

TESINA PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

**DISTRIBUCIÓN, ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ASPECTOS
REPRODUCTIVOS DEL TIBURÓN PINOCHO *Lamna nasus*
(Bonnaterre, 1788) EN EL ATLÁNTICO SUDOCCIDENTAL**



RODRIGO FORSELLEDO CLADERA¹

Orientador: Dr. Martín Bessonart²

Orientador: Andrés Domingo³

(Convenio DINARA-Facultad de Ciencias)

Tribunal: Martín Bessonart, Andrés Domingo, Felipe Garcia-Rodriguez

Marzo 2012

¹Centro de Investigación y Conservación Marina – CICMAR. Av. Giannastasio km 30.500, El Pinar, Canelones.

²Sección Zoología Vertebrados, Instituto de Biología, Facultad de Ciencias, UdelAR. Igua 4225, Montevideo.

³Laboratorio de Recursos Pelágicos. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Constituyente 1497, Montevideo.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Martín y Andrés por haberme orientado y esperado con paciencia en el proceso de esta tesis. A Felipe Garcia-Rodriguez por sus comentarios y sugerencias. A Maite, Philip, Seba, Fede y Andrés con quienes comparto muchas muchas horas de trabajo, y han colaborado enormemente en el análisis e interpretación de los datos, uso de programas estadísticos y preparación de mapas. A todos los observadores del PNOFA por la colecta de datos. A Ana y Giannina, por las miles de horas de estudio compartidas. A mis padres y mi hermana por siempre haberme alentado en este largo proceso. En especial a Jime, por toda su ayuda, paciencia y mucho más.

ÍNDICE

RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Biología y distribución de la especie.....	5
OBJETIVOS	
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS	
Área de estudio.....	9
Obtención de los datos y métodos de análisis.....	10
RESULTADOS	
Distribución.....	13
Abundancia.....	14
Estructura poblacional	
Análisis por sexos y tallas.....	19
Aspectos reproductivos.....	22
Relaciones morfométricas.....	25
DISCUSIÓN	
Distribución y Abundancia.....	29
Estructura poblacional.....	30
Aspectos reproductivos.....	32
Relaciones morfométricas.....	33
CONCLUSIÓN.....	35
PERSPECTIVAS.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36

RESUMEN

El Pinocho (Lamna nasus) es un tiburón pelágico perteneciente a la Familia Lamnidae. Habita aguas frías y templadas de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico, tanto en aguas del océano abierto como en aguas costeras sobre la plataforma, desde la superficie hasta profundidades de 200 m. En el Atlántico sudoccidental, su distribución abarca desde el sur de Brasil hasta el sur de Argentina. En Uruguay, esta especie es capturada por la flota de palangre pelágico de deriva la cual dirige su esfuerzo a la captura de grandes peces pelágicos. Al igual que otras especies de condriictios, el Pinocho es sumamente vulnerable a la sobrepesca, ya que sus características de vida hacen que sus poblaciones posean una limitada capacidad de recuperación. Estas características han ubicado a la especie dentro de la categoría “Vulnerable” en las Listas Rojas de la UICN.

El siguiente trabajo presenta información sobre distribución, abundancia, Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE), estructura poblacional, aspectos de la biología reproductiva y relaciones morfométricas de Lamna 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. En este período se observaron 1595 individuos, con una CPUE de 0,43 ind./1000 anz. Se observó una correlación negativa entre la TSM y la CPUE, estando los mayores valores de CPUE asociados a los valores más bajos de TSM. En el análisis estacional se observó que el mayor valor de CPUE corresponde a invierno (0,68 ind./1000 anz.), coincidiendo en parte con lo observado en el análisis mensual. La proporción de sexos total fue de 1,95 machos por cada hembra, observándose variaciones en el análisis estacional. Un total de 1291 individuos fueron medidos (Largo Horquilla), la talla media para los machos fue $147 \pm 40,5$ cm ($n=825$) y para las hembras $129 \pm 40,8$ cm ($n=443$). Se determinó la talla de madurez para machos entre 145 – 155 cm. Se observó que la talla de parición sería cercana a los 66 – 67 cm y que la época de parición podría extenderse de julio a enero, con un máximo en octubre. Se determinó una posible área de cría de juveniles entre los 35° y 39° S de latitud y entre los 28° y 40° W de longitud.

Este es el primer trabajo en el Atlántico Sudoccidental que analiza la distribución, abundancia, estructura poblacional y aspectos reproductivos de Lamna nasus. La información aquí presentada es de suma importancia para la realización de evaluaciones de stock de la especie a nivel de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico, ya que hasta el momento existe un vacío en la información para el área de estudio que no lo permite.

Distribución, estructura poblacional y aspectos reproductivos del tiburón Pinocho *Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788) en el Atlántico Sudoccidental

INTRODUCCIÓN

Los condriictios son sumamente vulnerables a la sobrepesca, ya que sus características de vida (largos periodos de gestación, crecimiento lento, maduración tardía y bajo número de crías) hacen que sus poblaciones posean una limitada capacidad de recuperación (Bonfil, 1994; Camhi et al. 1998; Musick, 1999; Fowler et al. 2005). Actualmente, muchas poblaciones de condriictios se encuentran comprometidas a nivel mundial. Esto se debe a la degradación de zonas de alimentación, reproducción y cría (Camhi et al. 1998; Stevens et al. 2000), así como al aumento del esfuerzo pesquero durante las últimas décadas debido a avances tecnológicos en los artes de pesca, disminución de las poblaciones de las especies objetivo que han llevado a un incremento en las capturas, y retención de condriictios en parte por el aumento de su valor comercial (principalmente de las aletas) (Fowler et al. 2005). Según Clarke y colaboradores (2007), el alto valor de las aletas de tiburón, junto con la escasa información sobre capturas, y la falta de medidas de regulación internacionales, puede fácilmente conducir hacia la sobreexplotación de los tiburones pelágicos oceánicos.

Un ejemplo de la vulnerabilidad de estas especies a la sobrepesca es la del tiburón pinocho (*Lamna nasus*), para la cual un estudio realizado recientemente indicó que la población del océano Atlántico noroccidental ha colapsado por segunda vez en sus 43 años de pesca (Campana et al 2008). En el año 2009, en la Reunión de Evaluación del Stock de *Lamna nasus* realizada por la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA) y el International Council for the Exploration of the Sea (ICES), se concluyó que de acuerdo a los datos proporcionados por los países contratantes, las poblaciones de esta especie en el océano Atlántico norte han caído por debajo de los valores de Rendimiento Máximo Sostenible (RMS). Asimismo, a pesar de que países como Canadá hayan establecido un régimen de capturas conservador, se estima que debido a la baja productividad de la especie deberán transcurrir décadas para la recuperación del stock (Anon, 2009). En la evaluación, se concluyó que los datos existentes en el Atlántico Sur son muy limitados para proporcionar una información

robusta del estado de los stocks. Los datos indican un potencial descenso en la abundancia por debajo de RMS, por lo que debería considerarse la adopción de medidas precautorias (Anon, 2009). A pesar de que es poco lo que se conoce de esta especie en el hemisferio sur, los datos reportados por Francis y colaboradores (2007) para el Pacífico sudoccidental indicarían que la especie alcanza tallas máximas menores, tiene una edad de primera madurez mayor y son más longevos que en el Atlántico norte, por lo que biológicamente los stocks del sur serían más vulnerables a la explotación pesquera que los stocks del norte (Dulvy et al. 2008).

En Uruguay, *L. nasus* es capturado por la flota de palangre pelágico de deriva, la cual dirige su esfuerzo a la captura de grandes peces pelágicos como son el pez espada (*Xiphias gladius*), atunes (*Thunnus* spp.) y tiburones (*Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus* y *L. nasus* entre otros), y es ocasionalmente reportado por la flota de arrastre de merluza (*Merluccius hubbsi*) (Domingo 2003; Domingo et al 2008). Una descripción detallada de la operativa y composición del arte de pesca de la flota de palangre pelágico de deriva de Uruguay puede encontrarse en Domingo y colaboradores (2005, 2008) y Jiménez y colaboradores (2009). En un estudio realizado en base a los cuadernos de pesca de la flota de palangre pelágico de Uruguay entre los años 1982 y 2008 se observó un aparente decrecimiento en la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de *L. nasus* en aguas del Atlántico sudoccidental en los últimos 12 años (Pons & Domingo, 2010).

En 1998 el Laboratorio de Recursos Pelágicos de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) inició las actividades del Programa Nacional de Observadores a bordo de la Flota Atunera uruguaya (PNOFA), a efectos, entre otras actividades, de coleccionar información necesaria para contribuir al conocimiento de la biología y distribución de las especies capturadas por la flota y complementar otras fuentes de información para dar seguimiento a la pesquería (Mora & Domingo, 2006). Desde la implementación del PNOFA, existe una cantidad importante de información sobre *L. nasus*, aún así es poco lo que se sabe sobre la composición de la población que se encuentra en aguas de Uruguay y adyacentes donde opera la flota. El Plan de Acción Nacional para la Conservación de Condriactios en las Pesquerías Uruguayas (PAN – Condriactios Uruguay) ha catalogado esta especie como de “Prioridad Alta” (Domingo et al. 2008). Asimismo, la especie se encuentra dentro de la categoría “Vulnerable” en las Listas Rojas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) (Stevens et al. 2006). Esta especie ha sido propuesta en más de una ocasión, para ser incluida en el Apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre) con el propósito de asegurar que el comercio internacional sea abastecido por

pesquerías reguladas por un programa de manejo que permita la sustentabilidad de las poblaciones (Anonymous, 2010).

Biología y distribución de la especie

El Pinocho (*Lamna nasus*) es un tiburón perteneciente al Orden Lamniformes, Familia Lamnidae. La misma está integrada por 3 géneros y 5 especies; el tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), el moro (*Isurus oxyrinchus*), el marrajo carite (*Isurus paucus*), el marrajo salmón (*Lamna ditropis*) y el pinocho. Las especies de esta familia se caracterizan por ser de gran tamaño y cuerpo hidrodinámico. Poseen un sistema circulatorio modificado que les permite mantener el cuerpo a una temperatura mayor a la del agua, permitiendo un mayor nivel de actividad y potencia en los músculos, siendo nadadores muy veloces y grandes predadores (Compagno, 2001).

La Familia Lamnidae posee un amplio rango de distribución, cubriendo todos los océanos a excepción de los polos. De las especies que integran esta Familia se destaca el tiburón blanco, el cual posee uno de los rangos de distribución más amplios de todos los condricios, mientras que *L. ditropis* habita únicamente en el Pacífico norte, siendo esta la distribución más restringida de la familia (Compagno, 2001).

El Pinocho es un tiburón pelágico, habita aguas frías y templadas del océano Atlántico Norte, aguas del sur de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico y aguas subantárticas frente a las Islas Georgias del Sur y las Islas Kerguelen (Compagno, 2001) (**Figura 1**). La distribución antitropical de esta especie surgió probablemente durante los periodos de glaciación, cuando las zonas tropicales eran más acotadas, permitiendo a estas especies cruzar los trópicos de un hemisferio a otro (Stevens, 2010). En el Atlántico sudoccidental, su distribución 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).

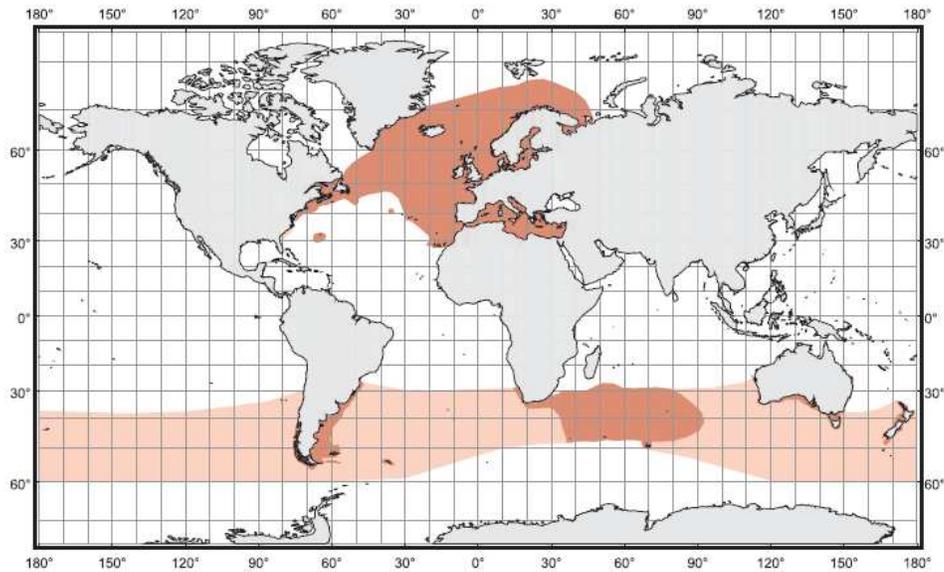


Figura 1. Mapa de distribución del tiburón Pinocho (*Lamna nasus*) (Compagno, 2001).

Ocurre tanto en aguas del océano abierto como en aguas costeras sobre la plataforma, desde la superficie hasta profundidades de 200 m., aunque existen reportes entre 350 y 700 m. y máximos de hasta 1360 m. (Lucifora & Menni, 1998; Compagno, 2001; Campana et al. 2010). Frecuentemente es capturado en aguas frías y templadas, con rangos de temperatura superficial del mar de 2 a 23° C, con preferencia en un rango de entre 8 y 20° C (Francis & Stevens, 2000). Campana & Joyce (2004) observaron en el Atlántico noroeste que *L. nasus* tiene preferencias por un rango de temperatura de 5 a 10° C, esto se debe principalmente a que en el estudio los datos de temperatura son tomados a la profundidad de captura. Esta especie puede mantener su temperatura corporal hasta 11° C por encima de la temperatura del mar y así habitar aguas frías (Carey et al. 1985).

En el Atlántico norte, se observan variaciones espacio-temporales en las abundancias del Pinocho. Estos se mueven hacia el norte a lo largo de la costa durante primavera e inicios del verano y permanecen allí hasta fines de otoño, momento en el que se produce el retorno (Mejuto, 1985; Campana & Joyce, 2004). Este mismo fenómeno fue observado en el Pacífico sudoccidental, donde se produce una migración hacia el norte durante el invierno y hacia el sur en verano (Francis et al. 2007). Asimismo, en ambos océanos se observa segregación por sexos y tallas (Francis & Stevens, 2000; Francis et al. 2008).

Las tallas máximas registradas en el Atlántico norte son, 253 cm y 278 cm Largo Horquilla (LH) para machos y hembras respectivamente (Gauld, 1989), mientras que en el Pacífico son 228 cm LH los machos y 208 cm LH las hembras (Francis & Stevens, 2000), por lo que ambos sexos de la especie parecen alcanzar tallas menores en el hemisferio sur que en el norte (Francis et al. 2008). Al igual que en las tallas máximas, también se observan diferencias en las tallas de primera madurez de machos y hembras entre océanos. En el Atlántico noroccidental, la talla a la que el 50% de los individuos son maduros es de 174 cm LH en para los machos y 218 cm LH para las hembras (Jensen et al., 2002). En cambio, en el Pacífico sudoccidental, los machos maduran entre 140 y 150cm LH y las hembras entre 170 y 180cm LH (Francis & Duffy, 2005). Esta especie es vivípara aplacentaria con oofagia, con un período de gestación de 8 a 9 meses, y largos períodos de parición, donde los nacimientos ocurrirían en primavera – verano en el Atlántico norte y en invierno en el Pacífico sudoccidental. Las tallas al nacer estarían en un rango de 58 y 67cm para ambos océanos. Comúnmente tienen 4 crías (rango: 1 a 5), y el ciclo reproductivo sería anual tanto en el Atlántico norte como en el Pacífico sudoccidental (Francis & Stevens, 2000; Jensen et al. 2002).

Existe suficiente evidencia, principalmente en base a estudios de marcado y recaptura, de que en el Atlántico norte existen dos stocks de *L. nasus*, uno del este y otro del oeste (Kohler, 2002). En cambio, la identificación de stocks de esta especie en el Atlántico sur aún no es clara, por lo que en la Reunión de Evaluación del Stock de *Lamna nasus*, la CICAA e ICES remarcaron la necesidad de más estudios para tener más información sobre las unidades de stock en el hemisferio sur (Anon, 2009). La importancia de esta especie, así como la necesidad de aumentar los esfuerzos de investigación, también ha sido expresada tanto por la UICN como por CITES. Asimismo, el PAN – Condrictios Uruguay, recomienda que investigaciones a Corto Plazo, Mediano Plazo y Largo plazo deban realizarse para esta especie, debido a su comprometido estado de conservación a nivel global. Este trabajo pretende aportar información que ayude a cumplir con los objetivos planteados por la CICAA e ICES, los planteados por el PAN – Condrictios Uruguay, así como a planificar un mejor manejo de las pesquerías que capturan esta especie.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Estudiar la distribución, abundancia, estructura poblacional y aspectos de la biología reproductiva del tiburón Pinocho (*Lamna nasus*) (Bonnaterre, 1788) en aguas del océano Atlántico sudoccidental.

Objetivos Específicos

- Analizar la distribución espacio temporal de la especie en el océano Atlántico sudoccidental.
- Evaluar la abundancia relativa de la especie en el área de estudio.
- Estudiar la estructura poblacional de la especie en el área de estudio.
- Estudiar los aspectos reproductivos de la especie en el área de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio estuvo comprendida entre los 19° 11' y los 41° 28' S y entre los 53° 49' y los 20° 53' W, en aguas de la ZEE de Uruguay, ZCP Argentino-Uruguaya y aguas internacionales adyacentes de Argentina, Brasil y Uruguay (**Figura 2**).

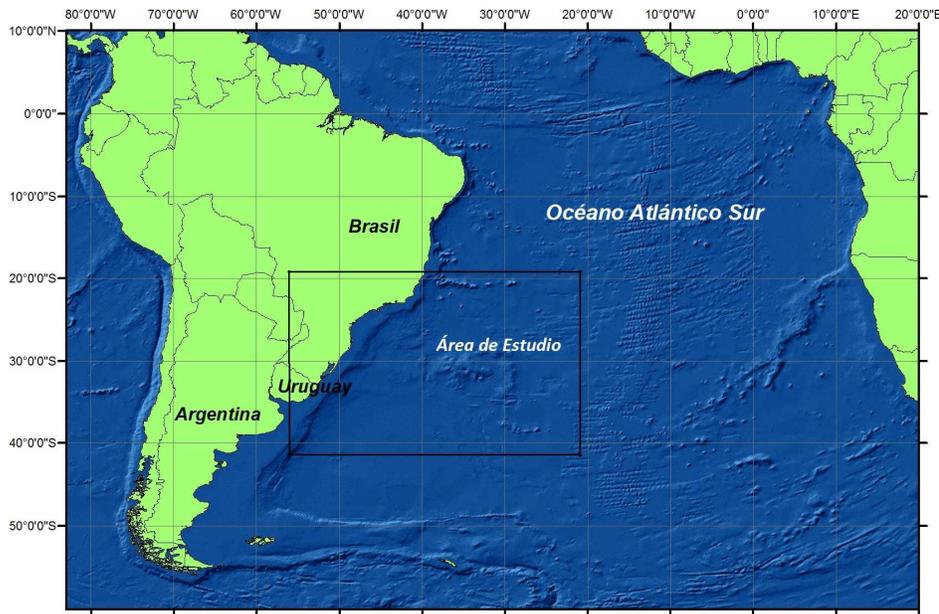


Figura 2. Ubicación del área de estudio en el océano Atlántico sudoccidental.

Esta zona se caracteriza por su compleja hidrografía; en ella es posible observar la interacción de masas de agua con características termohalinas contrastantes que presentan variación estacional e interanual (Ortega & Martínez, 2007). La zona se encuentra influenciada por Aguas Tropicales con temperaturas de aproximadamente 20° C y salinidades mayores a 36,00‰, advectadas al sur por la Corriente de Brasil; Aguas Subantárticas con temperaturas entre 4° C y 15° C y salinidades entre 33.70 y 34.15‰ advectadas al norte por la Corriente de Malvinas. El enfrentamiento de estas corrientes forman lo que se conoce como la Confluencia Brasil - Malvinas, con Aguas Subtropicales que fluyen por debajo de las Aguas Tropicales, con una temperatura que varía entre los 10 a 20° C y salinidades de entre 34.20 y 36.00‰, que se desplaza por el efecto de los vientos al sur en verano y hacia el norte en invierno (Martínez & Ortega, 2007; Ortega & Martínez, 2007). Por lo que, durante el verano, la plataforma y el talud en esta zona son cubiertos por aguas tropicales superficiales de la Corriente de Brasil. Durante

el invierno la Corriente de Brasil fluye a lo largo de la plataforma brasilera externa y la advección de masa de agua más frías y menos salinas provenientes de la Corriente de Malvinas, hacia el norte, resulta en un fuerte gradiente horizontal termohalino (Seelinger et al. 1998). Esta confluencia de masas de agua se manifiesta a través de notorios cambios físicos, químicos y biológicos, proporcionando la retención de muchos organismos y generando condiciones óptimas para la alimentación (Martínez & Ortega, 2007), formando así uno de los principales sistemas frontales de Sudamérica (Acha et al. 2004).

Obtención de los datos y métodos de análisis

Los datos utilizados en este trabajo fueron obtenidos por los observadores científicos del PNOFA perteneciente a la DINARA, durante Abril de 1998 – Octubre de 2010. En este período se realizaron 98 embarques, totalizando 1912 lances de pesca y 3.729.983 anzuelos observados.

De los datos obtenidos por los observadores científicos en cada uno de los lances de pesca, se utilizó la siguiente información: fecha de calada, posición geográfica (latitud y longitud) al inicio de la calada, temperatura superficial del mar (TSM) en grados Celsius, tomada al inicio y fin de la calada y al inicio y fin de la virada, con lo que se calculó la TSM media; y esfuerzo de pesca en número total de anzuelos calados. En este trabajo se utiliza para todos los análisis la TSM media, salvo aquellos casos en los que se especifique, y nos vamos a referir a ella como la TSM.

Durante la virada, se registró la fecha y posición geográfica, el número total de individuos de *L. nasus* capturados en cada lance de pesca. Para estos, se identificó el sexo y se tomaron algunas de las siguientes medidas (todas en cm): Largo Horquilla (LH), Largo Precaudal (LPC), Largo Lóbulo Superior Caudal (LLS) y Largo Pterigopodio (LP) según Compagno (2001). Se calculó el Largo Total (LT) como la suma de LPC + LLS según Sadowsky (1968). La talla más tomada por los observadores es el LH, por lo que es la utilizada como referencia en este trabajo.

Como índice de abundancia relativa se utilizó la Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE), la cual se calculó como el número de individuos capturados cada 1000 anzuelos:

$$CPUE = \frac{\text{número individuos capturados}}{\text{Esfuerzo (número de anzuelos)}} \times 1000$$

Se calculó la CPUE estacional, mensual, por grado de TSM y por grado de latitud, así como en cuadrantes de un grado de latitud por un grado de longitud (1°x1°). Para analizar la relación entre la CPUE y la TSM y entre la CPUE y la latitud se utilizó un test de correlación de Spearman (Daniels, 1990).

Se analizó la distribución espacial y temporal de las capturas de Pinocho mediante la construcción de mapas. Para el análisis estacional se agrupó por trimestres de la siguiente manera: 1-Verano (Enero, Febrero, Marzo); 2-Otoño (Abril, Mayo, Junio); 3-Invierno (Julio, Agosto, Septiembre); 4-Primavera (Octubre, Noviembre, Diciembre).

Se realizaron histogramas de tallas por sexos. La relación entre sexos fue comparada para todo el período de estudio y por estaciones empleando el test de Chi-cuadrado, con una relación hipotética de 1:1 (Sokal & Rohlf, 1998). Para determinar si existieron diferencias entre las tallas de machos y hembras en todo el período de estudio, y por estación, se utilizó el test no paramétrico de Mann – Whitney. La diferencia de tallas por estación para cada uno de los sexos se analizó mediante el test no paramétrico de Kruskal – Wallis (Sokal & Rohlf, 1998). En base a observaciones macroscópicas de los pterigopodios, los machos fueron clasificados en: inmaduros (pterigopodios pequeños y flexibles, más cortos que el extremo posterior de las aletas pélvicas); juveniles (pterigopodios largos, sobrepasan el extremo posterior de las aletas pélvicas, pero el esqueleto es aún flexibles); subadultos (pterigopodios largos y semi-rígidos) y adultos (pterigopodios totalmente desarrollados, rígidos, generalmente con presencia de esperma), siguiendo una aproximación de la clasificación propuesta por Stehmann (2002).

Para determinar la talla de madurez en machos, se analizó la relación entre LH y LP (Ellis & Shackley, 1995; Jensen et al. 2002). Se graficó el Índice LP en relación al LH, dos regresiones lineales fueron ajustadas, una para juveniles/subadultos y una para adultos, para determinar el punto de transición entre estos (Francis & Duffy, 2005). En este análisis no se utilizó los individuos inmaduros.

$$\text{Índice LP} = (LP/LH) \times 100$$

Para determinar la talla a la cual el 50% de los machos son maduros (LH₅₀), se calculó la proporción de individuos subadultos y adultos por rango de tallas para construir una ojiva de madurez (Jensen et al. 2002; Conrath, 2005).

Ante la carencia de una base de datos de la zona de estudio que permita determinar la talla de madurez de las hembras, se optó utilizar las tallas de madurez reportadas para el Pacífico sudoccidental (170 – 180 cm) (Francis & Duffy, 2005) para comparar con las tallas aquí observadas. Si bien existen reportes de la talla de madurez para las hembras del Atlántico norte (Jensen et al., 2002), en una aproximación preliminar a los datos se observó que la estructura poblacional en el Atlántico sudoccidental es más parecida a la observada en el Pacífico sudoccidental que a las del Atlántico norte, motivo por el que se optó por la talla de madurez reportada por Francis & Duffy (2005). Se registró la presencia de embriones en una única ocasión durante el período de estudio, y otra observación fue reportada por observadores uruguayos a bordo de la flota atunera japonesa que opera en aguas de Uruguay. Para ambos casos se registró el número, las tallas y el sexo de los embriones.

A efectos de recuperar datos históricos, así como obtener una mayor cantidad de información a partir de algunas de las medidas tomadas por el PNOFA se realizaron regresiones lineales relacionando las siguientes tallas: LH vs. LPC; LH vs. LLS; LPC vs. LLS; LH vs. LT. Cada una de estas regresiones fue realizada también por sexos, y mediante un análisis de covarianza (ANCOVA) se determinó si existen diferencias significativas entre las pendientes (Sokal & Rohlf, 1998).

Todos los valores medios son presentados con su desvío estándar, el rango y el tamaño de la muestra (n). Para la realización de los test estadísticos se utilizó el programa PAST versión 2.10 (Hammer et al. 2001). En todos los casos se utilizó un $p < 0,01$ como nivel de significancia. Previo a la elección de los test no paramétricos se probaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

RESULTADOS

Distribución

Un total de 1595 individuos de *L. nasus* fueron capturados y registrados por observadores científicos durante el período de estudio en el área donde operó la flota de palangre pelágico de Uruguay. Del total de lances monitoreados (1912), se registraron capturas de esta especie en 310 lances, lo cual corresponde a un 16,2 % del total. En la **Figura 3** se presenta la distribución de los lances de pesca monitoreados por el PNOFA en todo el período de estudio y los lances en los cuales se registró la captura de individuos de esta especie.

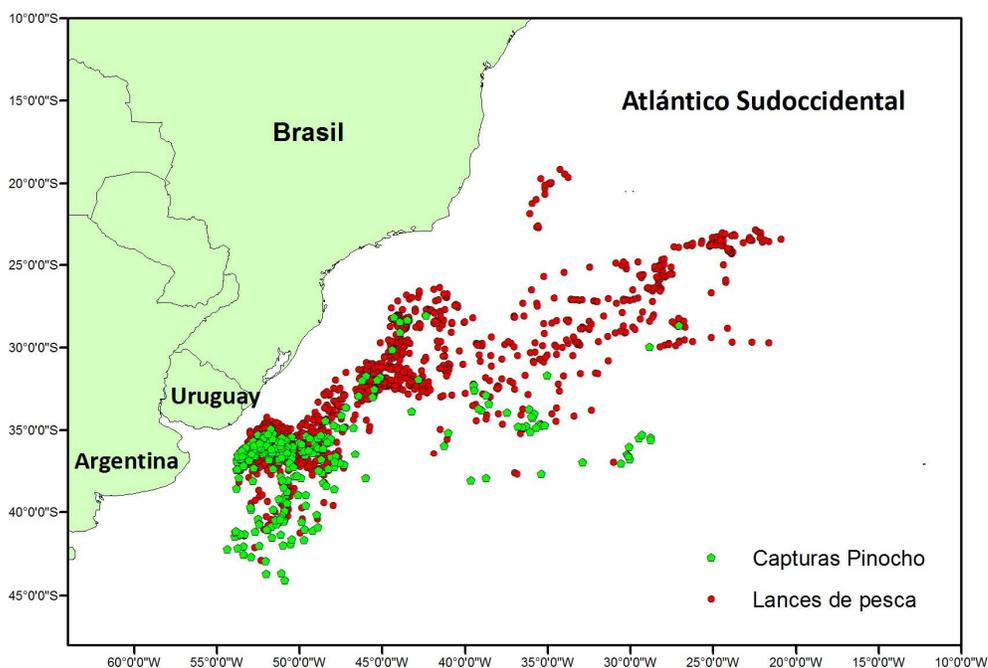


Figura 3. Distribución espacial del esfuerzo monitoreado por el PNOFA en el período 1998 – 2010 y lances con capturas de *L. nasus*.

No se capturaron individuos de esta especie en latitudes menores a los 28° S de latitud (n=237 lances), ni tampoco se registraron capturas a temperaturas mayores de 22,7° C (n=446 lances). En todo el período de estudio, los lances positivos tuvieron una TSM promedio de $17,9^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ ($10,6^{\circ} - 22,7^{\circ} \text{C}$, n=310).

Abundancia

La CPUE para todo el periodo de estudio fue de 0,43 ind./1000 anz. En relación a la latitud, se observa que tanto la CPUE como el porcentaje de lances positivos aumentan desde los 28° S hacia latitudes mayores, encontrándose los valores más altos entre los 41° y los 44° S (**Figura 4**). Mediante un test de Spearman se observó que existe una correlación positiva entre la latitud y la CPUE ($R = 0,40419$, $p < 0,01$, $n = 1905$).

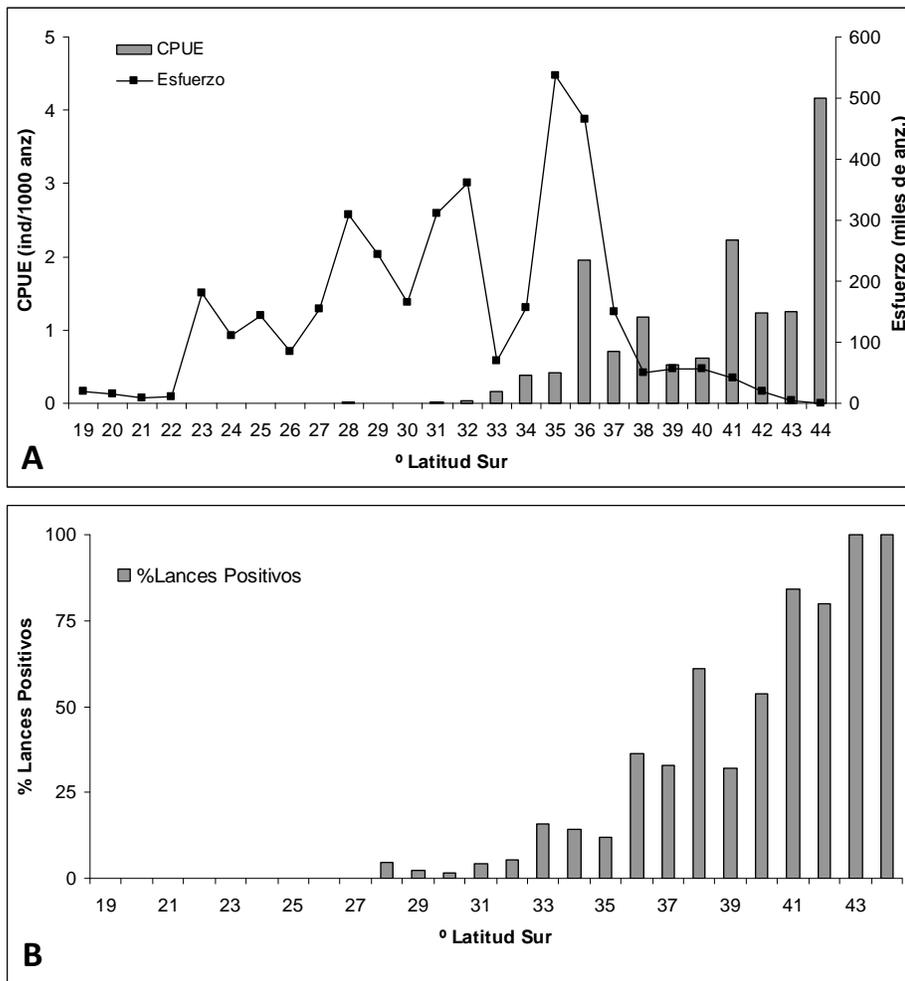


Figura 4. A: Esfuerzo (miles de anzuelos) y CPUE (ind./1000 anz.) de *L. nasus* acumulado por grado de latitud sur. **B:** Porcentaje de lances positivos por grado de latitud sur.

Al analizar la CPUE y el porcentaje de lances positivos en relación a la TSM se observó que los mayores valores se encuentran hacia temperaturas más bajas, con valores máximos a TSM de

11° y 12° C (**Figura 5**). También se observó que en los lances realizados con TSM menores a 18° C el porcentaje de ocurrencia de la especie es igual o mayor al 50%. Mediante un test de Spearman se observó que existe una correlación negativa entre la TSM y la CPUE ($R = -0,43493$, $p < 0,01$, $n = 1912$).

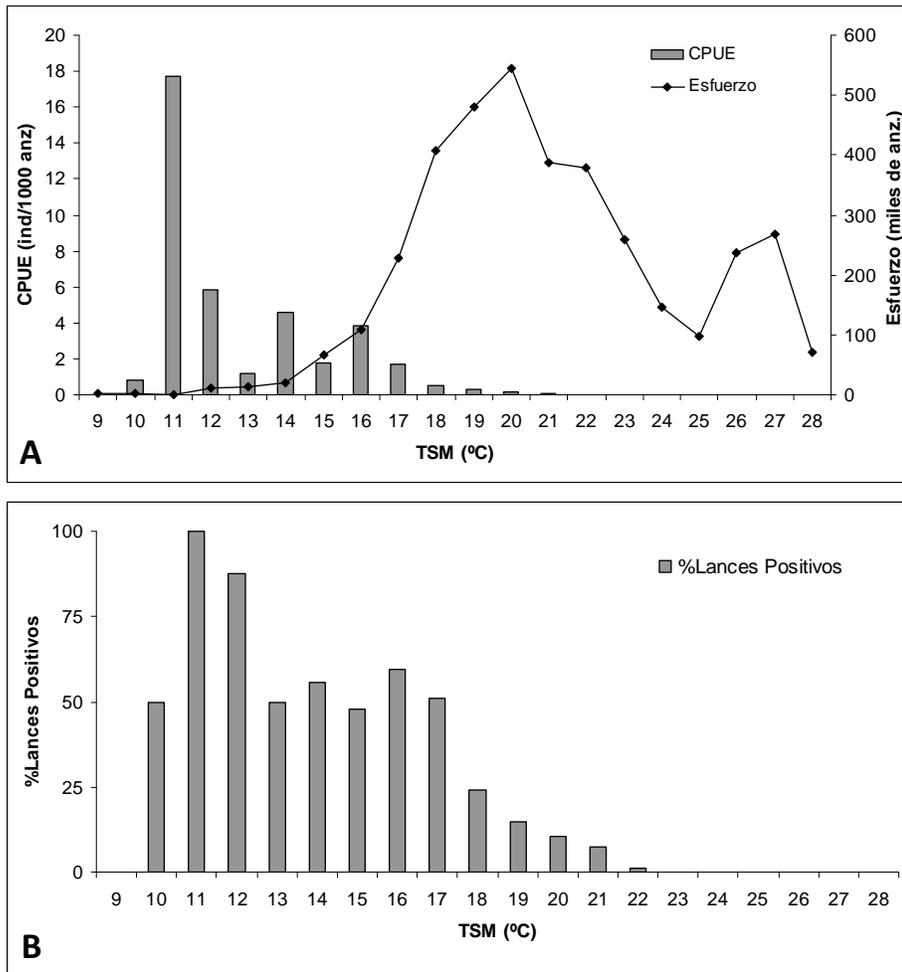


Figura 5. A: Esfuerzo (miles de anzuelos) y CPUE (ind./1000 anz.) de *L. nasus* acumulado por grado de TSM (°C). **B:** Porcentaje de lances positivos por grado de TSM (°C).

En la **Figura 6** se presenta la distribución del esfuerzo monitoreado por el PNOFA y la CPUE en cuadrículas de 1° de latitud por 1° de longitud. Se observa que los mayores valores de CPUE se encuentran por debajo de los 34° S, y hacia latitudes menores la CPUE es siempre menor a 1 ind./1000 anz.

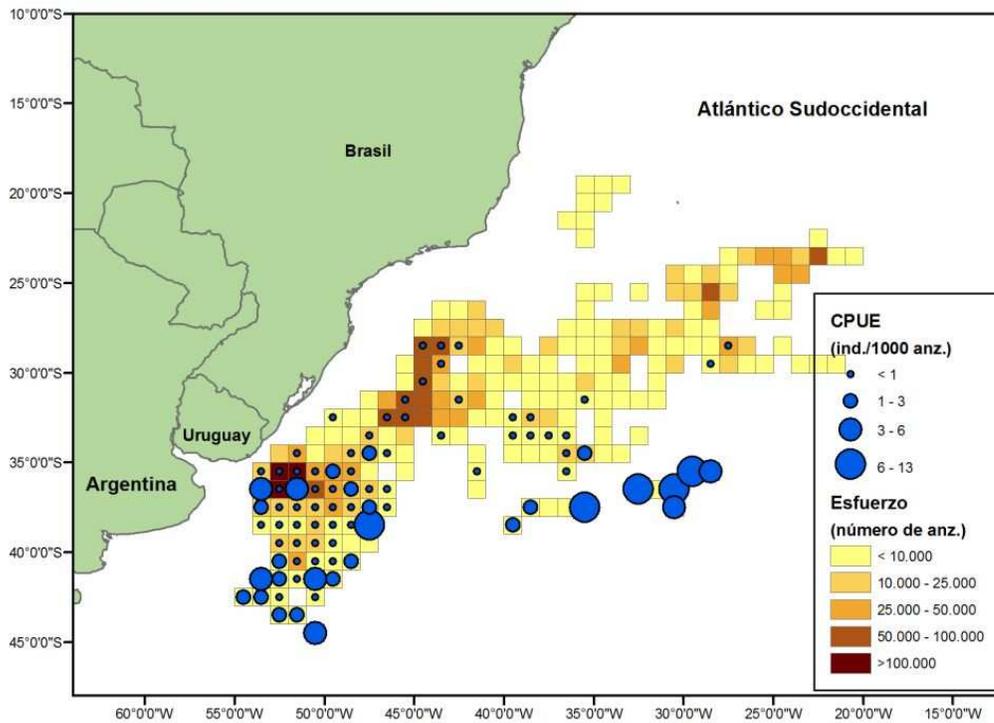


Figura 6. Distribución espacial del esfuerzo monitoreado por el PNOFA en el período 1998 – 2010 y CPUE (ind./1000 anz.) de *L. nasus* en cuadrantes de 1°x1°.

A diferencia de la **Figura 4**, en donde los valores de CPUE aumentan hacia latitudes mayores, en la distribución espacial de la CPUE (**Figura 6**) se observa que los mayores valores se encuentran en los 36° y 37° S. Esta diferencia se debe principalmente a que en esta figura también se tiene en cuenta la longitud geográfica, y los altos valores de CPUE corresponden tan solo a unos pocos cuadrantes. En cambio si se toman todos los cuadrantes de la latitud 36° y 37° S, la mayor parte de ellos tienen valores de CPUE menores a los encontrados hacia latitudes mayores.

En el análisis mensual se observó que los mayores valores de CPUE corresponden a los meses de agosto (1,04 ind./1000 anz.), enero (0,94 ind./1000 anz.), junio (0,80 ind./1000 anz.) y julio (0,61 ind./1000 anz.), relacionados a bajas TSM. Los valores más bajos fueron los de febrero (0 ind./1000 anz.) y marzo (0,04 ind./1000 anz.). En el análisis estacional (**Figura 7**), el mayor valor de CPUE corresponde a invierno (0,68 ind./1000 anz., TSM = 18,9° C, TSM lances positivos = 17,5° C), coincidiendo en parte con lo observado en el análisis mensual. En la **Figura 7** también

se observa una amplia diferencia entre la TSM y la TSM de los lances positivos en verano, la cual explicaría el alto valor de CPUE.

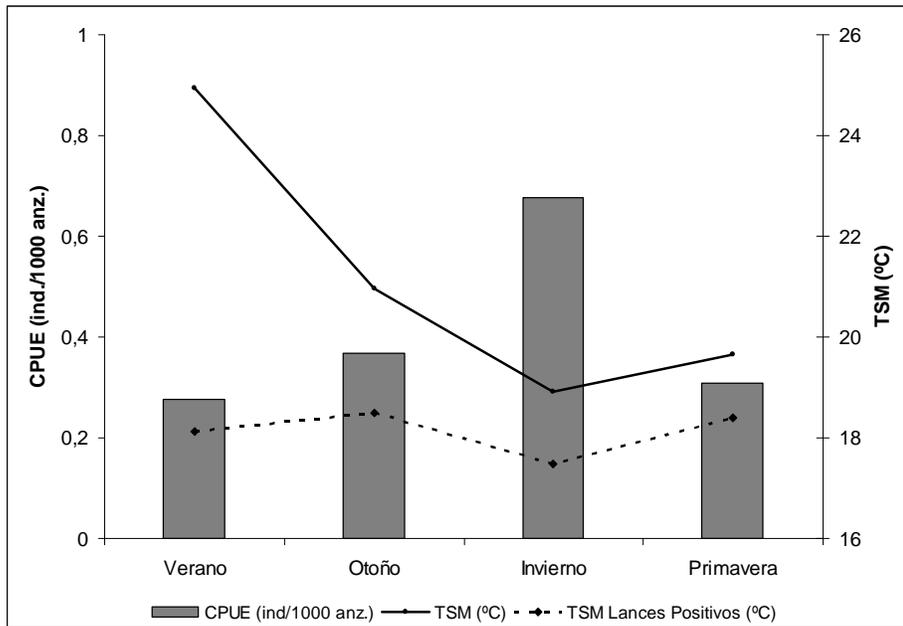


Figura 7. Distribución estacional de la CPUE (ind./1000 anz.) de *L. nasus*, junto con la TSM anual (°C) y la TSM anual de los lances positivos (°C).

En un análisis espacial del verano (**Figura 8**) se observa que las capturas de *L. nasus* están restringidas a las áreas más al sur donde operó la flota, siendo estas áreas las que presentaron TSM más bajas en esa estación. Asimismo, estos altos valores de CPUE corresponden principalmente a parte de un único viaje realizado en el mes de enero en el área comprendida entre 35° y 39° S y entre 28° y 40° W (**Figura 8**). En esta área, se realizaron 15 lances, en los cuales se capturaron un total de 239 individuos, con una CPUE total de 6,3 ind./1000 anz., registrándose lances con valores máximos de hasta 20 ind./1000 anz.

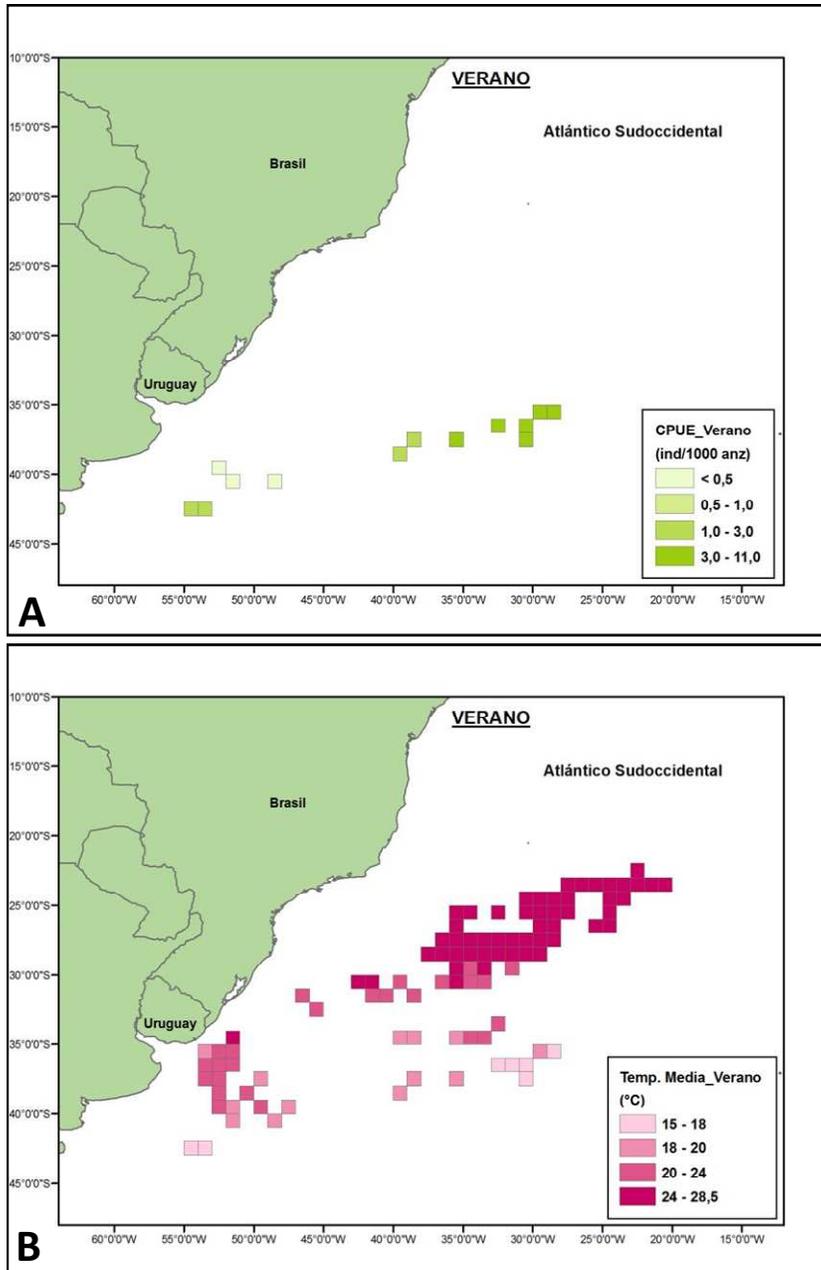


Figura 8. A: CPUE (ind./1000 anz.) de *L. nasus* (en cuadrantes de 1° x 1°) en verano. **B:** TSM (°C) (en cuadrantes de 1° x 1°) en verano.

Estructura poblacional

Análisis por sexos y tallas

Del total de ejemplares observados, fueron sexados 1461 individuos (965 machos y 496 hembras). La proporción de sexos (machos:hembras) en todo el período de estudio fue 1,95:1, ($X^2 = 150,6$, $p < 0,01$), presentando diferentes proporciones por estación, las cuales disminuyen del otoño hacia la primavera (**Figura 9**). Diferencias significativas en la proporción de sexos se observaron en otoño ($X^2 = 105,1$, $p < 0,01$) e invierno ($X^2 = 51,1$, $p < 0,01$).

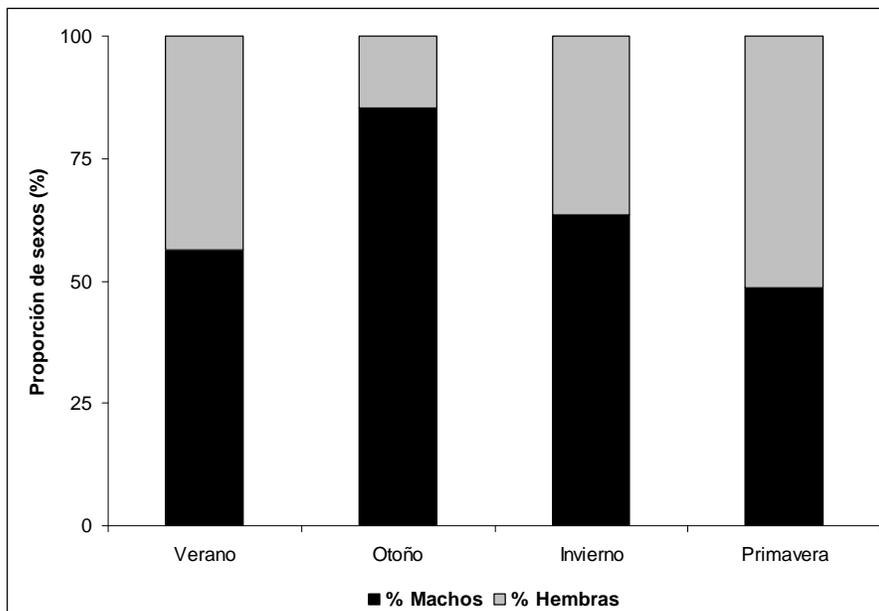


Figura 9. Proporción de sexos (machos:hembras) de *L. nasus* por estación.

Del total de individuos capturados, un total de 1291 fueron medidos, los cuales variaron entre 66 y 226 cm ($140 \pm 41,4$ cm). De estos, 825 fueron machos, 443 hembras y 23 sin determinar. La talla media para las hembras fue de $129 \pm 40,8$ cm (67 – 221 cm) y para los machos $147 \pm 40,5$ cm (66 – 226 cm). Se observó que existen diferencias significativas entre las tallas de machos y hembras ($U_{1,1268}=1,4 \times 10^5$ $p < 0,01$). En la **Figura 10** se presenta el histograma de tallas por sexos para todo el período de estudio, donde se observa una distribución bimodal. También se observa que a partir de los 145 cm, los machos superan a las hembras con una proporción de 2,8:1 ($X^2 = 157,7$ $p < 0,01$), mientras que los individuos menores a esta talla tienen una proporción de 1,2:1 ($X^2 = 4,9$ $p = 0,03$).

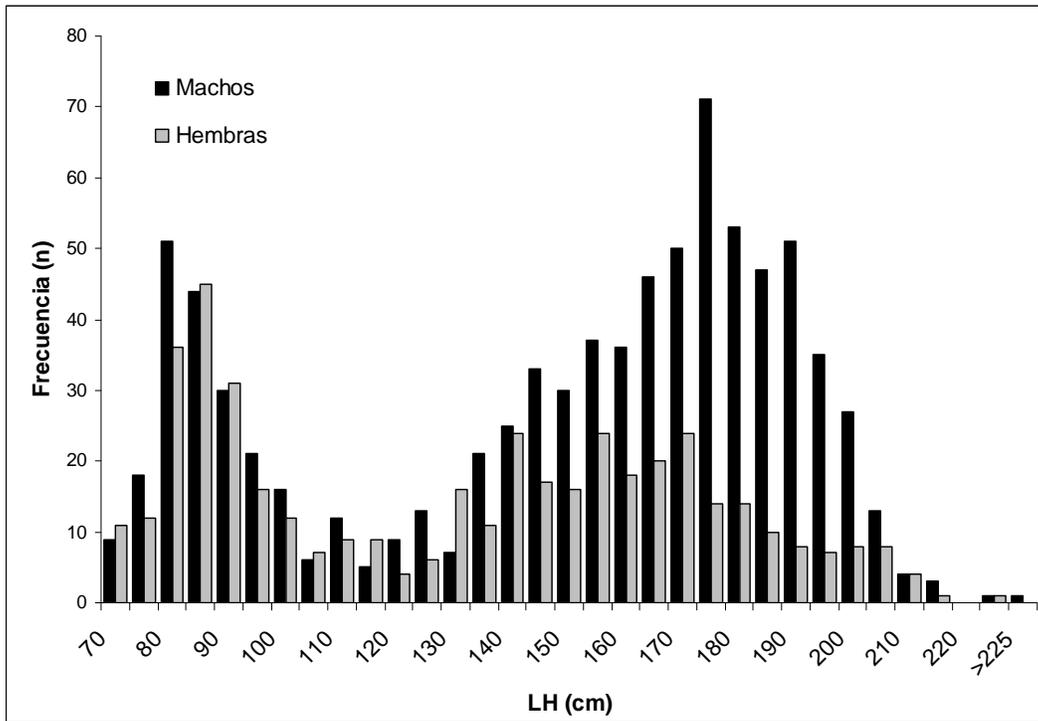


Figura 10. Histograma de frecuencia (número de individuos) por talla (LH en cm) para machos y hembras de *L. nasus*. La talla de cada categoría es el límite superior de la misma.

En la **Tabla 1** se presentan las tallas por sexo y estación, y en la **Figura 11** se presenta la distribución de tallas por sexos por estación. Mediante el test de Kruskal – Wallis se observó que existen diferencias significativas entre estaciones para ambos sexos. Las comparaciones pareadas con el test de Mann – Whitney mostraron que existen diferencias entre todas las estaciones salvo para las hembras observadas en otoño y primavera para las cuales no se encontraron diferencias significativas entre ellas ($p=0,27$). Al comparar las tallas entre sexos, para cada una de las estaciones, se observó que machos y hembras no presentan diferencias en primavera y verano, mientras que si se observan diferencias significativas en otoño ($U_{1,327}=3146$ $p<0,01$) e invierno ($U_{1,563}=3,2 \times 10^4$ $p<0,01$).

Tabla 1. Tallas y estadística descriptiva por sexos y por estación de *L. nasus*.

Estadísticos	Verano		Otono		Invierno		Primavera	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Individuos medidos	112	87	275	52	351	212	87	92
Media	85,03	85,11	170,54	125,13	158,09	151,93	103,82	118,36
Mediana	82,00	83,00	176,00	106,00	160,01	153,39	95,00	112,00
Moda	80,00	86,00	186,00	84,00	174,00	140,00	77,00	130,00
Desviación estándar	15,24	14,88	26,91	43,00	27,43	29,44	29,59	40,51
Mínimo	67,00	69,00	71,00	75,00	68,00	68,00	66,00	67,00
Máximo	193,00	205,00	211,00	204,00	226,00	221,00	187,00	214,00

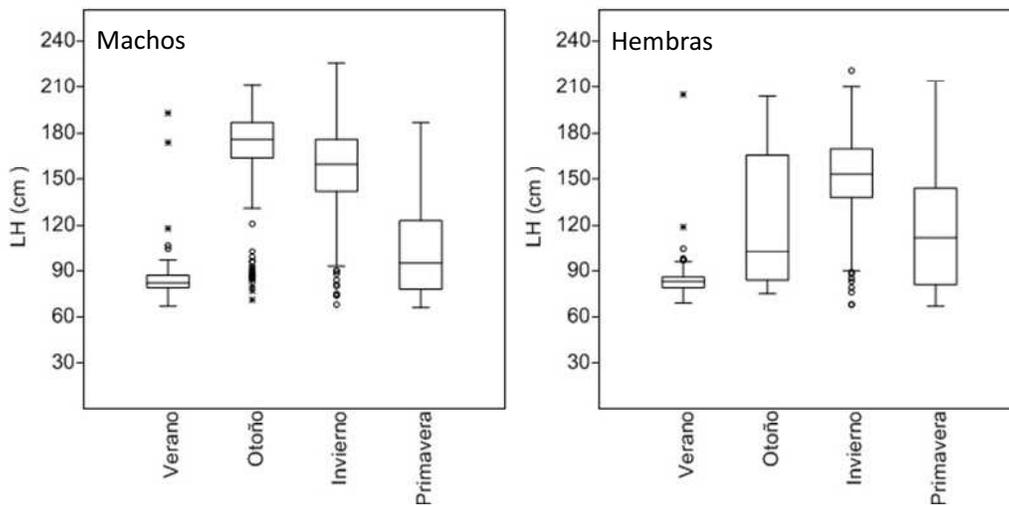


Figura 11. BoxPlot de la distribución de tallas de machos y hembras de *L. nasus* por estación.

De los individuos observados en verano, el 94% corresponde a las capturas de enero en el área antes mencionada (35° - 39° S : 28° - 40° W) donde se registraron altos valores de CPUE con lances de hasta 20 ind./1000 anz. Este evento estuvo dominado por individuos con una talla media de $83 \pm 7,3$ cm (67 – 118 cm) para machos (n=107) y $84 \pm 6,9$ cm (69 – 119 cm) para hembras (n=84).

Aspectos reproductivos

Para calcular la talla de madurez de machos, se utilizó el LH, el LP y el grado de madurez de 137 individuos. En la **Figura 12** se presenta la relación entre el LH el LP, y los individuos categorizados por grado de madurez. Se observa en los individuos juveniles/subadultos un rápido crecimiento de los pterigopodios entre los 130 y 170 cm, resultando en un modelo de tipo sigmoideal. En la **Figura 13** se presenta la relación entre el LH y el Índice LP, junto con las dos regresiones lineales. En este caso, el punto de corte entre ambas regresiones (170 cm) estaría representando la talla a la que el 100% de los individuos son maduros (LH_{100}). Mediante una ojiva de madurez se calculó que el L_{50} es 147 cm, y LH_{100} es 164 cm (**Figura 14**).

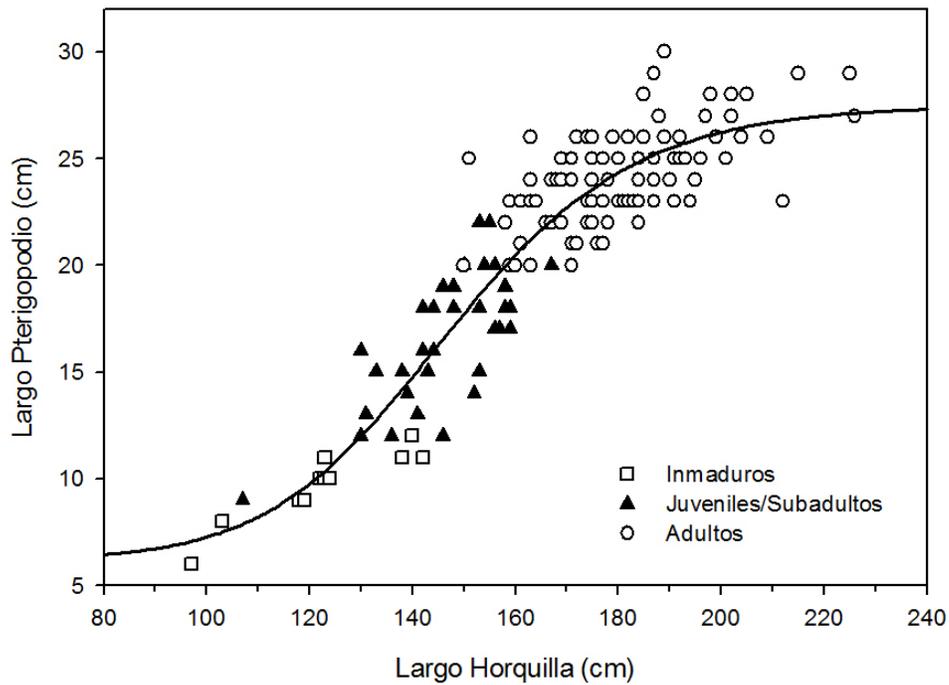


Figura 12. Relación entre el LH (cm) y el LP (cm) para machos de *L. nasus*.

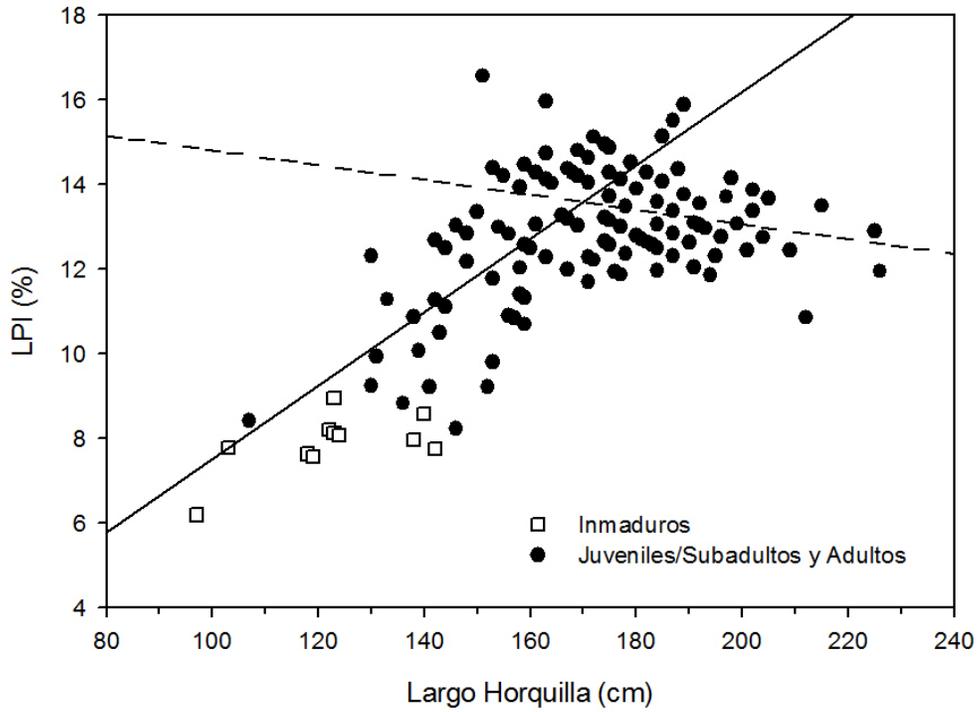


Figura 13. Relación entre el LH (cm) y el Índice LP para machos de *L. nasus*. Se presentan las regresiones lineales para juveniles/subadultos y para adultos.

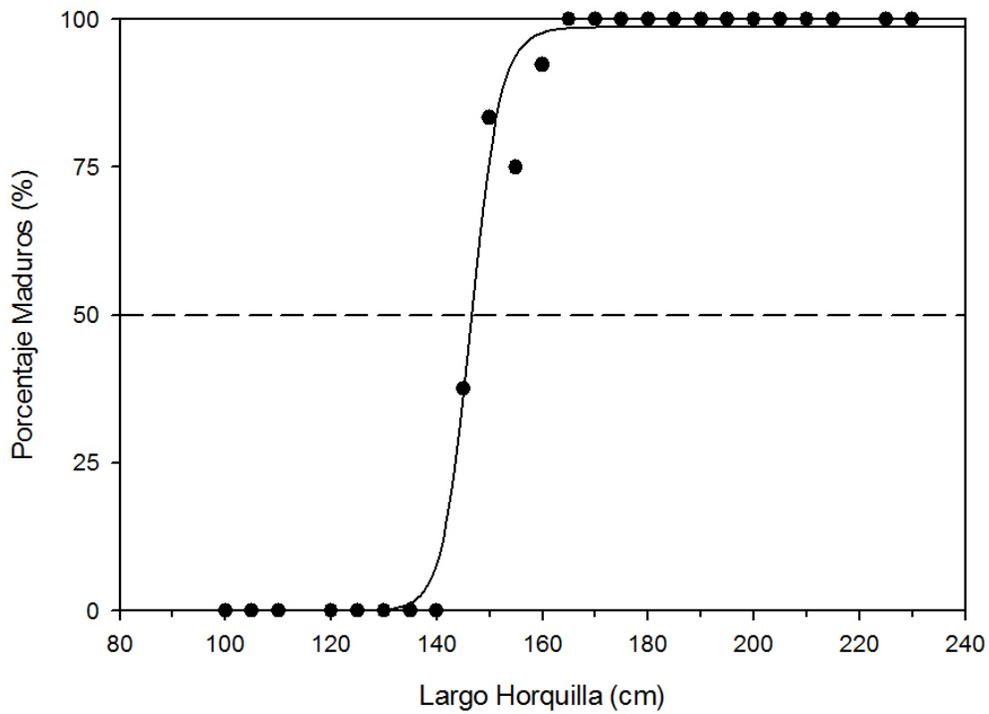


Figura 14. Ojiva de madurez para machos de *L. nasus*.

En relación a las tallas de madurez de las hembras, según lo observado en el Pacífico sudoccidental (Francis & Duffy, 2005), en este trabajo se observaron 83 individuos por encima de los 170 cm, pero de estos, tan solo 47 superaron los 180 cm (**Figura 15**).

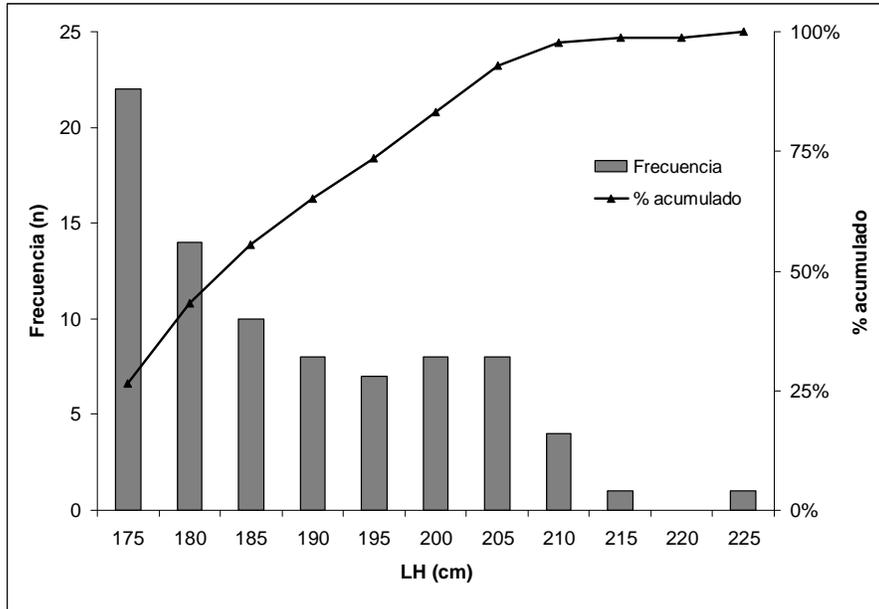


Figura 15. Histograma de tallas (LH en cm) para hembras de *L. nasus* mayores a 170 cm. La talla de cada categoría es el límite superior de la misma.

En todo el período de estudio tan solo se observó una hembra preñada, la misma medía 199 cm y fue capturada en octubre de 2010 en aguas internacionales adyacentes de Argentina (41°39' S 50°28' W) con una TSM de 18,6° C. Tenía 4 embriones; 2 machos, uno de 65 cm y otro de 63 cm, y dos hembras, una de 67 cm y otra de 66 cm. Coincidentemente, otra hembra preñada con 2 embriones de aproximadamente 52 cm (60 cm LT) (un macho y una hembra) fue observada a principios de junio de 2010, con una TSM de 14,8° C, en la ZCP (36°35' S 53°33' W) en un barco de la flota de bandera japonesa que opera en Uruguay (A. Domingo com. pers.).

En base a la talla mínima registrada entre los individuos capturados (66 cm), y la talla más grande de los embriones observados (67 cm), se podría suponer que la talla de parición de la especie en el Atlántico sudoccidental estaría entre los 66 – 67 cm. Tomando estas tallas como referencia, se observó que individuos menores a 69 cm (n=11) fueron capturados de julio a enero, estando el máximo en Octubre (n=4), pudiendo considerarse estos meses como la época de parición.

Relaciones Morfométricas

Estadísticamente, no se observaron diferencias significativas para las relaciones morfométricas entre sexos. Así, para cada una de las regresiones, se presenta una única ecuación para ambos sexos combinados, salvo para la relación entre el LH y el LPC que se presentan ecuaciones por sexos debido a que los valores del estadístico son muy cercanos al 0,01. En la **Tabla 2** se presentan los resultados del análisis de covarianza (ANCOVA) para cada una de las regresiones por sexo.

Tabla 2. Resultados del análisis de covarianza (ANCOVA) por sexos para cada una de las relaciones morfométricas de *L. nasus*.

Relación	F	p
LH vs. LPC	4,4	0,04
LPC vs LH	6,6	0,01
LH vs. LLC	0,3	0,57
LLC vs LH	1,1	0,30
LPC vs. LLC	0,7	0,41
LLC vs. LPC	0,9	0,33
LH vs LT	1,4	0,23
LT vs. LH	0,5	0,46

La relación entre las tallas LH – LPC (ambas en cm) para *L. nasus* general y por sexos es la siguiente y se presenta en la **Figura 16**:

General

$$LPC = + 0,902 LH - 1,4237$$

$$LH = + 1,1033 LPC + 2,2425$$

($n=983$, $r^2= 0,9952$, rango 66 – 226 cm LH, 54 – 203 cm LPC)

Machos

$$LPC = + 0,8998 LH - 1,2373$$

$$LH = + 1,1053 LPC + 2,1567$$

($n=639$, $r^2= 0,9946$, rango 66 – 226 cm LH, 54 – 203 cm LPC)

Hembras

$$LPC = + 0,909 LH - 2,058$$

$$LH = + 1,0954 LPC + 2,8061$$

($n=330$, $r^2= 0,9956$, rango 67 – 214 cm LH, 56 – 190 cm LPC)

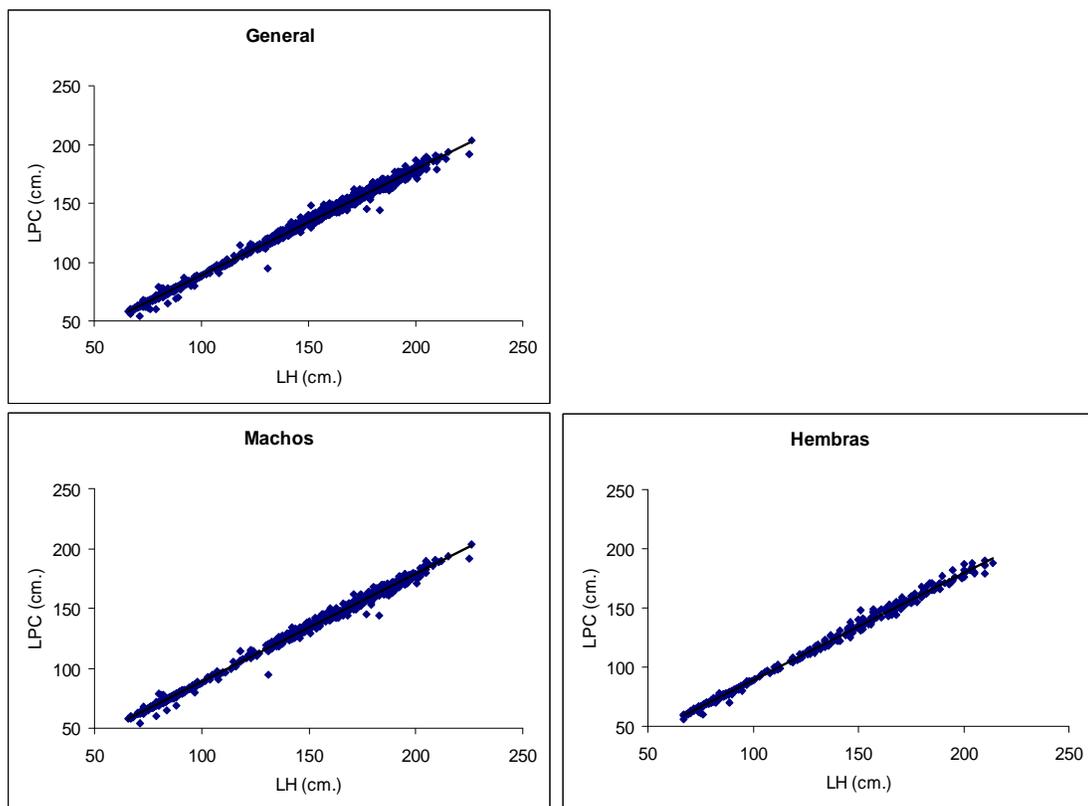


Figura 16. Relación entre el LH (cm) y el LPC (cm) para *L. nasus* por sexos.

La relación entre las tallas LH – LLS (ambas en cm) para *L. nasus* es la siguiente y se presenta en la **Figura 17**:

$$LLS = + 0,2531 LH + 1,5989$$

$$LH = + 3,78 LLS - 0,3009$$

($n=706$, $r^2= 0,9568$, rango 67 – 214 cm LH, 12,5 – 57 cm LLS)

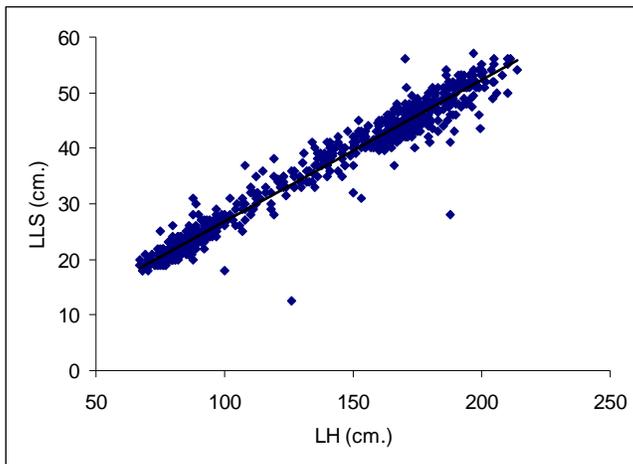


Figura 17. Relación entre el LH (cm) y el LLS (cm) para *L. nasus*.

La relación entre las tallas LPC – LLS (ambas en cm) para *L. nasus* es la siguiente y se presenta en la **Figura 18**:

$$LLS = + 0,282 LPC + 1,9592$$

$$LPC = + 3,3676 LLS - 0,655$$

($n=711$, $r^2= 0,9497$, rango 58 – 190 cm LPC, 12,5 – 57 cm LLS)

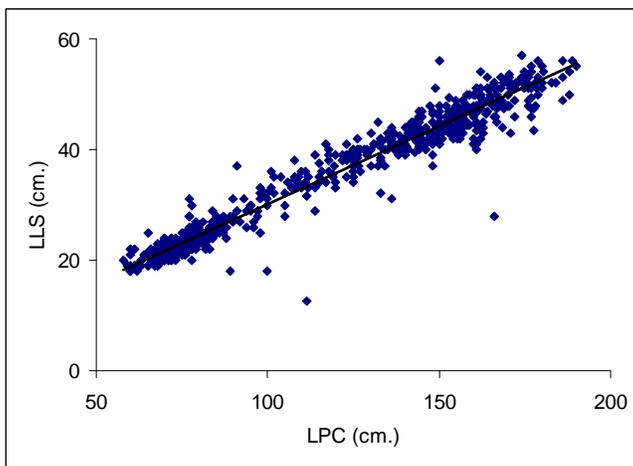


Figura 18. Relación entre el LPC (cm) y el LLS (cm) para *L. nasus*.

La relación entre las tallas LH – LT (ambas en cm) para *L. nasus* es la siguiente y se presentan en la **Figura 19**:

$$LT = + 1,1464 LH + 0,7369$$

$$LH = + 0,8692 LT - 0,175$$

($n=704$, $r^2= 0,9965$, rango 67 – 214 cm LH, 78 – 245 cm LT)

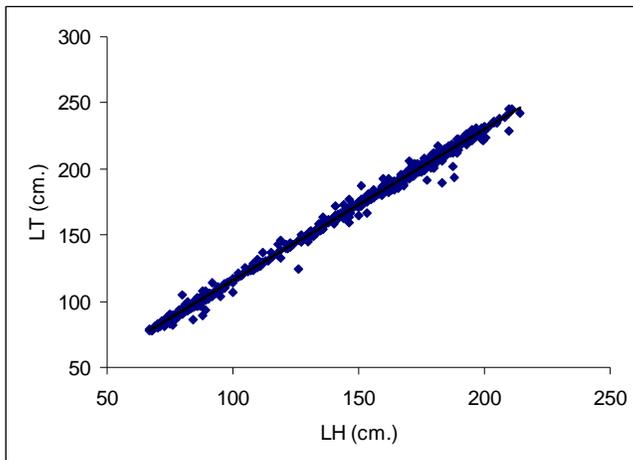


Figura 19. Relación entre el LH (cm) y el LT (cm) para *L. nasus*.

DISCUSIÓN

Distribución y Abundancia

Si bien existen datos sobre la presencia de *L. nasus* en el Atlántico sudoccidental (Amorim et al. 1998, 2002; Domingo, 2003; Domingo et al. 2008; Lucifora & Menni, 1998; Montealegre-Quijano et al. 2007; Nakaya, 1971; Sadowsky et al. 1985), los resultados de este trabajo confirman la ocurrencia de esta especie en aguas de la ZEE de Uruguay, ZCP Argentino-Uruguay y aguas internacionales adyacentes de Argentina, Uruguay y Brasil, y aporta datos sobre la distribución, abundancia y estructura poblacional de la misma en base a los datos obtenidos en 13 años del PNOFA, con 1595 individuos capturados. A su vez, es importante destacar que los datos son dependientes de la pesquería, por lo que datos de áreas más allá de la de operación de la flota pesquera son necesarios para ampliar y completar la información aquí presentada.

En el área y período que abarca este trabajo no se capturaron individuos por encima de los 28° S de latitud, ni tampoco se registraron capturas a temperaturas mayores de 22,7° C. Asimismo se observó una correlación negativa entre la CPUE y la TSM, donde los mayores valores de CPUE se asocian con los valores más bajos de TSM. Relacionado a esto, se observó una correlación positiva entre la CPUE y la latitud, estando los valores más altos de CPUE asociados a las áreas más al sur donde ha operado la flota uruguaya de palangre, donde la influencia de las aguas subantárticas es mayor (Acha et al. 2004). Esto se relaciona directamente con el rango de distribución de la especie, hábitos de vida y preferencias de temperatura (Campana & Joyce, 2004; Francis & Stevens, 2000; Francis et al. 2008).

El área de estudio es fuertemente influenciada por la Confluencia Brasil - Malvinas (Martínez & Ortega, 2007). La influencia de las aguas subantárticas de la Corriente de Malvinas es mayor durante el invierno, lo que explica los altos valores de CPUE observados tanto en el análisis mensual (de junio a agosto), como en el estacional (en invierno), en oposición a lo que sucede en los meses de verano donde ocurre una predominancia de aguas tropicales y subtropicales. A pesar de esto, se observa un alto valor de CPUE en verano (**Figura 7**). Mas (2012) observó que en aguas de la ZEE de Uruguay no se registraron capturas de esta especie en los meses de verano por parte de la flota atunera uruguaya. Como se observa en la **Figura 8**, las capturas de verano están asociadas a las áreas más al sur y al este donde operó la flota, por fuera de la ZEE de Uruguay, siendo estas las que presentaron menores valores de TSM, las cuales se deben a

una mayor influencia de aguas subantárticas de la Corriente de las Malvinas (Acha et al. 2004; Ortega & Martínez, 2007).

En el análisis estacional también se observa que la especie realiza migraciones latitudinales, las cuales están estrechamente relacionadas con Confluencia Brasil - Malvinas ya que al igual que esta, los individuos se desplazan al sur en verano y hacia el norte en invierno. Por lo que la Confluencia Brasil - Malvinas marcaría el límite de distribución de la especie y la estructura poblacional variaría estacionalmente dependiendo de la influencia de la Corriente de Malvinas en el área. Este mismo fenómeno de migraciones latitudinales estacionales ha sido observado tanto en el Pacífico sudoccidental, donde no se registran capturas al norte de los 35° S durante el verano (Yatsu, 1995; Francis et al. 2007), como en el Atlántico norte (Mejuto, 1985; Campana & Joyce, 2004).

Estructura poblacional

Se observó que existen diferencias significativas en las capturas de machos y hembras, siendo los machos más abundantes. Diferencias en las proporciones de sexos han sido reportadas en el Atlántico norte (Mejuto, 1985; Ellis & Shackley, 1995; Gauld, 1989) y Pacífico sudoccidental (Francis & Stevens, 2000), dependiendo estas proporciones principalmente de las tallas de los individuos capturados. En relación a las tallas, se observó que tanto machos como hembras presenta una distribución bimodal, siendo menos frecuentes los individuos entre 105 y 130 cm. Distribuciones similares han sido reportadas para el Pacífico sudoriental (Acuña et al. 2001) y Pacífico sudoccidental (Francis & Stevens, 2000), siendo en este último caso más notorio en Australia y noreste de Nueva Zelanda.

En el análisis estacional, se observó una predominancia en la captura de machos durante el otoño e invierno, mientras que no se observaron diferencias significativas en las capturas por sexos durante primavera y verano. Esta proporción de sexos cercana a 1:1 durante primavera y verano es esperable, ya que los individuos observados en estas dos estaciones representan principalmente a los individuos menores a 120 cm. Francis & Stevens (2000) observaron que la proporción de sexos en los individuos menores a 150 cm era casi 1:1, mientras que los machos superan a las hembras en tallas mayores.

Esta moda de individuos menores a 120 cm estaría compuesta por individuos de hasta aproximadamente 3 años (Francis & Stevens, 2000; Natanson et al. 2002). De estos individuos,

el 46% corresponde a los capturados en enero en el área antes mencionada (35° y 39° S y entre 28° y 40° W). Este evento estuvo dominado por individuos que van desde neonatos a individuos de aproximadamente 1 año (Francis & Stevens, 2000; Natanson et al. 2002) con una proporción de sexos, como ya se mencionó, cercana a 1:1. En un estudio realizado por Montealegre-Quijano y colaboradores (2007), observaron en diciembre de 2005 en un área próxima, altos valores de CPUE (19,71 ind./1000 anz.) en individuos con una talla media de 82,4 cm LH y una proporción de sexos cercana a 1:1. Estas observaciones podrían estar indicando una posible área de cría, la cual también ha sido sugerida por Montealegre-Quijano y colaboradores (2007), ya que áreas de cría restringidas han sido observadas en varias especies de tiburones pelágicos con amplios rangos de distribución, como son el tiburón azul (*P. glauca*) (Kohler et al. 2002), el tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*) (Natanson et al. 1999; Driggers et al. 2008) y el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) (Holland et al. 1993; Duncan & Holland, 2006). A pesar de esto, los resultados de este trabajo no permiten afirmar que esta sea un área de cría que se mantenga durante todo el año, ya que sólo se tienen datos de enero. Igualmente es recomendable prestar mayor atención a las flotas que allí operan, ya que es una zona en la cual se realiza un gran esfuerzo pesquero, por ejemplo la flota de China/Taipei (Huang, 2011).

En relación a la moda de los individuos mayores a 120 cm, se observa que los machos superan a las hembras a partir de los 145 cm, con una proporción de 2,8:1. Como ya fue mencionado, algo similar fue observado por Francis & Stevens (2000) en el Pacífico sudoccidental, donde los machos superaron a las hembras 3,18:1 a partir de los 150 cm. Los resultados estarían indicando que existe segregación por sexos a partir de tallas próximas a la madurez sexual. En cambio, no se observa segregación sexual en individuos juveniles.

Las tallas máximas observadas en este trabajo, tanto para machos (226 cm) como para hembras (221 cm), son menores a las reportadas por Gauld (1989) para el Atlántico norte (machos 253 cm, hembras 278 cm). Comparadas con las tallas máximas reportadas para el Pacífico sudoccidental, las aquí presentadas son mayores que las de Australia (machos 204 cm, hembras 208 cm), y las hembras mayores (206 cm) y los machos menores (228 cm) que los de Nueva Zelanda (Francis & Stevens, 2000). Asimismo, las tallas del presente trabajo son mayores que la reportada por Acuña y colaboradores (2001) para el Pacífico sudoriental, 213 cm (245 cm LT). Según Francis & Stevens (2000), si en el hemisferio sur la especie alcanza las mismas tallas que las del Atlántico norte, los individuos de mayor tamaño estarían más al sur de su zona de estudio ya que individuos más grandes, según Yatsu (1995), podrían tener

preferencia por zonas de menor temperatura. Esto podría explicar que los individuos aquí reportados sean menores que los del Atlántico norte, ya que la flota uruguaya principalmente opera en latitudes menores y con TSM mayores. A pesar de lo propuesto por Yatsu (1995), en este trabajo no se encontró una relación entre la TSM y la talla.

Aspectos reproductivos

En los análisis realizados para determinar la talla de madurez de machos, se observa que hay un rápido crecimiento de los claspers entre los 130 y 170 cm, el LH₁₀₀ es 164 – 170 cm y el LH₅₀ a 147 cm. En consecuencia estos resultados sugieren que la talla de madurez para machos de *L. nasus* en el Atlántico sudoccidental sería entre 145 – 155 cm. Esta talla es un poco mayor que la reportada por Francis & Duffy (2005) para el Pacífico sudoccidental (140 – 150 cm LH), pero esta diferencia puede simplemente deberse a que un estudio más completo fue realizado por estos autores utilizando las estructuras internas.

La talla de madurez aquí reportada es menor que la observada en el Atlántico noroccidental (162 – 185 cm; LH₅₀ 174cm) por Jensen y colaboradores (2002). Esta diferencia también fue observada por Francis & Duffy (2005), tanto para machos como para hembras, y al igual que la diferencia en las tallas máximas registradas, esto podría estar demostrando la existencia de poblaciones separadas, apoyado por la distribución antitropical de la especie (Francis & Duffy, 2005). Diferencias entre las tallas de primera madurez entre hemisferios ya han sido reportadas para otras especies como *Isurus oxyrinchus* (Mollet et al. 2000) y *Carcharhinus falciformis* (Bonfil, 2008).

En este trabajo no fue posible determinar la talla de primera madurez para las hembras de *L. nasus* en el Atlántico sudoccidental, por lo que se utilizó como talla de madurez la reportada para el Pacífico sudoccidental (170 – 180 cm) (Francis & Duffy, 2005). La elección de esta talla se debe a que la observada para machos en este trabajo es más cercana a la del Pacífico que a la talla reportada para el Atlántico noroccidental (Jensen et al. 2002), en donde las tallas de madurez de ambos sexos son sustancialmente mayores que las del Pacífico sudoccidental (Francis & Duffy, 2005; Francis et al. 2008).

En base a esta talla de madurez, se observa que en el área de estudio la ocurrencia de hembras maduras es baja, representando tan solo un 4 – 7% del total de individuos sexados y medidos, y disminuye hacia tallas mayores. Por lo que la casi ausencia de hembras preñadas en el área

podría deberse a que estas se encuentren hacia latitudes mayores, y que las hembras de tallas adultas que encontramos sean las no reproductivas. En el Pacífico sudoccidental (Francis & Stevens, 2000) y en el Atlántico noroccidental (Campana et al. 2010) la mayor parte de las hembras preñadas fueron capturadas en latitudes mayores de las que opera la flota de palangre uruguaya y con TSM menores. En el Pacífico, por ejemplo, las hembras preñadas fueron capturadas con una TSM media de 12,9° C, con TSM de hasta 2,5° C (Francis & Stevens, 2000). Otra explicación podría ser lo observado por Campana y colaboradores (2010) en el Atlántico noroccidental, en donde en base a un estudio de seguimiento satelital observaron que todas las hembras adultas marcadas con transmisores migraron hacia latitudes menores, más específicamente hacia el Mar de los Sargazos, recorriendo más de 2300 Km. por debajo de la corriente del Golfo, a profundidades de hasta 1360 m.

Basados en las tallas observadas en embriones y en los individuos más pequeños capturados, la talla de parición de la especie en el Atlántico sudoccidental sería 66 – 67 cm. A pesar de contar con un muy bajo número de datos, estas tallas se asemejan a las reportadas para el Pacífico sudoccidental y para el Atlántico noroccidental (58 – 67 cm) (Francis & Stevens, 2000; Jensen et al. 2002). Esto coincide con lo ya propuesto por Francis & Stevens (2000) de que la talla de parición de la especie es la misma en ambos hemisferios. Asimismo se observó, en base a los individuos menores a 69 cm, que la época de parición podría extenderse de julio a enero, con un máximo en octubre, coincidiendo con los largos períodos de parición reportados para otros océanos (Francis & Stevens, 2000; Jensen et al. 2002). A nivel estacional, la época de parición aquí observada (invierno, primavera y principios de verano) coincide en parte con los datos del Atlántico noroccidental (primavera: Abril – Junio) como para el Pacífico sudoccidental (otoño, invierno: Abril – Setiembre con máximo en Junio – Julio) (Francis & Stevens, 2000; Jensen et al. 2002).

Relaciones morfométricas

La conversión de tallas es de utilidad para la recuperación de información histórica, generación y planificación de nuevos muestreos y toma de datos, así como para la comparación de tallas con estudios realizados en otros océanos en donde otras son las tallas reportadas. Las relaciones morfométricas aquí presentadas son las primeras en realizarse para la especie en el Atlántico Sur. Los resultados obtenidos muestran una fuerte correlación entre las tallas para todas las relaciones calculadas. No se observaron diferencias significativas en la correlación de tallas entre sexos, salvo para el LH vs. LPC para la cual la diferencia es muy próxima al valor de

significancia elegido. A pesar de esto, la diferencia en la relación entre estas dos tallas entre sexos es mínima y puede ser despreciable, ya que nos da una diferencia de aproximadamente 0,7 cm entre machos y hembras.

La relación entre el LH y el LPC calculada en este trabajo es similar a la reportada por Francis & Stevens (2000) para el Pacífico sudoccidental. Se observó tan solo 1 cm de diferencia en el cálculo del LH a partir del LPC para todo el rango de tallas entre ambas relaciones reportadas. En cambio, se observan diferencias en el cálculo del LH a partir del LPC al utilizar la relación reportada para el Atlántico noroccidental. En este caso, la relación reportada es en base a medidas curvas, pero se reporta también una fórmula para transformar a medidas rectas (Francis et al. 2008).

En relación a la conversión de tallas entre el LH y el LT, es difícil comparar con las relaciones reportadas tanto para el Pacífico como para el Atlántico noroccidental ya que el LT tomado por los observadores del PNOFA es diferente al utilizado en estos otros trabajos. La relación entre el LH y el LLS resulta importante en la planificación de muestreos de desembarque en caso de que los tiburones sean desembarcados con las aletas adheridas al cuerpo. Esto permitirá tener acceso a una mayor cantidad de datos ya que no es posible abarcar toda la flota pesquera con un programa de observadores.

En base a los resultados obtenidos en este trabajo se observa que existen varias similitudes referentes a la distribución espacio-temporal y de tallas, tallas de madurez y parición, épocas de parición y relaciones morfométricas, entre el Atlántico sudoccidental y el Pacífico sudoccidental, existiendo poca información para comparar con el Pacífico sudoriental. Este trabajo podría apoyar lo sugerido en la Reunión de Evaluación del Stock de *Lamna nasus* de la CICAA e ICES, de que el stock de esta especie en el Atlántico sudoccidental aparentemente comprendería aguas del Pacífico sudoriental, lo que tendría implicaciones directas en la ordenación de este stock (Anon, 2009).

CONCLUSIÓN

Este es el primer trabajo en el Atlántico Sudoccidental que analiza la distribución, abundancia, estructura poblacional y aspectos de la biología reproductiva de *Lamna nasus*, basándose para esto en una base de datos robusta generada por el PNOFA en un período de 13 años, 98 embarques, 1912 lances de pesca, 3.729.983 anzuelos observados y 1595 individuos capturados, contribuyendo al conocimiento de la ecología y biología de una especie que se encuentra catalogada como “Vulnerable” debido a los sobreexplotación pesquera que ha sufrido en otras áreas del océano Atlántico. Se discute la distribución de la especie en el área en relación a la confluencia de la Corriente de Brasil y Corriente de Malvinas, encontrándose una asociación de la especie a esta última y por lo tanto a bajos valores de TSM, lo cual explica las variaciones en la abundancia encontrada en los análisis estacionales. La información sobre la estructura poblacional y aspectos reproductivos, tales como distribución de tallas, proporción de sexos, áreas de cría, tallas de madurez, tallas y épocas de parición de la especie aquí presentadas son de suma importancia para la realización de evaluaciones de stock de la especie a nivel de la CICAA, ya que hasta el momento existía un vacío en la información para el área en estudio que no lo permitían. Asimismo esta información podrá ser utilizada en la Evaluación de Riesgo Ecológico (Ecological Risk Assessment) que desarrollará la CICAA durante el 2012 para un grupo de 17 especies de condrictios entre los que se encuentra el Pinocho.

PERSPECTIVAS

- Estudios sobre la distribución, movimientos y uso de hábitat de *Lamna nasus* mediante el uso de telemetría satelital.
- Estudios de genética de poblaciones en conjunto con países del Atlántico Norte, Atlántico Sureste, Pacífico Sur e Índico. Principalmente con países del Pacífico sudoriental para comprobar si existe relación entre los stocks.
- Estudios del ciclo reproductivo de la especie.
- Estudios de edad y crecimiento a través de la lectura de vértebras.
- Estudios de la dieta de *L. nasus* en el Atlántico sudoccidental.

BIBLIOGRAFÍA

Acha, E. M., Mianzan, H. W., Guerrero, R. A., Favero, M. y Bava, J. 2004. Marine fronts at the continental shelves of austral South America: Physical and ecological processes. *Journal of Marine Systems* 44: 83-105.

Acuña, E., Araya, M., Cid, L., Kong, I. y Villarroel, J.C. 2001. Estudio biológico de tiburones (marrajo dentado, azulejo y tiburón sardinero) en la zona norte y central de Chile. Informes Técnicos FIP FIP/IT 2000-23, 112 pp.

Amorim A. F., Arfelli C. A. & Fagundes L. 1998. Pelagic elasmobranchs caught by longliners off southern Brazil during 1974-97: an overview. *Marine Freshwater Research* 49: 621–632.

Amorim A. F., Arfelli C. A. & Bacilieri S. 2002. Shark data from Santos longliners fishery off southern Brazil (1971-2000). *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers* 54: 1341–1348.

Anónimo. 2009. Informe de la Reunión de Evaluación del Stock de marrajo sardinero de 2009. Copenhague, Dinamarca, 22 a 27 de junio.

http://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2009_POR_ASSESS_ESP.pdf

Anonymous, 2010. Consideration of proposals for amendment of appendices I and II. Inclusion of *Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788) in Appendix II in accordance with Article II 2(a) and (b). CITES. Fifteenth meeting of the Conference of the Parties. Doha, Qatar, 13-25 March, 2010.

<http://www.cites.org/eng/cop/15/prop/E-15-Prop-17.pdf>

Bonfil, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper Nº 341. FAO, Rome.

Bonfil, R. 2008. The Biology and Ecology of the Silky Shark, *Carcharhinus falciformis*. In: Camhi M., Pikitch E.K. and Babcock E. (Eds.). *Sharks of the open Ocean*. Blackwell Scientific UK., 536 pp.

Camhi, M.; S. Fowler; J. Musick; A. Bräutigam and S. Fordham. 1998. *Sharks and their Relatives - Ecology and Conservation*. IUCN/SSO Shark Specialist Group. IUCN. Gland. Switzerland and Cambridge, UK. iv + 39 pp.

Campana, S.E. and Joyce, W.N. 2004. Temperature and depth associations of porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the northwest Atlantic. *Fish. Oceanogr.* 13:1, 52 – 64.

Campana, S.E., Joyce, W., Marks, L., Hurley, P., Natanson, L.J., Kohler, N.E., Jensen, C.F., Mello, J.J., Pratt, H.L., Myklevoll, S. and Harley, S. 2008. The Rise and Fall (Again) of the Porbeagle Shark Population in the Northwest Atlantic. In: Camhi M., Pikitch E.K. and Babcock E. (Eds.). *Sharks of the open Ocean*. Blackwell Scientific UK., 536 pp.

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.

Carey, F. G., J. G. Casey, H. L. Pratt, D. Urquhart, and J. E. McCosker. 1985. Temperature, heat production and heat exchange in lamnid sharks. *Mem. South. Calif. Acad. Sci.* 9:92–108.

Clarke, S., Milner-Gulland, E.J., Bjørndal, T. 2007. Social, economic and regulatory drivers of the shark fin trade. *Marine Resource Economics* 22: 305–327.

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.

Conrath, C.L. 2005. Reproductive biology. In: *Management techniques for elasmobranch fisheries.* Musick, J.A. & Bonfil, R. (Eds.). FAO Fisheries Technical Paper. No. 474. Rome, FAO. 251 p.

Daniels, W. 1990. *Bioestadística: Bases para el análisis de las ciencias de las salud.* 3ª edición. México-Limusa. 485pp.

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.

Domingo, A., Menni, R. C. and Forselleo, R. 2005. Bycatch of the pelagic ray *Dasyatis violacea* in Uruguayan longline fisheries and aspects of distribution in the southwestern Atlantic. *Scientia Marina* 69: 161–166.

Domingo, A., Forselleo, R., Miller, P. y C. Passadore. 2008. *Plan de Acción Nacional para la Conservación de Condrictios en las pesquerías uruguayas.* Montevideo, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. 88p.

Driggers, W.B. III, Ingram, G.W. Jr., Grace, M.A., Gledhill, C.T., Henwood, T.A., Horton, C.N. and Jones, C.M. 2008. Pupping areas and mortality rates of young tiger sharks *Galeocerdo cuvier* in the western North Atlantic Ocean. *Aquat Biol* 2:161–170.

Dulvy, N.K., Baum, J.K., Clarke, S., Compagno, L.J.V., Cortés, E., Domingo, A., Fordham, S., Fowler, S., Francis, M.P., Gibson, C., Martinez, J., Musick, J.A., Soldo, A., Stevens, J.D. and Valenti S. 2008. You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 18, 459–482.

Duncan, K.M. and Holland, K.N. 2006. Habitat use, growth rates and dispersal patterns of juvenile scalloped hammerhead sharks *Sphyrna lewini* in a nursery habitat. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 312: 211-221.

Ellis, J.R. and Shackley, S.E. 1995. Notes on porbeagle sharks, *Lamna nasus*, from the Bristol Channel. *Journal of Fish Biology* 46: 368 – 370.

Fowler, S. L., Cavanagh, R. D., Camhi, M., Burgess, G. H., Cailliet, G. M., Fordham, S. V., Simpfendorfer, C. A. and Musick, J. A. (comp. and ed.). 2005. *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes.* IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 461 pp.

Francis, M.P. and Stevens, J.D. 2000. Reproduction, embryonic development and growth of the porbeagle shark, *Lamna nasus*, in the South-west Pacific Ocean. *Fish. Bull.* 98:41– 63.

Francis, M.P. and Duffy, C. 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., Campana, S.E. and Jones, C.M. 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: Camhi M., Pikitch E.K. and Babcock E. (Eds.). *Sharks of the open Ocean.* Blackwell Scientific UK., 536 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.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp.

Holland, K.N., Wetherbee, B.M., Peterson, J.D. and Lowe, C.G. 1993. Movements and distribution of hammerhead shark pups on their natal grounds. *Copeia* 1993:495–502.

Huang, H.W. 2011. Bycatch of high sea longline fisheries and measures taken by Taiwan: Action and challenges. *Marine Policy*, 35: 712-720.

Jensen, C.F., Natanson, L.J., Pratt, H.L., Kohler, N.E., and Campana, S.E. 2002. The reproductive biology of the porbeagle shark, *Lamna nasus*, in the western North Atlantic Ocean. *Fish. Bull.* 100:727–738.

Jiménez, S., Domingo, A. and Brazeiro, A. 2009. Seabird bycatch in the Southwest Atlantic: interaction with the Uruguayan pelagic longline fishery. *Polar Biology* 32: 187–196.

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. *Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT* 54:1231–1260.

Lucifora, L. O. and Menni, R. C. 1998. First record of a porbeagle shark, *Lamna nasus*, in brackish waters of Mar Chiquita Lagoon, Argentina. *Cybium* 22: 87-88.

Martínez, A. and Ortega, L. 2007. Seasonal trends in phytoplankton biomass over the Uruguayan Shelf. *Continental Shelf Research*, 27: 1747–1758.

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. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Profundización Oceanografía. Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Uruguay.

Mejuto, J. 1985. Associated Catches of Sharks, *Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus*, and *Lamna nasus*, with NW and N Spanish Swordfish Fishery, in 1984. ICES C.M. 1985: H42. International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen, Denmark, 16 pp.

Mollet, H.F., Cliff, G., Pratt, H.L. and Stevens, J.D. 2000. Reproductive biology of the female shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, with comments on the embryonic development of lamnoids. *Fish. Bull.* 98:299 – 318.

Montealegre-Quijano, S., Chaves, V., Vooren, C.M. and Soto, J.M.R. 2007. Sobre a ocorrência, distribuição e abundancia de tubarões Lamniformes no ambiente oceânico de sul do Brasil e águas internacionais adjacentes. *Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia* 86: 6 – 8.

Mora, O. y Domingo, A. 2006. Informe sobre el Programa de Observadores a bordo de la flota atunera uruguaya (1998 – 2004). *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 59(2): 559-607.

Musick, J. A. 1999. Ecology and conservation of long-lived marine animals. In: Musick, J. A. (ed) *American Fisheries Society Symposium* 23. Bethesda, MD.

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: 269-279.

Natanson, L.J., Casey, J.G., Kohler, N.E. and Colket, T. 1999. Growth of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, in the western North Atlantic based on tag returns and length frequencies; and a note on the effects of tagging. *Fish Bull* 97: 944–953.

Natanson, L.J., Mello, J.J. and Campana, S.E. 2002. Validate age and growth of the porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the western North Atlantic Ocean. *Fish. Bull.* 100: 266 – 278.

Ortega, L. and Martinez, A. 2007. Multiannual and seasonal variability of water masses and fronts over the Uruguayan shelf. *Journal of Coastal Research.* 23(3): 618–629.

Pons, M. and Domingo, A. 2010. Standardized CPUE of porbeagle shark (*Lamna nasus*) caught by the Uruguayan pelagic longline fleet (1982-2008). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 65(6): 2098-2108.

Sadowsky, V. 1968. On the measurements of total length on sharks. *Zoologischer Anzeiger* (181), 197 – 199.

Sadowsky, V., Arfelli, C. A. and Amorim, A. F. 1985. First record of pobeagle, *Lamna nasus* (Bonaterre, 1788), in the Brazilian Atlantic. *Boletim Instituto Pesca, São Paulo* 12(2): 49-53.

Seelinger, U., Odebrecht, C. e Castello, J.P. 1998. Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. *Ecocientia.* Rio Grande – RS. Brasil. 341pp.

Sokal, R. and Rohlf, F. 1998. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman & Company. New York. 850pp.

Stehmann, M.F.W. 2002. Proposal of a maturity stages scale for oviparous and viviparous cartilaginous fishes (Pisces, Chondrichthyes). *Arch. Fish. Mar. Res.* 50:23–48.

Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K. and Walker, P. A. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 57: 476-494.

Stevens, J., Fowler, S.L., Soldo, A., McCord, M., Baum, J., Acuña, E., Domingo, A. & Francis, M. 2006. *Lamna nasus*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on **28 September 2011**.

Stevens, J.D. 2010. Epipelagic Oceanic Elasmobranchs. In: Carrier, J.C., Musick, J.A. and Heithaus, M.R. (Eds.). *Sharks and their relatives II. Biodiversity, Adaptive Physiology, and Conservation*. CRC Press, Taylor & Francis Group.

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*. *Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish.* 32: 145 p.