde 2004 (Waessle 2007). Sin embargo, esta flota comenzó a operar en 1989 (Bertolotti *et al.* 2001) y, por lo tanto, existe una captura incidental acumulativa de tiburón sardinero significativa previa a los resultados presentados por Cortés & Waessle (2017) (Fig. 86).

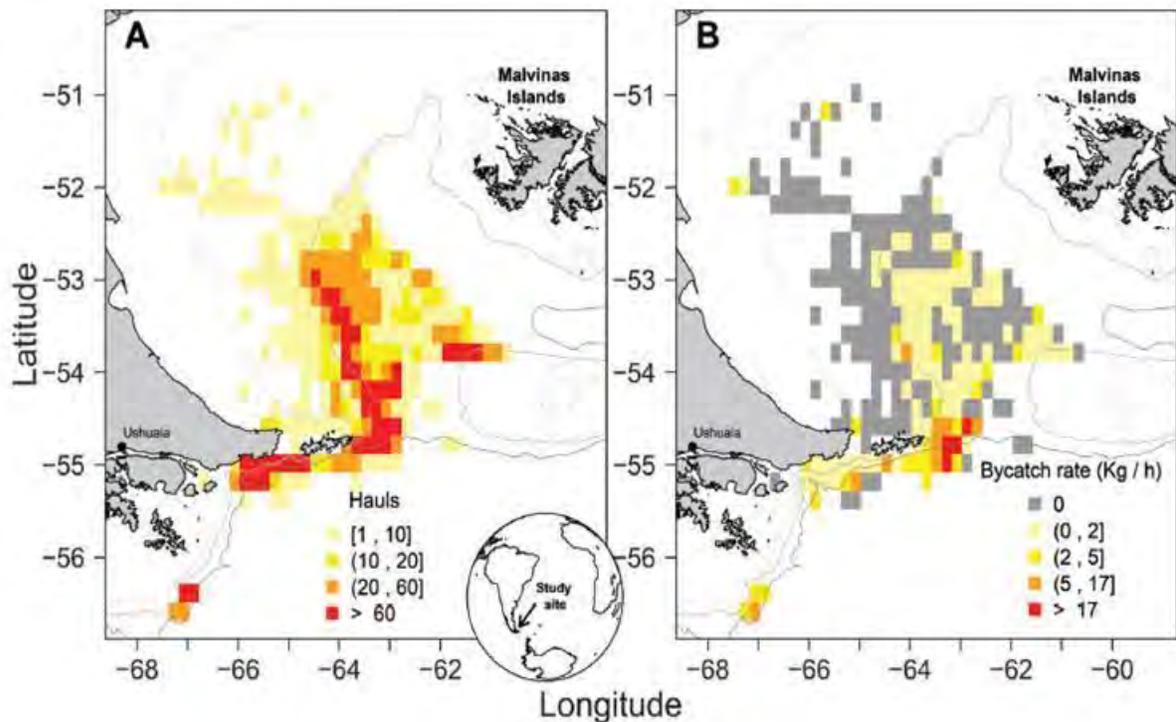


Fig. 86. Distribución espacial de (A) lances de pesca y (B) tasa observada de captura incidental de tiburón sardinero (*Lamna nasus*) por la flota argentina de surimi en el Atlántico suroccidental desde 2006 a 2012. Celdas con resolución de $0,2^\circ$. Las líneas grises son las isobatas de 100, 200 y 1000 m.

En el Atlántico sur, en torno a las Islas Falklands, *Lamna* es considerada una especie rara, siendo capturada como fauna acompañante de la pesquería de arrastre (de media agua) de calamar patagónico (Patagonian squid, *Loligo gahi*) y la pesquería de palangre de bacalao de profundidad (Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides*) (Arkhipkin *com. pers.*).

En la pesquería de arrastre, las capturas de tiburón sardinero ocurren casi exclusivamente en la Zona de Conservación y Manejo Interna de las Islas Falkland (FICZ, Falkland Islands

Interim Conservation and Management Zone), al sur del archipiélago en el primer trimestre del año, al oeste y noroeste en el segundo trimestre y en el sector oriental en el tercer y cuarto trimestre (Fig. 87). En el caso de la pesquería palangrera de profundidad, las capturas de tiburón sardinero ocurren principalmente en la Zona de Conservación Exterior de las Islas Falkland (FOCZ, Falkland Islands Outer Conservation Zone), al sur-este del archipiélago en el primer, segundo y cuarto trimestre, y al este y sureste en el tercer trimestre (Fig. 88).

En la flota palangrera, los primeros registros de captura datan de 2001, pero se hacen frecuentes desde el año 2006, con tendencia creciente hasta 2009 cuando se alcanzó el máximo cercano a 2.100 toneladas, para luego decaer a cerca de 500 t en 2012. Entre 2012 y 2017 las capturas se mantuvieron alrededor de 550 t (Fig. 89). En la flota de arrastre, los registros de captura de tiburón sardinero comienzan en el 2005, con cerca de 800 t, mostrando una tendencia decreciente hacia 2008 y crecimiento posterior hasta 2011, alcanzando casi 2000 t. Entre 2012 y 2015, las capturas de tiburón sardinero fueron comparativamente bajas, en torno a 150 t, en comparación a los valores observados en 2016 y 2017, los más altos de la serie, alcanzando cerca de 3.000 t en 2016 y más de 3.500 t en 2017 (Fig. 85).

En la escala mensual, en la flota palangrera de profundidad, las mayores capturas de tiburón sardinero ocurrieron a finales del verano y principios del otoño. Durante la primavera, las capturas son bajas. En el caso de la flota arrastrera, las mayores capturas ocurren en otoño (abril) y finales de primavera principios del verano (Fig. 90).

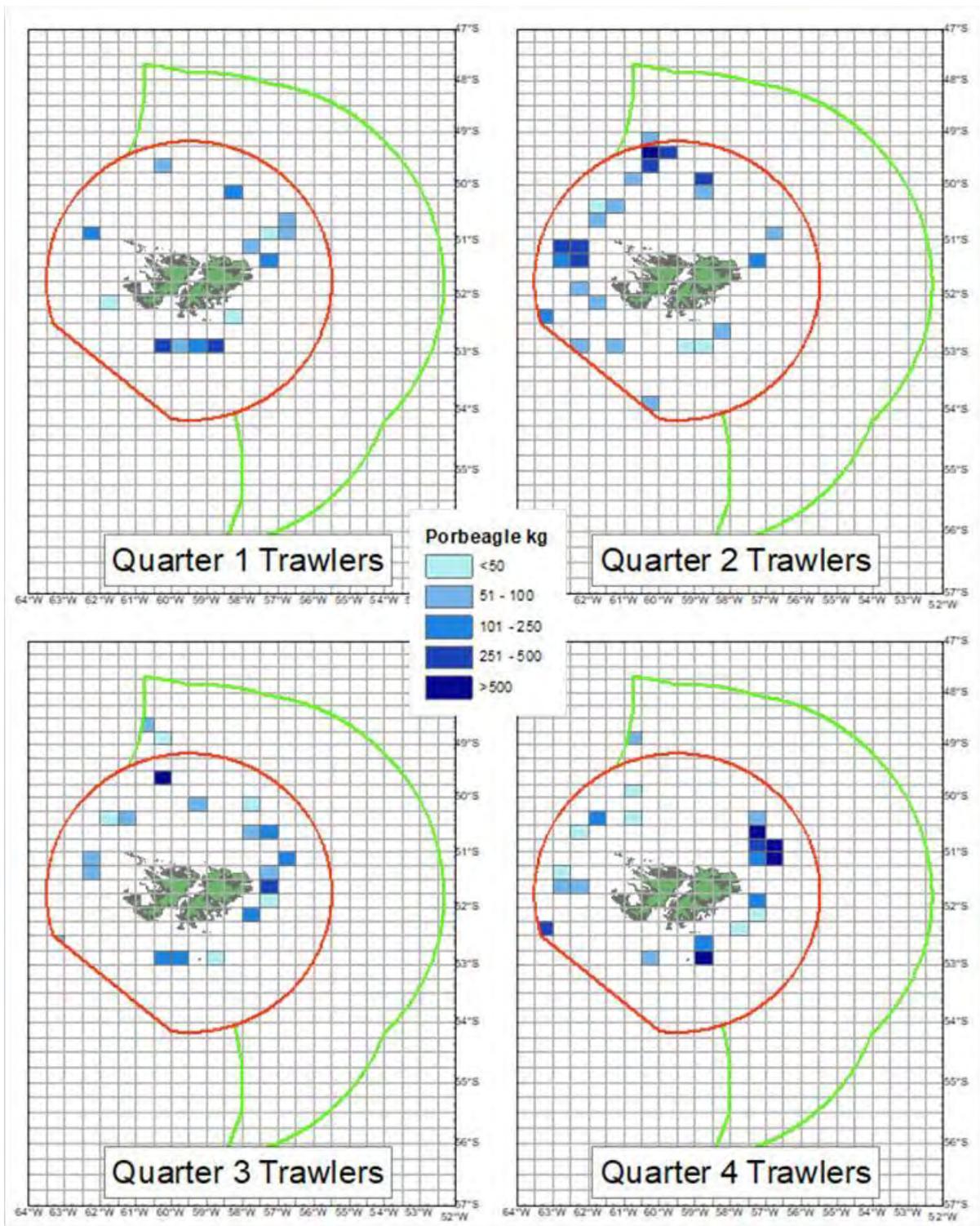


Fig. 87. Captura acumulada de tiburón sardinero entre 2006 y 2017 en la flota de arrastre en torno a las Islas Falkland. La línea roja delimita la Zona de Conservación y Manejo Interno de las Islas Falkland (FICZ) y la línea verde la Zona de Conservación Exterior (FOCZ).

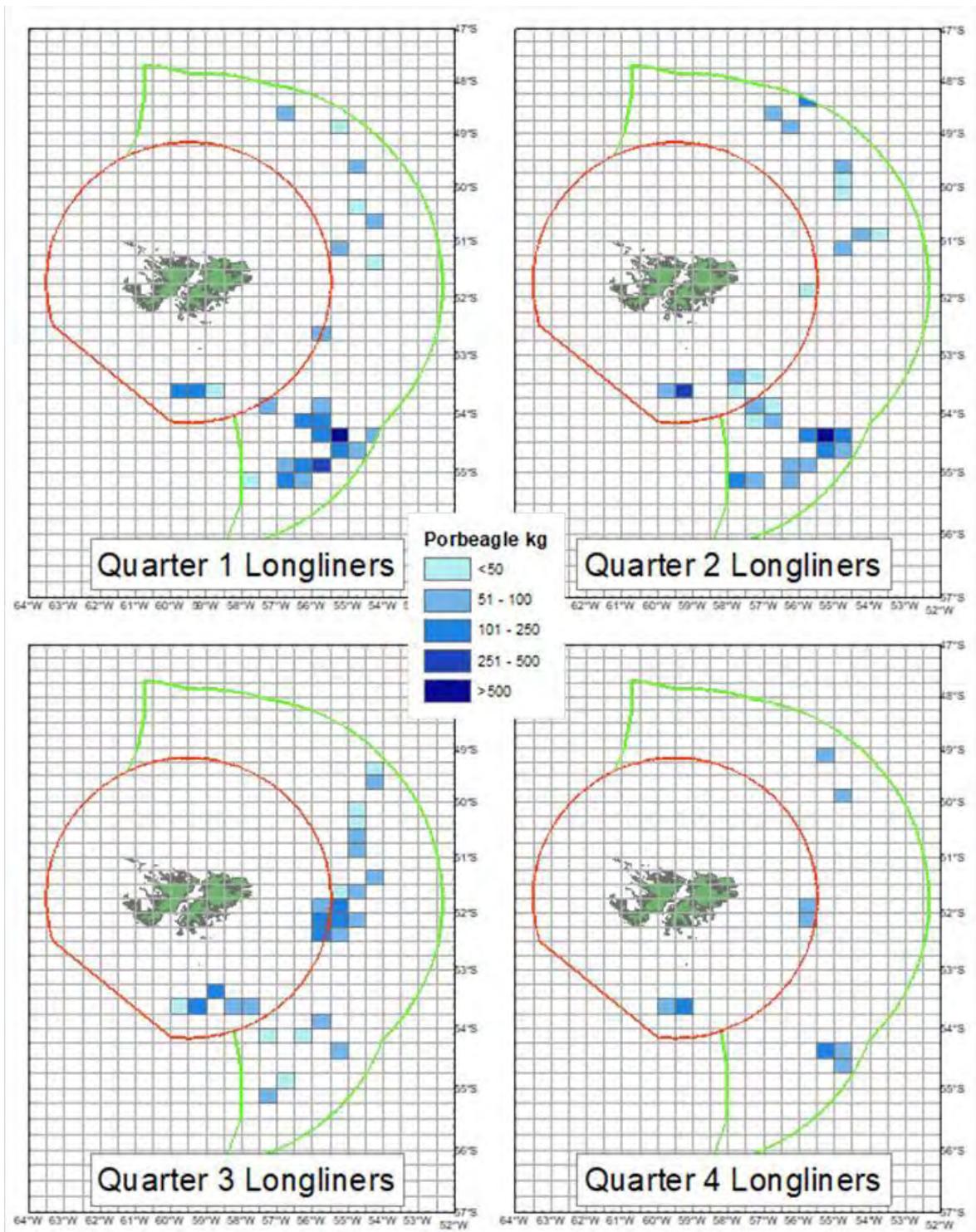


Fig. 88. Captura acumulada de tiburón sardinero entre 2006 y 2017 en la flota de palangre de profundidad en torno a las Islas Falklands. La línea roja delimita la Zona de Conservación y Manejo Interna de las Islas Falklands (FICZ) y la línea verde la Zona de Conservación Exterior (FOCZ).

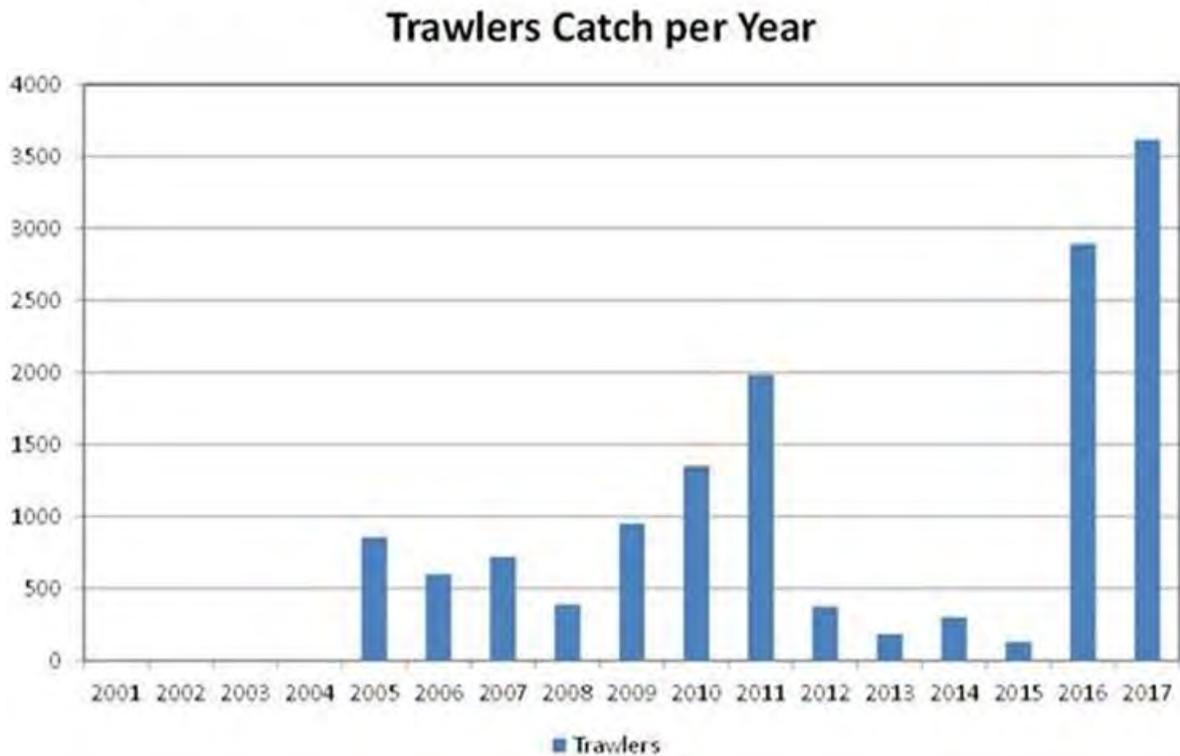
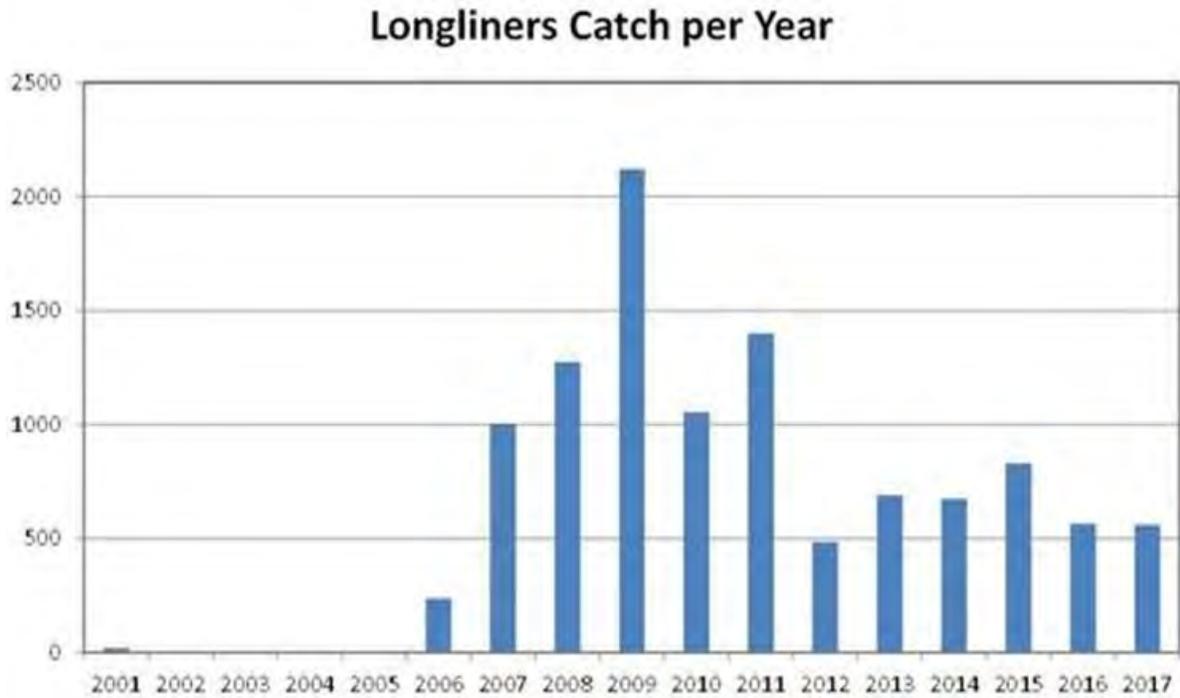


Fig. 89. Capturas anuales de tiburón sardinero entre 2006 y 2017 en torno a las Islas Falklands debido a la flota de palangre de profundidad (arriba) y la flota de arrastre (abajo).

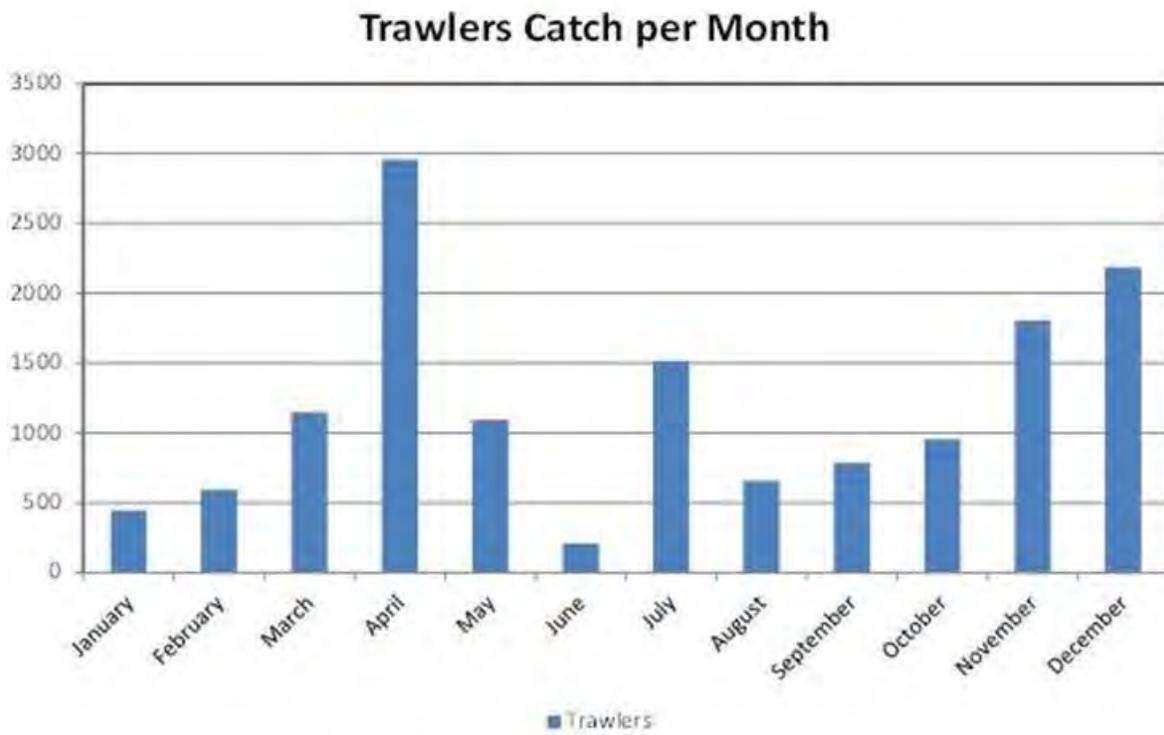
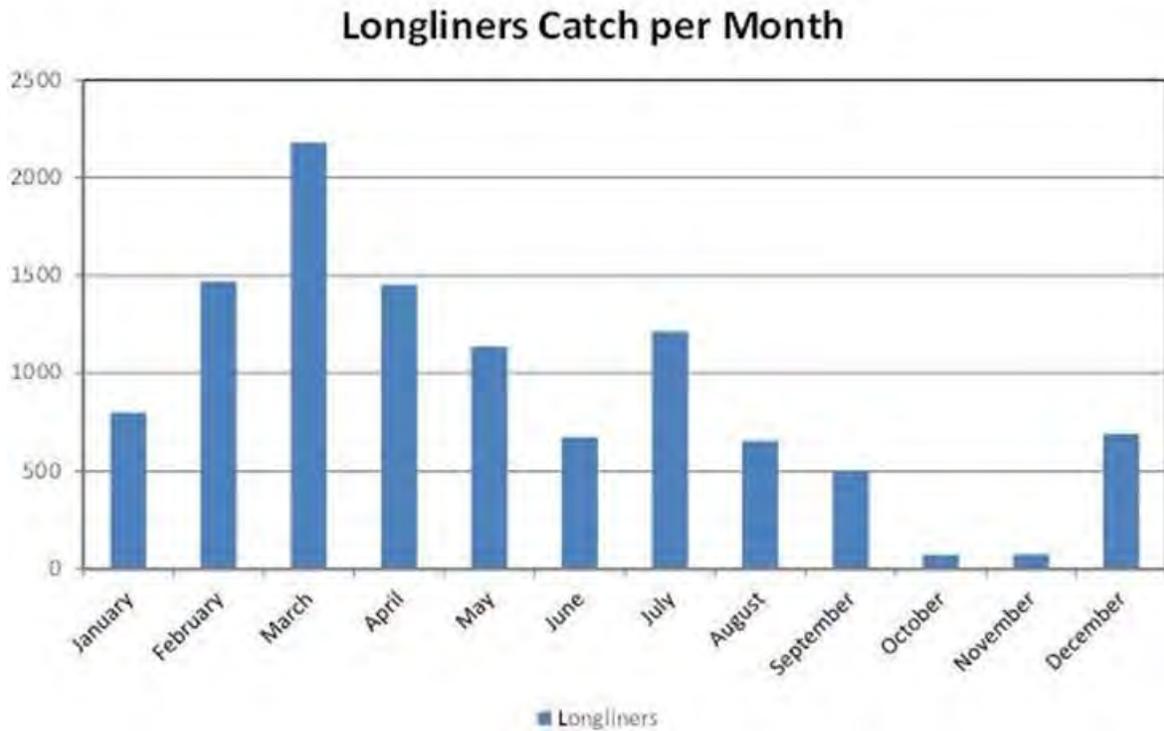


Fig. 90. Capturas mensuales de tiburón sardinero entre 2006 y 2017 en torno a las Islas Falkland debido a la flota de palangre de profundidad (arriba) y la flota de arrastre (abajo).

La Fig. 91 muestra la distribución espacial de tiburón sardinero en el Pacífico Suroriental y Atlántico Suroccidental. La gráfica se construyó con la información pública disponible (lances de pesca georreferenciados) o desde publicaciones específicas encontradas a la fecha.

Para el Hemisferio Sur, evaluaciones de stock se han realizado en:

Uruguay	: Pons & Domingo 2010 Forselledo <i>et al.</i> 2017
Argentina	: Cortes <i>et al.</i> 2017
Chile	: Hoyle <i>et al.</i> 2017
Nueva Zelandia	: Francis <i>et al.</i> 2014. Francis & Large 2017
Japón	: Hoyle <i>et al.</i> 2017 (para el Hemisferio Sur)

Varias de las evaluaciones se presentaron en agosto de 2017, durante la 13ava. Sesión regular del Comité Científico de la Western Central Pacific Fisheries Commission. En el caso de la costa de Chile, Hoyle *et al.* (2017) realizaron una evaluación de stock y determinación del estado de conservación de *Lamna* en el Hemisferio Sur que incluyó la participación de científicos de Argentina, Chile, Japón, Nueva Zelandia y Uruguay. En este documento se reconoce que la estructura poblacional de la especie no está bien comprendida, pero que resulta improbable que ésta corresponda a un stock único bien mezclado para propósitos de manejo, por lo cual se definieron cinco subpoblaciones o regiones por longitud 1) Atlántico oeste, 2) Indico oeste/Atlántico este, 3) Indico este, 4) Pacífico oeste y 5) Pacífico este.

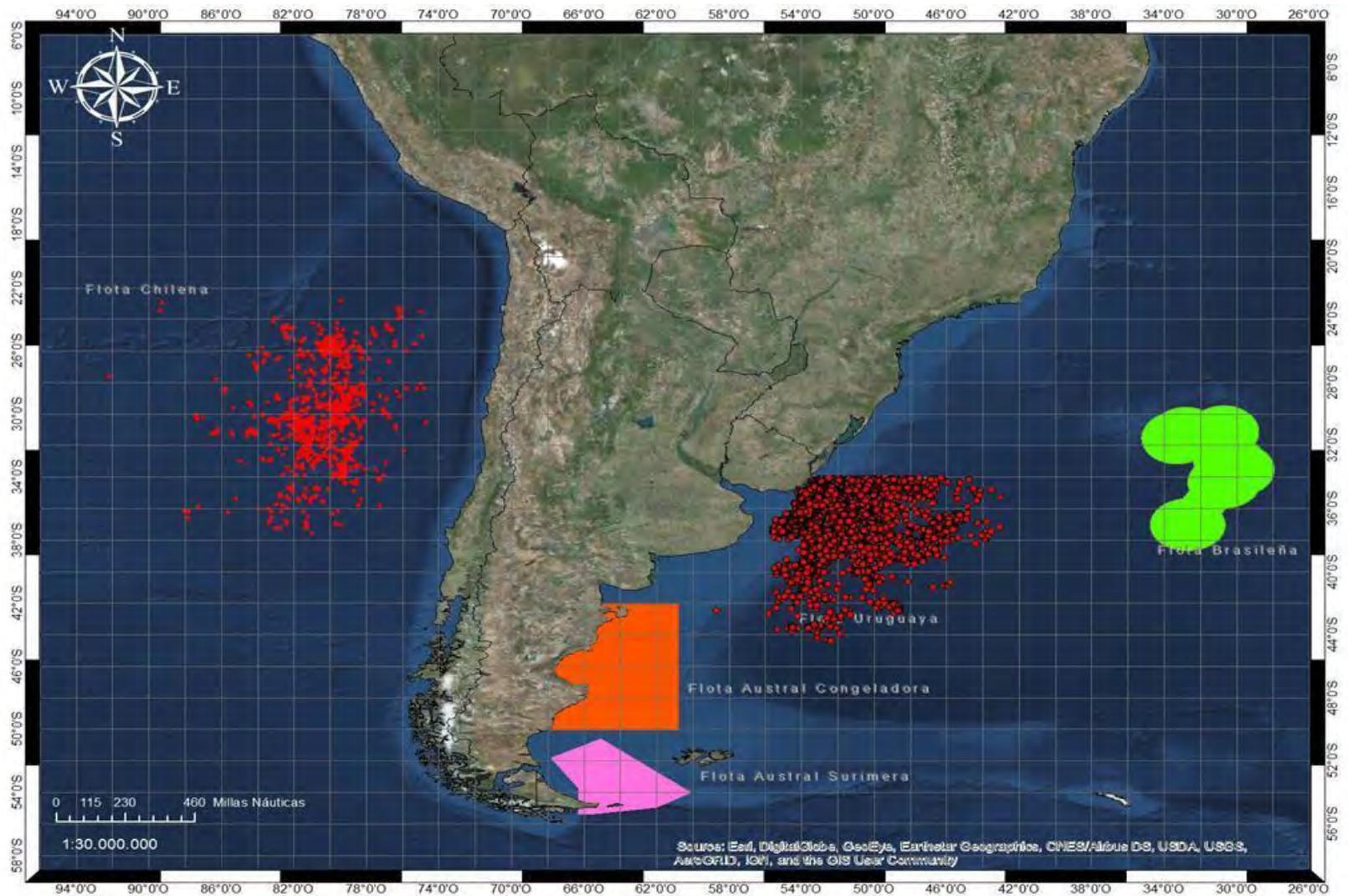


Fig. 91. Distribución espacial de la presencia de tiburón sardinero en el Pacífico Suroriental y Atlántico Suroccidental. Los puntos representan lances de pesca, y los polígonos representan información acumulada para el área correspondiente.

Los análisis de indicadores, además de proveer series de tiempo para monitorear cambios poblacionales, revelaron patrones espaciales de distribuciones de tamaño y sexo, y relaciones con variables ambientales. Estos análisis son aportes críticos a las evaluaciones de status de stocks porque ayudan a determinar la estructura de los modelos.

Sesión 2. BIOLOGIA, REPRODUCCION, ESTRUCTURA POBLACIONAL

Hasta 1980, la información acerca de aspectos biológicos del tiburón sardinero era escasa. Los primeros antecedentes datan de la década de 1960 en el Hemisferio Norte y desde 2000 en el Hemisferio Sur. En el Hemisferio Norte, Aasen (1961) comunicó las primeras observaciones sobre la talla de madurez de *Lamna nasus* para el Atlántico noroccidental, y posteriormente de la composición de tamaños, relaciones de longitud y crecimiento (Aasen 1963). Desde 1963 hasta principios de 1980, no existen nuevos antecedentes sobre la biología del tiburón sardinero. El conocimiento se incrementó a finales de la década de 1980 cuando se realizaron estudios específicos en el Atlántico Norte y en el Pacífico Suroeste (Francis 2008).

De acuerdo a las primeras observaciones de Aasen (1961), para el Atlántico Noroeste, los machos de tiburón sardinero madurarían a 1,5 - 2,0 m de longitud total, mientras que las hembras lo harían entre 2,0 y 2,5 m. En 1963, Aasen (1963) presentó información de composición de tamaños de tiburón sardinero en el Atlántico Noroeste, donde la relación entre sexos (Machos: Hembras) se aproxima a 1:1, sin embargo, este autor observó que existe alta variabilidad entre zonas de pesca (Platts Bank 1:1,3; Cashes Ledge 1,2:1; Georges Bank 1:1; Misaine Bank 1:1,4).

El tiburón sardinero es una especie vivípara, oofágica, aplacentaria (Francis & Stevens 2000; Jensen *et al.* 2002). La tasa de crecimiento embrionario es de 8 cm por mes, y el período de gestación es de aproximadamente 8 - 9 meses, aunque la alta variabilidad y la distribución temporal desigual de los datos hacen que el último cálculo sea incierto (Francis & Stevens 2000; Jensen *et al.* 2002). En el Atlántico noroccidental, todas las hembras

muestreadas en invierno estaban preñadas, lo que sugiere que no existe un período de descanso prolongado entre gestaciones y que el ciclo reproductivo femenino dura un año (Jensen *et al.* 2002).

Para el Hemisferio Norte, en particular para el Atlántico Noroccidental, Jensen *et al.* (2002) estudió la biología reproductiva de tiburón sardinero a partir de los órganos reproductores de 775 ejemplares (393 machos y 382 hembras), determinando la talla de madurez (por sexo) y el ciclo reproductivo. Los machos variaron en tamaño desde 86 hasta 246 cm de longitud de la horquilla (LH) y las hembras variaron de 94 a 288 cm LH. La madurez en los machos se describió mejor a través de la inflexión en la relación de la longitud de la horquilla y la longitud del cláster cuando se combina además con la calcificación del cláster (Fig. 92).

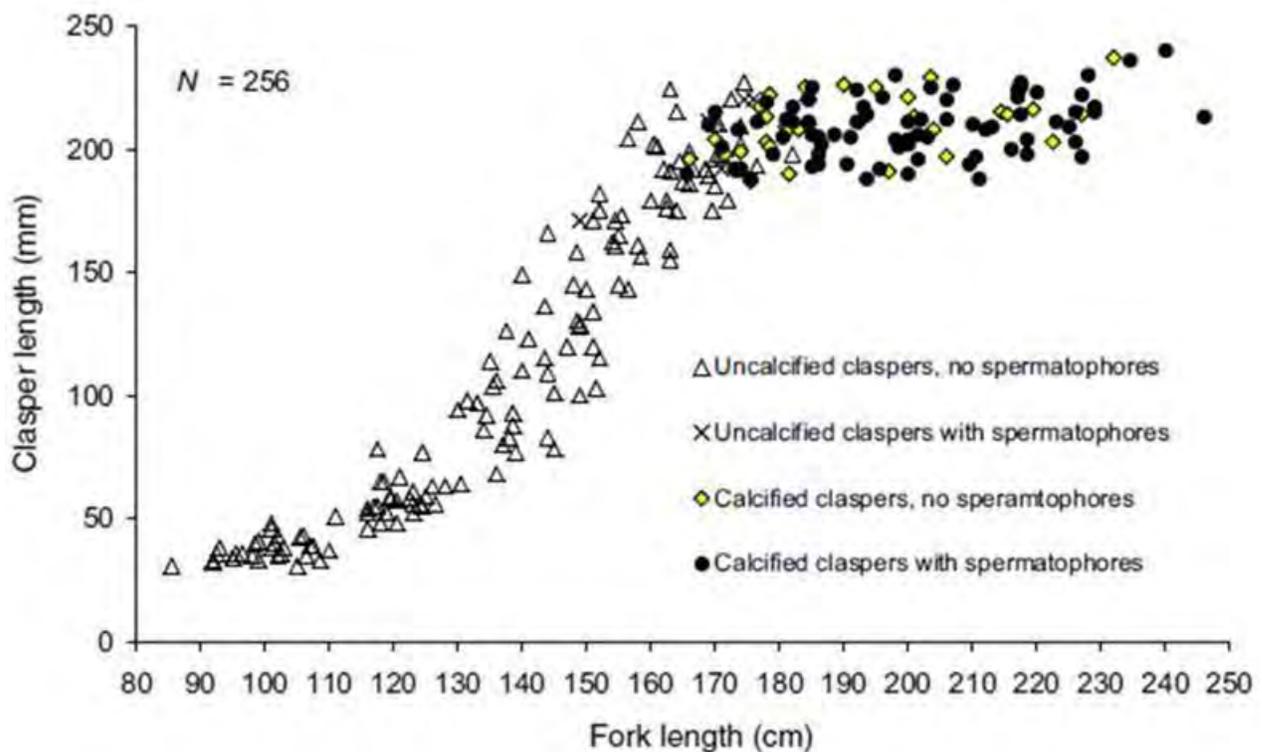


Fig. 92. Relación de la longitud externa del cláster derecho con la longitud horquilla de tiburón sardinero en el Atlántico noroccidental. También se indica la cantidad relativa de calcificación del cláster y la presencia o ausencia de espermatóforos (Jensen *et al.* 2002).

Los machos maduran entre 162 y 185 cm LH y el 50% estuvo maduro a los 174 cm LH, mientras que las hembras maduraron entre 210 y 230 cm LH y el 50% estuvo madura a los 218 cm LH (Fig. 93). Después de un período prolongado de apareamiento de otoño (septiembre - noviembre), las hembras paren en primavera (abril-junio) un promedio de 4 crías. El periodo de gestación se extiende por 8 - 9 meses (Jensen *et al.* 2002).

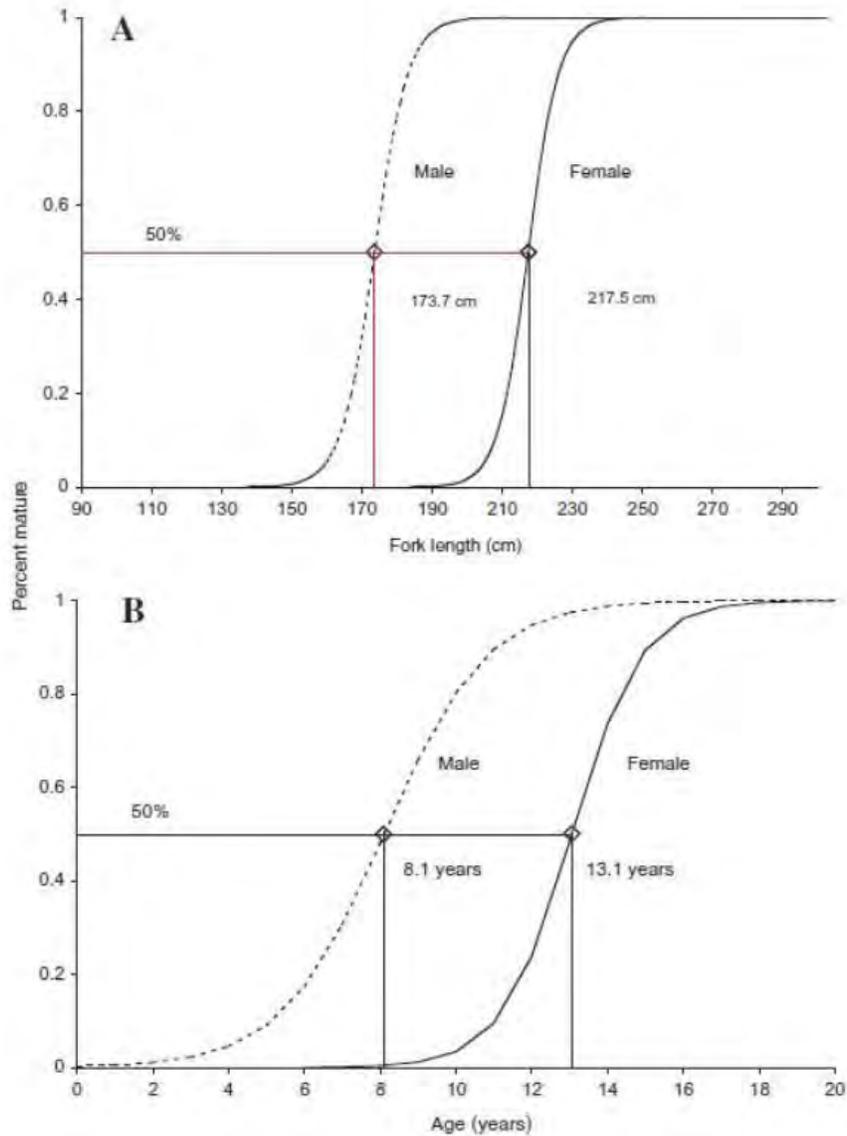


Fig. 93. Ojivas de madurez para machos y hembras de tiburón sardinero en el Atlántico noroccidental: (A) ojivas basadas en la longitud, (B) ojivas basadas en la edad. Se indica la talla/edad media (50%) de madurez (Jensen *et al.* 2002).

Para el Hemisferio Sur, en el caso del Pacífico Suroccidental (Nueva Zelanda y Australia), aspectos reproductivos de tiburón sardinero han sido comunicados por Francis & Stevens (2000), Francis & Duffy (2005) y Francis *et al.* (2008), varios de los cuales fueron presentados durante el taller. En esta región, los tiburones sardineros nacen a una longitud de horquilla de 58 - 67 cm (LH) (Francis & Stevens 2000, Fig. 94). La Fig. 95 muestra varios estados de desarrollo de embriones de tiburón sardinero (Francis *com. pers.*).

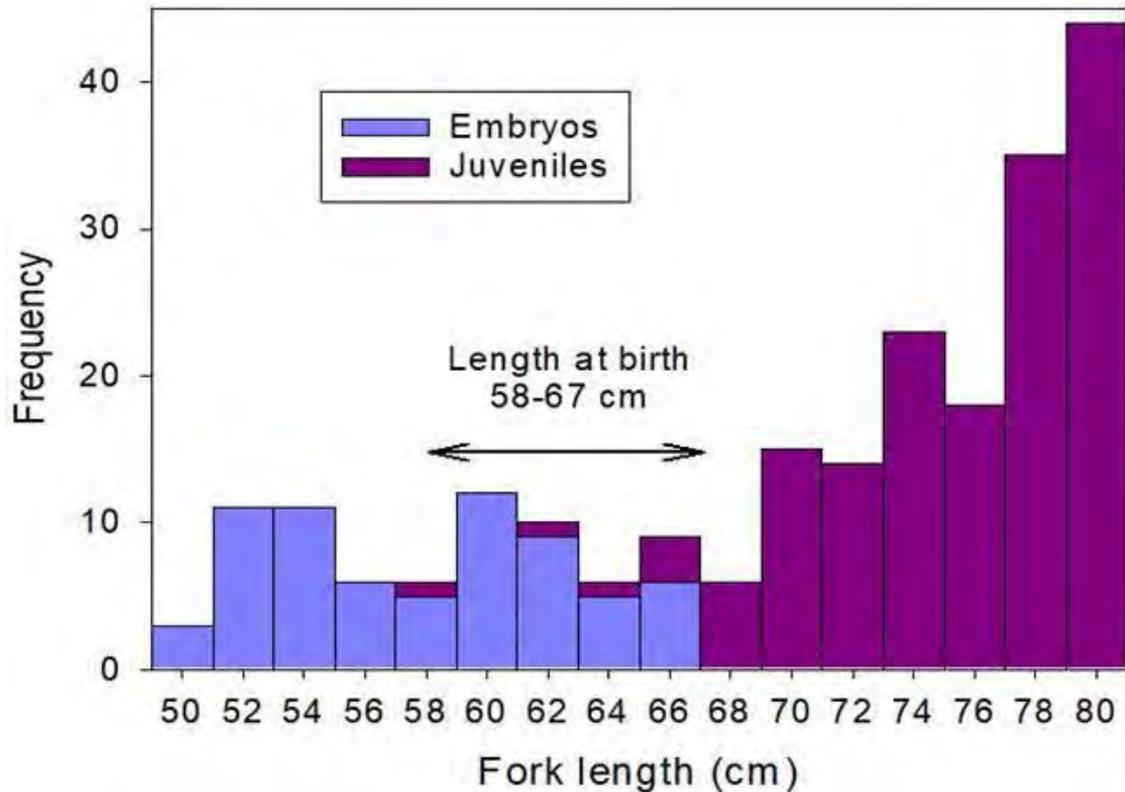


Fig. 94. Composición de tamaños de ejemplares paridos (Francis *com. pers.* 2018).

La talla de madurez de los machos se estimó a partir de la inflexión de la relación entre la longitud horquilla y la longitud del cláster cuando se combina con la calcificación del cláster, encontrándose entre 140 y 150 cm LH (142,7 cm LH, Francis & Duffy 2005) (Fig. 96). En tanto, en el caso de la hembras la talla de madurez se estimó a través del índice de ancho del útero (UWI, uterine width index) y se encontró entre 170 y 180 cm LH (175 cm LH, Francis & Duffy 2005) (Fig. 97).

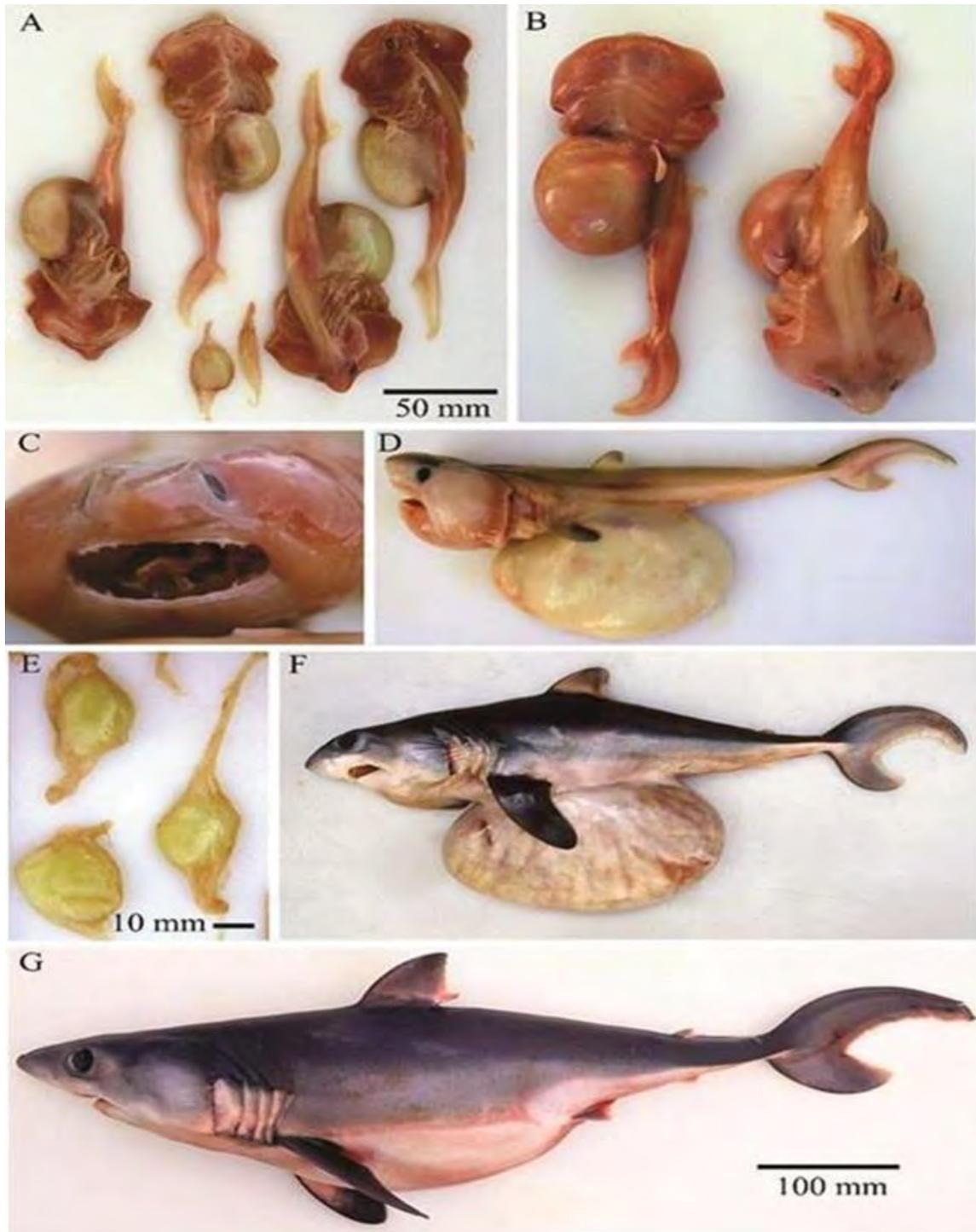


Fig. 95. Diferentes estados embrionarios de tiburón sardinero. A: Embriones en fase temprana; B: macho de 19,8 cm (izquierda) y hembra de 20,7 cm (derecha); C: vista anterior de la cabeza de un embrión de 9,6 cm; D: hembra de 34,2 cm; E: cápsulas vacías; F: hembra de 40,3 cm; G: hembra de 58,0 cm (Francis com. pers.).

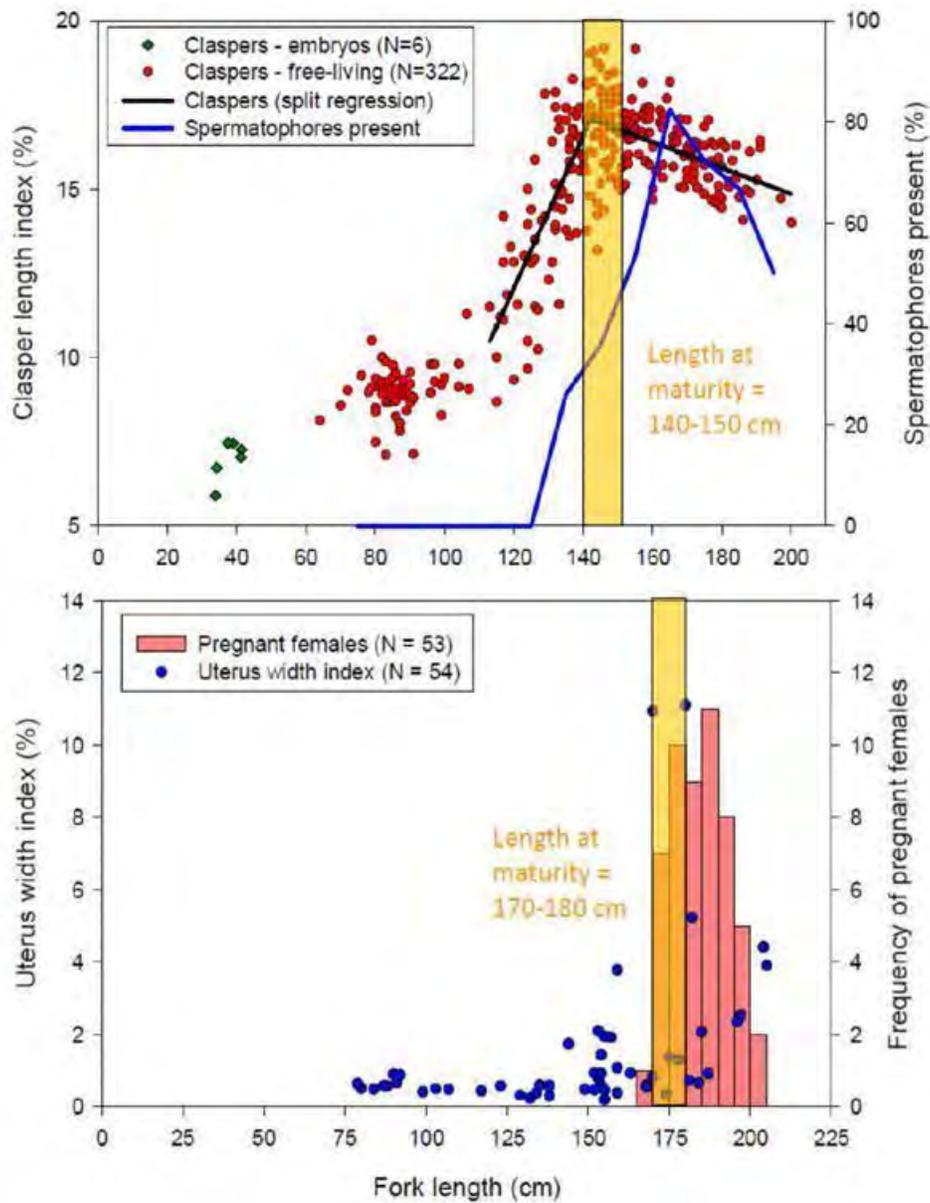


Fig. 96. Estimación de la talla de madurez de tiburón sardinero (*Lamna nasus*) en el Pacífico Suroccidental. Arriba: machos; Abajo: hembras (Francis & Stevens, 2000).

La longitud de madurez de tiburón sardinero machos y hembras del Pacífico Sudoccidental (Francis & Stevens 2000; Francis & Duffy 2005) es sustancialmente más baja que para los correspondientes sexos del Atlántico Noroccidental (Jensen *et al.* 2002).

El tamaño de la camada es usualmente de cuatro embriones (entre uno y cinco), y el parto más probablemente ocurre entre abril y julio (invierno), a diferencia del Atlántico Norte, donde el tiburón sardinero nace en primavera-verano (Fig. 93, Francis & Stevens 2000). El período de gestación es de 8-9 meses y la duración del ciclo reproductivo femenino puede ser de aproximadamente 1 año, y la proporción de sexos de los embriones es de 1:1 (Francis & Stevens 2000).

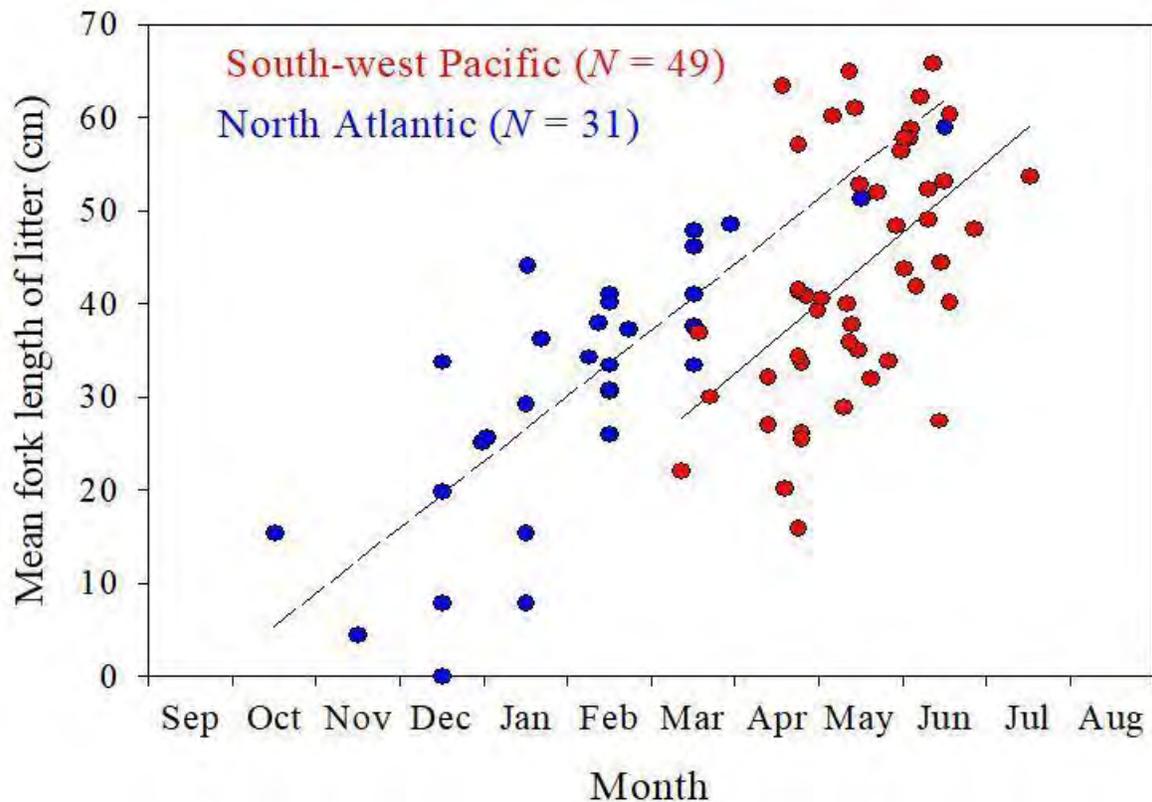


Fig. 97. Variación mensual de la longitud media de embriones de tiburón sardinero del Hemisferio Sur (Pacífico Suroccidental; puntos rojos) y del Atlántico Noroccidental (puntos azules) (Francis com. pers.).

En Chile, en noviembre de 2015 y marzo de 2016, se realizaron cruceros de marcaje de tiburones, capturándose 32 ejemplares de tiburón sardinero, 14 en el primer crucero y 18 en el segundo, en el rango de tallas de 73-169 cm LH. Todos los ejemplares capturados eran juveniles (Fig. 98 y Fig. 99). Anteriormente, en julio - agosto de 2001 se capturó tres ejemplares neonatos de 72,5 cm de longitud total (julio) y 73 cm LT (agosto). Los embriones más pequeño y más grande encontrados midieron 72 y 73 cm respectivamente (Acuña *et al.*, 2001).

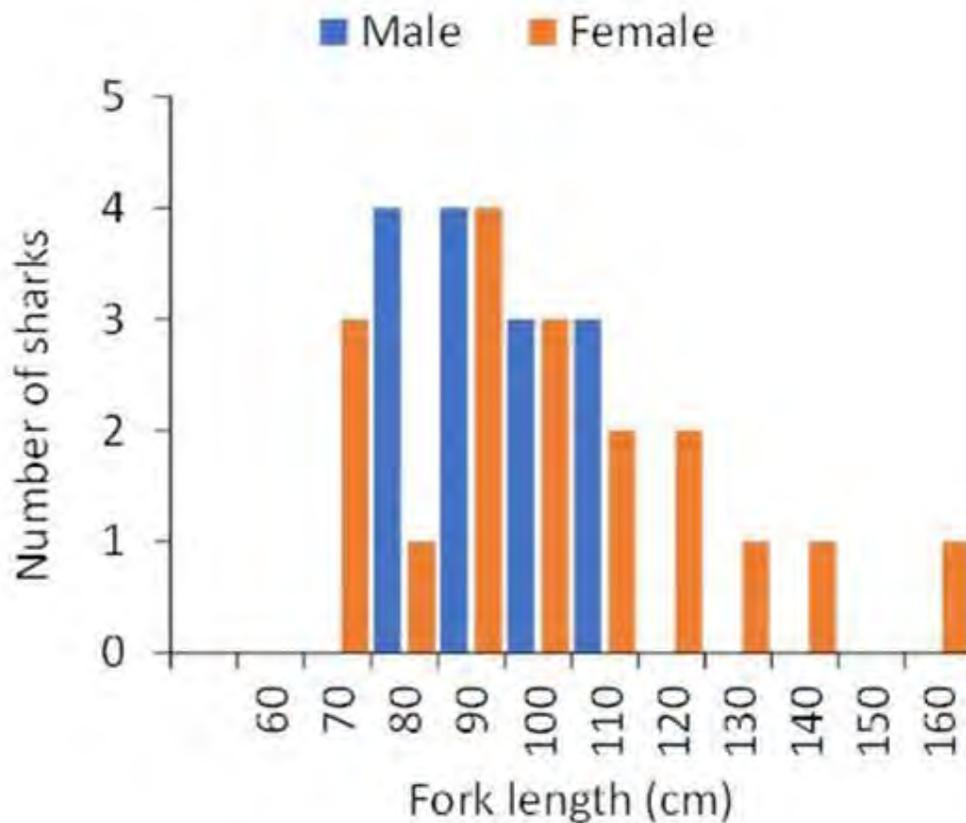


Fig. 98. Composición de tamaños de tiburón sardinero capturados en los cruceros de marcaje de noviembre de 2015 y marzo de 2016 (Zárate com. pers.).



Fig. 99. Vista de la cavidad abdominal de una hembra (izquierda) y macho (derecha) de tiburón sardinero juvenil capturado durante los cruceros de marcaje en aguas chilenas (Zárate com. pers.).

En el Atlántico Sur, en aguas internacionales adyacentes a Argentina, la captura de una hembra de 199 cm LH en la flota palangrera de Uruguay en octubre de 2010, reveló que ésta tenía 4 embriones, 2 machos (63 y 65 cm LH) y 2 hembras (66 y 67 cm LH). Por otro lado, en junio de 2010 se consiguió en la Zona Común de Pesca (ZCP) por parte de la flota palangrera japonesa, la captura de una hembra que tenía dos embriones, un macho y una hembra de aproximadamente 52 cm LH (~60 cm LT) (Andrés Domingo, *com. pers.*). Luego, las observaciones anteriores son consistentes con lo observado en el Pacífico respecto a la talla de nacimiento de tiburón sardinero en torno a 55 - 70 cm LH.

En el Atlántico Sur, en torno a las Islas Falklands, la mayor frecuencia de ejemplares maduros ocurre en invierno (Fig. 92), similar a lo que se observa en el Pacífico Suroccidental, y la maduración sexual ocurre entre 140 y 160 cm de longitud horquilla en los machos y 190-200 cm LH en las hembras (Fig. 100).

La composición de tamaños en las capturas de tiburón sardinero en el Pacífico Suroccidental, alrededor de Nueva Zelanda, es típicamente polimodal, tanto en machos como en hembras. Francis & Stevens (2000) presentaron la composición de tamaños de

tiburón sardinero para el periodo julio - septiembre de 1997, en el suroeste y noreste de Nueva Zelandia, encontrando que la mayoría de los ejemplares eran juveniles (< 150 cm LH). El rango de tamaños de especímenes fluctuó entre 64 y 228 cm LH en el caso de los machos y 61 a 206 cm LH en las hembras (Fig. 96). La composición de tamaños fue similar para machos y hembras mayores a 150 cm LH y la proporción de sexos (ambas regiones combinadas) se aproximó a la relación 1:1. Sin embargo, en la fracción de ejemplares menores a 150 cm LH, los machos fueron dominantes, obteniéndose una relación de sexos (machos: hembras) aproximada de 3:1 (Francis & Stevens 2000; Fig. 101).

En el suroeste de Nueva Zelandia, se observó un fuerte grupo modal en 79 - 93 cm LH, en ambos sexos. Además del anterior, en los machos se observó un segundo y tercer grupo modal fuerte en 100-115 cm LH y 118-133 cm LH, respectivamente. En el noreste de Nueva Zelandia, a pesar de menor tamaño de muestra, también se observó un marcado grupo modal bajo los 100 cm LH, esta vez en 67-88 cm LH. De manera similar a la zona suroeste, en la fracción de ejemplares mayores a 150 cm LH, existen diferencias sustanciales entre machos y hembras, siendo los primeros los más abundantes (Francis & Stevens 2000; Fig. 97).

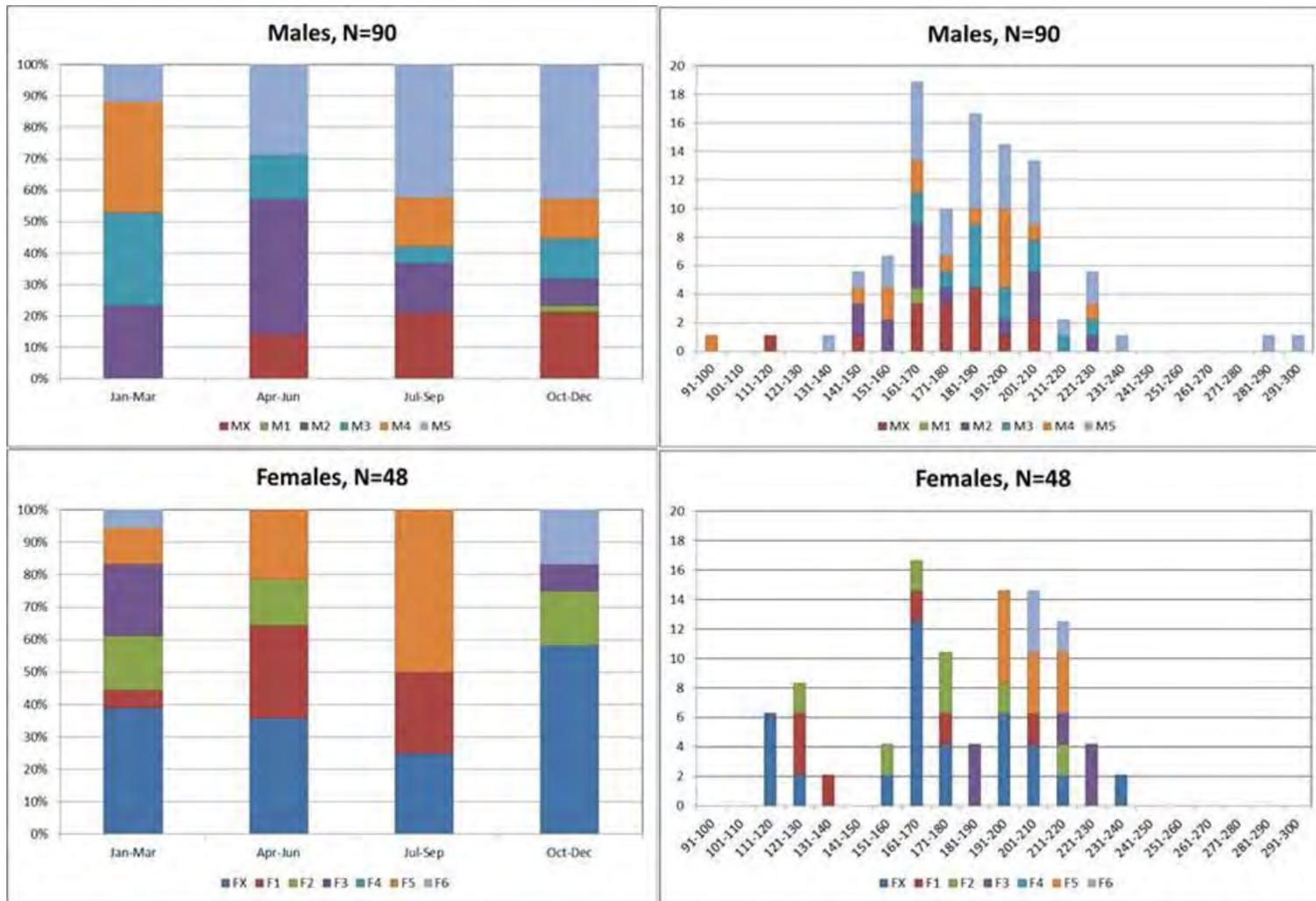


Fig. 100. Proporción de estados de madurez de tiburón sardinero en Atlántico sur (Islas Falklands) según estación (izquierda) e intervalo de tamaño (derecha) por sexo (machos: arriba; hembras: abajo). Verano: enero-marzo (Ene - Mar); Otoño: abril - junio (Abr - Jun); Invierno: julio-septiembre (Jul - Sep) y Primavera: octubre - diciembre (Oct - Dic). (Arkhipkin *com. pers.*)

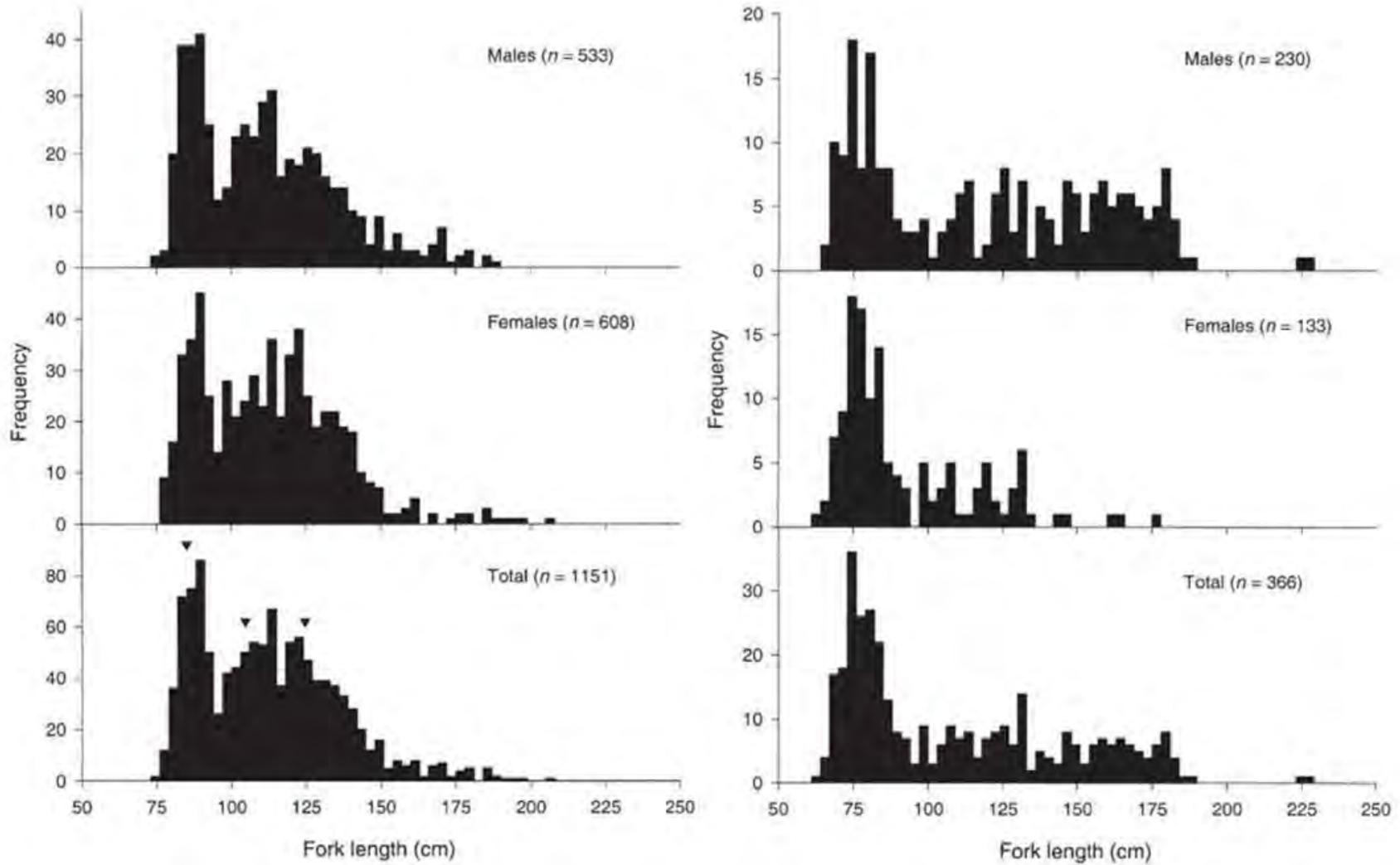


Fig. 101. Composición de tamaños de tiburón sardinero por sexo en el suroeste (izquierda) y noreste (derecha) de Nueva Zelanda en abril - julio de 1997. El panel inferior incluye ejemplares sin determinación del sexo (Francis & Stevens 2000).

Francis *et al.* (2001) presentaron la composición de tamaños de tiburón sardinero acumulada para el período 1988/89-1997/98 en el norte y sur de Nueva Zelanda. Al respecto, se observó una marcada moda de juveniles en 70-100 cm LH en ambos sexos y regiones, pero la distribución de los ejemplares más grandes (> 140 cm LH) difiere entre regiones y, en la zona norte, entre sexos (Fig. 102). Considerando las estimaciones de talla media de madurez presentada anteriormente, la mayoría de los ejemplares capturados eran inmaduros.

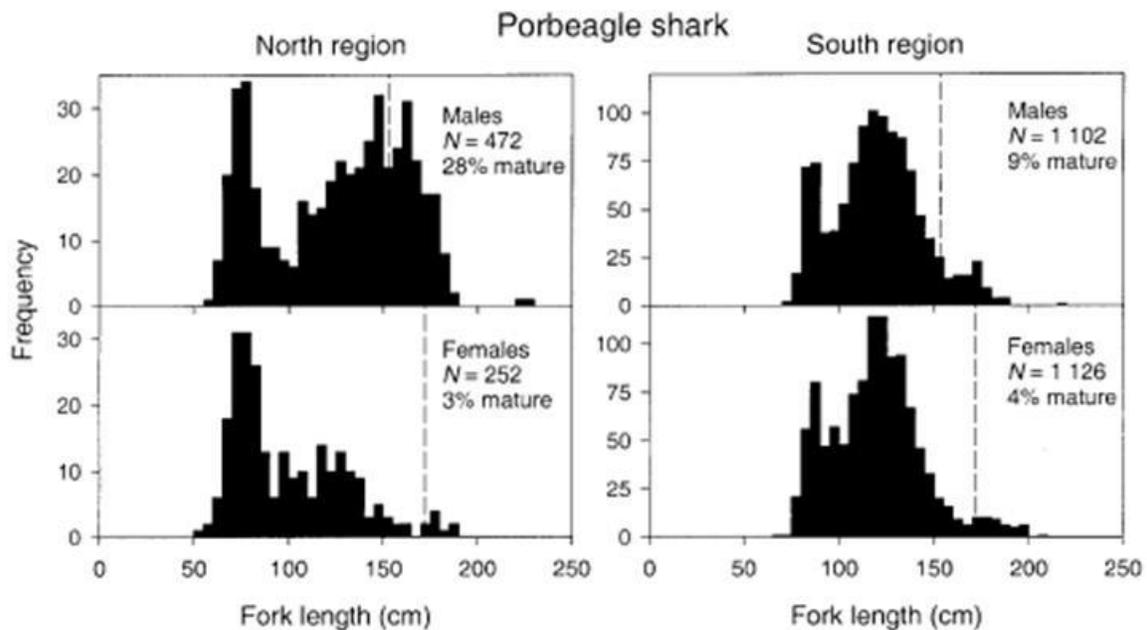


Fig. 102. Composición de tamaños de tiburón sardinero por región, norte (izquierda) y sur (derecha) de Nueva Zelanda, y sexo (machos: arriba; hembras: abajo). La línea segmentada indica aproximadamente la talla media de madurez (Francis *et al.* 2001).

Francis *et al.* (2007) analizó la composición de tamaños de tiburón sardinero de muestras colectadas en abril-julio entre 1993 y 2005 en la pesquería de palangre de atunes alrededor de Nueva Zelanda. A diferencia de estudios anteriores, se observa variabilidad regional en la composición de tamaños, siendo los juveniles menores a 100 cm LH escasos en la región sureste. En la región norte y suroeste, de manera similar a lo antes expuesto, se observa una fuerte componente modal de juveniles en 70-80 cm LH en la región noreste y 80-90 cm en la suroeste (Fig. 103).

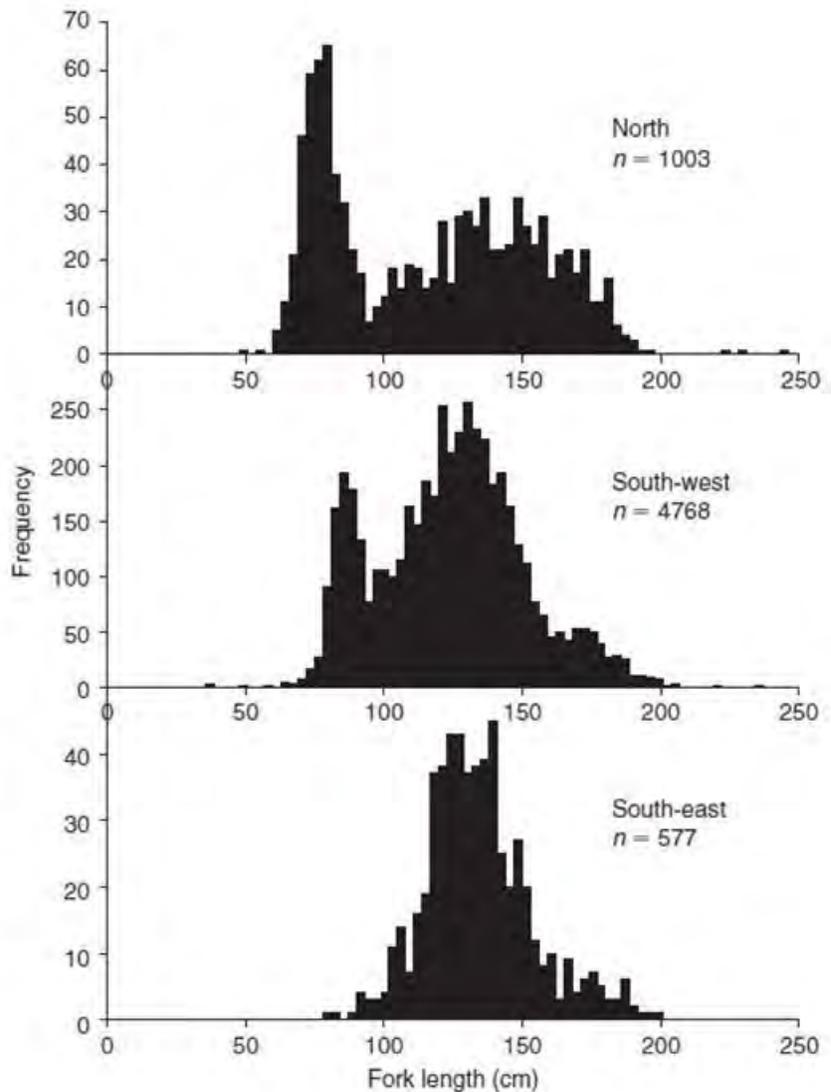


Fig. 103. Composición de tamaños de tiburón sardinero por región, norte (arriba), suroeste (centro) y sureste (abajo) de Nueva Zelanda en abril-julio de 1993 -2 005 (Francis *et al.* 2007).

Francis (2018, *com. pers.*) presentó la composición de tamaños de tiburón sardinero acumulada para el período 1993-2012 en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Nueva Zelanda y las regiones norte y suroeste. Al respecto, de manera similar a periodos anteriores descritos, en ambos sexos y en todas las zonas de observa una marcada moda de ejemplares juveniles en torno a 70-85 cm LH, y un segundo grupo modal importante en 130-140 cm LH, a excepción de las hembras de región norte (en los machos la moda esta desplazada hacia 150 cm LH). En los machos de la ZEE y región Sureste, se aprecia un

tercer grupo modal en 175 cm LH, también apreciable en las hembras de la ZEE. Es probable que este grupo modal se encuentre en los machos de la región norte, pero encriptado dada la proximidad del segundo grupo modal (Fig. 104). La proporción sexual durante este periodo, en promedio fue favorable a los machos, encontrándose en torno a 58% (Fig. 105).

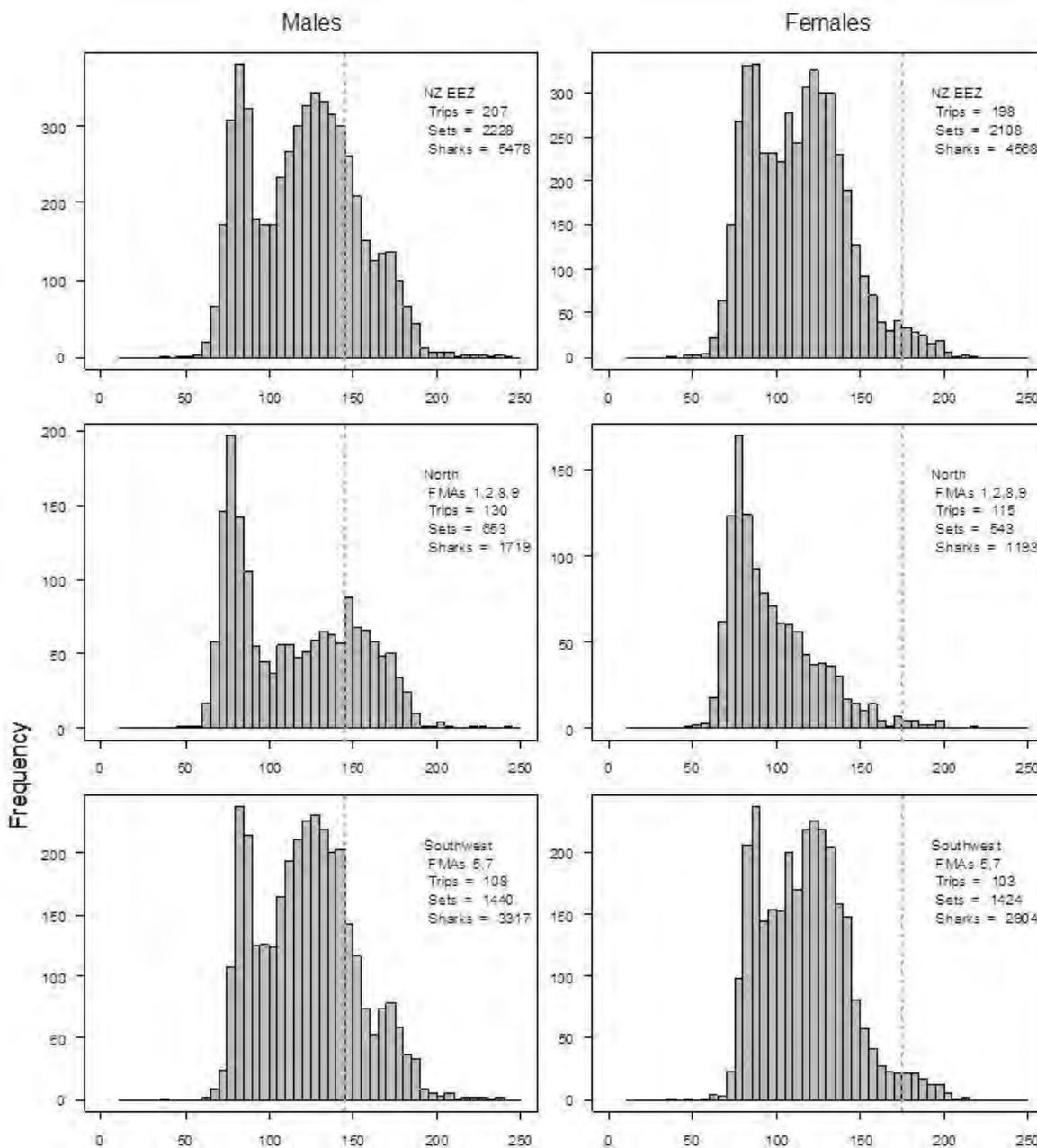


Fig. 104. Composición de tamaños de tiburón sardinero por sexo en la ZEE (arriba), norte (centro) y sur (abajo) de Nueva Zelanda para el periodo 1998-2012 (acumulado). Francis (*com. pers.*).

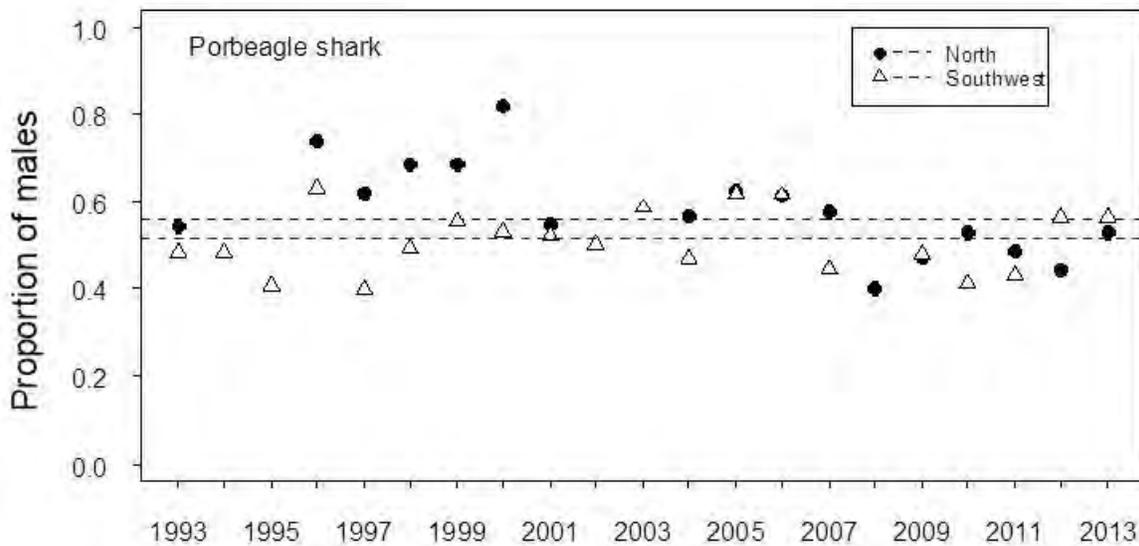


Fig. 105. Proporción sexual (machos) de tiburón sardinero entre 1983 y 2013 al norte y suroeste de Nueva Zelanda. Francis (com. pers.)

En Australia, Francis & Stevens (2000) encontraron que la composición de tamaños también mostraba un fuerte grupo modal de juveniles en 76-94 cm LH, así como la ausencia de los grupos modales secundarios observados en el caso de Nueva Zelanda. Un pequeño grupo modal se observó en los machos alrededor de 180-185 cm LH (Fig. 97). Las longitudes observadas fluctuaron entre 61 y 204 cm LH en el caso de los machos y entre 58 y 208 cm LH en las hembras. La razón de sexos en los ejemplares menores a 150 cm LH no difiere de la relación 1:1, a diferencia de la fracción de ejemplares > 150 LH, donde los machos son dominantes y la relación entre sexos se aproxima a 2,7:1. Considerando las estimaciones de talla de madurez, la estructura de tamaños de tiburón sardinero está fuertemente representada por juveniles en ambos sexos (Fig. 106).

Bruce *et al.* (2013) señalan que de 1.255 tiburones sardineros examinados por observadores a bordo de palangreros japoneses en la ZEE de Australia, 47,6% fueron hembras y 42,4% fueron machos, obteniéndose una relación de sexos aproximada de 1:1. La longitud modal de ambos sexos fue aproximadamente 85 cm LH, lo que representa individuos juveniles de casi un año de edad. Ejemplares mayores a 125 cm LH fueron raros en las capturas.

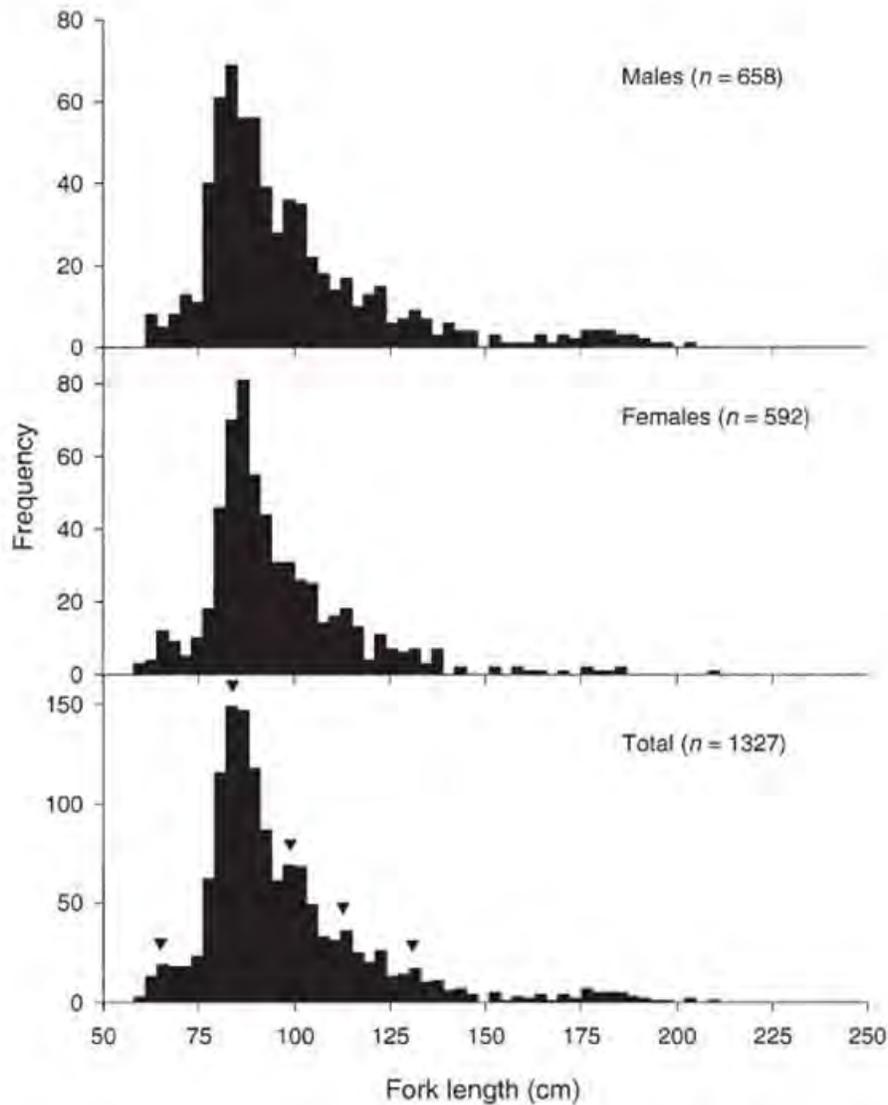


Fig. 106. Composición de tamaños de tiburón sardinero por sexo en Australia en abril-julio de 1997. El panel inferior incluye ejemplares sin determinación del sexo. Francis & Stevens (2000).

En el Pacífico Suroriental, frente a Chile, la composición de tamaños en las capturas de tiburón sardinero, de manera similar a lo que ocurre en el margen occidental del Océano Pacífico, muestra una estructura multimodal, con una fuerte componente modal de juveniles alrededor de 70-80 cm LH, y secundaria en 140-180 cm LH en la flota palangrera artesanal e industrial. En estas flotas, parece no existir diferencias sustanciales en la estructura de tamaños de los machos (posición e importancia relativa de los componentes modales principales), a diferencia de los que ocurre con las hembras (Fig. 107).

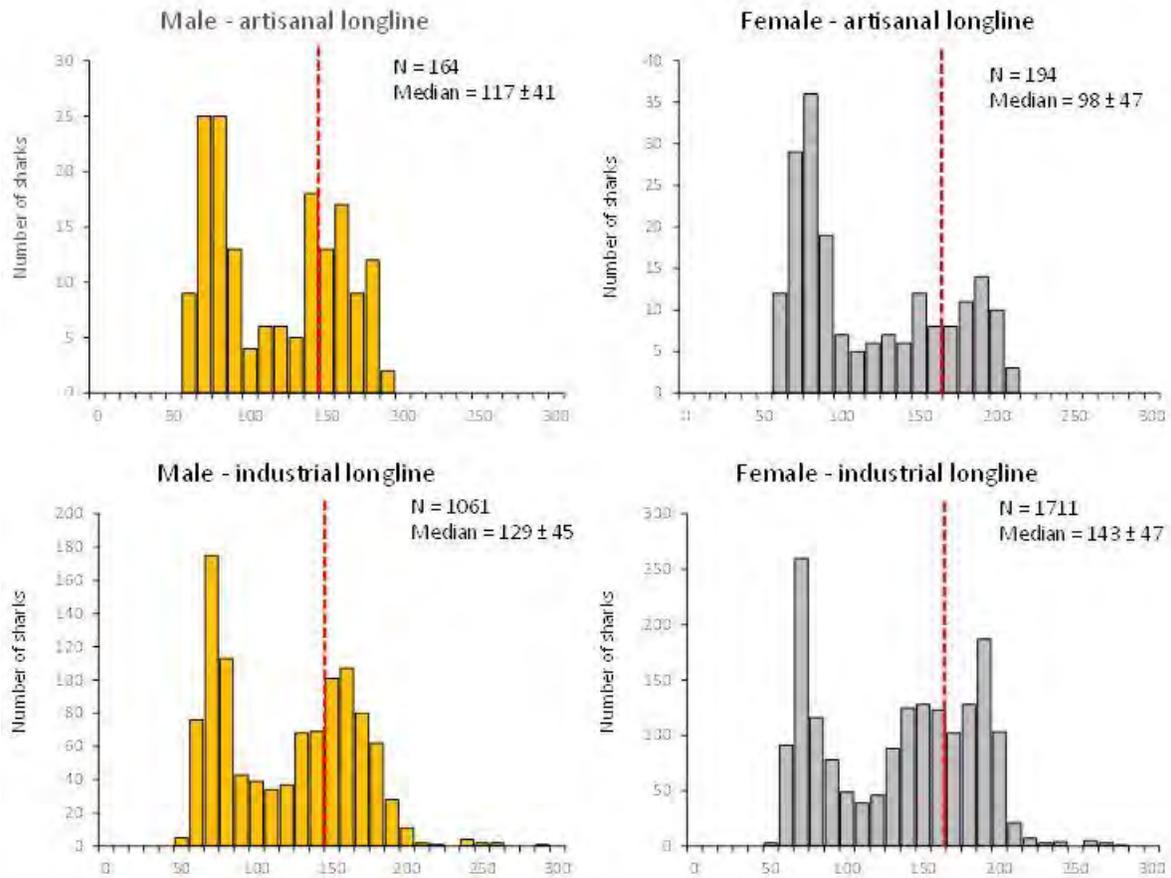


Fig. 107. Composición de tamaños de tiburón sardinero en la flota palangrera (arriba: artesanal; abajo: industrial) y sexo (machos: izquierda; hembras: derecha) en el Pacífico Suroriental entre 2001 y 2006. La línea roja segmentada representa aproximadamente la talla media de madurez (Zárate, com. pers.).

En el caso de la flota de enmalle, donde las capturas son mucho menos importantes, existen diferencias sustanciales entre sexos, observándose en los machos una componente modal fuerte (moda principal) en 170-180 cm LH, y secundario en 90 cm LH, mientras que en las hembras la estructura multimodal muestra una moda importante en 110 cm LH y secundarias en 80 cm LH, 150 cm LH y 190 cm LH, respectivamente (Fig. 103). En la flota de espinel artesanal, las capturas son muy bajas, y los pocos ejemplares muestreados se encontraron entre 75 - 85 cm LH (1 macho, 3 hembras) y 125 cm LH (un ejemplar hembra) (Fig. 108).

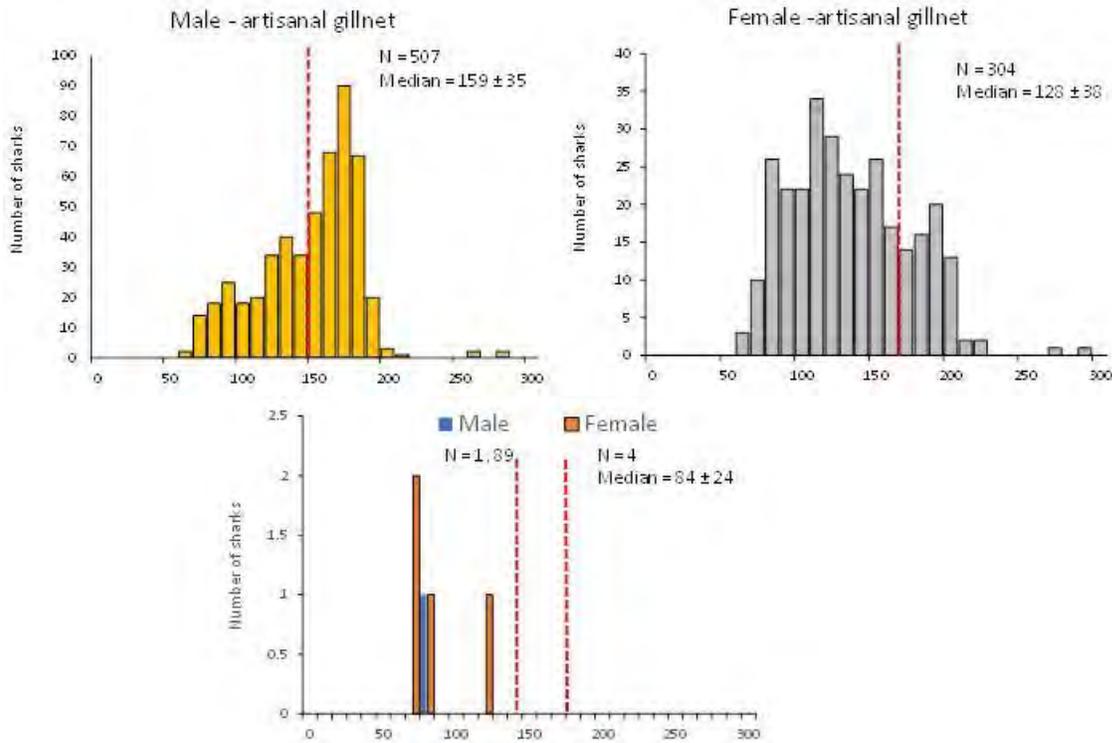


Fig. 108. Composición de tamaños de tiburón sardinero en la flota de enmalle (arriba) y espinel artesanal (abajo) y sexo (machos: izquierda; hembras: derecha) en el Pacífico Suroriental entre 2001 y 2006. La línea roja segmentada representa aproximadamente la talla media de madurez (Zárate, com. pers.).

En el Océano Atlántico Sur, en las campañas de monitoreo recientes (2005 - 2009) realizadas en la Elevación de Río Grande (frente a Brasil), las capturas de tiburón sardinero han estado compuestas por ejemplares entre 73 y 108 cm LH (diciembre 2005, $n = 328$ individuos) y longitud media de 82,4 cm LH; 69,5 a 111 cm LH en noviembre de 2008 ($n = 613$ ejemplares) y media de 83,9 cm LH; 74,5 a 132,2 cm LH en diciembre de 2008 ($n = 276$ individuos) y media de 87,4 cm LH; y finalmente en diciembre de 2009, ejemplares de 73,8 a 114,5 cm LH ($n = 435$; media 84,8 cm LH) (Montealegre *com. pers.*).

Cabe hacer notar que todos los ejemplares capturados en esta región son juveniles. Lo anterior, junto al substancial número de neonatos y juveniles pequeños capturados en primavera es evidencia que la Elevación de Río Grande (ERG) es una importante área de crianza de *Lamna nasus* en el Atlántico Sur, siendo curiosa la ausencia de especímenes adultos en las capturas, lo que a su vez corrobora las tesis de segregación por tamaño

observada en el Atlántico Norte. Contactos con capitanes de embarcaciones extranjeras que actúan en la región, revelan que ejemplares adultos son capturados a lo ancho de la Patagonia hacia el final del invierno (Montealegre *com. pers.*).

En las capturas de la flota uruguaya, que ocurren principalmente en los meses de abril a agosto, la composición de tamaños de tiburón sardinero presenta diferencias sustanciales entre sexos. La proporción sexual global es favorable a los machos, encontrándose en una razón de aproximadamente 2:1 respecto de las hembras. La mayor diferencia entre sexos ocurre principalmente en la fracción de ejemplares mayores a 140 cm LH, llegando a observarse una relación de machos: hembras cercanas a 4:1. En ambos sexos destaca la fuerte componente modal de ejemplares juveniles de 80-85 cm LH (Fig. 109).

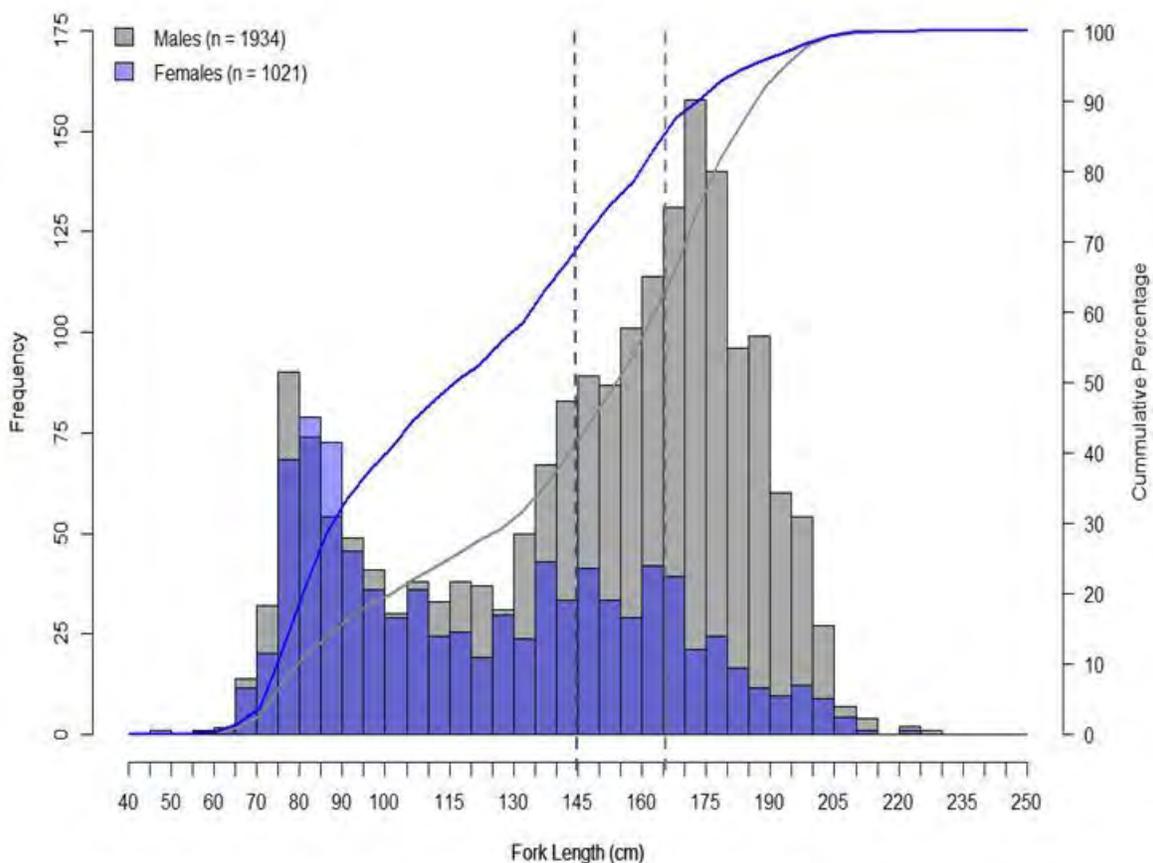


Fig. 109. Composición de tamaños de tiburón sardinero en la flota palangrera de Uruguay. Las verticales segmentadas representan aproximadamente la talla media de madurez (Andrés Domingo, *com. pers.*).

En el Atlántico Sur, en torno a las Islas Falklands, las capturas de tiburón sardinero son dominadas por los machos, tanto en la flota de arrastre como en la flota palangrera. La relación de sexos (machos: hembras) se aproxima a 2:1. El rango de tamaños de los ejemplares capturados se concentra en el rango 140-230 cm LH (Fig. 110). A diferencia de lo observado frente a Brasil y Uruguay, en este sector del Atlántico los juveniles están apenas presentes en las capturas, y los ejemplares adultos más grandes (machos de 280-300 cm LH) son largamente mayores a los observados en aguas más septentrionales (Fig. 111).

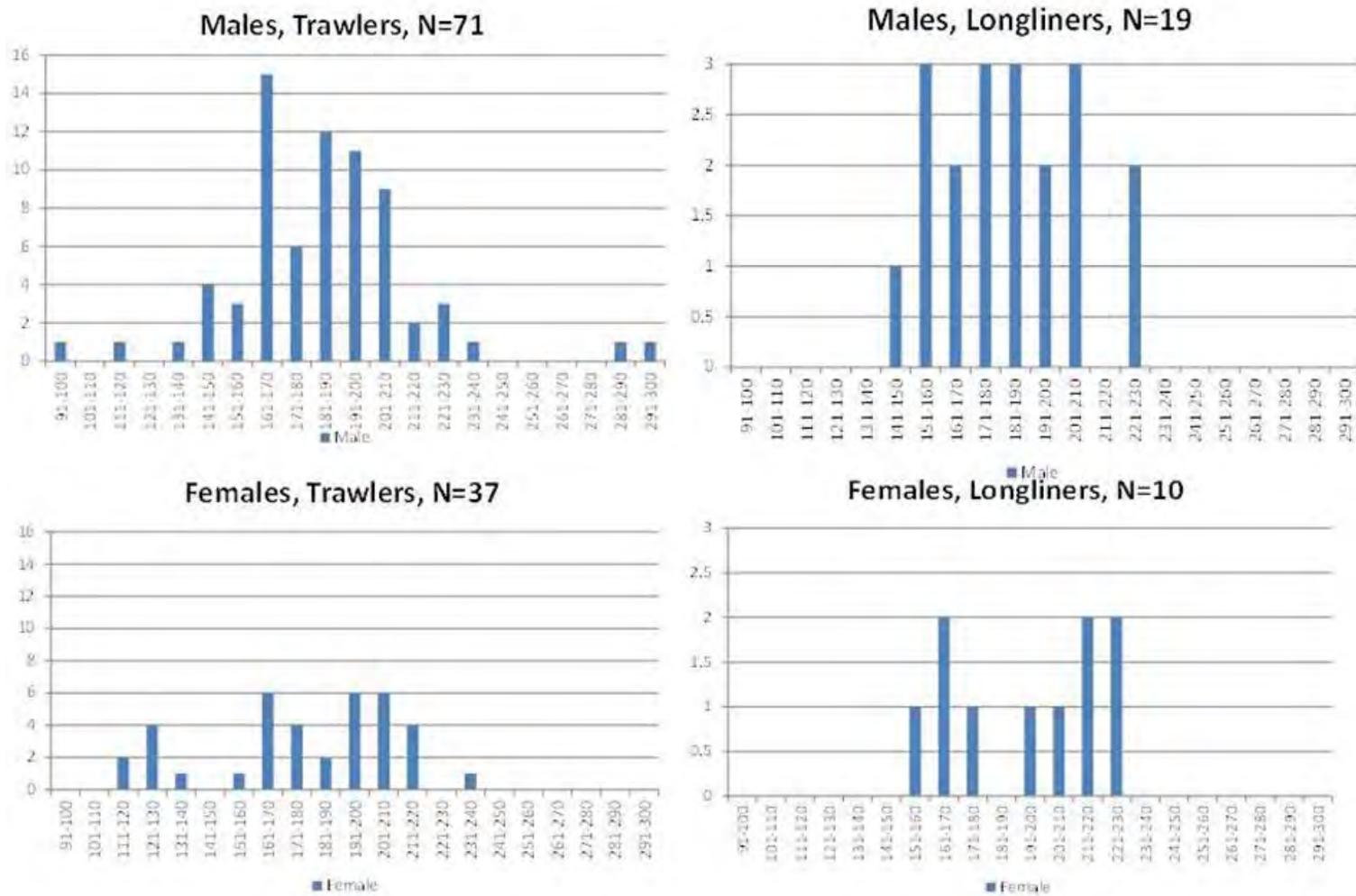


Fig. 110. Composición de tamaños de tiburón sardinero en las capturas de arrastre (izquierda) y palangre (derecha) por sexo (arriba: machos; abajo: hembras) en muestras provenientes de las Islas Falkland. Si indica el tamaño de muestra en cada caso. Arkhipkin com. pers.

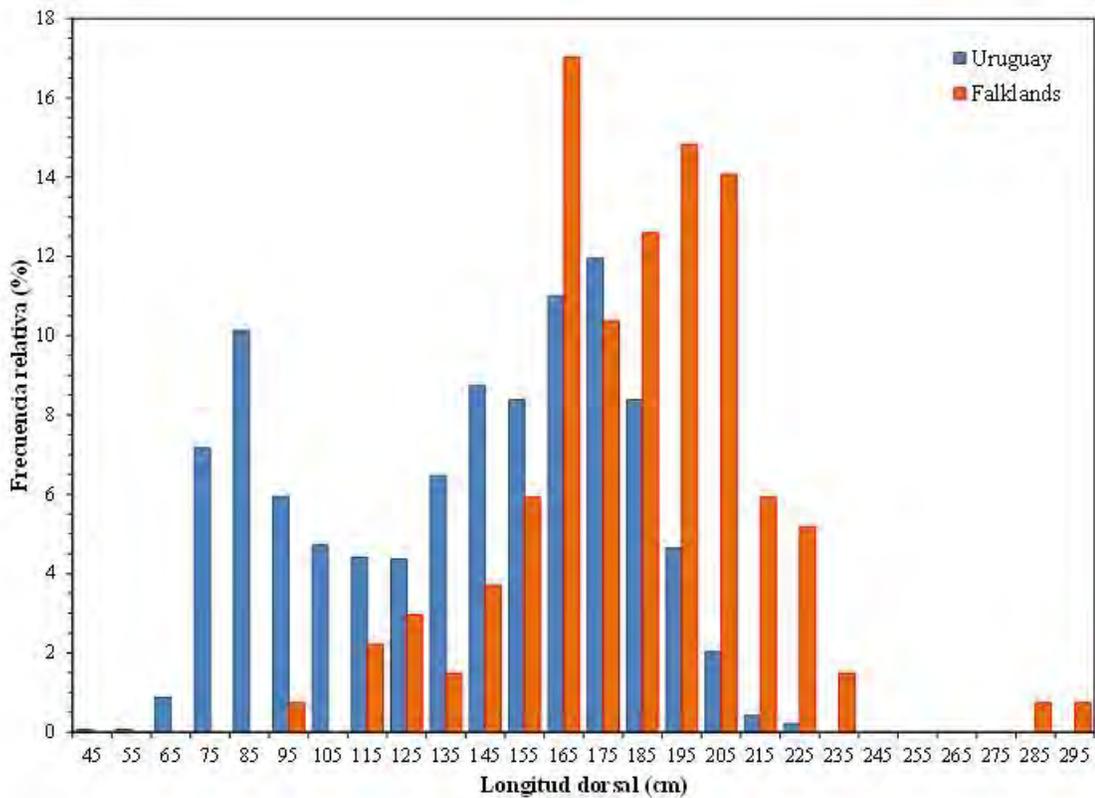


Fig. 111. Composición de tamaños (frecuencia relativa) de tiburón sardinero capturado por la flota palangrera de Uruguay y de la flota arrastrera y palangrera de las Islas Falklands.

Sesión 4. OTRA INFORMACIÓN (GENÉTICA, PARASITOS, MARCAJE, ETC.)

6.1. Introduction and tagging. Malcolm Francis.

NZ: Malcom Francis entrega información de marcajes de tiburones *L. nasus* en New Zealand. Sus datos se basan en marcajes convencionales y satelitales, los cuales se encuentran publicados en Marine Biology (Francis *et al.*, 2015).

También, Francis expuso información sobre edad y crecimiento y reproducción de *L. nasus* publicada por él y sus colaboradores en NZ. En Fiahery Bulletin (Francis & Stevens, 2000); Francis & Duffy, 2005).

Chile: Patricia muestra datos de marcaje satelital y señala que un individuo de *L. nasus*, se movió app 1.450 km en app 3 meses. También mostró información del comportamiento de buceo diurno y nocturno del tiburón en relación a temperatura y profundidad.

Uruguay: Andrés menciona que tiene pocos datos, pero que existe un programa en su país para realizar marcajes de *L. nasus*. Este programa se aplazó para el año 2020.

6.2. **Genética.** Pilar Haye and participants.

Pilar muestra información basada en secuencias COI obtenidas del GenBank y de un informe previo del IFOP quienes trabajaron con región D-loop.

Existirían dos grupos genéticos co-ocurriendo en las costas de Chile. Es necesario, sin embargo, más muestras del SEP para determinar si existe más de una población o stock en SEP.

6.3. **Parásitos.** María Teresa González and participants.

M. Teresa muestra análisis preliminares de identificación de copépodos Pandaridae presentes en *Lamna nasus* de la costa chilena: *Echtrógaleus* sp., *Dinemoura* sp. 1 y *Dinemoura* sp. 2. Se propone hacer muestreos de los copépodos en cada localidad geográfica para realizar análisis genético poblacional de los parásitos, lo que podría ser útil e informativo para conocer la biología de *L. nasus*, esto es patrones de migración, segregación de grupos de tiburones. Se presenta metodología para recolectar parásitos.

Patricia Informa sobre resultados de estudio usando marcas satelitales en Chile. Evidencia el típico patrón de movimientos verticales de tiburones pelágicos, como rango de aprox. 500 m de profundidad. Están intentando extraer toda la información en cada uno de los puntos posibles. En la noche los ejemplares prefieren aguas más profundas lo que correlacionó con la temperatura más fría. Un ejemplar de *Lamna* fue marcado en noviembre y la marca se soltó tres meses después, habiendo recorrido una distancia recta de 1.400 km.

**ANEXO 2. Levantamiento de información del Seguimiento
Pesquerías Recursos Altamente Migratorios, Enfoque Ecosistémico
Año 2018.**

Levantamiento de información del Seguimiento Pesquerías Recursos
Altamente Migratorios Año 2018. Enfoque ecosistémico.

ÍNDICE

1. FORMULARIOS.....	1
1.1 Bitácora de pesca flota palangre industrial y artesanal	1
1.2 Muestreo biológico observador científico	3
1.2 Muestreo biológico tortugas marinas.....	4
1.3 Muestreo biológico y captura incidental de aves marinas	5
1.4 Muestreo biológico mamíferos marinos.....	7
2. DESCRIPCIÓN DE CAMPOS (TABLAS).....	10
3. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS.....	17



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

BITACORA DE PESCA FLOTA PALANGRERA INDUSTRIAL Y ARTESANAL

Procesamiento: IFOP/2018/0330/2 Fecha de ingreso al IFOP: Muestreo: M2 Tiquen: T4 Subsector: 012 (pesq. SUBPESCA)

Lancha N°	CAPTURA (en número y en kilos)																						
	ESPECIE 1			ESPECIE 2			ESPECIE 3			ESPECIE 4			ESPECIE 5			ESPECIE 6			ESPECIE 7				
	COD	N°	Kg	COD	N°	Kg	COD	N°	Kg	COD	N°	Kg	COD	N°	Kg	COD	N°	Kg	COD	N°	Kg		

Lancha N°	CAPTURA (en número y en kilos)																						
	ESPECIE 8			ESPECIE 9			ESPECIE 10			ESPECIE 11			ESPECIE 12			ESPECIE 13							
	COD	N°	Kg	COD	N°	Kg	COD	N°	Kg	COD	N°	Kg	COD	N°	Kg	COD	N°	Kg					

Observaciones:

CODIGOS: 106 MARRAJO DIEND/CO 88 MARRAJO SARDINERO 924 TIBURON MARTILLO 907 ATUN GIGI/GRANDE 903 ATUN CHAU/CHERA 906 ATUN NEGRO/ESCORINA 915 PEZ LIJUNA 119 VIDRIOLA 914 MARLIN TROCAR/CORTE
 105 AZULEJO 90 PEJE CORRO 923 JAQUETON 902 ATUN ALETA AMARILLA 120 ATUN ALETA LARGA 916 PEZ SOL 121 PEZ ESPALDA 911 MARLIN NEGRO 912 MARLIN RAYADO



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIMSIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

<i>Matsopa spinnosa</i> (<i>Phocaena spinipinnis</i>) 257	Esteno o delfín de dientes capotas (<i>Steno bredanensis</i>) 258	Delfín común de rostro largo (<i>Delphinus capensis</i>) 967	Tursián común (<i>Tursiops truncatus</i>) 975	Calderón de aletas largas (<i>Globicephala media</i>) 964	Orca (<i>Orcinus orca</i>) 973
Delfín obscuro (<i>Lagenorhynchus obscurus</i>) 970	Delfín austral (<i>Lagenorhynchus australis</i>) 965	Estenela tropical moteada (<i>Stenella attenuata</i>) 260	Estenela giradora de rostro largo (<i>Stenella longirostris</i>) 261	Calderón de aletas cortas (<i>Globicephala macrorhynchus</i>) 963	Orca falsa (<i>Pseudorca crassidens</i>) 974
Delfín cruzado o delfín antártico (<i>Lagenorhynchus cruciger</i>) 259	Delfín común de rostro corto (<i>Delphinus delphis</i>) 966	Delfín liso del sur (<i>Lissodelphis peronii</i>) 969	Delfín chileno (<i>Cephalorhynchus australis</i>) 262	Delfín gris o de Rino (<i>Grampus griseus</i>) 968	Orca pigmea (<i>Feresa attenuata</i>) 264
Oxaria flavescens (Lobo marino sudamericano) 101	Arctocephalus australis (Lobo fino de dos pelos o austral) 971	Arctocephalus philippii (Lobo fino de Juan Fernández) 972	Physeter catodon (Cachalote) 962	Balaena glacialis (Balena franca) 958	Megaptera novaeangliae (Balena jorobada) 959



2. DESCRIPCI3N DE CAMPOS (TABLAS)

Tabla 1. Registro de viajes de pesca a partir de bit3coras y muestreos en muelle (VIAJES).

Nombre de campo	Descripci3n
COD_BARCO	C3digo de la embarcaci3n
FECHA_HORA_RECALADA	Fecha y hora de recalada
FECHA_HORA_ZARPE	Fecha y hora de zarpe
COD_PESQUERIA	C3digo que indica muestreo en muelle o embarcado
PUERTO_ZARPE	C3digo de puerto de zarpe
PUERTO_RECALADA	C3digo de puerto de recalada
NRO_VIAJE	N3mero secuencial utilizado para manejo interno
ALETAS	Registro de kilos de aletas de tibur3n
TRIPULANTES	N3mero de tripulantes
NUMERO_LANCES	N3mero de lances
ID_VIAJE	ID que representa viaje con OC a bordo
ACEITE	Consumo de aceite en litros
COMBUSTIBLE	Consumo de combustible en litros

Registro 3nica: COD_BARCO – FECHA_HORA_RECALADA

Tabla 2. Registro de lances de pesca por viaje (LANCES).

Nombre de campo	Descripci3n
COD_BARCO	C3digo de la embarcaci3n
FECHA_HORA_RECALADA	Fecha y hora de recalada
NUMERO_LANCE_EX	N3mero de lance de pesca
FECHA_HORA_INI_CALADO	Fecha y hora de inicio del calado
FECHA_HORA_FIN_CALADO	Fecha y hora de fin del calado
LATITUD_INICIO_CALADO	Latitud de inicio del calado. N3mero de 6 cifras (XX°XX'XX")
LONGITUD_INICIO_CALADO	Longitud de inicio del calado. N3mero de 6 cifras (XX°XX'XX")
LATITUD_FIN_CALADO	Latitud de fin del calado. N3mero de 6 cifras (XX°XX'XX")
LONGITUD_FIN_CALADO	Longitud de fin del calado. N3mero de 6 cifras (XX°XX'XX")
TSM_INICIO_CALADO	Temperatura superficial del mar inicial del calado en grados
TSM_FIN_CALADO	Temperatura superficial del mar final del calado en grados
FECHA_HORA_INI_VIRADO	Fecha y hora de inicio del virado
FECHA_HORA_FIN_VIRADO	Fecha y hora de fin del virado



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

LATITUD_INICIO_VIRADO	Latitud de inicio del virado. Número de 6 cifras (XX°XX'XX")
LONGITUD_INICIO_VIRADO	Longitud de inicio del virado. Número de 6 cifras (XX°XX'XX")
LATITUD_FIN_VIRADO	Latitud de fin del virado. Número de 6 cifras (XX°XX'XX")
LONGITUD_FIN_VIRADO	Longitud de fin del virado. Número de 6 cifras (XX°XX'XX")
TSM_INICIO_VIRADO	Temperatura superficial del mar inicial del virado en grados
TSM_FIN_VIRADO	Temperatura superficial del mar final del virado en grados
LINEA_ESPANTAPAJARO	Uso de línea espantapájaros (LEP)
LONGITUD_LINEA_MADRE	Longitud de la línea madre en millas náuticas
PESO_DESTORCEDOR	Peso del destorcedor en gramos
TIPO_ANZUELO	Código de tipo de anzuelo
NUMERO_DE_ANZUELOS	Número de anzuelos calados
PROFUNDIDAD_MEDIA_ANZ	Profundidad media de los anzuelos en metros
LONGITUD_REINAL	Longitud del reinal en metros
ALAMBRE	Uso de alambre en el reinal
NUMERO_BOYAS	Número de boyas utilizadas (incluye radio boyas, boyas bala, boyas pelotas y otras)
NUMERO_RADIO_BOYAS	Número de radio boyas
NUMERO_BOYAS_BALA	Número de boyas bala
NUMERO_BOYAS_PELOTA	Número de boyas pelota
NUMERO_OTRAS_BOYAS	Número de otras boyas
TIPO_LUCES	Código de tipo de luces
COLOR_LUCES	Código de color de luces
NUMERO_LUCES	Número de luces
TSM	Temperatura superficial del mar promedio en grados (para muestreos en muelle)

Registro único: COD_BARCO – FECHA_HORA_RECALADA – NUMERO_LANCE_EX

Tabla 3. Registro de carnada utilizada por lance de pesca (CARNADA_LANCE).

Nombre de campo	Descripción
COD_BARCO	Código de la embarcación
FECHA_HORA_RECALADA	Fecha y hora de recalada
NUMERO_LANCE_EX	Número de lance de pesca
COD_CARNADA	Código de la camada
PORCENTAJE_CARNADA	Porcentaje de camada utilizada

Registro único: COD_BARCO – FECHA_HORA_RECALADA – NUMERO_LANCE_EX – COD_CARNADA

**Tabla 4.** Registro de especies capturadas por lance de pesca (DETALLE_LANCE).

Nombre de campo	Descripci3n
COD_BARCO	C3digo de la embarcaci3n
FECHA_HORA_RECALADA	Fecha y hora de recalada
NUMERO_LANCE_EX	N3mero de lance de pesca
COD_ESPECIE	C3digo de la especie capturada
LATITUD	Latitud del lance en muestreo en muelle. N3mero de 6 cifras (XX°XX'XX")
LONGITUD	Longitud del lance en muestreo en muelle. N3mero de 6 cifras (XX°XX'XX")
N_UNIDADES	N3mero de unidades capturadas seg3n especie
PESO	Peso en kilos de las unidades capturadas seg3n especie
PRECIO_ALETA_HUMEDA	Precio de aletas de tibur3n
PRECIO_PLAYA	Precio en playa seg3n especie

Registro 3nico: COD_BARCO – FECHA_HORA_RECALADA – NUMERO_LANCE_EX – COD_ESPECIE

Tabla 5. Registro biol3gico de peces capturados (BIOLOGICOS).

Nombre de campo	Descripci3n
COD_BARCO	C3digo de la embarcaci3n
FECHA_HORA_RECALADA	Fecha y hora de recalada
NUMERO_LANCE_EX	N3mero de lance de pesca
COD_ESPECIE	C3digo de la especie capturada
N_ESPECIMEN	N3mero de la muestra
SEXO_ESPECIMEN	C3digo del sexo del ejemplar
PESO_TOTAL	Peso total del ejemplar en kilos
LONGITUD1	Longitud 1 del ejemplar en cent3metros
LONGITUD2	Longitud 2 del ejemplar en cent3metros
PESO_TRONCO	Peso del tronco del ejemplar en kilos
DESTINO_CAPTURA_SRAM	C3digo del destino de la captura del ejemplar
LONG_CLASPER	Longitud del clasper en tiburones en cent3metros
PESO_GONADAS	Peso g3nadas del ejemplar en gramos
PESO_HIGADO	Peso h3gado del ejemplar en gramos
MUESTRA_GONADA	Registro de muestra de g3nada
MUESTRA_ESTOMAGO	Registro de muestra est3mago



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

MUESTRA_ALETA	Registro de muestra de aleta
MUESTRA_TEJIDO	Registro de muestra de tejido
MUESTRA_VERTEBRA	Registro de muestra de vertebra
MUESTRA_OTOLITOS	Registro de muestra de otolitos
MUESTRA_HIGADO	Registro de muestra de hígado
MUESTRA_MUSCULO	Registro de muestra de músculo
MUESTRA_ADN	Registro de muestra de ADN
NUMERO_MARCA	Número de marca (marcaje)
PROFUNDIDAD_CAPTURA	Código de la profundidad de captura del ejemplar (sólo flota redera)
LUGAR_ENGANCHE_PECES	Código del lugar de enganche del ejemplar
CONDICION_CAPTURA	Código de la condición de captura del ejemplar
COND_POST_LIB_MARCAJE	Código de la condición post liberación para ejemplares marcados
DUREZA_CLASPER	Código de la dureza del clasper en tiburones
MADUREZ_SRAM	Código del estado de madurez del ejemplar
NUM_EMBRIONES_CV	Número de embriones con vitelo
NUM_EMBRIONES_SV	Número de embriones sin vitelo
RECAPTURA	Registro de recaptura de un ejemplar previamente marcado
OBS_PECES	Observaciones a la captura del ejemplar

Registro único: COD_BARCO – FECHA_HORA_RECALADA – NUMERO_LANCE_EX – COD_ESPECIE – N_ESPECIMEN

Tabla 6. Registro biológico de tortugas marinas capturadas incidentalmente (TORTUGAS).

Nombre de campo	Descripción
COD_BARCO	Código de la embarcación
FECHA_HORA_RECALADA	Fecha y hora de recalada
NUMERO_LANCE_EX	Número de lance de pesca
COD_ESPECIE	Código de la especie capturada
N_ESPECIMEN	Número de la muestra
LATITUD_TORTUGA	Latitud de captura del ejemplar. Número de 6 cifras (XX°XX'XX")
LONGITUD_TORTUGA	Longitud de captura del ejemplar. Número de 6 cifras (XX°XX'XX")
TSM_TORTUGA	Temperatura superficial del mar de captura del ejemplar
LONGITUD_1TORTUGA	Largo curvo de caparazón en centímetros
ANCHO_CAPARAZON	Ancho curvo de caparazón en centímetros
LONG_COLA	Longitud de la cola en centímetros
CONDICION_INICIAL	Código de la condición inicial del ejemplar capturado
LUGAR_ENGANCHE_ANZUELO	Código del lugar de enredo o enganche del anzuelo del ejemplar capturado



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

RECAPTURA	Registro de recaptura de un ejemplar previamente marcado
N_MARCA	Número de marca (marcaje)
MUESTRA_PIEL	Registro de muestra de piel
MUESTRA_SANGRE	Registro de muestra de sangre
MUESTRA_EPIBIONTES	Registro de muestra de epibiontes
MUESTRA_OTRO	Registro de otras muestras
CONDICION_FINAL	Código de la condición final del ejemplar capturado
OBS_TORTUGA	Observaciones a la captura del ejemplar

Registro único: COD_BARCO - FECHA_HORA_RECALADA - NUMERO_LANCE_EX - COD_ESPECIE - N_ESPECIMEN

Tabla 7. Registro biológico de aves marinas capturadas incidentalmente (AVES).

Nombre de campo	Descripción
COD_BARCO	Código de la embarcación
FECHA_HORA_RECALADA	Fecha y hora de recalada
NUMERO_LANCE_EX	Número de lance de pesca
COD_ESPECIE	Código de la especie capturada
N_ESPECIMEN	Número de la muestra
LATITUD	Latitud de captura del ejemplar. Número de 6 cifras (XX°XX'XX")
LONGITUD	Longitud de captura del ejemplar. Número de 6 cifras (XX°XX'XX")
TSM	Temperatura superficial del mar de captura del ejemplar
CONDICION_INICIAL	Código de la condición inicial del ejemplar capturado
LUGAR_ENGANCHE	Código del lugar de enganche o enredo del ejemplar capturado
ARTE_APAREJO	Código del arte o aparejo de captura del ejemplar
CONDICION_FINAL	Código de la condición final del ejemplar capturado
LARGO_PICO	Longitud del pico en milímetros
LARGO_TARSO	Longitud del tarso en centímetros
LARGO_ALAS	Longitud de las alas en centímetros

Registro único: COD_BARCO - FECHA_HORA_RECALADA - NUMERO_LANCE_EX - COD_ESPECIE - N_ESPECIMEN

**Tabla 8.** Registro biológico de mamíferos marinos capturados incidentalmente (MAMIFEROS).

Nombre de campo	Descripción
COD_BARCO	Código de la embarcación
FECHA_HORA_RECALADA	Fecha y hora de recalada
NUMERO_LANCE_EX	Número de lance de pesca
COD_ESPECIE	Código de la especie capturada
N_ESPECIMEN	Número de la muestra
LATITUD_MBMM	Latitud de captura del ejemplar. Número de 6 cifras (XX°XX'XX")
LONGITUD_MBMM	Longitud de captura del ejemplar. Número de 6 cifras (XX°XX'XX")
TSM_MBMM	Temperatura superficial del mar de captura del ejemplar
LUGAR_ENGANCHE_MBMM	Código del lugar de enganche o enredo del ejemplar
ARTE_MBMM	Código de arte o aparejo de captura del ejemplar
ENREDO_DESECHOS_MBMM	Código de enredo con elemento externo
CONDICION_INI_MBMM	Código de la condición inicial del ejemplar capturado
CODICION_FIN_MBMM	Código de la condición final del ejemplar capturado
FOTO_MBMM	Registro de fotografía del ejemplar capturado
NRO_MARCA	Número de marca (marcaje)
TIPO_MARCA	Código del tipo de marca
RECAPTURA_MBMM	Registro de recaptura de un ejemplar previamente marcado
LONGITUD_TOTAL	Longitud total del ejemplar en centímetros
SEXO_MBMM	Código del sexo del ejemplar capturado
MTR_PIEL	Registro de muestra de piel
MTR_ESTOMAGO	Registro de muestra de estómago
MTR_GRASA	Registro de muestra de grasa
MTR_MUSCULO	Registro de muestra de músculo
MTR_HIGADO	Registro de muestra de hígado
MTR_FETO	Registro de muestra de feto
MTR_RINON	Registro de muestra de riñón
MTR_CORAZON	Registro de muestra de corazón

Registro único: COD_BARCO - FECHA_HORA_RECALADA - NUMERO_LANCE_EX - COD_ESPECIE - N_ESPECIMEN



Tabla 9. Registro de censo de aves marinas por lance de pesca (CENSO_AVES).

Nombre de campo	Descripci3n
COD_BARCO	C3digo de la embarcaci3n
FECHA_HORA_RECALADA	Fecha y hora de recalada
NUMERO_LANCE_EX	N3mero de lance de pesca
COD_ESPECIE	C3digo de la especie capturada
HORA_CENSO	Fecha y hora del censo
NUM_EJEMPLARES	N3mero de ejemplares censados seg3n especie
RUMBO	Registro del rumbo en grados
DIRECCION_VIENTO	Registro de la direcci3n del viento en grados
INTENSIDAD_VIENTO	Registro de la intensidad del viento en nudos
DIRECCION_OLAS	Registro de la direcci3n de las olas en grados
ALTURA_OLAS	Registro de la altura de las olas en metros

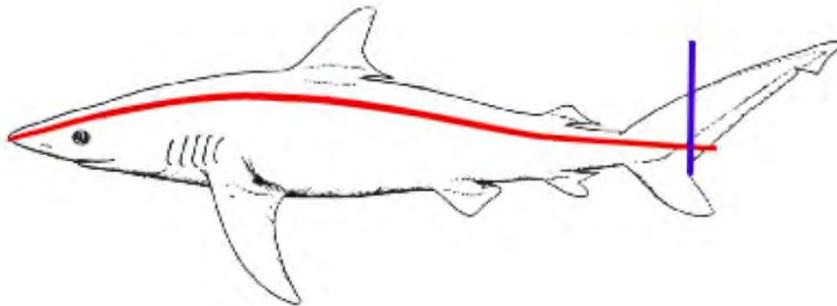
Registro 3nico: COD_BARCO – FECHA_HORA_RECALADA – NUMERO_LANCE_EX – COD_ESPECIE – HORA_CENSO



3. EXTRACCI3N DE MUESTRAS

Muestreo biol3gico de pez espada y tiburones, extracci3n y conservaci3n de muestras biol3gicas.

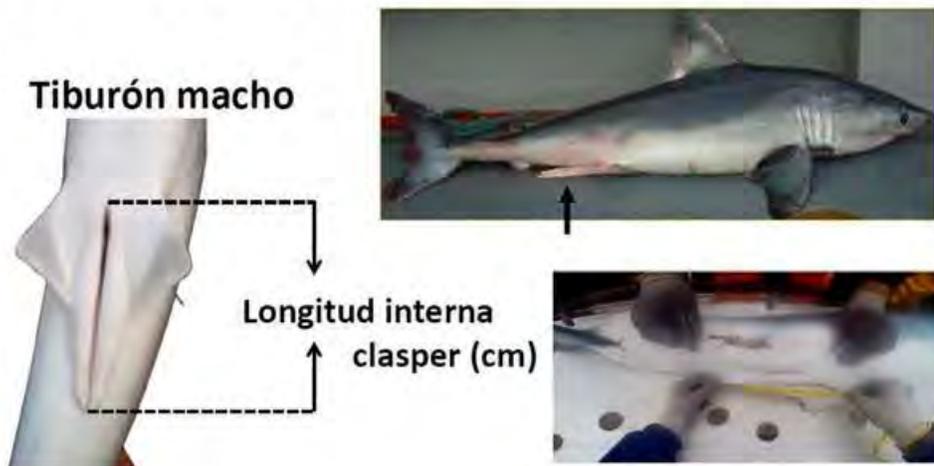
Muestreo biol3gico - medici3n de longitud horquilla (D2) (LH en cm)



La longitud horquilla debe medirse siguiendo la curvatura del cuerpo y con el animal apoyado sobre su vientre como se observa en la figura.



Muestreo biol3gico - longitud interna del clasper



La longitud interna del clasper se debe medir desde el margen anterior de la cloaca y hasta la punta del clasper.



Muestreo biol3gico - dureza del clasper

1. No calcificado
2. Parcialmente calcificados
3. Totalmente calcificados



Inmaduro



Maduro

La longitud y dureza del clasper se usan para determinar el estado de madurez de un tibur3n macho.



De un ejemplar de pez espada, tibur3n, dorado, at3n, etc., se requieren muestras de:





1. Monitoreo biol3gico – muestreo de est3mago completo

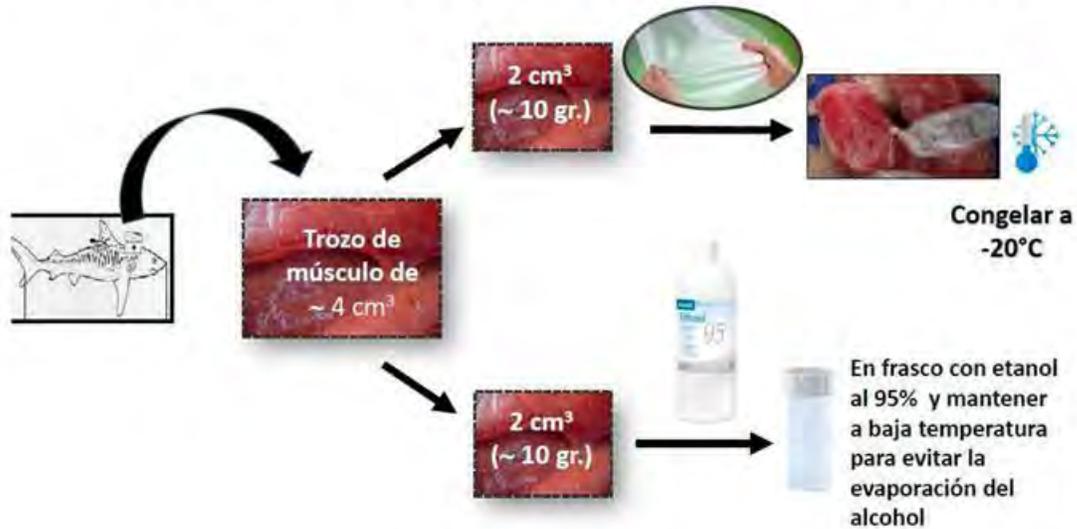


Extraer el est3mago completo teniendo cuidado que no se desparrame su contenido, para ello cierre sus extremos con pita o hilo, ponga en bolsa pl3stica y congele.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

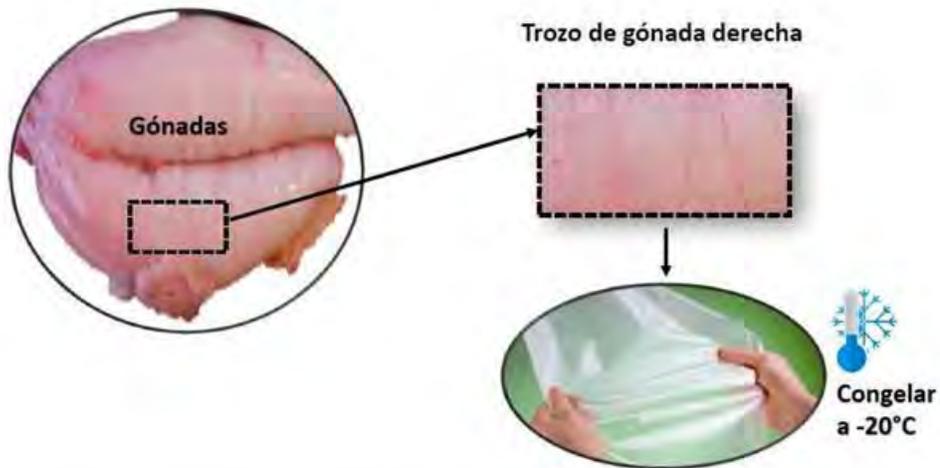
2. Monitoreo biol3gico – muestra de m3sculo



Colectar una muestra de m3sculo de aproximadamente 4 cm³ (20 gr. aproximadamente) y separarla en dos mitades, una mitad va en bolsa pl3stica y se congela, la otra mitad va en frasco con alcohol



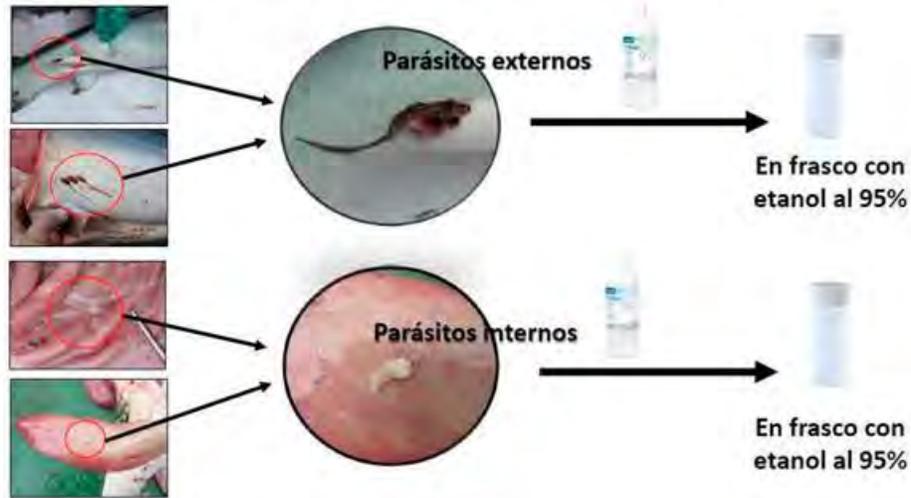
3. Trozo de g3nada derecha



Colectar un trozo del centro de la g3nada derecha de aproximadamente 5 cm de largo, colocarla en bolsa pl3stica y congelar.



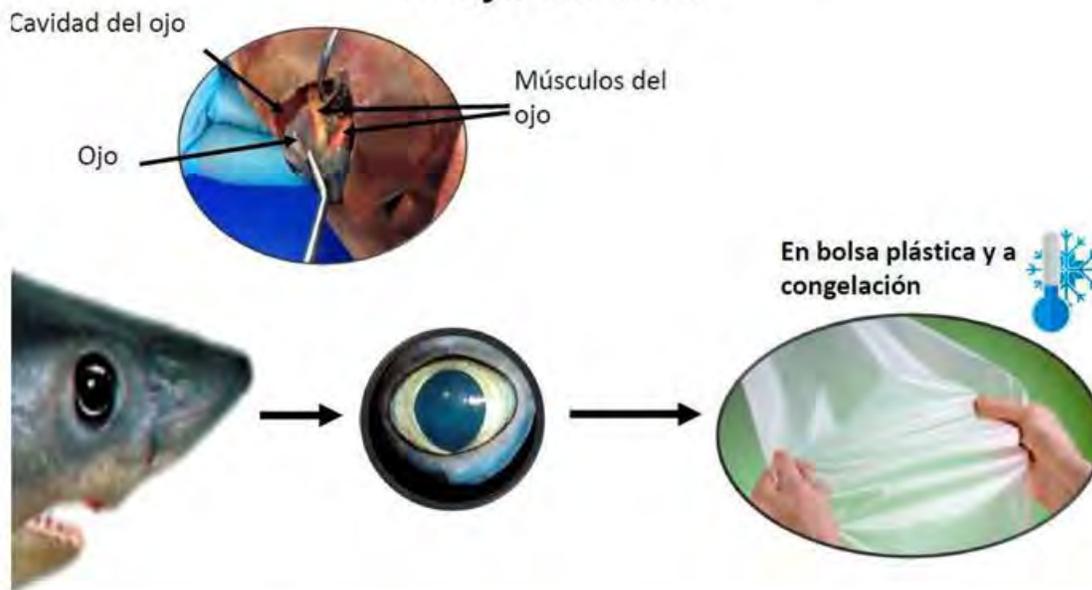
4. Parásitos externos e internos



Colectar los parásitos externos e internos con cuidado de no romperlos, colocarlos en frasco con alcohol por separado. Registrar de qué parte del cuerpo provienen.



5. Ojo derecho



Para extraer el ojo debe afirmarlo con los dedos y cortar los músculos que lo sostienen dentro su cavidad.



6. Tiburones completos, rayas y quimeras

- De varias especies, tama1os y sexo





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Resumen de muestras de peces SRAM 2018

Muestras	Preservante
1. Est3mago completo	Congelaci3n - sin perder la cadena de fr3o
2. Tejido muscular	Congelaci3n - sin perder la cadena de fr3o
2. Tejido muscular	Etanol (95%)
3. Trozo de g3nada	Congelaci3n - sin perder la cadena de fr3o
4. Par3sitos externos e internos	Etanol (95%)
5. Ojo completo	Congelaci3n - sin perder la cadena de fr3o
6. Tiburones completos	Congelaci3n - sin perder la cadena de fr3o

ANEXO 3. Métodos para manejo seguro y liberación de tiburones y rayas.

Methods for longline fishers to safely handle and release unwanted sharks and rays

When releasing a shark or ray, follow these steps to reduce stress and injury and minimize your safety risk. The abundance of many shark and ray species have been declining – let's do our part to reverse this trend.

Minimize time spent handling and releasing sharks and rays. Some species and sizes of sharks and rays die if they experience too much stress when being caught and handled. Have a lifting device, bolt cutters, dehooker and line-cutter readily available on deck where crew can get it quickly.



RESOURCES LEGACY FUND
CREATIVE SOLUTIONS. LASTING RESULTS.

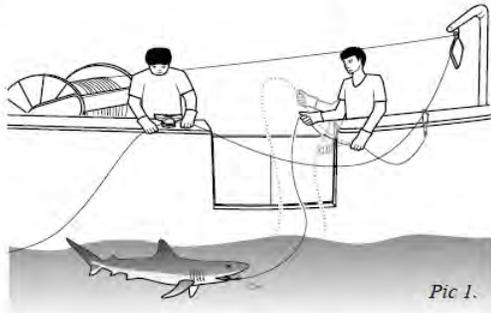


Safety First

Sharks can bite, stingrays can stab you with their venomous stinger, larger sharks and rays can strike you. Sharks can spin around and bite you even when you hold them by the tail. Even if they appear dead, keep away from sharks' jaws and stingrays' tails.

1. Bringing the shark or ray to the vessel

- Stop the vessel.
- Secure the far side of the mainline to the boat. This keeps any remaining gear in the water from pulling on the line and the animal.
- If the fish is hooked but not entangled, and you can see the hook in the body, try lightly flicking the branchline to dislodge the hook (Picture 1).

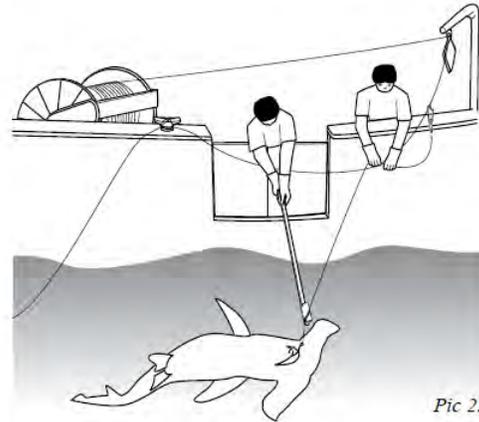


- Bring the shark or ray as close to the vessel as possible without putting too much tension on the branchline – especially if the fish is hooked. If a taut branchline breaks or the shark throws the hook, weights and other gear can shoot toward the vessel at high speed.

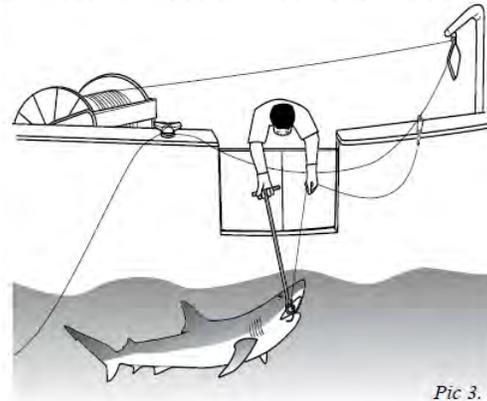
2. Removing hook and line from sharks and rays in the water

For sharks and rays too large or dangerous to bring on deck, including all stingrays:

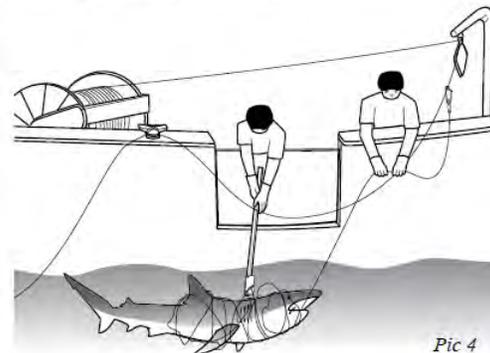
- If the fish is vigorously twisting and spinning making it too dangerous to use a dehooker, you tried to use a dehooker but couldn't get the hook out, or the shark/ray swallowed the hook and you can't see the hook, then use a long-handled line cutter to cut the line as close to the fish as safely possible (Picture 2).



- For sluggish sharks/rays, not vigorously twisting and spinning, if hooked, and you can see the hook in its body or mouth, use a long-handled dehooker to try to remove the hook (Picture 3).



- Determine how the line is wrapped and where to cut first in order to remove as much line from the fish as possible (Picture 4).



3. Bringing small sharks and manta rays onboard and initial steps once onboard

- Use a device with stiff filament (e.g., use multifilament and not single monofilament for netting) to lift the shark or manta ray gently onto the deck (Picture 5). If using a dipnet, reduce slack in the net by wrapping some netting around the neck of the base of the handle to reduce the potential for the fish to get entangled. If you use a gaff to lift the shark or manta ray on deck or to move it around the deck, only gaff it in the mouth.



- Place a small dead fish or stick into the shark's mouth (to prevent it from biting you) (Picture 6).



- If you anticipate that it will require more than 5 minutes to release a shark, then place a hose into its mouth so seawater is moderately flowing into it (Picture 7).



4. Removing hook and line from sharks and manta rays on deck

- Place a wet, dark-colored cloth over its eyes (don't press the eyes).
- If it swallowed the hook, cut as much line as possible (Picture 8). Don't pull too hard on the line. Don't attempt to remove the hook using a dehooker or by pulling on the branchline.



- If hooked, and hook is visible in the body or mouth, use a bolt cutter to remove the hook barb, and then remove the hook (Picture 9).



- Remove tangled line

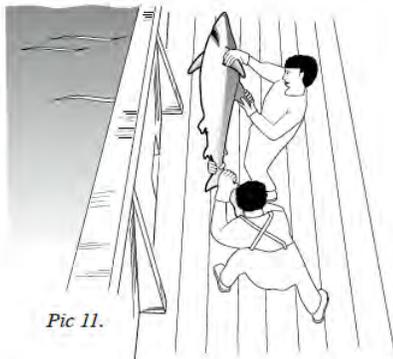
5. Handling and releasing sharks and manta rays from the deck

- If a shark is small enough for one person to carry, use two hands to lift the shark by wrapping both hands around the sides in front of the first side fin (Picture 10).



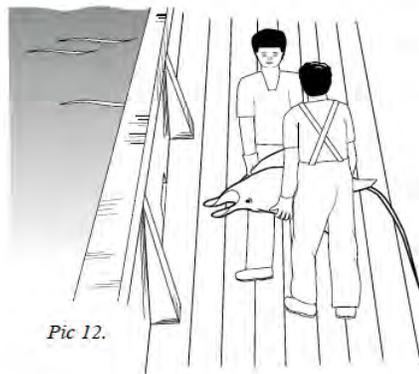
Pic 10.

- If two people are needed to carry the shark, one person hold the top and side fins, the second person holds the tail (Picture 11). Make sure that neither person lets go.



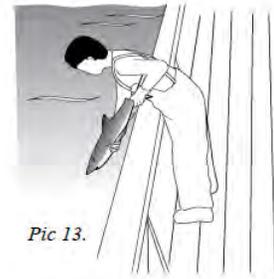
Pic 11.

- Carry manta rays by the sides of its wings (Picture 12).



Pic 12.

- Slow or stop the vessel.
- Gently drop (don't throw) the fish headfirst over the rail on the opposite side of the hauling station (Picture 13).



Pic 13.

6. What not to do

- Don't wrap your fingers, hands or arms in the line when bringing a shark or ray to the boat – you might get pulled overboard (Picture 14).



Pic 14.

- Don't lift them using the branchline, especially if hooked (Picture 15).



Pic 15.

- Don't use a gaff or other pointed object other than in the mouth (Picture 16).



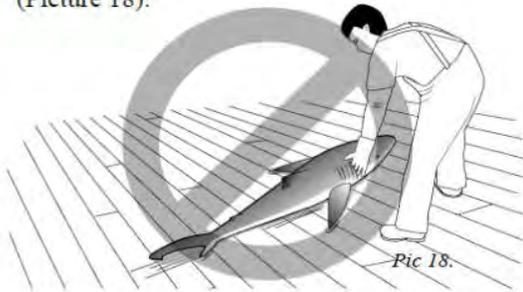
Pic 16.

- Don't lift them by the head or tail (when out of the water, gravity can damage internal organs and spine; handling a stingray especially by the tail risks getting stabbed by the stinger) (Picture 17).



Pic 17.

- Don't lift or draft them by inserting your fingers into its gills (their gills are easily injured) (Picture 18).



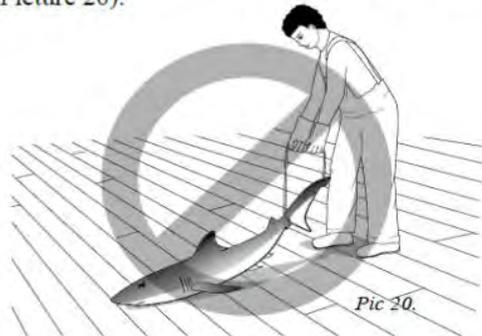
Pic 18.

- Don't lift or drag a manta ray only by its lobes (Picture 19).



Pic 19.

- Don't tie a rope around them to lift or drag them (Picture 20).



Pic 20.

- Don't restrain them for a long time alongside the vessel (some species can suffocate if they can't freely move in the water). Don't use a 'lazy line' and tow the shark or ray astern (Picture 21)



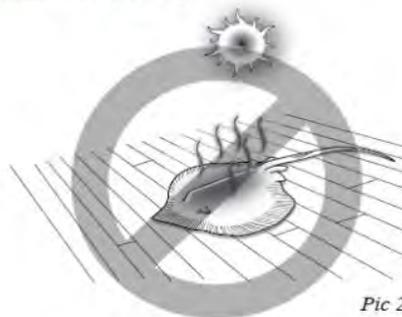
Pic 21.

- Don't put a lot of pressure on their body – including by pushing hard to hold them still when removing gear, or squeezing them when carrying them (Picture 22)



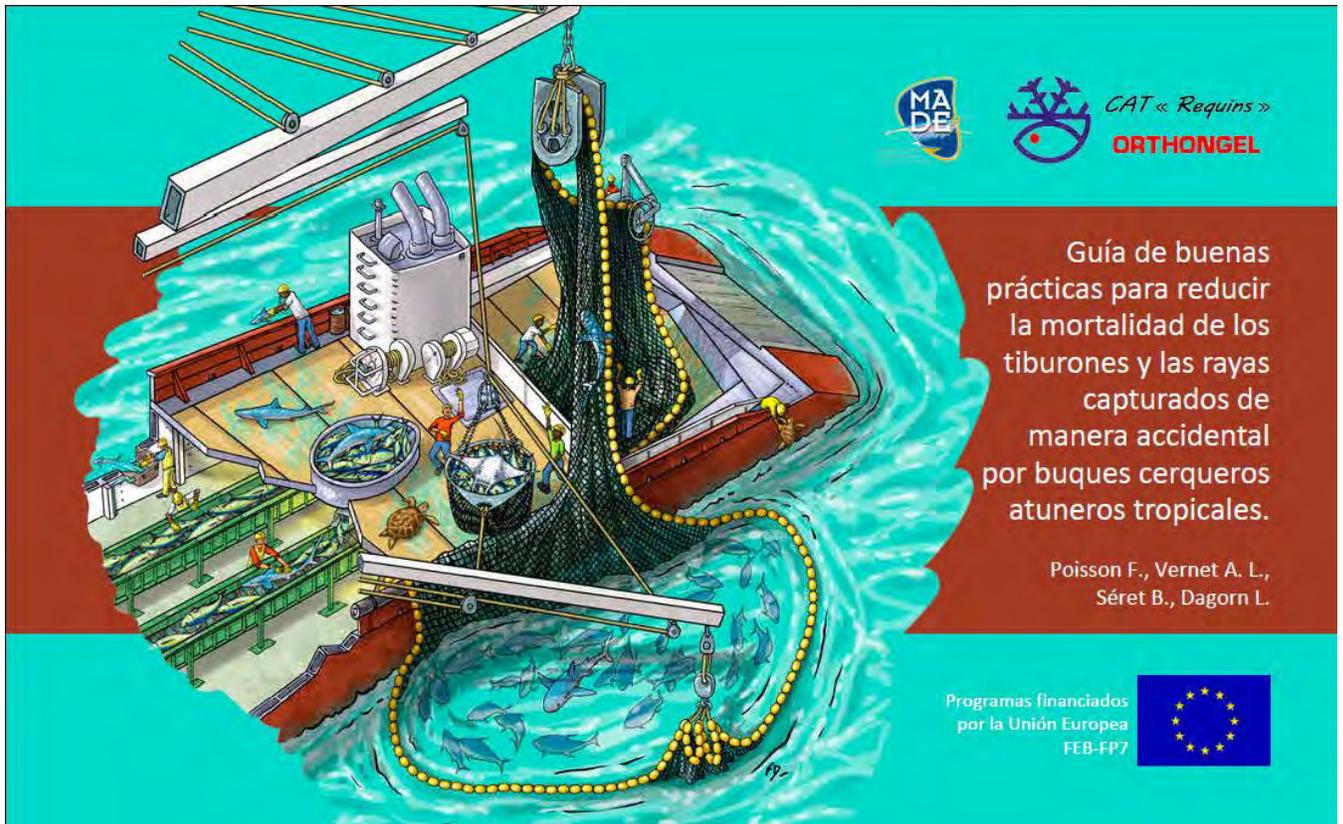
Pic 22.

- Don't put them on deck where there is direct sun exposure (Picture 23).



Pic 23.

- Don't bring large sharks or rays on deck.
- Don't bring stingrays on deck – there's too high a risk that you'll get stabbed with the stinger.
- Don't put them on deck where they could physically contact hard objects, including hard parts of other fish.
- Don't keep them out of the water too long.



RIESGOS PARA LOS TIBURONES Y LAS RAYAS

Las OROP son cada vez más conscientes de la amenaza que pesa sobre ciertas especies de tiburones y rayas. Por lo tanto, exigen que los buques apliquen medidas especiales para evitar las capturas de ciertas especies y para devolver al agua las capturas accesorias vivas.

Los peces capturados y liberados pueden morir por razones diferentes, pero los dos principales motivos son las heridas y el estrés.

Las condiciones que a las que se enfrentan los tiburones y las rayas a lo largo de las diferentes fases de las operaciones pesqueras y del trato de las capturas aparecen resumidas en este dibujo. Además de las manipulaciones traumáticas (animal levantado por la cola, arrastrado mecánicamente en la cubierta y/o remolcado), los peces se exponen a condiciones críticas que les ocasionan daños internos y externos debidos a:

1. contactos físicos con otros peces dentro de la bolsa y con objetos cercanos duros,
2. un "proceso de extracción" brusco (almacenaje en el salabardo, caída en la cubierta y en la cubierta inferior, enmalle en redes),
3. su almacenaje fuera del agua (falta de oxígeno, exposición al sol y aplastamiento de los órganos vitales bajo su propio peso).



14

RIESGOS PARA LA TRIPULACIÓN

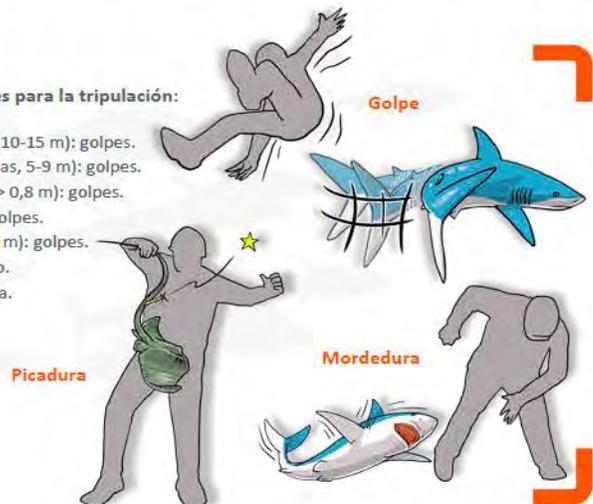
Los diferentes tipos de tiburones y rayas con los que se interactúa durante el proceso de pesca representan peligros de distintos niveles para la tripulación. Los marineros pueden ser mordidos por un tiburón, recibir golpes de individuos de muy gran tamaño, o también picados por pastinacas. Por eso los procedimientos varían según la talla y la forma de los individuos, y las soluciones presentadas en este manual se consideran caso por caso.

Categorías de tiburones y rayas, y riesgos inherentes para la tripulación:

- Tiburones ballena de talla grande (de 4 a 14 toneladas, 10-15 m): golpes.
- Tiburones ballena de talla media (de 500 kg a 3 toneladas, 5-9 m): golpes.
- Tiburones grandes y tiburones de talla media (> 10 kg, > 0,8 m): golpes.
- Tiburones pequeños (< 10 kg, < 0,8 m): mordeduras y golpes.
- Rayas grandes (alrededor de una tonelada, anchura > 2 m): golpes.
- Rayas de talla media (30-70 kg, anchura < 2 m): ninguno.
- Rayas pequeñas (pastinaca, alrededor de 2 kg): picadura.

PARA SU SEGURIDAD

- Sea prudente al manipular un tiburón, cualquiera que sea su estado (vivo o moribundo).
- Evite acercarse a sus mandíbulas.
- Devuelva el pez al agua lo antes posible.



15

